



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΞΥΠΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - SMART METERS

*ΟΝΟΜ/ΝΟ ΦΟΙΤΗΤΗ: ΚΑΡΑΒΕΛΛΑΣ ΑΙΝΕΙΑΣ
ΑΜ: 37005*

*ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ
ΗΡΑΚΛΗΣ*

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2018



Καλλιτεχνική απεικόνιση των έξυπνων μετρητών.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	5
Περίληψη	6
Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1: Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας	11
1.1.Εισαγωγή	11
1.2.Επαγωγικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας	12
1.3. Ψηφιακοί-Ηλεκτρονικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας	15
1.4. Μετρητές Προπληρωμής	16
1.5 Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.....	18
Κεφάλαιο 2: Οι Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.....	20
2.1. Εισαγωγή	20
2.2.Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.....	21
2.3.Ορισμός.....	22
2.4. Εξυπηρέτηση πελατών.....	23
2.5.Λειτουργία έξυπνων-ψηφιακών μετρητών	24
2.6.Δυνατότητες έξυπνων μετρητών	26
2.7. Επικοινωνία και διαχείριση πληροφοριών	27
2.8. Συστήματα Αυτοματισμών (AMR/AMI)	29
2.9. Τεχνολογίες επικοινωνίας έξυπνων μετρητών	31
2.10. Εξοπλισμός	34
2.11. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών.....	36
2.12. Προδιαγραφές έξυπνων μετρητών.....	37
2.13. Πλεονεκτήματα Έξυπνων Μετρητών.....	38

2.14. Περιορισμοί έξυπνων Μετρητών.....	44
2.15. Αντιθέσεις και ανησυχίες για τους Έξυπνους Μετρητές.	45
2.16. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στη Ελλάδα.....	49
Κεφάλαιο 3: Τα έξυπνα δίκτυα.....	51
3.1. Εισαγωγή	51
3.2. Τα ηλεκτρικά δίκτυα.....	51
3.3. Τα έξυπνα δίκτυα.....	54
3.4. Αρχιτεκτονική Έξυπνων Δικτύων	56
3.5. Χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων.....	57
3.6. Πλεονεκτήματα έξυπνων δικτύων.....	60
Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα.....	63
Κεφάλαιο 5: Επίλογος	66
Βιβλιογραφία	68

Πρόλογος

Από αυτή τη θέση θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Βυλλιώτη Ηρακλή που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα όπως είναι οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας και με έφερε ένα βήμα πιο κοντά στην απόκτηση του πολυπόθητου πτυχίου.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τους εργαζόμενους στην ΔΕΔΔΗΕ Μαρκόπουλου που μου μετέδωσαν πολύτιμες πληροφορίες για τους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.

Τέλος ένα ευχαριστώ αξίζει και η οικογένεια μου που είναι δίπλα μου και με στηρίζει σε κάθε μου βήμα.

Περίληψη

Στην εν λόγω πτυχιακή εργασία πρόκειται να ασχοληθούμε με τους Έξυπνους Μετρητές Ηλεκτρικής Ενέργειας. Σκοπός μας είναι να αναλύσουμε τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου τύπου μετρητών, τη δομή τους καθώς επίσης και τις αλλαγές που πρόκειται να επιφέρουν στα ηλεκτρικά δίκτυα.

Η εργασία χωρίζεται σε τρία κυρίως μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στα είδη των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας και στο πώς λειτουργούν. Πρόκειται δηλαδή για μια συνοπτική παρουσίαση όλων των ειδών μετρητών και πιο συγκεκριμένα, των επαγωγικών μετρητών, των ηλεκτρονικών μετρητών, των μετρητών προπληρωμής και των έξυπνων μετρητών. Στο δεύτερο μέρος γίνεται μια εκτενέστερη αναφορά στους έξυπνους ηλεκτρικούς μετρητές, στο που βασίζεται η λειτουργία τους, στις δυνατότητές τους, στα πλεονεκτήματά τους και γενικά σε οτιδήποτε χρειάζεται να γνωρίζουμε για αυτούς. Τέλος, στο τρίτο μέρος πρόκειται να αναφερθούμε στα έξυπνα δίκτυα μέρος των οποίων είναι και οι έξυπνοι μετρητές.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την παράθεση ορισμένων συμπερασμάτων για την χρήση των έξυπνων μετρητών και την αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων δικτύων με έξυπνα δίκτυα.

Εισαγωγή

Η ενέργεια είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα αλλά παράλληλα και από τα πιο απρόσιτα στις αισθήσεις του ανθρώπου μέγεθος το οποίο συνοδεύει όλες τις μεταβολές-απλές και πολύπλοκες- που λαμβάνουν χώρα στον φυσικό μας κόσμο. Γίνεται αντιληπτή κυρίως μέσα από τα αποτελέσματα της τα οποία είναι γνωστά με τον όρο έργο.

Αν και είναι δύσκολο να την ορίσουμε, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ενέργεια είναι το φυσικό μέγεθος που προκαλεί μεταβολές στον υλικό κόσμο. Η ενέργεια εμφανίζεται σε πολλές μορφές ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί. Κάποιες από τις μορφές της είναι η δυναμική και η κινητική ενέργεια, η θερμική ενέργεια, η φωτεινή ενέργεια, η χημική, η πυρηνική ενέργεια κλπ.

Μια ακόμη μορφή ενέργειας η οποία είναι απαραίτητη για την επιβίωση και την ευημερία του σύγχρονου κόσμου είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Ως ηλεκτρική ορίζεται η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού

Κάθε φορά που γίνεται χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας πχ σε φωτεινή ενέργεια όταν ανάβει ένας λαμπτήρας.

Για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούνται πολλοί τρόποι οι κυριότεροι από τους οποίους είναι η καύση ουσιών όπως για παράδειγμα ο λιγνίτης, τα ηλιακά πάρκα, η χρήση υδροηλεκτρικής ενέργειας, τα πυρηνικά εργοστάσια και τα αιολικά πάρκα. Επιπλέον τα τελευταία χρόνια καταβάλλονται προσπάθειες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών.

Λόγω του γεγονότος ότι η ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι εύκολο να αποθηκευτεί καθίσταται αναγκαία η κατανάλωση της σχεδόν ταυτόχρονα με την παραγωγή της ή εναλλακτικά η αποθήκευσή της αφότου μετατραπεί σε κάποια άλλη μορφή (χημική ,δυναμική κλπ) Η ανάγκη λοιπόν , της άμεσης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας έχει οδηγήσει στην κατασκευή ενός παγκόσμιου πλέγματος ηλεκτρικών δικτύων, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφέρεται εύκολα, από το σημείο παραγωγής της, στο σημείο κατανάλωσης.



Ας δούμε κάποιες ημερομηνίες σταθμούς στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας:

- 1881: ξεκινάει η λειτουργία της πρώτης μονάδας παραγωγής ενέργειας στην περιοχή Godalming της Αγγλίας με ισχύ 746 kWh και η πόλη αποκτά τον πρώτο δημόσιο ηλεκτρικό φωτισμό. Η γεννήτρια ήταν μονοφασική και η κίνηση της προέρχονταν από δύο υδρόμυλους που την έθεταν σε λειτουργία μόνο σε εποχή κανονικών βροχοπτώσεων
- 1882: πραγματοποιείται η εγκατάσταση της πρώτης μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Στουτγάρδη της Γερμανίας η οποία είχε τη δύναμη να τροφοδοτήσει έως και 30 λάμπες

- πυρακτώσεως. Το ίδιο έτος οι δρόμοι του Βερολίνου φωτίστηκαν από ηλεκτρικές λάμπες χαμηλής ισχύος.
- 1885: γίνεται εγκατάσταση στο Βερολίνο του πρώτου μεγάλου σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος είχε τη δυνατότητα να τροφοδοτεί και καταναλωτές σε ακτίνα 800 μέτρων. Την ίδια χρονιά ο William Stanley κατασκεύασε ένα επαγωγικό πηνίο ή όπως το ονομάζουμε σήμερα, έναν μετασχηματιστή ισχύος ο οποίος μετέβαλλε την εναλλασσόμενη τάση και την αξιοποίηση του επικράτησε το εναλλασσόμενο ρεύμα αντί του συνεχούς.
 - 1886: ο George Westinghouse κατασκευάζει μια μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας με εναλλασσόμενη τάση στο Barrington της Μασαχουσέτης. Επίσης κατασκευάζεται από τον Haselwander η πρώτη τριφασική γεννήτρια.
 - 1889: κατασκευάζεται από τον Dobrowolsky ο πρώτος επαγωγικός τριφασικός κινητήρας με ικανοποιητική συμπεριφορά ο οποίος λειτουργούσε με βραχυκυκλωμένο κλωβό του δρομέα. Ο συγκεκριμένος κινητήρας δεν έχει υποστεί μεγάλες κατασκευαστικές αλλαγές και είναι διαδεδομένος σε όλες τις εφαρμογές
 - 1891: μετά από την συνεχόμενη εξέλιξη του γερμανικού τριφασικού συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτείται η Φρανκφούρτη σε απόσταση 175 χμ από το εργοστάσιο.
 - 1893: ο Γερμανοαμερικάνος μηχανικός Steinmetz χρησιμοποιεί τον μιγαδικό συμβολισμό για να απλοποιήσει τις πολύπλοκες τριγωνικές εξισώσεις και έτσι να εισαγάγει την μαθηματική περιγραφή των εναλλασσομένων μεγεθών του ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δοθεί νέα ώθηση στην εκπαίδευση και στην έρευνα από πανεπιστήμια και εταιρείες.
 - 1903: κατασκευάζεται ο πρώτος υδροηλεκτρικός σταθμός στην πόλη Nexaca του Μεξικού.
 - 1905: ξεκινάει η λειτουργία της γραμμής υψηλής τάσης 50kV στο Μόναχο
 - 1909: λειτουργεί η γραμμή υψηλής τάσης 100kV
 - **1889**: ο ηλεκτρισμός φτάνει στη Ελλάδα. Η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάστηκε από τη «Γενική Εταιρεία Εργοληψιών» στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου. Το πρώτο

κτίριο που φωτίστηκε ήταν τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτρισμός επεκτάθηκε και στο σημερινό ιστορικό κέντρο της πόλης. Τον ίδιο χρόνο ηλεκτροδοτήθηκε και η Θεσσαλονίκη. Μέχρι το 1929 ηλεκτροδοτήθηκαν 250 ελληνικές πόλεις. Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύθηκε η ΔΕΗ εταιρεία η οποία αξιοποίησε τις εγχώριες πηγές ενέργειας και πιο συγκεκριμένα τα κοιτάσματα λιγνίτη του ελληνικού υπεδάφους άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

Η ΔΕΗ Α.Ε. δραστηριοποιείται έκτοτε ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Κεφάλαιο 1: Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

1.1.Εισαγωγή

Ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένο με όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Θα μπορούσαμε να πούμε πως ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μέσα εξέλιξης και προόδου της σύγχρονης εποχής.

Από τον Nicola Tesla ο οποίος στις 16 Μαΐου 1888 παρουσίασε στο Αμερικανικό Ινστιτούτο Ηλεκτρομηχανικής μια πρωτοποριακή ιδέα για «το Νέο Σύστημα Κινητήρων και Μετασχηματισμών Εναλλασσόμενου Ρεύματος», μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα και τη δημιουργία των πρώτων ηλεκτρικών δικτύων μεταφοράς ρεύματος τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως το σπουδαιότερο επίτευγμα του αιώνα από την Εθνική Ακαδημία Μηχανικών (National Academy of Engineers), αλλά και μέχρι σήμερα, ο ηλεκτρισμός εξακολουθεί να αλλάζει σημαντικά τη ζωή μας.

Για να επιτευχθεί ορθή διαχείριση ενός αγαθού όπως είναι η ηλεκτρική ενέργεια πρέπει πρώτα να γίνεται σωστή και λεπτομερής μέτρηση της η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση διάφορων ειδών μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας.

Ως μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας ορίζουμε τη συσκευή εκείνη η οποία υπολογίζει το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται. Η μονάδα μέτρησης του ποσού αυτού είναι η κιλοβατώρα(kwh) η οποία είναι ίση με τον αριθμό των κιλοβάτ που καταναλώνονται σε διάρκεια μιας ώρας.

Οι πρώτοι ηλεκτρομηχανικοί μετρητές κατασκευάστηκαν την δεκαετία του 1980 όπου κάποιοι κατασκευαστές εισήγαγαν τους υβριδικούς (ηλεκτρομηχανικούς) Μετρητές.

Κατά την επόμενη δεκαετία ξεκίνησε αποκλειστικά η παραγωγή ηλεκτρονικών μετρητών.

1.2.Επαγωγικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Ο επαγωγικός ή αλλιώς ηλεκτρομηχανικός μετρητής είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μετρητή που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της πραγματικής ή άεργου κατανάλωσης μονοφασικών και τριφασικών παροχών. Με αυτούς τους μετρητές πραγματοποιείται η τιμολόγηση του κάθε καταναλωτή και προκύπτουν κάποια δεδομένα τα οποία χρησιμοποιούνται σε διάφορες εργασίες που αφορούν το ηλεκτρικό δίκτυο.

Λόγω των κατασκευαστικών βελτιώσεων αυτός ο τύπος μετρητή είναι μια συσκευή μεγάλης ακριβείας, που υπό ορισμένες συνθήκες μπορεί να λειτουργεί για περισσότερα από 20 χρόνια χωρίς ουδεμία συντήρηση.

Ένας επαγωγικός μετρητής αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Ένα πηνίο τάσης και ένα πηνίο έντασης τα οποία διεγείρονται από την τάση του δικτύου και από την ένταση του φορτίου του καταναλωτή .
- Έναν περιστρεφόμενο δίσκο-δρομέα κατασκευασμένο από αλουμίνιο που πραγματοποιεί στροφές οι οποίες μεταδίδονται σε έναν αριθμητήρα μέσω ενός ελικοειδούς τροχού.
- Έναν μαγνήτη πέδησης.

Ο μηχανισμός μέτρησης των επαγωγικών μετρητών λειτουργεί μέσω της αλληλεπίδρασης των μαγνητικών ροών των πηνίων τάσης και έντασης που δημιουργούν ένα κινούμενο πεδίο στον δίσκο το οποίο με τη σειρά του προκαλεί μια ροπή στρέψης.

Η διάταξη του κυκλώματος καθώς επίσης και η ρύθμιση της εσωτερικής φασικής γωνίας των δύο κινητήριων μαγνητικών ροών έχουν ως αποτέλεσμα η ροπή στρέψης να είναι ανάλογη της πραγματικής ή της άεργου ισχύος. Η ταχύτητα του περιστρεφόμενου δίσκου είναι ανάλογη της ισχύος και ο αριθμός των περιστροφών που πραγματοποιεί δείχνει το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται και καταγράφεται στον αριθμητήρα. Ο συντελεστής ο οποίος υπολογίζει τη σχέση ταχύτητα

δίσκου/φορτίο (στροφές/κιλοβατώρα) καταναλωτή είναι η σταθερά (K) του μετρητή και βρίσκεται στην πινακίδα κάθε μετρητή.

Οι επαγωγικοί μετρητές για ενεργό, άεργο και φαινομενική κατανάλωση κατασκευάζονται είτε με ένα στοιχείο για τις μονοφασικές παροχές είτε με δύο ή τρία στοιχεία για τριφασικές παροχές τριών ή τεσσάρων αγωγών.

Οι μετρητές άεργου ισχύος κατασκευάζονται μονοφασικοί ή τριφασικοί με εσωτερική φασική γωνία 0 ή 180 μοιρών είτε τριφασικοί με ειδική κυκλωματική συνδεσμολογία 180 ή 60 μοιρών.

Για τις μονοφασικές παροχές οι μετρητές είναι τύπων 10/40 A, 15/60 A, 230 V, απλού ή διπλού τιμολογίου κλάσεως ακριβείας <2>.

Όσον αφορά τις τριφασικές παροχές οι μετρητές είναι :

- Μετρητές τριών στοιχείων 4-αγωγών 3x10/40 A, 3x10/60 A, 3x20/60 A, 3x20/100 A και 3x50/100 A, 230V/400V, για άμεση σύνδεση στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης, απλού ή διπλού τιμολογίου, κλάσεως ακριβείας <2>.
- Μετρητές συνδεδεμένοι στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης οι οποίοι είναι τριών στοιχείων 3x10/60 A, 3x20/60 A, 3x20/100 A, 3x50/100 A και 3x1,5/6 A, 230/400V και επίσης διαθέτουν ένα απαριθμητήρα μεγίστων.
- Μετρητές συνδεδεμένοι στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης μέσω μετασχηματιστών έντασης. Οι μετρητές αυτοί είναι τριών στοιχείων 4 αγωγών 3x1,5/6 A ή 1/6 A, 230/400V.
- Μετρητές δύο στοιχείων 3-αγωγών (σύνδεση ARON) 3x1,5/6 A, 100V. Συνδέονται μεταξύ τους μέσω δύο μετασχηματιστών τάσεως και δύο μετασχηματιστών εντάσεων στο δίκτυο της Μέσης Τάσης. Διαθέτουν έξοδο ρευματοθήσεων για τη σύνδεσή τους με καταγραφικό. Είναι κλάσεως ακριβείας <1>.
- Μετρητές – Μεγιστοδείκτες συνδεδεμένοι στο δίκτυο Μέσης Τάσης. Οι μετρητές αυτοί είναι δύο στοιχείων, 3x1,5/6 A, 100V. Διαθέτουν δύο απαριθμητές μεγίστων.

Στην μπροστινή όψη του μετρητή βρίσκεται μια οθόνη η οποία λειτουργεί μηχανικά και εμφανίζει την ενέργεια η οποία έχει καταναλωθεί .

Υπεύθυνες για την εγκατάσταση και την συντήρηση των εν λόγω μετρητών είναι οι ηλεκτρικές επιχειρήσεις οι οποίες διαθέτουν κατάλληλο προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την καταγραφή της αναγραφόμενης ένδειξης του μετρητή με τη βοήθεια μια συσκευής, του φορητού καταχωρητή. Ο φορητός καταχωρητής καταγράφει την ένδειξη του μετρητή κάθε τέσσερις μήνες. Στη συνέχεια η ένδειξη αποθηκεύεται σε μια βάση δεδομένων και υπολογίζεται η κατανάλωση που έχει πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια αυτή.

Κατά τη διάρκεια όλων αυτών των ετών οι επαγωγικοί μετρητές αποτελούσαν μια πολύ καλή λύση για την καταγραφή και την παρακολούθηση των συνηθειών των καταναλωτών στα δίκτυα διανομής. Είναι συσκευές οι οποίες έχουν αρκετά χαμηλό κόστος συντήρησης, μεγάλη διάρκεια ζωής και μεγάλη αξιοπιστία .



Εικόνα 1.1. Επαγωγικός Μετρητής ηλεκτρ. Ενέργειας

1.3. Ψηφιακοί-Ηλεκτρονικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Παρόλο που οι επαγωγικοί μετρητές είναι αποδεδειγμένα αξιόπιστες συσκευές, τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργηθεί μια τάση αντικατάστασης τους από νέους ψηφιακούς μετρητές οι οποίοι έχουν περισσότερες δυνατότητες που περιλαμβάνουν εκτός από τις καταμετρήσεις απλής ενέργειας και καταμετρήσεις άλλων πιο σύνθετων παραμέτρων κάποιες από τις οποίες είναι:

- Η χρήση ενέργειας
- Η ζήτηση ισχύος σε kW και KVA
- Η ηλεκτρική τάση
- Το ηλεκτρικό ρεύμα
- Οι διαφορετικές ζώνες ώρας και εποχές
- Η άεργος ισχύς κλπ

Επιπλέον, οι ηλεκτρονικοί μετρητές μπορούν και παρέχουν ένα παλλόμενο σήμα εξόδου το οποίο ενεργοποιεί κάποιες συσκευές ελέγχου, ενσωματώνεται σε ένα δίκτυο, και χρησιμοποιείται από ειδικά όργανα καταγραφής δεδομένων ως μέρος κάποιων συστημάτων διαχείρισης κτιρίων ή ενός αυτόματου συστήματος ενδείξεων μετρητών.

Μια ακόμη διαφορά που παρουσιάζουν οι ψηφιακοί μετρητές σε σχέση με τα άλλα είδη μετρητών, είναι η ικανότητα να αποθηκεύουν τα δεδομένα που καταγράφουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα καθώς διαθέτουν εσωτερική μνήμη.



Εικόνα 1.2. Ψηφιακός Μετρητής Ηλεκτρ. Ενέργειας

1.4. Μετρητές Προπληρωμής

Με βάση τα έως τώρα δεδομένα ο εκάστοτε προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζει ποσό που πρέπει να καταβάλει ο πελάτης ανάλογα με το ποσό της ενέργειας που κατανάλωσε κατά τον προηγούμενο μήνα, δίμηνο ή τετράμηνο. Σε κάποιες χώρες εάν θεωρηθεί ότι πελάτης δεν δύναται να καταβάλει το αντίτιμο που του αντιστοιχεί του τοποθετούν μετρητές προπληρωμής. Έτσι ο πελάτης είναι υποχρεωμένος να προπληρώνει για την ενέργεια που πρόκειται να καταναλώσει. Όταν το ποσό που έχει πιστωθεί εξαντληθεί τότε διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Το συγκεκριμένο είδος μετρητή διαθέτει ένα κουμπί το οποίο ενεργοποιεί ένα μικρό ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο πελάτης στην περίπτωση που έχει καταναλωθεί το πιστωτικό υπόλοιπο.

Οι συγκεκριμένοι μετρητές χρησιμοποιούνται συνήθως από επισφαλείς πελάτες, ενοικιαζόμενα κτίρια , καταστήματα κλπ.

Οι μετρητές προπληρωμής παρουσιάζουν ένα σημαντικό μειονέκτημα το οποίο πιο συγκεκριμένα είναι ο κίνδυνος κλοπής τους καθώς επίσης και η ανάγκη πολύ συχνών επισκέψεων για έλεγχο.



Εικόνα 1.3.:Μετρητής Προπληρωμής

1.5 Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί ένα νέο είδος μετρητών , οι λεγόμενοι έξυπνοι μετρητές. Αυτοί οι μετρητές έχουν σχεδιαστεί είτε για να αντικαταστήσουν τους ήδη υπάρχοντες είτε για να χρησιμοποιηθούν συμπληρωματικά. Πρόκειται για ένα εξελιγμένο είδος ψηφιακών μετρητών το οποίο έχει τη δυνατότητα εκτός από το να συλλέγει και να αποθηκεύει διάφορες πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος αλλά και άλλες παραμέτρους τις οποίες αναφέραμε παραπάνω , της αποστολής των δεδομένων και των παραμέτρων που αποθηκεύονται ,στα κέντρα διαχείρισης αλλά και σε άλλες συσκευές. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί τον χαρακτηρισμό τους ως έξυπνους μετρητές ενέργειας στους οποίους πρόκειται να γίνει αναλυτική αναφορά παρακάτω.

Οι έξυπνοι μετρητές πρόκειται να εγκαθίστανται εντός των κτηρίων καθώς δεν δημιουργείται η ανάγκη να είναι προσβάσιμοι από τα συνεργεία καταμέτρησης διότι τα στοιχεία πρόκειται να αποστέλλονται αυτόματα- ενσύρματα ή ασύρματα- στους διακομιστές.

Με άλλα λόγια ένας έξυπνος μετρητής λειτουργεί ως πομπός και δέκτης, ενημερώνοντας για τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά της κατανάλωσης τόσο την εταιρεία που πουλάει το ρεύμα όσο και τον ίδιο τον καταναλωτή. Για παράδειγμα, ο καταναλωτής θα μπορεί να ενημερώνεται ακόμη και με τηλεφωνικά μηνύματα για την κατανάλωσή του ή για πιθανές διακοπές ρεύματος στο δίκτυο.

Παράλληλα, μέσω των μετρητών θα μπορούν να διαμορφωθούν σύνθετα τιμολόγια για την καλύτερη διαχείριση της ζήτησης, τα οποία θα «επιβραβεύουν» τους καταναλωτές που είναι φειδωλοί στις ώρες με μεγάλη ζήτηση και θα «τιμωρούν» τους σπάταλους. Επίσης θα υπάρχει η δυνατότητα για αυτόματη έκδοση μηνιαίων λογαριασμών, η οποία θα οδηγήσει και στην κατάργηση των «έναντι».¹



Εικόνα 1.4.: Έξυπνος Μετρητής

¹ <http://www.zougla.gr/money/article/i-alages-pou-fernoun-i-eksipni-metrites-tis-dei>

Κεφάλαιο 2: Οι Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

2.1. Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 1, οι συσκευές μέτρησης που χρησιμοποιούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο σήμερα, ιδιαίτερα στις παροχές Χαμηλής Τάσης, έχουν περιορισμένες δυνατότητες και καθιστούν αδύνατη την ικανοποίηση των αναγκών των καταναλωτών και των διαχειριστών της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό, σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές και τις ενεργειακές προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα καθώς και την ανάγκη παρακολούθησης της ηλεκτρικής ενεργείας που καταναλώνεται οδήγησε στη σχεδίαση και την κατασκευή διατάξεων που έχουν τη δυνατότητα να μετρούν τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (ηλεκτρικές τάσεις και ρεύματα) με την επιθυμητή ακρίβεια και να αξιοποιούν τις μετρήσεις αυτές προς υπολογισμό των υπολοίπων ηλεκτρικών μεγεθών της εγκατάστασης (π.χ. ενεργό και άεργη ισχύ). Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας (Smart Meters).

Οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους υπάρχοντες συμβατικούς ηλεκτρομηχανικούς μετρητές. Οποιοσδήποτε μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας έχει τη δυνατότητα καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας. Ο έξυπνος μετρητής, όμως, εκτός του ότι μετρά με ακρίβεια την τάση και το ρεύμα, μπορεί μετά από κατάλληλη επεξεργασία να υπολογίζει και παρουσιάζει μεγέθη όπως η καταναλισκόμενη μέση ισχύς, ο συντελεστής ισχύος, οι αρμονικές τάσης και ρεύματος και άλλα μεγέθη που σχετίζονται με την ηλεκτρική ενέργεια που ενδεχομένως ενδιαφέρουν τους καταναλωτές και προμηθευτές ενέργειας

Το γενικό χαρακτηριστικό των έξυπνων μετρητών είναι ότι πραγματοποιούν ψηφιακές μετρήσεις λαμβάνοντας δειγματοληπτικά υπόψη τις τιμές ρεύματος και τάσης. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ψηφιακά δεδομένα πραγματικού χρόνου διαθέσιμα προς επεξεργασία, αποθήκευση και μετάδοση.

Η εφαρμογή των έξυπνων μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας πρόκειται να προσφέρει μεγάλες δυνατότητες και πλεονεκτήματα τόσο στους καταναλωτές και τους προμηθευτές τους όσο και σε ολόκληρη την σύγχρονη κοινωνία και συνεπώς η ανάγκη εγκατάστασής τους κρίνεται απαραίτητη.

2.2. Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Τα τελευταία χρόνια όλα τείνουν στη δημιουργία ενός έξυπνου δικτύου το οποίο να καλύπτει όλες τις τεχνολογίες δηλαδή συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου και θερμότητας. Η επίτευξη της εγκατάστασης των έξυπνων δικτύων πρόκειται να επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα τόσο στα ενεργειακά κόστη των καταναλωτών και των επιχειρήσεων όσο και στους Διαχειριστές του δικτύου της βιομηχανίας ενέργειας. Ένα βασικό κομμάτι των έξυπνων αυτών δικτύων είναι και οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας στους οποίους θα αναφερθούμε παρακάτω.



Εικόνα 2.1. Έξυπνος μετρητής

2.3.Ορισμός

Οι έξυπνοι μετρητές είναι μια ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει την ικανότητα να καταγράφει και να μετρά πολλά ηλεκτρικά μεγέθη καθώς επίσης και να επικοινωνεί απομακρυσμένα με το κέντρο διαχείρισης και με άλλες συσκευές. Επιπλέον οι έξυπνοι μετρητές έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύουν τα καταγεγραμμένα δεδομένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Πιο αναλυτικά οι συσκευές αυτές καταμετρούν την ενέργεια που καταναλώνεται και στέλνουν τις πληροφορίες χωρίς να έχουν υποστεί κάποια μορφή επεξεργασίας στο σύστημα, που με τη σειρά του ενημερώνει τον πελάτη για το μέγεθος και το κόστος της εκάστοτε κατανάλωσης. Εκτός από την αποστολή στοιχείων οι έξυπνοι μετρητές έχουν και τη δυνατότητα να λαμβάνουν εντολές.

Οι έξυπνοι μετρητές έχουν σχεδιαστεί με σκοπό είτε την αντικατάσταση των ήδη υπαρχόντων μετρητών ηλεκτρισμού είτε ως συμπληρωματικοί στις ήδη εγκατεστημένες συσκευές. Οι περισσότεροι περιέχουν μια οθόνη στην οποία οι χρήστες έχουν πρόσβαση και μπορούν να αντλήσουν τις πληροφορίες άμεσα .

Ο σχεδιασμός τους ποικίλει ανάλογα με τις συνθήκες στην αγορά και τους τύπους των μετρητών που υπάρχουν σε κάθε κτίριο. Κατά βάση όμως όλοι περιλαμβάνουν τις παρακάτω λειτουργίες:

- Ακρίβεια στις μετρήσεις του ηλεκτρικού ρεύματος, του φυσικού αερίου , του νερού και της θερμότητας,
- Ένα περιβάλλον μετάδοσης των δεδομένων,
- Ένα περιβάλλον IT το οποίο ταιριάζει με τα υπόλοιπα στοιχεία,
- Ένα σύστημα τιμολόγησης κατάλληλο για τους πελάτες-καταναλωτές,
- Μια τοπική προβολή των στοιχείων της ενέργειας που καταναλώνεται.

2.4. Εξυπηρέτηση πελατών.

Οι έξυπνοι μετρητές πρόκειται να φέρουν επανάσταση στην εξυπηρέτηση καθώς οι καταναλωτές δεν χρειάζεται να πηγαίνουν στην Εταιρεία Παροχής Ηλεκτρικής ενέργειας διότι έχουν τη δυνατότητα να διαχειρίζονται οι ίδιοι τους μετρητές.

Πρόκειται για Έξυπνες τεχνολογίες μέτρησης, οι οποίες:

1. Παρέχουν πληροφορίες και προς τις δύο κατευθύνσεις,
2. Υπάρχει επικοινωνία καναλιών μεταξύ του μετρητή και των άλλων μερών και των συστημάτων τους,
3. Επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη καταγραφή και τη συλλογή δεδομένων στην κατανάλωση
4. Επιτρέπουν την αυτόματη παράδοση των δεδομένων, την επεξεργασία και τη διαχείρισή τους
5. Δίνουν λεπτομερώς τα δεδομένα της κατανάλωσης, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών και των σχετικών στοιχείων εκπομπής άνθρακα που μπορούν να παρασχεθούν απομακρυσμένα (ιστορικά στοιχεία) ή τοπικά στους πελάτες (σε πραγματικό χρόνο)
6. Διευκολύνουν τις προηγμένες ενεργειακές υπηρεσίες που βελτιώνουν τη ενεργειακή αποδοτικότητα και τέλος,
7. Ενθαρρύνουν μια καλύτερη χρήση της ενέργειας.

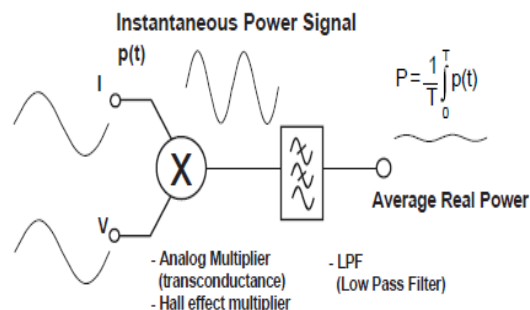
2.5.Λειτουργία έξυπνων-ψηφιακών μετρητών

Η λειτουργία των έξυπνων μετρητών διαφέρει κατά πολύ από εκείνη των επαγωγικών και των άλλων ειδών μετρητών και η αξία τους είναι ανάλογη των δυνατοτήτων που προσφέρουν. Στους έξυπνους μετρητές τα κυκλώματα διαμορφώνονται πάνω σε ένα ενιαίο, συμπαγές υλικό με φορείς ηλεκτρικού ρεύματος οι οποίοι κυκλοφορούν στα όρια του υλικού. Σε αντίθεση με τους επαγωγικούς μετρητές, οι έξυπνοι δεν αποτελούνται από περιστρεφόμενα μηχανικά μέρη και οι μετρήσεις γίνονται μέσα από τα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Κάποια από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ο συγκεκριμένος τύπος μετρητών σε σχέση με τους επαγωγικούς είναι η υψηλή ακρίβεια, η δυνατότητα υπολογισμού πολύπλοκων μετρήσεων, η απομακρυσμένη επεξεργασία δεδομένων κλπ. Όλες αυτές οι λειτουργίες προκύπτουν από συστήματα τα οποία βασίζονται σε μικροεπεξεργαστές.

Κάθε έξυπνος μετρητής ακολουθεί είτε την τεχνολογία αναλογικής επεξεργασίας σήματος είτε της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος με επικρατέστερη την δεύτερη. Όταν αναφερόμαστε στην επεξεργασία σήματος εννοούμε τον πολλαπλασιασμό και το φιλτράρισμα σημάτων με σκοπό την εξαγωγή του αποτελέσματος που χρειαζόμαστε.

Η αναλογική τεχνολογία αφορά την επεξεργασία αναλογικών σημάτων τάσεως και εντάσεως που υπάρχουν κάθε χρονική στιγμή με σκοπό τον υπολογισμό της ισχύος, δηλαδή του γινομένου των τάσεων επί της εντάσεως το οποίο επιτυγχάνεται με πολλαπλασιαστές με τη χρήση των παρακάτω μεθόδων:

1. Analogue multiplying IC: Είναι η μέθοδος της αναλογικής υλοποίησης σε ολοκληρωμένο κύκλωμα.+



Εικόνα 2.2. Αναλογικός υπολογισμός ενεργού ισχύος

- 2. Το φαινόμενο Hall:** Το φαινόμενο Hall οφείλεται στην απόκλιση που υφίστανται οι φορείς του ρεύματος, εξαιτίας της δύναμης που δέχονται από το μαγνητικό πεδίο. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του φαινομένου Hall σε ένα αγώγιμο πλακίδιο δίνει πληροφορίες για τους φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος και για την πυκνότητά τους.
- 3. PWM (pulse-width modulation):** Η μέθοδος διαμόρφωσης εύρους ή διάρκειας παλμών δίνει την δυνατότητα της μεταφοράς πληροφορίας μέσω μιας σειράς από παλμούς. Πιο συγκεκριμένα, η πληροφορία που μεταφέρεται βρίσκεται «κρυμμένη» στο πλάτος αυτών των παλμών και καθορίζει την ποσότητα της ισχύος που φθάνει σε ένα φορτίο. Με άλλα λόγια, PWM είναι μια τεχνική διαμόρφωσης η οποία παράγει παλμούς μεταβλητού πλάτους ώστε να αναπαρασταθεί το πλάτος ενός σήματος ή κύματος.
- 4. TTTC (Three-Terminal Thermo-Converter):** Σε αυτή τη μέθοδο υλοποιούνται πολλαπλασιαστές με χρήση θερμομετατροπών.

Η αναλογική επεξεργασία δεν αποτελεί τον πλέον κατάλληλο τρόπο μέτρησης διότι οι μετρητές που την υιοθετούν δεν θα μπορούν να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις που προκύπτουν και επίσης δεν υπάρχει δυνατότητα αναβάθμισής της.

Οι περισσότεροι έξυπνοι μετρητές σήμερα χρησιμοποιούν την ψηφιακή επεξεργασία σήματος. Πιο συγκεκριμένα η λειτουργία τους βασίζεται στην αναλογική-ψηφιακή μετατροπή του σήματος (ADC). Αισθητήρια όργανα υπολογίζουν την τάση και την ψηφιοποιούν. Στη συνέχεια τα ψηφιακά σήματα παραλαμβάνονται από έναν μικροεπεξεργαστή υψηλής ταχύτητας ο οποίος πραγματοποιεί υπολογισμούς και περεταίρω επεξεργασία αν χρειάζεται. Η ψηφιακή επεξεργασία των αναλογικών σημάτων παρέχει μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας καθώς και βραχυπρόθεσμη αλλά και μακροπρόθεσμη σταθερότητα.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των ψηφιακών μετρητών ηλεκτρισμού είναι η ακρίβεια τους. Βασίζεται στην ακρίβεια των αναλογικών σημάτων, την ακρίβεια της A/D Μετατροπής και την ακρίβεια των ψηφιακών υπολογισμών.

Στο υπάρχον δίκτυο υπάρχουν οι ακόλουθοι τύποι ψηφιακών μετρητών.

- ACE 5000 τύπος 5.1 Ver 14 και 15 (5/10A, 20/100 A)
- ACE 6000 ACTARIS (5/10A, 20/100A)
- ACE 7000 ή ACTARIS - SL7000

2.6.Δυνατότητες έξυπνων μετρητών

Οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας όπως αναφέρθηκε αρκετές φορές παραπάνω παρουσιάζουν ένα πλήθος δυνατοτήτων σε σχέση με τους προγενέστερους τους μετρητές. Πιο συγκεκριμένα, έχουν ενσωματωμένες λειτουργίες οι οποίες καταγράφουν μια πληθώρα παραμέτρων ηλεκτρισμού.

Πιο αναλυτικά καταγράφουν:

- Την ενεργό ισχύ σε kw. Η ενεργός ισχύς εισέρχεται και εξέρχεται στην εγκατάσταση που συνδέεται ο μετρητής και με αυτόν τον τρόπο γίνεται καταγραφή της κατανάλωσης καθώς επίσης και- σε περίπτωση που υπάρχει- της παραγωγής παραδείγματος χάριν από ανεμογεννήτρια ή φωτοβολταϊκό στοιχείο
- Την άεργο ισχύ που εισέρχεται και εξέρχεται από την εγκατάσταση.
- Την συνολική ενέργεια που καταναλώνεται ή την ενέργεια που καταναλώνεται ανά ζώνη τιμολόγησης.
- Την μέγιστη ζήτηση ενεργού ή άεργου ισχύος.
- Τον συντελεστή ισχύος.
- Την ύπαρξη αρμονικών.
- Τις διακοπές ρεύματος που μπορεί να συμβαίνουν.
- Τη συχνότητα ανά φάση.
- Την ενεργό τιμή ρεύματος και τάσης (RMS)

Οι λειτουργίες-δυνατότητες του κάθε μετρητή διαφέρουν ανάλογα με τον εκάστοτε κατασκευαστή του. Δηλαδή ο κάθε ένας κατασκευαστής μετρητών

μπορεί να λειτουργεί με πιο εξειδικευμένες ή μη δυνατότητες καταγραφής και ανάλυσης πληροφοριών ανάλογα με τα πρότυπα που ακολουθεί.

Πέρα από τις παραπάνω δυνατότητες οι ψηφιακοί μετρητές χαρακτηρίζονται «έξυπνοι» διότι είναι εξοπλισμένοι με κατάλληλες συσκευές που τους επιτρέπουν να επικοινωνούν με άλλες οντότητες όπως για παράδειγμα με χειριστές, ελεγκτές κλπ. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται διεπαφές επικοινωνίας(interfaces) και είναι οι εξής:

- Οπτική επαφή η οποία συνδέεται με ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος βρίσκεται κοντά στον μετρητή και η οποία επικοινωνεί μαζί του για τη μεταφορά δεδομένων.
- Ηλεκτρική επαφή επικοινωνίας, για παράδειγμα επαφή 20mA βρόγχου ρεύματος
- Ασύρματες διεπαφές επικοινωνίας , για παράδειγμα Bluetooth ,GSM/SPRS
- Διεπαφή PLC

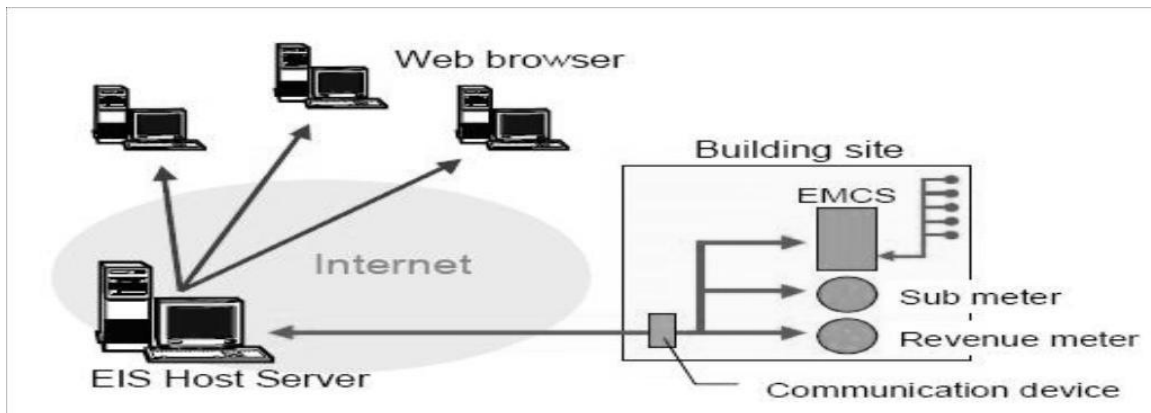
2.7. Επικοινωνία και διαχείριση πληροφοριών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι Έξυπνοι μετρητές έχουν την δυνατότητα να μετρούν άμεσα την κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και να μεταδίδουν τις μετρήσεις στις βάσεις δεδομένων στο κέντρο διαχείρισης (EIS).

Έτσι, ο καταναλωτής μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να έχει γνώση της πραγματικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Σε συνθήκες απελευθερωμένης αγοράς, οι εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας θα έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν με τους καταναλωτές μέσω μηνυμάτων πάνω στον Έξυπνο Μετρητή και να προσφέρουν μειωμένες χρεώσεις κιλοβατώρας ή να κάνουν προσφορές ώστε να καταρτίσουν ειδικά προγράμματα χρέωσης με βάση τις ώρες κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η αύξηση της τιμής της κιλοβατώρας σε περιόδους αιχμής είναι μια μέθοδος που μπορεί να μειώσει την αντίστοιχη ζήτηση με αποτέλεσμα τεράστιο όφελος τόσο για τον παραγωγό όσο και την γενικότερη πολιτική

εξοικονόμησης. Με την αυτόματη αναγνώριση μετρητή, ο διαχειριστής θα είναι σε θέση να γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ενέργειας κάθε οικίας, επιχείρησης, βιομηχανίας κτλ., γεγονός που αποτελεί τεράστιο όφελος και εξοικονόμηση οικονομικών και ανθρωπίνων πόρων, αφού μεγάλος αριθμός υπαλλήλων της ΔΕΗ απασχολείται για τη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας στους μετρητές ή υποθέτει ένα ποσό κατανάλωσης με βάση στατιστικά δεδομένα και σε επόμενους λογαριασμούς διορθώνει τις αποκλίσεις από την πραγματικότητα.

Αυτό το γεγονός μειώνει την αξιοπιστία του παρόχου και προβληματίζει τους πελάτες ως προς το ύψος των λογαριασμών τους. Επιβάλλεται συνεπώς η εγκατάσταση και η χρήση συστημάτων έξυπνων μετρητών αν θέλουμε να εξασφαλίσουμε καλύτερη διαχείριση της ενέργειας, αλλά και αν θέλουμε να υπακούσουμε στο Κοινοτικό Δίκαιο .



Εικόνα 2.3. επικοινωνία του Μετρητή με τη βάση δεδομένων

2.8. Συστήματα Αυτοματισμών (AMR/AMI)

Η δυνατότητα των έξυπνων μετρητών να καταγράφουν , να αποθηκεύουν και να αποστέλλουν πληροφορίες και δεδομένα που αφορούν την κατανάλωση του πελάτη κατέστησε αναγκαία την αναζήτηση ενός αποτελεσματικού και αυτοματοποιημένου τρόπου συλλογής τους από τις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού.

Υπάρχουν δύο αυτοματοποιημένα συστήματα τα οποία έχουν αναπτυχθεί και λειτουργούν έως τώρα και αυτά είναι τα AMR(automated meter reading) συστήματα και τα AMI (advanced metering infrastructure) συστήματα.

Τα AMR συστήματα ή αλλιώς συστήματα μετρητών αυτόματης προσπέλασης επικοινωνούν με τους διακομιστές των διαχειριστών του δικτύου μέσω ενός ενσύρματου ή ασύρματου τηλεπικοινωνιακού διαύλου ή μιας γραμμής μεταφοράς ισχύος με φέροντα κύματα. Τα συγκεκριμένα συστήματα συλλέγουν από τους μετρητές δεδομένα για την κατανάλωση , την διάγνωση προβλημάτων του δικτύου την κατάσταση των διακοπών και τα αποστέλλουν στον διαχειριστή της ηλεκτρικής ενέργειας για να γίνει επιπλέον ανάλυσή τους. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται από τον διακομιστή των διαχειριστών σε τακτά χρονικά διαστήματα αλλά και εκτάκτως εφόσον κριθεί σκόπιμο από τον διακομιστή.

Τα AMI συστήματα , δηλαδή τα συστήματα προηγμένων μετρητικών υποδομών λειτουργούν βάσει μιας τεχνολογίας πιο εξελιγμένης όσον αφορά τις δυνατότητες και τις λειτουργίες και αποτελούν απαραίτητη υποδομή για την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων.

Πιο συγκεκριμένα το AMI σύστημα είναι μια δομημένη πλατφόρμα που πραγματοποιεί μετρήσεις, τηλεπικοινωνίες, λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων και αυτοματισμών. Είναι δηλαδή ένα σύστημα το οποίο βασίζεται στην παράλληλη λειτουργία υποδομών υλικού και λογισμικού. Μέσω του AMI συστήματος υποστηρίζεται ολόκληρη η «διαδρομή» που ακολουθεί μια πληροφορία μέτρησης δηλαδή από την ανάκτηση, αποθήκευση και μεταφορά της σε κέντρα διαχείρισης έως την καταγραφή

,την επεξεργασία και την χρήση της με σκοπό την πραγματοποίηση τιμολόγησης, εφαρμογών IT και λειτουργιών απομακρυσμένου ελέγχου. Ένα από τα χαρακτηριστικά των εν λόγω συστημάτων είναι η χρήση τεχνολογίας τηλεπικοινωνιών που διευκολύνουν την αμφίδρομη ροή των πληροφοριών από και προς τις μονάδες διαχείρισης τους.

Και οι δύο τύποι συστημάτων (AMR/AMI) εκτός από την αυτοματοποιημένη διαδικασία μέτρησης και υπολογισμού της ενέργειας η οποία καταναλώνεται ,παρέχουν και άλλες ολοκληρωμένες υπηρεσίες.

Αρχικά, έχουν τη δυνατότητα να απεικονίζουν την ενέργεια που καταναλώνεται σε πραγματικό χρόνο ή πολύ κοντά σε πραγματικό χρόνο με αποτέλεσμα την άμεση κοστολόγηση καθώς οι μετρήσεις λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τόσο ο διαχειριστής όσο και ο πελάτης να γνωρίζουν με ακρίβεια την κατανάλωση και την τιμολόγησή της στο χρονικό διάστημα που πραγματοποιείται.

Επιπλέον χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα δημιουργείται ένα ενεργειακό προφίλ για κάθε καταναλωτή στο οποίο πρόκειται να καταγράφονται οι καταναλωτικές του συνήθειες. Αυτό συνδράμει στο να εντοπίζονται τα φορτία που προκαλούν διατάραξη της σταθερότητας του συστήματος και τα οποία θα πρέπει είτε να κοπούν είτε να μετατοπιστούν χρονικά σε περίοδο με λιγότερη ζήτηση. Έτσι οδηγούμαστε στην αποφυγή μιας πιθανής διακοπής ρεύματος με αποτέλεσμα να εξοικονομείται ενέργεια και να έχουμε λιγότερο κόστος.

Εκτός όμως από τα παραπάνω, τα συγκεκριμένα συστήματα παρέχουν στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού μετρήσεις της ποιότητας της ισχύος. Παρέχοντας λοιπόν πληροφορίες για υπερτάσεις και υποτάσεις , παραμόρφωση από αρμονικές, ανισορροπίες στην τάση και την ένταση, διακοπές ρεύματος καθώς επίσης και το χρονικό διάστημα κατά το οποίο λαμβάνουν χώρα όλα αυτά τα φαινόμενα, βελτιώνουν την αποδοτικότητα του δικτύου, την περεταίρω επέκτασή του σε υψηλότερου επιπέδου υπηρεσίες.

2.9. Τεχνολογίες επικοινωνίας έξυπνων μετρητών

Ο τρόπος που καθορίζεται το δίκτυο τηλεπικοινωνιών των έξυπνων μετρητών καθορίζεται με βάση την ανάγκη της διακίνησης των πληροφοριών προς δύο κατευθύνσεις:

- Από τις οικιακές συσκευές προς τους έξυπνους μετρητές και
- Από τους έξυπνους μετρητές προς το κέντρο διαχείρισης των δεδομένων.

Έτσι, οι τηλεπικοινωνίες βασίζονται στη λειτουργία δικτύων με τοπική εμβέλεια (LAN) αλλά και δικτύων ευρείας ζώνης (WAN). Η σύνδεση των δύο αυτών δικτύων μεταξύ τους γίνεται με τη βοήθεια ενδιάμεσων ζεύξεων μεταξύ τοπικών υποδικτύων και τοπικών σταθμών συγκέντρωσης δεδομένων. Η συγκέντρωση των δεδομένων μπορεί να πραγματοποιείται σε επίπεδο οικοδομικών τετραγώνων, γειτονιάς ή ακόμη και μιας ολόκληρης περιοχής. Κατά συνέπεια οι ενδιάμεσες ζεύξεις είναι δυνατόν να έχουν τοπική ή εκτεταμένη εμβέλεια. Σε όλες πάντως τις περιπτώσεις η συχνότητα αποστολής των δεδομένων από τους έξυπνους μετρητές είναι μεγάλη (ανά δεκαπέντε λεπτά περίπου).

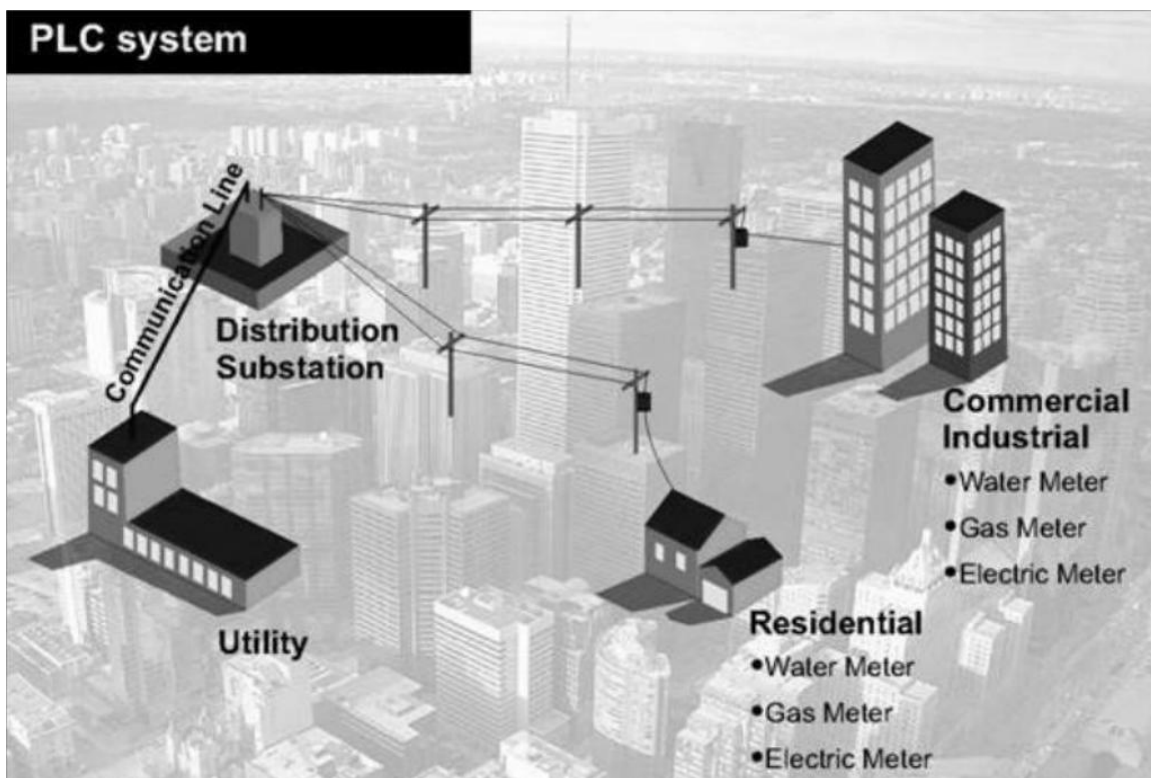
Όσον αφορά τους οικιακούς αυτοματισμούς και τις ενεργειακές εφαρμογές τοπικής εμβέλειας, μια ιδανική ασύρματη τεχνολογία αποτελούν τα δίκτυα ZigBee. Τα δίκτυα ZigBee συνδυάζουν απλή υλοποίηση και κατανάλωση πολύ μικρής ποσότητας ενέργειας χωρίς την ανάγκη για ακριβό εξοπλισμό και με μικρές απαιτήσεις εύρους ζώνης. Τα συγκεκριμένα δίκτυα αφορούν τις επικοινωνίες μεταξύ οικιακών συσκευών, διατάξεων εποπτείας, όπως οθονών και έξυπνων μετρητών που περιλαμβάνονται σε ένα σπίτι. Η τεχνολογία των ZigBee δικτύων δίνει τη δυνατότητα του απομακρυσμένου ελέγχου από τον καταναλωτή καθώς επίσης και την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο χωρίς να χρειαστεί η μεσολάβηση του κεντρικού διαχειριστή. Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει τα εξής

μειονεκτήματα : χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης, κάλυψη περιορισμένου χώρου, έντονες παρεμβολές από άλλα ασύρματα δίκτυα.

Εκτός από τα δίκτυα ZigBee , μια ευέλικτη και οικονομική επιλογή για την επικοινωνία μεταξύ μετρητών και σταθμών συγκέντρωσης δεδομένων αποτελούν τα ασύρματα πλεγματικά δίκτυα (wireless mesh networks). Οι έξυπνοι μετρητές, επικοινωνούν μεταξύ τους και με τους σταθμούς συγκέντρωσης μέσω ενός δικτυακού νέφους. Δηλαδή ο κάθε μετρητής λειτουργεί ως router (δρομολογητής) δεδομένων και ως repeater (επαναλήπτης) σήματος. Το πλεονέκτημα είναι ότι το δίκτυο δεν επηρεάζεται από τυχόν βλάβες των μετρητών καθώς η υλοποίηση πραγματοποιείται με τη χρήση τεχνολογιών WAN ή ακόμη και ραδιοσυχνοτήτων. Επιπλέον τα πλεγματικά δίκτυα παρέχουν ευρεία κάλυψη των περιοχών και αυξημένη χωρητικότητα δεδομένων. Ωστόσο , καθίσταται υποχρεωτικός ο έλεγχος του δικτύου για προβλήματα ή παρεμβολές στη δρομολόγηση των δεδομένων.

Ένας ακόμη τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των μετρητών και του ευρύτερου δικτύου είναι η χρήση υφισταμένων ασύρματων δικτύων κυψελοειδούς δομής όπως GSM, GPRS, 3G κ.α. Ήδη σε παγκόσμια εμβέλεια πραγματοποιείται συνεργασία μεταξύ των μεγαλύτερων κατασκευαστών μετρητών , παρόχων τηλεπικοινωνιών και εταιρειών λογισμικού ώστε να επιτευχθεί η ανάπτυξη μεγάλων έργων AMI κυψελοειδών τηλεπικοινωνιών για λογαριασμό εταιρειών ηλεκτρισμού. Οι υποδομές και το λογισμικό που διατίθενται βοηθούν στο να καταστεί διαχειρίσιμος με πολύ χαμηλά κόστη ο τηλεπικοινωνιακός φόρτος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ευρεία κάλυψη του γήινου χώρου , την πλήρως διαπιστευμένη λειτουργία και τα χαμηλά κόστη συντήρησης καθιστούν τα δίκτυα κυψελοειδών επικοινωνιών την επικρατέστερη επιλογή για την υλοποίηση συστημάτων AMI, δικτύων HAN και προηγμένων εφαρμογών ενεργειακής διαχείρισης. Βέβαια , η παράλληλη χρήση των δικτύων για τις καθημερινές ανάγκες επικοινωνίας και ο καιρός είναι δυνατόν να επηρεάσουν τις επιδόσεις τους και γι αυτό γίνονται προσπάθειες για ανάπτυξη ιδιωτικών δικτύων με αποκλειστικότητα χρήσης.

Η βασική επιλογή για την υλοποίηση ενός συστήματος AMI είναι οι επικοινωνίες γραμμών ισχύος (power line communication-PLC) διότι αποτελούν υποδομή point to point υποδομή μεταξύ συνδεδεμένων έξυπνων μετρητών προσφέροντας υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Τα δεδομένα μεταφέρονται ενσύρματα μέσω γραμμών διανομής από τους έξυπνους μετρητές στα κέντρα συγκέντρωσης και από εκεί μέσω GSM ή GPRS προς το κέντρο διαχείρισης δεδομένων. Αποτελούν μια οικονομική λύση κατάλληλη για τις αστικές περιοχές αλλά αποτελούν μέσα μετάδοσης τα οποία βρίσκονται σε θορυβώδες περιβάλλον με περιορισμούς στο εύρος ζώνης και με την ποιότητα των σημάτων να επηρεάζεται λόγω της απόστασης μεταξύ πομπού- λήπτη.



Εικόνα 2.4. Σύστημα PLC

Μια ακόμη οικονομική επιλογή με εξίσου υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης είναι οι επικοινωνίες μέσω ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών με χρήση των συμβατικών τηλεφωνικών καλωδίων και εξοπλισμού. Έχουν σημειωθεί αξιόλογες συνεργασίες μεταξύ εταιρειών ηλεκτρισμού και τηλεπικοινωνιών

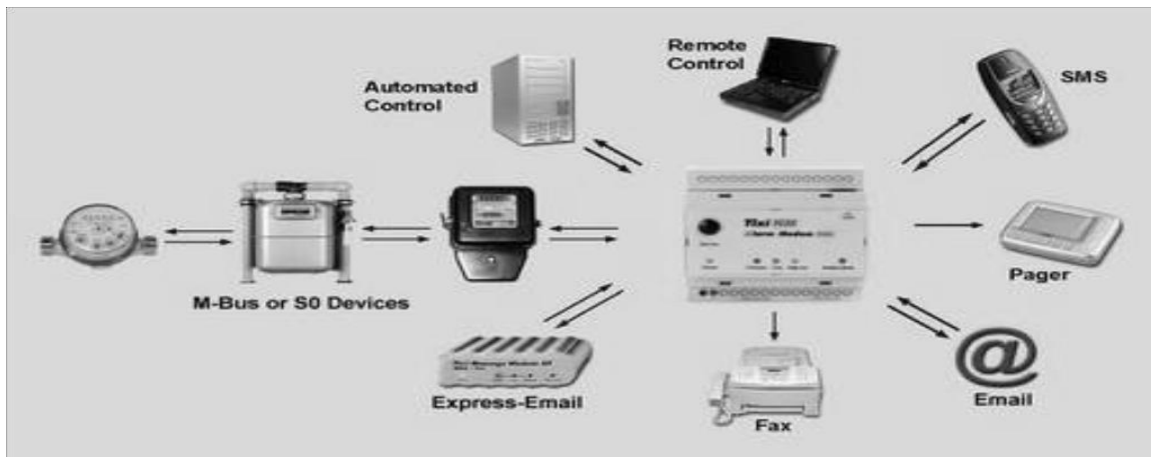
ανά τον κόσμο με σκοπό την ανάπτυξη επικοινωνιών AMI με τη χρήση DSL δικτύου. Οι εκτεταμένες υποδομές παρέχουν ευρεία κάλυψη και διαθεσιμότητα πόρων με ταχείες ευρυζωνικές επικοινωνίες όμως η παράλληλη χρήση των μέσων με τους ιδιώτες προκαλεί υποβάθμιση των επιδόσεων .

Συνοψίζοντας, οι ασύρματες τεχνολογίες έχουν πολύ μικρό κόστος για την υλοποίηση των δικτύων αλλά έχουν περιορισμένο εύρος ζώνης και θέτουν περιορισμούς στην προσφερόμενη ασφάλεια. Από την άλλη πλευρά, οι ενσύρματες τεχνολογίες απαιτούν μεγάλη επένδυση ή ύπαρξη των υφιστάμενων υποδομών αλλά παρέχουν ασφάλεια και αξιοπιστία στις επικοινωνίες.

2.10. Εξοπλισμός

Για να μπορέσει ο έξυπνος μετρητής να λειτουργήσει ορθά είναι απαραίτητος ένας εξοπλισμός ώστε να επιτευχθεί η επικοινωνία με τον Διαχειριστή.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει επικοινωνία μέσω internet η οποία επιτυγχάνεται μέσω του modem ή αλλιώς του διαμορφωτή. Ένα είδος modem το οποίο συχνά χρησιμοποιείται στα έξυπνα δίκτυα είναι τα Tixi Meter Modems for M-Bus or S0.



Εικόνα 2.4. Δομή Tixi-modem

Πρόκειται για ευφυείς υπολογιστές επικοινωνίας οι οποίοι έχουν μεγάλη μνήμη στοιχείων και οι οποίοι βασίζονται στη λειτουργία του Διαδικτύου. Τα δεδομένα και τα μηνύματα στέλνονται αυτόματα μέσω email ,fax ή sms. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των Tixi Meter Modems είναι ότι δεν χρειάζεται επιπλέον λογισμικό για την ανάγνωση των δεδομένων του μετρητή και επιπλέον δεν χρειάζεται το modem να επεξεργαστεί τα δεδομένα που αποστέλλονται καθώς η ενέργεια αυτή γίνεται αυτόματα με την αποστολή τους. Αυτή η διάταξη έχει αρκετά πλεονεκτήματα.

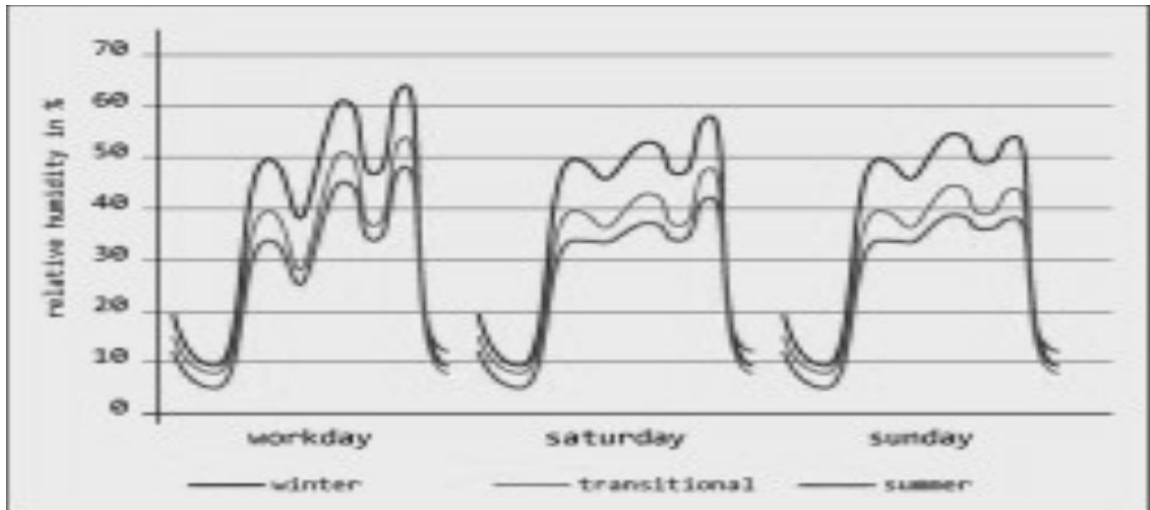
Με τα Tixi Meter Modems, δεν είναι απαραίτητο άλλο λογισμικό ανάγνωσης των δεδομένων του μετρητή και δεν χρειάζεται το modem να επεξεργαστεί τα δεδομένα που στέλνονται, εφόσον αυτό γίνεται αυτόματα με την αποστολή email, fax, ή αποστολής σε έναν web server για να διαβαστούν.

Όλες οι μετρήσεις και οι υπόλοιπες τιμές από το M-bus ή τις S0 συσκευές μπορούν να καταγραφούν σε logfiles, καθώς επίσης και οποιαδήποτε άλλα του Tixi Meter Modem. Αυτά τα logfiles μπορούν να αποσταλούν σε έναν κεντρικό ή σε διάφορους παραλήπτες (π.χ. με σκοπό ή την πραγματική ανάλυση χρήσης).

Τα εν λόγω δεδομένα είναι διαθέσιμα στις εξής μορφές:

- CSV excel αρχεία
- Σε απλό κείμενο
- σε δυαδική μορφή με κατάλληλη μορφοποίηση ώστε να διαβάζονται από τη Μνήμη Tixi DataBase.

Τα δεδομένα που αποστέλλονται, συλλέγονται σε μια SQL βάση. Σε αυτήν τη βάση τα δεδομένα απεικονίζονται, αποθηκεύονται και αναλύονται. Η πρόσβαση δίνεται σε εξουσιοδοτημένους χρήστες και το σύστημα προσαρμόζεται σύμφωνα με τις ανάγκες του καθενός.



Εικόνα 2.5. Απεικόνιση δεδομένων

2.11. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών

Η εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών είναι πολύ απλή και δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Οι αισθητήρες κουμπώνουν γύρω από τα καλώδια τροφοδοσίας ρεύματος του κεντρικού ηλεκτρικού πίνακα του χώρου και συνδέονται με το πομπό, ο οποίος συνήθως τοποθετείται εκτός του ηλεκτρολογικού πίνακα. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει η δυνατότητα παρέμβασης στον ηλεκτρολογικό πίνακα, χρειάζεται η συμβουλή ενός ηλεκτρολόγου. Στη συνέχεια ακολουθεί μια διαδικασία σύνδεσης μεταξύ πομπού και δέκτη (οθόνη μετρητή). Μόλις η σύνδεση ολοκληρωθεί, τότε η συσκευή βρίσκεται σε πλήρη λειτουργία και μέσω της οθόνης ή μέσω υπολογιστή είναι εύκολο να ληφθούν άμεσα πληροφορίες για την

κατανάλωση ενέργειας των συσκευών του σπιτιού.



Ολοκληρωμένη εγκατάσταση έξυπνου μετρητή

2.12. Προδιαγραφές έξυπνων μετρητών

Για να επιτευχθεί η δικτύωση των έξυπνων μετρητών θα πρέπει να πληρούνται κάποιες προδιαγραφές. Αρχικά θα έπρεπε ο καταναλωτής από την στιγμή που θα αγόραζε έναν έξυπνο μετρητή να μπορεί να συνδεθεί αυτόματα στο οικιακό δίκτυο πράγμα που στην παρούσα φάση δεν καθίσταται εφικτό καθώς δεν υπάρχουν παγκόσμια στάνταρ για την δικτύωση των μετρητών. Επιπλέον σημαντικό εμπόδιο αποτελεί και η ανησυχία για το πόσο ασφαλείς είναι οι μετρητές καθώς μόνο αξιόπιστες συσκευές θα πρέπει να μοιράζονται πληροφορίες μαζί τους.

2.13. Πλεονεκτήματα Έξυπνων Μετρητών

Η εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών στο δίκτυο πρόκειται να επιφέρει πολλά πλεονεκτήματα.

1. Στον Καταναλωτή
2. Στην Επιχείρηση
3. Στους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας
4. Στον διαχειριστή του δικτύου διανομής
5. Στην Κοινωνία

Τα οφέλη χρήσης των έξυπνων μετρητών στους καταναλωτές είναι τα ακόλουθα:

- Αναβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος που προσφέρεται στον καταναλωτή:
Λόγω της καταγραφής των ποιοτικών μεγεθών παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας δηλαδή της τάσης, της συχνότητας κ.α., θα υπάρχει δυνατότητα καταγραφής κάποιων ανωμαλιών ή περιστατικών του δικτύου όπως για παράδειγμα πτώσεων ή αιχμών τάσης. Τα επιτρεπτά όρια της τάσης του ρεύματος είναι καταγεγραμμένα στην κείμενη νομοθεσία και στην περίπτωση που οι εν λόγω ανωμαλίες οδηγήσουν σε υλικές ζημιές στις συσκευές του καταναλωτή, θα υπάρχει δυνατότητα να προχωρήσει σε καταγγελία στον Διαχειριστή του Δικτύου για την ποιότητα του ρεύματος που προμηθεύεται. Επομένως, με την εγκατάσταση των Έξυπνων Μετρητών προστατεύονται τα δικαιώματα των καταναλωτών, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η ποιότητα του προϊόντος που τους προσφέρεται από τον Διαχειριστή του Δικτύου.
- Γνώση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας ανά πάσα στιγμή. Μέσω των Έξυπνων Μετρητών, ο καταναλωτής θα δέχεται πληροφορίες από το Πληροφοριακό Σύστημα του Προμηθευτή για την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε στιγμή. Με αυτόν τον τρόπο οι καταναλωτές θα μπορούν να ελέγχουν την κατανάλωση τους με

τελικό αποτέλεσμα την εξοικονόμηση και την βέλτιστη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.

- Βελτίωση των υπηρεσιών που προσφέρονται στον καταναλωτή:
Σύμφωνα με την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην οποία καταγράφεται η απλή διαδικασία για την αναφορά παραπόνων και την παροχή στοιχείων κατανάλωσης τακτικά από τους Προμηθευτές στους καταναλωτές, μέσω του Πληροφοριακού Συστήματος κάθε καταναλωτής θα έχει δυνατότητα από την ιστοσελίδα του Προμηθευτή μέσω διαβαθμισμένης πρόσβασης να προβεί στα παρακάτω:
 - i. Να ενημερώνεται για τις ωριαίες καταναλώσεις του με αποτέλεσμα να μπορεί να βελτιώσει τον τρόπο χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας με τελικό στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Βάσει υπολογισμών, η υιοθέτηση υγιέστερων καταναλωτικών συνηθειών και η βελτίωση της καταναλωτικής συμπεριφοράς μπορεί να αποφέρει μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από 5% έως 15%, ειδικά κατά τις ώρες αιχμής
 - ii. Να υποβάλει γραπτώς δελτίο παραπόνων που τυχόν έχει.
 - iii. Να έχει on-line τεχνική υποστήριξη σε περίπτωση προβλήματος ή βλάβης της ηλεκτρικής του εγκατάστασης.
 - iv. Να μπορεί να εξοφλεί τους λογαριασμούς του ηλεκτρονικά.
 - v. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της κατανάλωσης των χρηστών θα είναι εύκολο να πραγματοποιείται μια μετατροπή τους σε κόστος ενέργειας και σε ποσότητα εκπομπής ρύπων ώστε να υπάρχει επίγνωση των συνεπειών της υπερκατανάλωσης στο περιβάλλον. Το γεγονός αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών.
 - vi. Θα υπάρχει η δυνατότητα χρήσης «προηγμένων» τιμολογιακών πακέτων ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε καταναλωτή. Δηλαδή, οι υπηρεσίες των Έξυπνων Μετρητών θα διευρυνθούν και θα υπάρχουν δυνατότητες όπως η προ-πληρωμένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς πάγια χρέωση. Έτσι, κάθε καταναλωτής θα γνωρίζει πόσο έχει καταναλώσει και πόση ηλεκτρική ενέργεια του απομένει. Αυτή η

δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη σε κατοικίες με μικρό χρονικό διάστημα χρήσης κατά τη διάρκεια του έτους, όπως π.χ. οι εξοχικές κατοικίες στην Ελλάδα.

- vii. Δυνατότητα εύκολης εναλλαγής των πακέτων χρέωσης που επιλέγει ο καταναλωτής, π.χ. από ένα απλό πακέτο με πάγια χρέωση σε ένα πακέτο καρτο-ενέργειας χωρίς πάγια χρέωση, μέσω απομακρυσμένης διαχείρισης του μετρητή από τον Προμηθευτή.
- viii. Λόγω της τροποποίησης του Ρυθμιστικού Πλαισίου για τη Διαχείριση του Δικτύου, όπως προβλέπεται από την Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι πλέον ωριαία, άρα μεγάλης ακρίβειας.
- ix. Ο Έξυπνος Μετρητής μπορεί να αποτελέσει τη διεπαφή για τη δημιουργία ενός ‘έξυπνου σπιτιού’, πλήρως αυτοματοποιημένου. Για παράδειγμα, εφόσον η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλή ο Έξυπνος Μετρητής μπορεί να δώσει εντολή κατανάλωσης σε οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή, ώστε να μη χρειαστεί να λειτουργήσει αργότερα που η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας ενδεχομένως να είναι υψηλή. Αντίθετα, εφόσον η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας είναι υψηλή ο Έξυπνος Μετρητής δίνει εντολή παύσης κατανάλωσης σε κάποιες ηλεκτρικές συσκευές του καταναλωτή.
- x. Τέλος, υπάρχει δυνατότητα για δημιουργία ηχητικού σήματος από τον Έξυπνο Μετρητή στην περίπτωση που η κατανάλωση υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο όριο. Αυτή η λειτουργία θα βοηθήσει τους καταναλωτές στον έλεγχο της κατανάλωσής τους και εν τέλει σε εξοικονόμηση ενέργειας.

Το έξυπνο δίκτυο παρέχει άμεσες πληροφορίες και στις επιχειρήσεις, επηρεάζει την ενεργειακή κατανάλωση των χρηστών, και βελτιώνει την αποδοτικότητα της τεχνολογίας.

Οι επιχειρήσεις θα ωφεληθούν από τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Μείωση των δαπανών που προκύπτουν και έχουν σχέση με την εξυπηρέτηση των πελατών.
- Ανοικτές πύλες για την παράδοση των ενεργειακών υπηρεσιών.
- Βοήθεια στην ανάπτυξη της απελευθέρωσης των αγορών ενέργειας.
- Προστασία του εισοδήματος.
- Έλεγχος της παραγωγής.
- Τεχνικές απάντησης της υποστήριξης.
- Αποτελεσματικότερη διαχείριση του δικτύου.
- Ένα νέο κανάλι επικοινωνίας στους πελάτες.

Όσον αφορά τα οφέλη που έχουν οι προμηθευτές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τα εξής:

- Ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο. Δεδομένου ότι οι έξυπνοι μετρητές στέλνουν τα δεδομένα για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο (σχεδόν κάθε δεκαπέντε λεπτά) σε εξουσιοδοτημένα κέντρα λειτουργίας παρέχεται στους προμηθευτές η δυνατότητα να γνωρίζουν σε πραγματικό χρόνο το φορτίο του δικτύου που διαχειρίζονται.
- Παραγωγή ψηφιακών δεδομένων. Οι έξυπνοι μετρητές παράγουν ψηφιακά δεδομένα τα οποία μπορούν να υποστούν διάφορες διαδικασίες. Δηλαδή, υπάρχει η δυνατότητα αυτά τα δεδομένα να αποθηκευτούν, να μεταδοθούν με ασφάλεια, να ανακτηθούν, να υπόκεινται σε περεταίρω επεξεργασία και ανάλυση. Το χαρακτηριστικό αυτό των έξυπνων μετρητών δίνει τη δυνατότητα στους προμηθευτές να δημιουργήσουν βάσεις δεδομένων οι οποίες έπειτα από επεξεργασία θα παράγουν πληροφορίες για την αξιόπιστη πρόβλεψη των αναγκών των πελατών τους βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα έτσι ώστε να αγοράζουν τα απαιτούμενα μεγέθη ηλεκτρικής ενέργειας που πρόκειται να απαιτηθούν.
- Αμφίδρομη επικοινωνία. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο έξυπνος μετρητής αποτελεί την πύλη επικοινωνίας του προμηθευτή και του καταναλωτή. Ο προμηθευτής ενημερώνει για θέματα σχετικά με τα τιμολόγια, τα νέα προϊόντα, τις προσφορές και την ασφάλεια και δέχεται την αντίστοιχη την αντίδραση του καταναλωτή.

- Ευελιξία στην τιμολόγηση και στην προσφορά νέων προϊόντων στους πελάτες. Οι προμηθευτές αποκτούν τη δυνατότητα να προσφέρουν εξατομικευμένα προϊόντα τα οποία ανταποκρίνονται στις καταναλωτικές ανάγκες και συνήθειες των καταναλωτών και να έτσι, αποζημιώνονται άμεσα. Η άμεση πληρωμή της ενέργειας που καταναλώνεται από τους πελάτες προσφέρει την αναγκαία ρευστότητα στους προμηθευτές ώστε να μη χρειάζεται να καταφεύγουν σε δανεισμό για την προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας από την χονδρεμπορική αγορά. Η αποδοτικότερη χρήση των κεφαλαίων και η αποφυγή πληρωμής τόκων δανεισμού εκ μέρους των προμηθευτών έχει ως άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση των τιμών για τον τελικό καταναλωτή.
- Απομακρυσμένη εκκίνηση και διακοπή της σύνδεσης. Μέσω των έξυπνων μετρητών παρέχεται η δυνατότητα στους προμηθευτές να ξεκινούν και να διακόπτουν την παροχή ρεύματος για λόγους ασφάλειας και προστασίας του δικτύου του καταναλωτή. Παράλληλα, σε περιπτώσεις μη τήρησης των υποχρεώσεων εκ μέρους κάποιου, μπορεί να διακόψει επί τόπου την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και να την αποκαταστήσει τάχιστα, εφόσον διευθετηθούν οι μεταξύ τους διαφορές.
- Έγκαιρος εντοπισμός και επέμβαση σε περίπτωση κλοπής. Στις περιπτώσεις όπου οι μετρήσεις που συλλέγονται από τους μετρητές των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκονται σε αναντιστοιχία με τις ενδείξεις των μετρητών της παρεχόμενης ενέργειας του δικτύου διανομής, ο προμηθευτής έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει ενδεχόμενη κλοπή και να διακόψει αμέσως την παροχή.
- Εξάλειψη της δαπάνης της συμβατικής διαδικασίας καταμέτρησης ηλεκτρικής ενέργειας. Έπειτα από την εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών, ο συμβατικός τρόπος καταμέτρησης της ενέργειας που καταναλώνεται από υπαλλήλους του παρόχου καταργείται. Παράλληλα, εξαλείφονται και οι περιπτώσεις ανθρώπινου λάθους κατά την καταγραφή, οι οποίες οδηγούν σε λανθασμένες χρεώσεις και προκαλούν προβλήματα στις σχέσεις μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών.

Τα οφέλη του διαχειριστή του δικτύου διανομής είναι:

- Βελτίωση ποιότητας ρεύματος. Ο διαχειριστής του συστήματος συλλέγει από τους έξυπνους μετρητές πληροφορίες σχετικές με την ποιότητα του ρεύματος που προσφέρει, και σε συνδυασμό με τις μετρήσεις από τις άλλες μετρητικές διατάξεις που είναι εγκατεστημένες στο δίκτυο, μπορεί να ενημερωθεί, να εντοπίσει και να επέμβει άμεσα στα σημεία του δικτύου που αντιμετωπίζουν προβλήματα ως προς την τάση και τη συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο διαχειριστής του συστήματος έχει, επίσης, τη δυνατότητα να θέσει σε λειτουργία διατάξεις εξομάλυνσης κατά εστιασμένο τρόπο με άμεσα αποτελέσματα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, αποφεύγει πιθανές αποζημιώσεις σε πελάτες για καταστροφή μηχανημάτων και εξοπλισμού.
- Πρόληψη σφαλμάτων και διακοπών ή άμεση αποκατάστασή τους. Έχοντας τη δυνατότητα άμεσης πληροφόρησης ο διαχειριστής μπορεί να προλαμβάνει σφάλματα, διακοπές και καταστροφές εξοπλισμού. Στην περίπτωση όμως που τελικά υπάρξουν βλάβες, επιταχύνεται ο εντοπισμός και η αποκατάσταση τους.

Τέλος, ας δούμε τα οφέλη που προκύπτουν στο Κοινωνικό Σύνολο:

- Ορθολογιστική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση της και κατά προέκταση των φυσικών πόρων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της.
- Εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου. Αυτό έχει ως συνέπεια τη μείωση του κόστους για εγκατάσταση νέων αιχμιακών μονάδων, μείωση του κόστους επέκτασης του συστήματος μεταφοράς και του δικτύου διανομής για την εξυπηρέτηση του φορτίου, και μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω μη χρήσης «αργών», μη-ευέλικτων μονάδων με μεγάλο μεταβλητό κόστος.
- Εξοικονόμηση ενέργειας κατά περίπου 5% - 15% μέσω της βελτίωσης της καταναλωτικής συμπεριφοράς των καταναλωτών.
- Μείωση των κόστους των απωλειών του συστήματος μεταφοράς.
- Μείωση της εξάρτησης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας της Ελλάδας από εισαγωγές ενέργειας από γειτονικές χώρες, για την εξυπηρέτηση της αιχμής φορτίου.

- Μείωση κόστους για τον Διαχειριστή του Δικτύου από την αυτοματοποίηση της διαδικασίας συλλογής των μετρήσεων των καταναλωτών ΧΤ.
- Γρήγορος εντοπισμός βλαβών ή διαρροών από τον Διαχειριστή του Δικτύου, και ελεγχόμενη διαδικασία αποκατάστασης.
- Μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων. Διαθέτοντας πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο, ελαχιστοποιούνται η παραγωγή πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας και οι απώλειες μεταφοράς και διανομής, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το άμεσο αποτέλεσμα είναι μειωμένες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα από τις θερμικές μονάδες.
- Ευκολότερη εφαρμογή κοινωνικής πολιτικής. Με την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών διευκολύνονται και επιταχύνονται οι διαδικασίες εφαρμογής κοινωνικής πολιτικής σε ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού. Για παράδειγμα, αν κάποιος καταναλωτής έχει αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια λόγω ασθένειας μπορεί άμεσα να επιδοτηθεί και να συνάψει ειδική συμφωνία με τον πάροχο.

2.14. Περιορισμοί έξυπνων Μετρητών

Οι έξυπνοι μετρητές μπορεί να είναι συσκευές που θα επιφέρουν μεγάλες αλλαγές στο υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο αλλά δεν έχουν εγκατασταθεί πλήρως στη ζωή μας. Παρόλο που αρκετά πιλοτικά προγράμματα ανά τον κόσμο βρίσκονται σε εξέλιξη, η μαζική γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης τους είναι πολύ μεγάλο, υπάρχει σημαντική έλλειψη υποδομών και οι εθνικές νομοθεσίες βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο.

Ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς είναι το κόστος δημιουργίας αλλά και συντήρησης ενός τέτοιου δικτύου, δεδομένου ότι διανύουμε μια γενική περίοδο λιτότητας. Όσον αφορά το υπάρχον δίκτυο κρίνεται στην καλύτερη περίπτωση ανεπαρκές και χρήζει σημαντικής βελτίωσης πριν μπορέσει να ανταπεξέλθει σε τέτοιο λειτουργικό φόρτο. Επιπλέον ένας ακόμη σοβαρός περιορισμός έχει να κάνει με την ασφάλεια των

προσωπικών δεδομένων διότι θα είναι πολύ εύκολο τα προσωπικά στοιχεία των χρηστών να αποτελούν στόχο επιτήδειων.

Συνεπώς για να μπορέσουμε να περάσουμε οριστικά στην εγκατάσταση των έξυπνων δικτύων είναι απαραίτητη η βελτίωση πολλών παραγόντων.

2.15. Αντιθέσεις και ανησυχίες για τους Έξυπνους Μετρητές.

Ορισμένες ομάδες ατόμων έχουν εκφράσει ανησυχίες σχετικά με τις επιπτώσεις που μπορεί να επιφέρουν οι έξυπνοι μετρητές, καθώς και η από μακριά ελεγχόμενη επιλογή "kill switch", που συμπεριλαμβάνεται στους περισσότερους από αυτούς, στο κόστος, στην υγεία, στην περίπτωση πρόκλησης πυρκαγιάς, καθώς και στην προστασία και την ασφάλεια αλλά και τη διασφάλιση των προσωπικών δεδομένων. Πολλές από αυτές τις ανησυχίες αφορούν αποκλειστικά ασύρματους έξυπνους μετρητές, οι οποίοι δεν παρέχουν τη δυνατότητα ενεργειακής παρακολούθησης από το σπίτι ή χαρακτηριστικών ελέγχου και ασφάλειας. Οι λύσεις που προτείνουν αποκλειστική χρήση συσκευών κατάλληλων μόνο για μέτρηση, αν και είναι δημοφιλείς στον χώρο των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού εξαιτίας της συμβατότητάς τους με τα υπάρχοντα επιχειρηματικά μοντέλα και του μικρού αρχικού κόστους κεφαλαίου που τους διακρίνει, πολύ συχνά εμφανίζουν ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα. Συχνά ολόκληρο το έξυπνο δίκτυο απαξιώνεται εν μέρει εξαιτίας της σύγχυσης που προκαλείται από τη διαφορά ανάμεσα στον έλεγχο από το σπίτι και τον τεχνολογικό εξοπλισμό του γειτονικού δικτύου και των AMI. Αμφισβητείται ακόμα από μερίδες ατόμων η δυνατότητα των έξυπνων μετρητών να παρέχει οικονομικά οφέλη για τους καταναλωτές που επιλέγουν να τους εγκαταστήσουν, ενώ αντίθετα το κόστος εγκατάστασης του νέου συστήματος θα τους επιβαρύνει σημαντικά. Μία άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι η τιμολόγηση της χρησιμότητας μπορεί να καταστεί επιζήμια για τις ομάδες χρηστών που αδυνατούν να προσαρμόσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και τον

εξοπλισμό τους προκειμένου να ανταποκριθούν στις νέες συνθήκες και πολιτικές. Η ανάγκη απόκτησης εξοπλισμού και συσκευών ειδικά σχεδιασμένων για την αποτελεσματική τους διασύνδεση με τους νέους έξυπνους μετρητές, θα είναι μία πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση για τους καταναλωτές-πελάτες, ιδίως για εκείνους που δεν είναι σε θέση να καλύψουν το κόστος καινούριου εξοπλισμού, και κυρίως εφόσον ο υπάρχων εξοπλισμός τους λειτουργεί κανονικά. Ακόμη σε ορισμένες χώρες, οι έξυπνοι μετρητές δύναται να διακόπτουν την παροχή υπηρεσιών ή να χρεώνουν επιπρόσθετα με ασφάλιστρα καταναλωτές που ξεπερνούν τα όρια που θέτει ο Διαχειριστής του Δικτύου. Εκφράζεται ακόμα από αρκετός ο φόβος ότι οι έξυπνοι μετρητές ίσως δεν οδηγήσουν ποτέ στην εξοικονόμηση της ενεργειακής κατανάλωσης και στη μείωση του κόστους των μελλοντικών λογαριασμών των πελατών, χάρη στους οποίους οι τελευταίοι καλούνται να επιβαρυνθούν με υψηλό κόστος για την προσαρμογή του Δικτύου και των ιδίων εγκαταστάσεων. Επίσης οι καταναλωτές θα επιβαρυνθούν με τις απαραίτητες αναβαθμίσεις του λογισμικού, με αποτέλεσμα το τελικό ύψος της προσαρμογής του Δικτύου και των εγκαταστάσεών τους να ανέρχεται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα.

Ανησυχίες σχετικά με την υγεία.

Οι περισσότερες ανησυχίες για την υγεία αναφορικά με τους μετρητές προέρχονται από την παλμική ακτινοβολία ραδιοσυχνοτήτων (RF) που εκπέμπεται από ασύρματους έξυπνους μετρητές. Ωστόσο τα αποτελέσματα σχετικών μελετών δεν υποδεικνύουν την ύπαρξη επιβλαβών επιπτώσεων εξαιτίας των κυμάτων ραδιοσυχνότητας, τόσο λόγω έλλειψης επιστημονικών αποδείξεων, όσο και επειδή θεωρείται ότι η έκθεση των ανθρώπων σε ραδιοσυχνότητες στα σπίτια τους εξαιτίας των έξυπνων μετρητών πιθανόν να είναι σημαντικά μικρότερη σε σχέση με την αντίστοιχη έκθεσή τους εξαιτίας κινητών τηλεφώνων και φούρνων μικροκυμάτων που ήδη χρησιμοποιούνται. Ακόμα, ανεξάρτητη έρευνα που ανατέθηκε από την κυβέρνηση της Βικτώρια στην Αυστραλία, ως απάντηση στις ανησυχίες των πολιτών κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι έξυπνοι μετρητές δεν θέτουν σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία. Η έρευνα διαπίστωσε ότι

σε μία μειωηφία των περιπτώσεων η χρήση των έξυπνων μετρητών μπορεί να οδηγήσει σε εκπομή παλμών ακτινοβολίας ραδιοσυχνοτήτων που υπερβαίνουν προσωρινά ορισμένα από τα προβλεπόμενα ασφαλή όρια, ωστόσο συνήθως αυτοί μεταδίδονται για λιγότερο από το 0,5% του επιτρεπόμενου χρόνου. Οι κατευθυντήριες κεραίες τους δείχνουν πως η ραδιοφωνική ακτινοβολία εντός μετρούμενων εγκαταστάσεων είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που εκπέμπεται προς τα έξω, ενώ η θέση τους σε σχέση με το ανθρώπινο σώμα είναι τέτοια ώστε το συνολικό αποτέλεσμα να εμφανίζεται μερικές τάξεις μεγέθους χαμηλότερο από κοινώς αποδεκτές πηγές εκπομπής ραδιοσυχνοτήτων, όπως οικιακές συσκευές ή κινητά τηλέφωνα, για τις οποίες διατίθεται πολύ πιο εκτεταμένη έρευνα

Ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια

Οι περισσότερες ανησυχίες όσον αφορά την ασφάλεια επικεντρώνονται στην εν δυνάμει δυνατότητα υποκλοπής προσωπικών δεδομένων και στην εν δυνάμει δυνατότητα παρέμβασης στη λειτουργία τηλεχειρισμού από τρίτους, μια λειτουργία που ενσωματώνεται στους έξυπνους μετρητές τελευταίας γενιάς. Η εκπλήρωση των στόχων της αλλαγής αυτής βασίζεται ως ένα βαθμό στην παροχή δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα από τους καταναλωτές. Ωστόσο, αυτό θα πρέπει να επιτυγχάνεται με τέτοιο τρόπο ώστε όλα τα μέρη που συμμετέχουν σε προγράμματα για την εισαγωγή έξυπνων μετρητών και την ανάπτυξη ευφών δικτύων να διασφαλίζουν την προστασία και τον σεβασμό των θεμελιακών ατομικών δικαιωμάτων. Η επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα χωρίς την παροχή κατάλληλου επιπέδου προστασίας εγκυμονεί κινδύνους, όχι μόνο παραβίασης των εθνικών νόμων που εφαρμόζουν την οδηγία 95/46/EK, αλλά και απόρριψης των συγκεκριμένων προγραμμάτων από τους καταναλωτές με την αιτιολογία ότι δεν αποδέχονται τη συλλογή δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα, απόρριψη που ενδέχεται να πραγματοποιηθεί ακόμα και χωρίς παραβίαση του νόμου. Επισημαίνεται ότι, ενώ τα εν λόγω προγράμματα έχουν σημαντικά και μακροπρόθεσμα οφέλη, παρέχουν επίσης τη δυνατότητα επεξεργασίας πρωτοφανούς όγκου δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα για τον συγκεκριμένο κλάδο, ενώ παράλληλα διευκολύνουν την πρόσβαση σε δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα σε

ευρύτερο κύκλο αποδεκτών απ' ότι σήμερα. Ακόμα, όταν το μητρώο των μετρητών αποστέλλεται στον Διαχειριστή του Δικτύου διανομής, οι προμηθευτές ενέργειας ενδέχεται να έχουν δικαίωμα πρόσβασης στις πληροφορίες που χρειάζονται προκειμένου να εξυπηρετήσουν τους πελάτες τους και να εκδώσουν λογαριασμούς. Μπορούν ακόμα να έχουν πρόσβαση σε πιο λεπτομερείς πληροφορίες (π.χ. να δώσουν συμβουλές σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας), αλλά μόνο με τη συγκατάθεση του πελάτη. Ο διαχειριστής του Δικτύου διανομής διατηρεί επίσης το δικαίωμα να συλλέγει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση των πελατών, προκειμένου να διαχειρίζεται και να διατηρεί το φυσικό του Δίκτυο.

Υπάρχουν ακόμα πολλαπλές και σύνθετες μέθοδοι επικοινωνίας, με επιπρόσθετα σημεία εισόδου και διαδρομές δεδομένων που θέτουν περίπλοκες προκλήσεις ως προς την ασφάλεια, και απαιτούν ολοκληρωμένες και περιεκτικές λύσεις. Είναι αναμφισβήτητο γεγονός ότι η μαζική κυκλοφορία των έξυπνων μετρητών βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και, κατά συνέπεια, επείγει να κατανοηθεί συλλογικά ο τρόπος με τον οποίο οι έξυπνοι μετρητές υποβάλλουν σε επεξεργασία τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα και να εξεταστούν τυχόν ζητήματα που εγείρονται.

2.16. Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στη Ελλάδα

Έπειτα από απόφαση που πάρθηκε από το ΥΠΕΚΑ και τον αρμόδιο υφυπουργό Ασημάκη Παπαγεωργίου η μετάβαση των επαγωγικών μετρητών στους έξυπνους-ψηφιακούς μετρητές πρόκειται να ολοκληρωθεί έως το 2020. Πιο συγκεκριμένα βάσει του χρονοδιαγράμματος του υπουργείου μέχρι τις 30 Ιουνίου 2017 έπρεπε να έχει γίνει αντικατάσταση του 40% του συνόλου των υφιστάμενων μετρητών και μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2020 του 80%.

Το έργο αυτό το έχει αναλάβει η θυγατρική της ΔΕΗ, η ΔΕΔΔΗΕ που είναι και διαχειριστής του δικτύου. Σύμφωνα με αναφορά του υπουργείου η αντικατάσταση των σημερινών μετρητών με “έξυπνους”, αποτελεί προϋπόθεση για τη λειτουργία της απελευθερωμένης αγοράς και για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Η υπογραφή της απόφασης για τους “έξυπνους” μετρητές, αποτελεί μνημονιακή υποχρέωση και χαρακτηρίζεται ως στρατηγική επένδυση, για την υλοποίηση της οποίας μπορούν να αξιοποιηθούν πιστώσεις από τα διαρθρωτικά ταμεία της ΕΕ και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων

Πιο συγκεκριμένα, τα παλιά ρολόγια της ΔΕΗ πρόκειται να φύγουν και οι πρώτοι 200.000 «έξυπνοι» μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας να έρθουν, δίνοντας τη δυνατότητα στους καταναλωτές ακόμη και μέσα από το κινητό τους τηλέφωνο ή τον φορητό τους υπολογιστή να βλέπουν ανά πάσα στιγμή πόσο ρεύμα καταναλώνουν και να κάνουν ακόμη και συγκρίσεις με το παρελθόν. Ο αρχικός σχεδιασμός προβλέπει την τοποθέτηση 30.000 οθονών, μέσα από τις οποίες οι καταναλωτές, είτε από το σαλόνι είτε από το υπνοδωμάτιό τους, θα μπορούν να βλέπουν on line πόσο ρεύμα καταναλώνουν. Ο ΔΕΔΔΗΕ μέσα από αυτές τις οθόνες θα ενημερώνει απευθείας και για το πότε θα διακόψει το ρεύμα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Επίσης σε περίπου τρία χρόνια, παρελθόν θα αποτελεί και η χρέωση με την κλίμακα κατανάλωσης. Η ΔΕΗ και οι ιδιώτες προμηθευτές ρεύματος θα

εφαρμόσουν πολυζωνικά τιμολόγια δηλαδή θα υπάρχει άλλη χρέωση τις ώρες αιχμής και διαφορετική σε ώρες χαμηλής ζήτησης.

Οι 170.000 μετρητές θα εγκατασταθούν υποχρεωτικά και οι άλλοι 30.000 προαιρετικά.

Το σύστημα τηλεμέτρησης και διαχείρισης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από:

- Τους 200.000 μετρητές χαμηλής τάσης που θα αντικαταστήσουν τα παλιά ρολόγια. Αυτοί θα καταγράφουν την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
- Τα 300.000 μετρητικά σημεία τα οποία θα τοποθετηθούν σε υποσταθμούς και θα συλλέγουν τα δεδομένα των μετρητών στα σπίτια και τα καταστήματα.
- Το κύριο και εφεδρικό σύστημα για τη συλλογή των στοιχείων από τα 300.000 μετρητικά σημεία. Τα δύο συστήματα θα είναι στις κεντρικές εγκαταστάσεις του ΔΕΔΔΗΕ στην Καλλιρόης και θα επεξεργάζονται τα δεδομένα που θα λαμβάνουν.

Σε πιλοτική μορφή οι μετρητές θα μπου υποχρεωτικά:

- Νομός Ξάνθης 60.000
- Λέσβος, Λήμνος, Αγ. Ευστράτιος 80.000
- Νομός Λευκάδας 20.000
- Αττική 7.000
- Κεντρική Μακεδονία 3.000

Προαιρετικά θα μπου στα νησιά Θήρα (17.000), Κύθνος (3.000) και Μήλος (10.000).

Κεφάλαιο 3: Τα έξυπνα δίκτυα

3.1. Εισαγωγή

Τον τελευταίο καιρό ολοένα και περισσότερο ακούμε και διαβάζουμε τον όρο «Έξυπνα Δίκτυα». Τα έξυπνα δίκτυα δεν είναι προϊόν επιστημονικής φαντασίας, αλλά μία εξέλιξη των σημερινών δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας. Τα έξυπνα δίκτυα θα επιτρέπουν την αποδοτικότερη χρήση της υπάρχουσας εγκατεστημένης ισχύος και της υποδομής μεταφοράς και διανομής ενέργειας, με χαμηλότερη ένταση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Θα διευκολύνουν επίσης την επέκταση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων και ανεμογεννητριών. Με τα έξυπνα δίκτυα, θα μπορούμε να συνδέσουμε περιοχές με μεγάλη ζήτηση, όπως η Κεντρική Ευρώπη, με περιοχές με μεγάλο δυναμικό σε ανανεώσιμη ενέργεια, όπως η Νότια Ευρώπη ή η Βόρεια Αφρική και να προσφέρουμε μία πιο βιώσιμη παραγωγή ενέργειας και κέρδη για όλους τους λαούς του πλανήτη.²

3.2. Τα ηλεκτρικά δίκτυα

Τα ηλεκτρικά δίκτυα είναι ουσιαστικά τα δίκτυα μέσω των οποίων πραγματοποιείται η παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας από τον σταθμό παραγωγής στον καταναλωτή. Ένα τυπικό ηλεκτρικό δίκτυο, αποτελείται από ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς (power plants), υποσταθμούς μεταφοράς ανύψωσης τάσης (step-up transmission substations), υποσταθμούς μεταφοράς υψηλής τάσης και υποβιβασμού της σε μέση τάση (step-down transmission substations), υποσταθμούς διανομής μέσης τάσης και υποβιβασμού σε χαμηλή τάση (distribution substations) και γραμμές διανομής υψηλής, μέσης και χαμηλής τάσης (transmission and distribution lines).

² <http://corporate.kafkas.gr/d/eksupna-diktua-i-ilektriki-energeia-tou-mellontos-1002.htm?lang=el&path=1601700063>

Η ενέργεια η οποία παράγεται στους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς προέρχεται από ανανεώσιμες ή μη, πηγές ενέργειας. Έπειτα από την παραγωγή της ενέργειας στους ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς, πραγματοποιείται η μεταφορά της μέσω μετασχηματιστών σε υψηλές τάσεις ,πριν από την εισαγωγή της στο δίκτυο μεταφοράς, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες λόγω του φαινομένου του Joule. Μέσω των γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης η ενέργεια αυτή φτάνει σε υποσταθμούς μεταφοράς όπου η υψηλή τάση μετασχηματίζεται σε μέση τάση για να συνεχίσει να μεταφέρεται προς τους υποσταθμούς διανομής οι οποίοι με τη σειρά τους μετασχηματίζουν τη μέση τάση σε χαμηλή, και παραδίδουν εν τέλει την ενέργεια σε γραμμές διανομής χαμηλής τάσης οι οποίες συνδέονται με τα υποστατικά μας.

Με αυτήν τη διαδικασία γίνεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που φτάνει στα σπίτια μας εδώ και πολλά χρόνια. Παράλληλα με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχει επέλθει και αυτοματοποίηση στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και στα συστήματα ελέγχου της, ωστόσο σε καμία περίπτωση δε μπορούμε να πούμε ότι έφερε την επανάσταση στον τομέα αυτό, όπως έχει κάνει σε τόσους άλλους τομείς της βιομηχανίας. Με το πέρασμα των χρόνων όμως, και με τις αυξημένες απαιτήσεις των καταναλωτών τα συστήματά επιβάλλεται να συμβαδίζουν και να ανταποκρίνονται σε αυτές.

Οι αδυναμίες του παρόντος ηλεκτρικού δικτύου έχουν αρχίσει πλέον να είναι προφανείς. Το γεγονός ότι το υπάρχον δίκτυο λειτουργεί βασισμένο σε μεγάλους κεντρικούς ηλεκτροπαραγωγούς σταθμούς που είναι χτισμένοι σε στρατηγικά σημεία και συνδεδεμένοι με συστήματα μεταφοράς υψηλής τάσης για να μπορούν να στηρίζουν την ηλεκτροδότηση μεγάλων περιοχών, στηρίζεται στη διακίνηση ενός τεράστιου όγκου πληροφορίας από και προς τα κέντρα παραγωγής, έχει ως αποτέλεσμα η πληροφορία να φτάνει πολλές φορές με καθυστερήσεις στον προορισμό της. Γι αυτό το λόγο στερείται η δυνατότητα στο σύστημα να διενεργεί έλεγχο σε πραγματικό χρόνο.

Παράλληλα , μια άλλη αδυναμία του τρέχοντος δικτύου ηλεκτροδότησης εντοπίζεται στη μονόπλευρη φύση της επικοινωνίας και διανομής ενέργειας, η οποία υπαγορεύει πως ενέργεια μεταφέρεται μόνο από τον

ηλεκτροπαραγωγό σταθμό στο δίκτυο και κατά συνέπεια στον πελάτη, χωρίς όμως ο πελάτης να μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της απόδοσης του δικτύου εισάγοντας σε αυτό δικές του πηγές ενέργειας (ηλιακή ενέργεια, αιολική ενέργεια από ιδιόκτητες εγκαταστάσεις).

Εκτός όμως από τα παραπάνω, άλλο ένα σημαντικό μειονέκτημα του τρέχοντος ηλεκτρικού δικτύου έχει να κάνει με την αδυναμία να αποθηκεύσουμε την ηλεκτρική ισχύ με εύκολο τρόπο. Γι αυτό το λόγο για να μπορέσει το τρέχον δίκτυο να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της επόμενης ημέρας, πραγματοποιεί μια πρόβλεψη για την ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας της επόμενης ημέρας. Παρά τις προσπάθειες για εξασφάλιση όσο το δυνατό μεγαλύτερης ακρίβειας σε αυτές τις προβλέψεις, η ζήτηση δε μπορεί ποτέ να προβλεφθεί με απόλυτη επιτυχία με αποτέλεσμα είτε την παραγωγή περισσότερης ενέργειας από όση πραγματικά χρειάζεται, είτε τη διακοπή ρεύματος λόγω κακής εκτίμησης η οποία είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή λιγότερης ενέργειας από αυτή που πραγματικά ζητήθηκε την επόμενη μέρα.

Όλα αυτά έρχονται φυσικά να επιβαρυνθούν και από το γεγονός ότι το τρέχον σύστημα χρειάζεται τη φυσική παρέμβαση ενός χειριστή για να μπορέσει να επανέλθει σε κατάσταση λειτουργίας κατόπιν οποιασδήποτε βλάβης .

Όλα όσα αναφέραμε παραπάνω οδηγούν όλο και πιο γρήγορα στην ανάγκη για πιο έξυπνο επανασχεδιασμό του ηλεκτρικού δικτύου του 21ου αιώνα. Στο νέο αυτό δίκτυο οι τεχνολογίες της επικοινωνίας και της πληροφορίας θα διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο σε όλα τα επιμέρους στάδια από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση.

Κάπως έτσι λοιπόν γεννήθηκε η ιδέα του έξυπνου δικτύου (Smart Grid).

3.3. Τα έξυπνα δίκτυα

Ας δούμε παρακάτω κάποιους ορισμούς για τα Έξυπνα Δίκτυα:

- «Μία ευφυής υποδομή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία υποστηρίζεται από τις τελευταίες τεχνολογίες στον τομέα της επικοινωνίας, του υπολογισμού και της ηλεκτρονικής, προκειμένου να ανταποκριθεί στις μελλοντικές απαιτήσεις της κοινωνίας σε ηλεκτρική ενέργεια». *Electric Power Research Institute*
- «Το Έξυπνο Δίκτυο αποτελεί τη λύση που θα εξασφαλίσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού συστήματος μέσω ανταλλαγής πληροφοριών, καταναεμημένης παραγωγής και αποθήκευσης της ενέργειας». *Γραφείο Μεταφοράς και Διανομής Ενέργειας του Department of Energy (DoE) των ΗΠΑ*
- « Το Έξυπνο Δίκτυο ορίζεται ως ένα εξελιγμένο ηλεκτρικό δίκτυο, του οποίου αναπόσπαστο κομμάτι είναι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ παραγωγού και καταναλωτή και τα ευφυή συστήματα μέτρησης και παρακολούθησης της λειτουργίας του». *Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μέσω του COM(2011)202 “Smart Grids: from innovation to deployment”*
- «Το Έξυπνο Δίκτυο είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο το οποίο με αποδοτικό τρόπο μπορεί να ενσωματώσει τη συμπεριφορά και τις δράσεις όλων των παραγόντων που βρίσκονται συνδεδεμένοι σε αυτό –παραγωγοί, καταναλωτές ή και καταναλωτές που παράγουν ενέργεια – ώστε να διασφαλίσει ένα οικονομικά αποδοτικό, βιώσιμο σύστημα ενέργειας με χαμηλές απώλειες και υψηλής ποιότητας υπηρεσία,σε ένα ασφαλές και αξιόπιστο δίκτυο». *European Commission Task Force for Smart Grid*

Το συμπέρασμα που προκύπτει από τους παραπάνω ορισμούς είναι ότι το Έξυπνο Δίκτυο αποτελεί εξέλιξη του τρέχοντος ηλεκτρικού δικτύου σε ένα δίκτυο στο οποίο η τεχνολογία της πληροφορίας θα έχει τον πρώτιστο ρόλο. Δηλαδή, η τεχνολογία της πληροφορίας θα επιτρέπει πλέον τον απομακρυσμένο έλεγχο όλων των σταδίων από την παραγωγή στην κατανάλωση, την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ παραγωγής και

κατανάλωσης, την εξασφάλιση βιωσιμότητας και ποιότητας υπηρεσιών, την κατανεμημένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την επεξεργασία της πληροφορίας σε τοπικό επίπεδο, την αποθήκευσή της παραγόμενης ενέργειας και την έξυπνη μέτρηση της κατανάλωσής της. Όλα αυτά έχοντας ως κυρίαρχο στόχο την εξασφάλιση αξιοπιστίας, αποδοτικότητας και ασφάλειας.

Αφενός αξιοπιστίας μέσω του σχεδιασμού του συστήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργεί αυτοάνοσα – ανιχνεύοντας την αιτία των προβλημάτων του και διορθώνοντάς τα βρίσκοντας παράλληλα εναλλακτικούς τρόπους τροφοδότησης σε περιπτώσεις που οι υφιστάμενοι δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο κίνδυνος για blackouts τα οποία έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε οικονομικό αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο.

Αφετέρου αποδοτικότητας, μέσω της αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής-μεταφοράς και διάδοσης ενέργειας αλλά και μέσω της εμπλοκής του πελάτη στη διαδικασία εξοικονόμησης ενέργειας πράγμα το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μέσω ευέλικτων προγραμμάτων demand-response.

Τέλος ασφάλειας μέσω πιο προσεγμένου ελέγχου και παρακολούθησης της διαδικασίας ηλεκτροδότησης.

3.4. Αρχιτεκτονική Έξυπνων Δικτύων

Τα έξυπνα δίκτυα απαρτίζονται από επτά επιμέρους τομείς οι οποίοι τα συγκροτούν και είναι οι εξής:

- Πελάτες: Ο συγκεκριμένος τομέας περιλαμβάνει τους καταναλωτές και τις συσκευές που έχουν στη διάθεσή τους για να παράγουν, να αποθηκεύουν και να διαχειρίζονται την ενέργεια. Υπάρχουν τρεις τύποι πελατών: οι πελάτες που κάνουν οικιακή χρήση του ηλεκτρισμού, οι πελάτες που κάνουν εμπορική χρήση και οι πελάτες που κάνουν βιομηχανική χρήση.
- Αγορές: Αυτός ο τομέας περιλαμβάνει όσους συμμετέχουν στην αγορά ενέργειας.
- Πάροχοι Υπηρεσιών: Είναι οι οργανισμοί οι οποίοι διαχειρίζονται και παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια στους καταναλωτές.
- Λειτουργίες: Πρόκειται για τον τομέα που περιλαμβάνει τους διαχειριστές της διακίνησης ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των δικτύων.
- Παραγωγή: Σε αυτόν τον τομέα συμπεριλαμβάνονται οι γεννήτριες, οι ηλεκτροπαραγωγοί σταθμοί και οι μονάδες αποθήκευσης ενέργειας.
- Μεταφορά: Είναι οι υποδομές που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας σε μακρινές αποστάσεις.
- Διανομή: Πρόκειται για την υποδομή η οποία χρησιμεύει στη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας από και προς τους καταναλωτές, ο οποίος ενδεχομένως να περιλαμβάνει και την αποθήκευση ενέργειας ή την παραγωγή της.

Οι παραπάνω τομείς του έξυπνου δικτύου λειτουργούν έχοντας κοινούς στόχους τους οποίους για να επιτύχουν επιβάλλεται να συνεργαστούν μεταξύ τους αλλά και με άλλους τομείς.

3.5. Χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων

Τα έξυπνα δίκτυα έχουν κάποια χαρακτηριστικά τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και τα οποία εάν δεν ‘συνεργαστούν’ ομαλά επηρεάζουν την ορθή λειτουργία των δικτύων. Τα χαρακτηριστικά αυτά παρουσιάζονται παρακάτω:

Αξιοπιστία και Ευστάθεια. Έχοντας αυτά τα χαρακτηριστικά τα έξυπνα δίκτυα μπορούν να πραγματοποιούν αποτελεσματικές μετρήσεις και εκτιμήσεις γεγονός που τα καθιστά φερέγγυα και αξιόπιστα. Έχοντας αξιοπιστία υπάρχουν πολύ μικρές πιθανότητες βλάβης του συστήματος και στην περίπτωση που κάτι πάει στραβά, η επίπτωσή του στο συνολικό σύστημα θα είναι ελάχιστη και η επιδιόρθωση του προβλήματος πραγματοποιείται άμεσα. Όσον αφορά την ευστάθεια του δικτύου, είναι εκείνη που ουσιαστικά καθορίζει το επίπεδο αξιοπιστίας που το χαρακτηρίζει. Το έξυπνο δίκτυο πρέπει να εγγυάται σταθερότητα της τάσης και του ρεύματος, να περιορίζει τη ζήτηση αιχμής και τη μεταβλητότητα του φορτίου, εφαρμόζοντας κατανομή ηλεκτροπαραγωγής και αποθήκευση ενέργειας σε μεγάλες εκτάσεις, ώστε και να αποτρέπονται διάφορα ανεπιθύμητα περιστατικά.

Μετρησιμότητα και Ελεγχιμότητα. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι σχετικό με το κατά πόσο μπορούμε να μετρήσουμε και τα ελέγξουμε κάποια σοβαρά περιστατικά που μπορεί να συμβούν στο δίκτυο όπως για παράδειγμα οι διακοπές υπηρεσιών και οι βλάβες. Η δυνατότητα του έξυπνου δικτύου να εντοπίζει σε πραγματικό χρόνο τις δυσλειτουργίες αυτές και να τις διορθώνει έχει να κάνει με το γεγονός ότι γίνονται μετρήσεις και έλεγχοι οι οποίοι συνδράμουν στη πρόβλεψη τέτοιων περιπτώσεων. Το πλήθος των πληροφοριών των δεδομένων, το οποίο καθιστά το δίκτυο έξυπνο πρέπει επίσης να είναι μετρήσιμο, παρατηρήσιμο και διαχειρίσιμο.

Ευελιξία και Κλιμάκωση Το δίκτυο κινείται από μια κεντρική δομή σε πολλαπλά αποκεντρωμένα μικροδίκτυα και η κλιμάκωση αυτή είναι σημαντικό να οριστεί σωστά. Αυτό γίνεται μέσω της νησιδοποίησης όπου τα μικροδίκτυα προσπαθούν να ενσωματώσουν την κατανεμημένη παραγωγή

και την αποθήκευση ενέργειας για να συνεισφέρουν ενέργεια στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας σε περιόδους αυξημένης ζήτησης. Ουσιαστικά μιλάμε για ύπαρξη ενός πολύ μεγάλου έξυπνου δικτύου που αποτελείται από πολλαπλά μικρά έξυπνα δίκτυα. Κάθε τοπικό δίκτυο μπορεί να λειτουργεί αυτόνομα ως προς τη Διαχείριση της Ζήτησης, το μοντέλο ποιότητας και αξιοπιστίας, τη διαχείριση προβλημάτων και τη διαχείριση ασφάλειας. Έχοντας ευελιξία το έξυπνο δίκτυο μπορεί να παρέχει πολλαπλές εναλλακτικές διαδρομές για τη ροή της ενέργειας καθώς επίσης και επιλογές που θα κάνουν εφικτό τον έλεγχο και η λειτουργία όποτε χρειάζεται.

Διαθεσιμότητα. Η διαθεσιμότητα της ενέργειας και των επικοινωνιών είναι πολύ σημαντική για τη ζήτηση ενέργειας και πληροφοριών από τους καταναλωτές και βασίζεται στη διαθεσιμότητα των δεδομένων που ανταλλάσσονται στο δίκτυο.

Ανθεκτικότητα. Ο βαθμός της ανθεκτικότητας καθορίζει πόσο αξιόπιστο είναι το έξυπνο δίκτυο όταν συμβαίνουν διάφορα περιστατικά. Ως ανθεκτικότητα θα ορίζαμε την ικανότητα ανάκτησης και αποκατάστασης του δικτύου μετά από τις οποιεσδήποτε διαταραχές ή δυσλειτουργίες,

Δυνατότητα Συντήρησης Το έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να λειτουργεί έτσι ώστε να διευκολύνει τη συντήρηση με αποτέλεσμα τα διάφορα στοιχεία ενέργειας και επικοινωνιών να επιδιορθώνονται άμεσα και με τρόπο οικονομικά αποδοτικό.

Βιωσιμότητα. Είναι η επάρκεια του έξυπνου δικτύου, η αποδοτικότητα του και η φιλικότητά του προς το περιβάλλον.

Διαλειτουργικότητα Ο τρόπος κατασκευής του έξυπνου δικτύου προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου κοινών και διαλειτουργικών προτύπων για τη διασύνδεση τόσο της ενέργειας όσο και των επικοινωνιών.

Ασφάλεια. Η έννοια της ασφάλειας απευθύνεται στις δυσλειτουργίες του συστήματος οι οποίες οφείλονται σε ανθρώπινα αίτια. Εφόσον υπάρχει μια ασφαλής και σίγουρη σύνδεση μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών παρέχεται προστασία για τις κρίσιμες εφαρμογές και τα δεδομένα αλλά και άμυνες ενάντια σε παραβιάσεις της ασφάλειας.

Βελτιστοποίηση. Η συνεχής βελτιστοποίηση της λειτουργίας του έξυπνου δικτύου είναι επιτακτική ανάγκη η οποία μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια των προηγμένων τεχνολογιών και των έξυπνων ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και με ευφυή διαχείριση και αυτοματισμό.

Ψηφιοποίηση. Το έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί μια ψηφιακή πλατφόρμα για γρήγορη και αξιόπιστη ανίχνευση, μέτρηση, επικοινωνία, υπολογισμό, έλεγχο, προστασία, απεικόνιση και συντήρηση ολόκληρου του συστήματος μεταφοράς. Πρόκειται για ένα θεμελιώδες χαρακτηριστικό που θα διευκολύνει την υλοποίηση άλλων έξυπνων λειτουργιών.

Ευφυΐα. Ευφυείς τεχνολογίες και ανθρώπινη τεχνογνωσία θα ενσωματωθούν στο έξυπνο δίκτυο μεταφοράς.

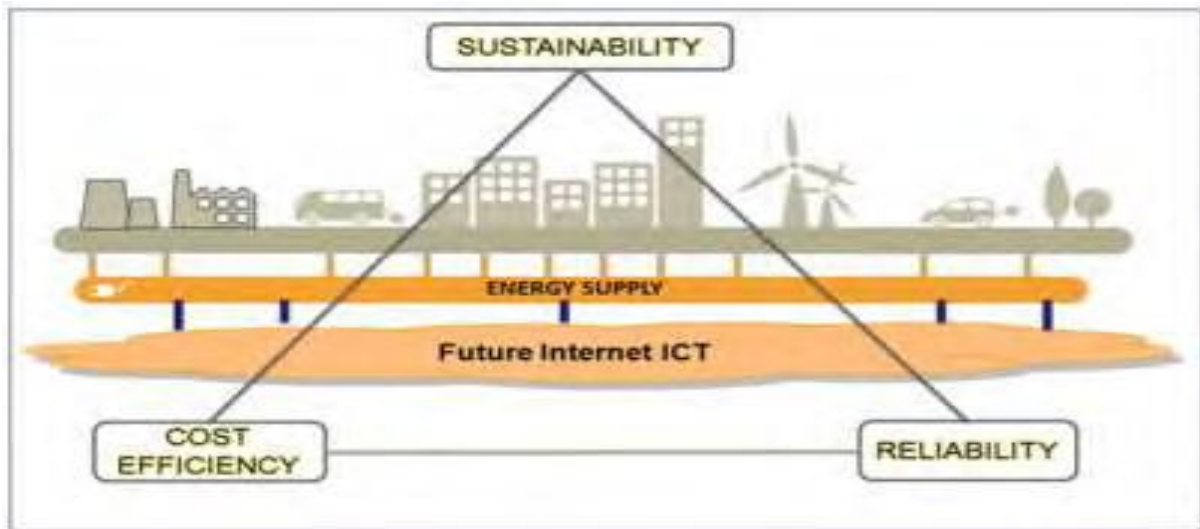
Προσαρμογή. Ο σχεδιασμός του έξυπνου δικτύου μεταφοράς θα είναι προσαρμοσμένος στον πελάτη, χωρίς να χάνει τις λειτουργίες του και τη διαλειτουργικότητά του. Επίσης, θα εξυπηρετεί τους πελάτες παρέχοντας περισσότερες επιλογές στη κατανάλωση ενέργειας για έναν υψηλότερο λόγο ποιότητας/τιμής.

3.6. Πλεονεκτήματα έξυπνων δικτύων

Η παγίωση των έξυπνων δικτύων ως κύρια δίκτυα ηλεκτροδότησης πρόκειται έπειτα από μελέτες να επιφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα:

1. Μεγαλύτερη αξιοπιστία στις υπηρεσίες και βελτίωση της ποιότητας τους μέσω της υιοθέτησης ενός καταναμημένου μοντέλου παραγωγής ενέργειας.
2. Καλύτερη αξιοποίηση των υφιστάμενων υποδομών και των εναλλακτικών μορφών ενέργειας με σκοπό να μην καθίσταται αναγκαία η χρήση απαρχαιωμένων ηλεκτροπαραγωγών σταθμών οι οποίοι επιβαρύνουν τη μόλυνση του περιβάλλοντος για κάλυψη της αυξημένης ζήτησης.
3. Ευέλικτος σχεδιασμός που επιτρέπει την αυτοάνοση λειτουργία του συστήματος σε περιπτώσεις βλάβης.
4. Προστασία του περιβάλλοντος μέσω της αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπομπών ρυπογόνων παραγόντων στην ατμόσφαιρα.
5. Ενεργός συμμετοχή του καταναλωτή στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας.
6. Δυνατότητα πιο ακριβούς πρόβλεψης της ζήτησης έπειτα από την επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από τους έξυπνους μετρητές.

Συνοψίζοντας λοιπόν θα μπορούσαμε να πούμε ότι πρόκειται για ένα Δίκτυο το οποίο μέσω της ψηφιοποίησης του θα λειτουργεί πιο έξυπνα και γρήγορα. Πρόκειται για ένα ευέλικτο δίκτυο, συμβατό με το υφιστάμενο, το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να το αναπροσαρμόζεται με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών των καταναλωτών.



Εικόνα 3.1: Οι 3 τομείς-στόχοι του Ευφυούς Ηλεκτρικού Δικτύου

Traditional Grid	Smart Grid
Electromechanical devices Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός	Digital/microprocessor devices Ψηφιακός εξοπλισμός
Conventional meters Παραδοσιακοί μετρητές	Smart meters Έξυπνοι μετρητές
One kind of tariff Ενιαίος τρόπος τιμολόγησης ΗΕ	Flexible tariffs Ευέλικτη τιμολόγηση
Estimated billing Κατά προσέγγιση τιμολόγηση	Precise billing Ακριβής τιμολόγηση
Estimated load profile Εκτιμώμενο ενεργειακό προφίλ	Accurate forecasting Ακριβής πρόβλεψη φορτίων
One-way power flow Μονόδρομη ροή ισχύος	Two-ways power flow Αμφίδρομη ροή ισχύος
One-way information flow Μονόδρομη ροή πληροφορίας	Two-ways information flow Αμφίδρομη ροή πληροφορίας
Centralized generation Συγκεντρωτική παραγωγή	Distributed generation Διεσπαρμένη παραγωγή
Congestion and bottlenecks Φαινόμενα συμφόρησης και υπερφόρτωσης	Security and sustainability Ασφάλεια και βιωσιμότητα
Centralized control Συγκεντρωτικός έλεγχος	Optimal maintenance and operation Βέλτιστη συντήρηση και λειτουργία
Radial and loop topology Ακτινική και βροχοειδής τοπολογία	Network topology Τοπολογία δικτύου
Manual restoration Χειροκίνητη αποκατάσταση βλαβών/σφαλμάτων	Self-healing Αυτόματη αποκατάσταση
Limited integration of renewable energies Περιορισμένη διείσδυση ΑΠΕ	Full integration of renewable energies Πλήρης ενσωμάτωση ΑΠΕ
Differing regulatory Διαφορετική λειτουργία δικτύων ανά κράτος	Cross-border trading Διεθνώς διασυνδεδεμένα και συγχρονισμένα δίκτυα
Outdated structure Παρωχημένες υποδομές	Flexible structure Ευέλικτες υποδομές
	Real-time operations Χειρισμοί σε πραγματικό χρόνο
	Active customers participation Ενεργή συμμετοχή των χρηστών ΗΕ
	Monitoring real time status Απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο της κατάστασης του δικτύου
	Customers own generation Αυτοπαραγωγή ΗΕ καταναλωτών
	Smart house control Έλεγχος έξυπνης κατοικίας
	Power storage Αποθήκευση ενέργειας

Εικόνα 3.2: Αντιπαραβολή χαρακτηριστικών του συμβατικού ΣΗΕ με το ΗΕΔ

Κεφάλαιο 4: Συμπεράσματα

Ας δούμε λοιπόν τα πιο σημαντικά συμπεράσματα:

- Αρχικά οι πελάτες αποκτούν την δυνατότητα να ενημερώνονται ανά πάσα στιγμή για την κατανάλωσή τους. Οι έξυπνοι μετρητές τους παρέχουν τα δεδομένα των μετρήσεων τους και έτσι βρίσκονται σε θέση να αξιολογήσουν την κατανάλωσή τους και να προχωρήσουν σε ανάλυση εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτή η αμεσότητα στην ενημέρωση των πελατών μέσω των ενδείξεων στο σπίτι και μέσω των εφαρμογών λογισμικού είναι πολύ χρήσιμη διότι οι πελάτες αποκτούν τη δυνατότητα να βλέπουν την επίδραση της ενέργειας και να κλείνουν ορισμένες συσκευές που πιθανόν να πραγματοποιούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον οι πληροφορίες μπορούν να μετατρέπονται σε άλλες μονάδες μέτρησης όπως τα χρηματικά αντίτιμα ή μονάδες άνθρακα ανάλογα με το τι επιθυμεί ο πελάτης να γνωρίζει για την κατανάλωσή του. Τέλος οι πελάτες μπορούν να θέσουν όρια και να προειδοποιούνται για την κατανάλωσή τους εάν είναι υψηλή με αποτέλεσμα να έχουν τον πλήρη έλεγχο της χρήσης ενέργειας.
- Δίνεται πλέον η δυνατότητα νέων συμβάσεων πελατών. Δηλαδή, οι επιχειρήσεις θα έχουν τη δυνατότητα μέσω των έξυπνων μετρητών να προσφέρουν ποικίλες συμβάσεις στους πελάτες τους.
- Οι έξυπνοι μετρητές μπορούν πλέον να καλύψουν ένα νέο εύρος τιμών χρήσης έτσι ώστε ανάλογα με το πραγματικό κόστος της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας σε οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας να διαμορφώνονται και τα τιμολόγια των πελατών. Οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης να προσφέρουν συμβάσεις που έχουν μια υψηλή τιμολόγηση για τις ώρες υψηλής ζήτησης. Αυτή η πληροφορία στους μετρητές είναι χρήσιμη γιατί προειδοποιεί τους πελάτες εκ των προτέρων πριν να ισχύσουν οι υψηλές τιμές.
- Μέσω του έξυπνου δικτύου υπάρχει μεγαλύτερη ευελιξία στις προσφορές ανεφοδιασμού με αποτέλεσμα οι καταναλωτές να μπορούν ενεργά να αντιδράσουν στις τιμές της ενέργειας.

- Οι προμηθευτές θα είναι σε θέση να προσφέρουν στους πελάτες τους μια σύμβαση που θα επιτρέπει στην επιχείρηση ενέργειας να ρυθμίζει απομακρυσμένα το φορτίο του πελάτη.
- Μέσω του έξυπνου συστήματος και της αμφίδρομης επικοινωνίας θα δοθεί στις επιχειρήσεις η δυνατότητα να χρησιμοποιούν πιο λεπτομερή δεδομένα και έτσι να παρέχουν καλύτερες υπηρεσίες - πουλώντας προϊόντα ενέργειας, νερό, κ.λπ. και όχι «απλά» ενέργεια.
- Τα έξυπνα συστήματα μπορούν να μετρήσουν και να συλλέξουν δεδομένα πολλές φορές μέσα στην ημέρα αφού η κατανάλωση καταγράφεται κάθε ημίωρο. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται στον πελάτη να χρεώνεται για το πραγματικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί και όχι να πραγματοποιείται ένας κατ' εκτίμηση λογαριασμός.
- Οι έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, μπορούν να ρυθμιστούν απομακρυσμένα είτε σε έναν προ-πληρωμένο είτε σε έναν πιστωτικό μετρητή που επιτρέπει στους πελάτες να αλλάξουν εύκολα συμβόλαιο. Αυτό θα υποστηρίξει την αύξηση της αμοιβής pay as you go, μια καλή επιλογή για τους πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας. Η μικρής κλίμακας, αποκεντρωμένη παραγωγή όπως η ηλιακή και η αιολική τεχνολογία πρόκειται να επεκταθεί στο μέλλον με αποτέλεσμα να αλλάξει ο ρόλος των πελατών. Θα υπάρξει ο ενεργειακός παραγωγός και ο Οι έξυπνοι μετρητές μπορούν να υποστηρίξουν αυτήν την διαδικασία με το να μετρούν όχι μόνο την ενέργεια που καταναλώνεται αλλά και την ενέργεια που παράγεται, και έτσι να ενημερώνουν αυτά τα δεδομένα άμεσα.
- Πρόκειται να υπάρξει αισθητή βελτίωση στη διαδικασία τιμολόγησης καθώς λόγω της δυνατότητας της απομακρυσμένης ανάγνωσης των μετρητών θα μειωθούν οι καταγγελίες για τους λογαριασμούς. Επίσης, θα επιτρέπεται στους υπαλλήλους εξυπηρέτησης πελατών να ελέγχουν τους μετρητές καθώς διαχειρίζονται ένα συγκεκριμένο αίτημα του πελάτη.
- Το έξυπνο δίκτυο θα υποστηρίξει τους πελάτες στη αλλαγή των προμηθευτών ευκολότερα. Οι μετρητές μπορούν να διαβαστούν εύκολα όταν αλλάζει η σύμβαση έτσι ώστε η διαδικασία να μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε 24 ώρες.
- Με τους έξυπνους μετρητές προσφέρονται περίπλοκες τεχνικές ανίχνευσης απάτης, που προστατεύουν τα έσοδα της επιχείρησης ενέργειας και κρατούν τις τιμές του πελάτη χαμηλά.

- Το έξυπνο δίκτυο επιτρέπει μια ακριβέστερη πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας που βελτιώνει τις διαδικασίες διαχείρισης δικτύου και προγραμματισμού.

Κεφάλαιο 5: Επίλογος

Όπως είδαμε οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικά με το πόση ενέργεια καταναλώθηκε, τότε καταναλώθηκε και σε ποιο τιμολόγιο – γίνεται με λίγα λόγια ένας συνεχής υπολογισμός κάτι στο οποίο οι συμβατικοί μετρητές υστερούν. Ο φορέας εκμετάλλευσης δικτύου έχοντας τα λειτουργικά δεδομένα είναι επίσης ικανός να μειώσει το κόστος, με το να επενδύσει στο δίκτυο καλύτερα και να μεγιστοποιήσει έτσι τα οφέλη της ενίσχυσης συστημάτων.

Ο αρχικός ρόλος αυτού του εργαλείου μέτρησης ήταν να μετρηθεί ακριβώς η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, του αερίου, του νερού και της θερμότητας. Μέχρι τώρα αυτό γινόταν - με μερικές εξαιρέσεις – με συλλογή με το χέρι. Συνεπώς τα εργαλεία υστερούν στα ποιοτικά δεδομένα όσον αφορά την κατανάλωση πελατών τους.

Το έξυπνο δίκτυο πρόκειται να δημιουργήσει ενδιαφέρον στη διαθεσιμότητα και τη χρησιμότητα των στοιχείων κατανάλωσης. Θα εξουσιοδοτήσει τους καταναλωτές, θα βελτιώσει την πληροφόρηση των πελατών όσον αφορά την ενέργειά τους, θα ενισχύσει τη χρήση και θα επιτρέψει την ενημέρωση σχετικά με τις βελτιώσεις θέρμανσης, φωτισμού και των συσκευών. Τελικά αυτό θα οδηγήσει σε μια σημαντική αλλαγή στην καταναλωτική συμπεριφορά προς τα βιώσιμα σχέδια κατανάλωσης. Τα άμεσα δεδομένα κατανάλωσης παρέχουν στους πελάτες πληροφορίες στο πώς να χρησιμοποιούν την ενέργεια και τους βοηθάει να μειώσουν την κατανάλωσή τους.

Είναι σαφές ότι οι εμπορικές ευκαιρίες στην έξυπνη μέτρηση στην ΕΕ θα αυξηθούν αρκετά με έναν αυξανόμενο ρόλο στην ενεργειακή αποδοτικότητα ως ο σημαντικός επιχειρησιακός οδηγός. Οι απαιτήσεις της οδηγίας ενεργειακών υπηρεσιών σημαίνουν ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να αλλάξουν σημαντικά τις διαδικασίες τους σε σχέση με τις σχέσεις, την τιμολόγηση και τη μέτρηση πελατών.

Επιπλέον πολλοί παρατηρητές θεωρούν ότι οι επιχειρήσεις ενέργειας και νερού θα πρέπει να αλλάξουν. Τα έξυπνα συστήματα σε ολόκληρη την Ευρώπη θα ενεργήσουν ως καταλύτης για άλλες προόδους τεχνολογίας, όπως:

- έξυπνα δίκτυα
- έξυπνες επικοινωνίες κατοικίας
- οικιακός χαμηλός άνθρακας και ανανεώσιμες τεχνολογίες
- διοικητικές λύσεις συσκευών.

Οι έξυπνες λύσεις μέτρησης θα επηρεάσουν τις σχετικές τεχνικές εξελίξεις

- Δίκτυα ευρείας περιοχής
- Δίκτυα τοπικής περιοχής
- Δίκτυα εγχώριων αυτιών

Η εστίαση στην τρέχουσα έξυπνη τεχνολογία μέτρησης θα οδηγήσει στη μεταβαλλόμενη καταναλωτική συμπεριφορά. Εντούτοις, τα έξυπνα συστήματα σε ολόκληρη την Ευρώπη θα ενεργήσουν επίσης ως καταλύτης για άλλες προόδους τεχνολογίας, όπως τα έξυπνα πλέγματα και οι έξυπνες λύσεις κατοικίας και συσκευών. Σε αντάλλαγμα, οι έξυπνες λύσεις μέτρησης θα επηρεαστούν επίσης από άλλες τεχνολογικές εξελίξεις στις περιοχές υποδομές ή ραδιόφωνο όπως των επικοινωνιών» και στην ευρεία ζώνη. Αυτό σημαίνει ότι η Ευρώπη είναι στο χείλος της εκτενούς τεχνολογικής αλλαγής που όχι μόνο έχει επιπτώσεις στη βιομηχανία αλλά και αλλού.

Βιβλιογραφία

1. Κωνσταντίνος Στ, Ψωμόπουλος Ηλεκτρικές μετρήσεις 2η έκδοση , Εκδόσεις Τσότρας.
2. Πέτρος Ντοκόπουλος, Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών, Εκδόσεις Ζήτη.
3. Εκτίμηση φορτίου και κατάστασης σε δίκτυα διανομής με χρήση δεδομένων από έξυπνους μετρητές, Γεωργιος Δ Καρλής, Διπλωματική εργασία.
4. <http://www.econews.gr/>
5. <http://www.energyblog.gr/>
6. <https://www.eff.org/>
7. www.dei.gr
8. <https://www.hlektrologia.gr/>
9. <http://www.electrologos.gr/news/277>

