

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Τ. Ε. Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ
Επιβλέπων: ΠΕΤΡΟΣ Γ. ΒΕΡΝΑΔΟΣ, Καθηγητής
Συνεπιβλέπουσα: ΕΡΙΕΤΤΑ Ι. ΖΟΥΝΤΟΥΡΙΑΔΟΥ, Εργ. Συνεργάτης

Έξυπνοι Μετρητές

Smart Meters



Πτυχιακή Εργασία:
Βουγιούκας Θεόδωρος(Α.Μ:36573)
Μάγος Βασίλης(Α.Μ:37444)

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2011

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	4
Έξυπνοι μετρητές στην Ελλάδα.....	4
<u>1.1</u> Εισαγωγή.....	4
<u>1.2</u> AMR γενικά	6
<u>1.3</u> Smart meters.....	8
Κεφάλαιο 2	9
Smart Meters	9
<u>2.1</u> Γενικά.....	9
<u>2.2</u> Smart meter τι είναι τελικά;.....	9
<u>2.3</u> Πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών μετρητών	10
<u>2.4</u> Περιορισμοί έξυπνων μετρητών	10
<u>2.5</u> Εξυπηρέτηση πελατών και τρόποι επικοινωνίας.....	11
<u>2.6</u> Εξυπηρέτηση πελατών.....	12
<u>2.7</u> Ελάχιστες προδιαγραφές έξυπνων μετρητών.....	18
<u>2.8</u> Πολύεπίπεδα πρωτόκολλα	19
<u>2.9</u> OSI model.....	19
<u>2.10</u> Επικοινωνία έξυπνων μετρητών με συσκευές.....	20
<u>2.11</u> Συμπεράσματα.....	22
Κεφάλαιο 3	23
Οφέλη του Smart Metering.....	23
<u>3.1</u> Εισαγωγή.....	23
<u>3.2</u> Οφέλη χρήσης για τους καταναλωτές.....	24
<u>3.3</u> Οφέλη για τους προμηθευτές ενέργειας.....	27
<u>3.4</u> Οφέλη για τους D.S.O.(διαχειριστές δικτύου διανομής).....	28
<u>3.5</u> Οφέλη για τις εταιρίες μέτρησης	30
<u>3.6</u> Οφέλη για το κοινό.....	30
Κεφάλαιο 4	36
Εφαρμογές ανά χώρα.....	36
<u>4.1</u> Εισαγωγή.....	36
<u>4.2</u> Ευρωπαϊκή Ένωση	37

Comment [Eri1]: Σας έχω βάλει υποκεφάλαια π.χ. 1.1 1.2 1.3 . Παρακαλώ συνεχίστε και στα υπόλοιπα και βάλτε να αντιστοιχά νούμερα και στην πτυχιακή σας.

4.3 Πολιτική έξυπνων μετρητών στη Ε.Ε.	37
4.4 Πολιτική έξυπνων μετρητών στις Η.Π.Α.	38
4.5 ΚΙΝΑ	39
4.6 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ	39
Κεφάλαιο 5	42
Συσκευές έξυπνων μετρητών στην Ελλάδα	42
5.1 Γενικά	42
5.2 Συσκευές της Echelon	42
5.3 ANSI Smart Meters	46
5.4 Συσκευές Schneider	48
5.5 Συσκευές Landis + Gyr	49
5.6 Συσκευές της Itron/Actaris	55
Κεφάλαιο 6	58
6.1 Επίλογος	58
Βιβλιογραφία	61

Κεφάλαιο 1

Έξυπνοι μετρητές στην Ελλάδα

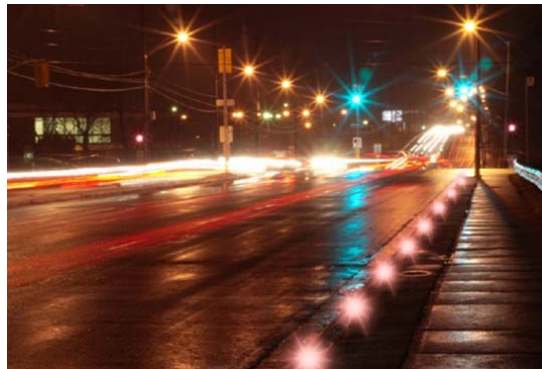
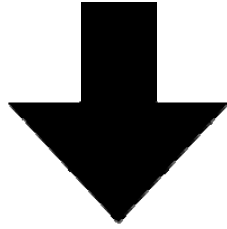
Comment [Eri2]: Φτιάξτε την μορφή των τίτλων των υπόλοιπων κεφαλαίων, όπως το έχετε εδώ.

1.1 Εισαγωγή

Από την κατασκευή των πρώτων λαμπτήρων με νήμα άνθρακα στα τέλη του 19^{ου} αιώνα υπήρξαν τεράστια άλματα στην τεχνολογία, έτσι οι απαιτήσεις στον τομέα παροχής υπηρεσιών ανέβηκε. Οι συσκευές μέτρησης που χρησιμοποιούνταν δεν είναι δυνατόν να καλύψουν τις τεχνικές προδιαγραφές και τις νέες δυνατότητες των σύγχρονων συστημάτων ενέργειας.



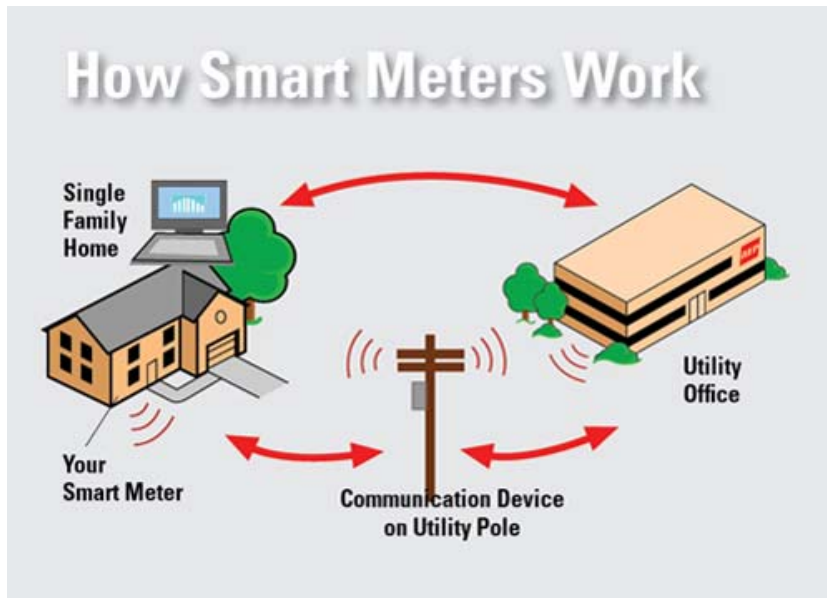
Εικόνα 1.1



Εικόνα 1.2

Η κατασκευή των πρώτων ηλεκτρονικών μετρητών χρονολογείται την δεκαετία 1980 όπου κάποιοι κατασκευαστές πρωτοεισήχθησαν υβριδικούς(ηλεκτρομηχανικούς) μετρητές. Η επόμενη δεκαετία έφερε την παραγωγή ηλεκτρονικών μόνο μετρητών.

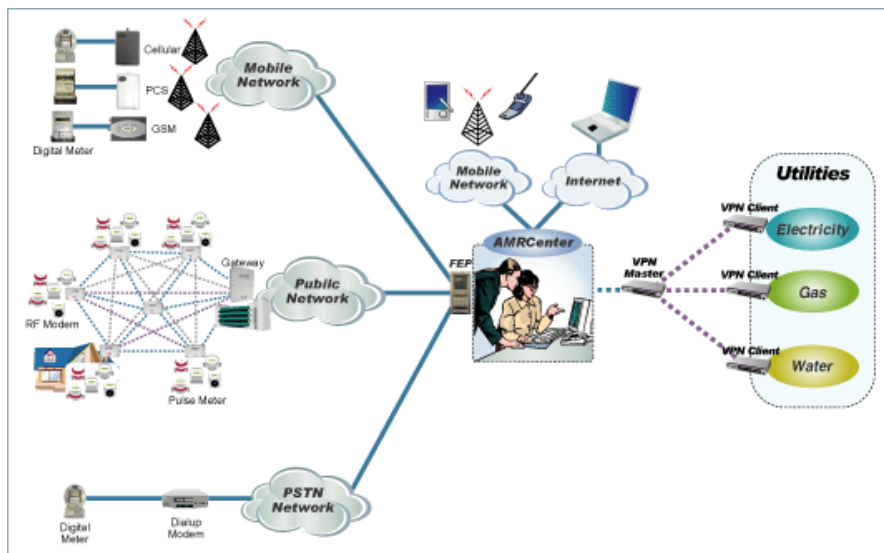
Πλέον για να πραγματοποιήσουμε οποιαδήποτε αυτοματοποίηση στο σύστημα μας είναι επιβεβλημένη η αντικατάσταση του μετρητή παλιού τύπου(ηλεκτρομηχανικός) με κάποιον έξυπνο μετρητή(smart meter).



Εικόνα 1.3

1.2 AMR γενικά

AMR (Automatic Meter Reading) ονομάζουμε την τεχνολογία που μας προσφέρει την συλλογή των μετρήσεων του ηλεκτρικού ρεύματος, του γκαζιού και του νερού που καταναλώνουμε. Μέσω αυτού του συστήματος μπορούμε να παρακολουθήσουμε την real-time χρέωση, να διαγνώσουμε ένα σφάλμα ανάμεσα στον χρήστη και στον πάροχο μεταξύ άλλων. Αυτή η τεχνολογία μας βοηθά στον καλύτερο υπολογισμό της προβλεπόμενης κατανάλωσης καθώς βασίζεται όπως αναφέραμε στην real-time κατανάλωση. Η χρήση της τεχνολογίας AMR προϋποθέτει την ύπαρξη ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου για την μεταφορά των μετρήσεων.



Εικόνα 1.4

Τα πλεονεκτήματα των AMR είναι τα εξής:

- Αυξημένη ακρίβεια μέτρησης
- Καλύτερη και πιο ακριβής τιμολόγηση
- Ακριβής εφαρμογή του τιμολόγιου χρεώσεως
- Μεγαλύτερη ασφάλεια δεδομένων
- Διαχείριση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω γραφικών παραστάσεων
- Μικρότερη επιβάρυνση στον χρήστη για επιδιόρθωση βλαβών
- Μικρότερο κόστος πάγιων δαπανών
- Διαφάνεια όσον αναφορά το κόστος κατανάλωσης
- Εντοπισμός επιτήδειων υποκλοπέων
- Αρχαιοθέτηση των δεδομένων

Τα μειονεκτήματα των AMR είναι τα εξής:

- Παραβίαση της ιδιωτικότητας
- Παρακολούθηση στοιχείων από τρίτους
- Μειωμένες θέσεις εργασίας
- Δυνατότητα παρεμβολής τρίτων μέσω δικτύου

1.3 Smart meters

Έξυπνοι μετρητές είναι οι πρωτοποριακές ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες μας προσφέρουν την δυνατότητα να πραγματοποιήσουμε ακριβείς μετρήσεις κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος κλπ. Οι δυνατότητες τους όμως δεν εξαντλούνται εκεί καθώς μπορούν να συνδεθούν με διάφορες συσκευές του σπιτιού όπως και με τον πάροχο του ηλεκτρικού ρεύματος απευθείας. Όλα τα παραπάνω συντελούν σε αυξημένη ποιότητα υπηρεσιών στον καταναλωτή, εξοικονόμηση ενέργειας, καλύτερη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας από τον πάροχο. Αύτα είναι μόνο μερικά απ τα πλεονεκτήματα της χρήσης ηλεκτρικών μετρητών. Διότι όπως έχει αναφερθεί και απ την Διεθνή Επιτροπή Ενέργειας «Στον 21ο αιώνα τα ενεργειακά συστήματα πρέπει να κατευθυνθούν σε συστήματα μέτρησης τα οποία θα παρέχουν πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο για την καλύτερη και γρηγορότερη εξυπηρέτηση του καταναλωτή». [1]



Εικόνα 1.5

Κεφάλαιο 2

Smart Meters

2.1 Γενικά

Το έξυπνο δίκτυο έχει την δυνατότητα να μας καλύψει όλες τις τεχνολογικές ανάγκες για μέτρηση ρεύματος, νερού και γκαζιού. Επιπροσθέτως σε αυτό έχει σημαντικά οικονομικά οφέλη για τις επιχειρήσεις τους καταναλωτές καθώς και για τις εταιρίες διανομής. Μπορούμε επίσης να συλλέξουμε στοιχεία κάθε στιγμή που το επιθυμούμε καθώς και να τα αρχειοθετήσουμε και να τα χρησιμοποιήσουμε εφόσον αυτό ζητηθεί από τον καταναλωτή ή την επιχείρηση ώστε να έχουμε μια σειρά από οφέλη.

2.2 Smart meter τι είναι τελικά;

Οι έξυπνοι μετρητές μοιάζουν με τους συμβατικούς μετρητές, αλλά η οθόνη είναι ψηφιακή. Αντίθετα από τους συμβατικούς μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να μετρήσουν μόνο το συνολικό ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια μιας περιόδου χρέωσης, έξυπνοι μετρητές καταγράφουν πόσο και πότε η ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται, συνήθως η μετρήσεις γίνονται ανά μία ώρα, και διαβιβάζονται οι πληροφορίες αυτές αυτόματα.

Οι έξυπνοι μετρητές διαφέρουν όσον αναφορά τον σχεδιασμό τους αυτό έχει να κάνει με την χώρα, την εταιρία και την λειτουργία που θα χρησιμοποιηθεί.

Οι περισσότεροι μετρητές έχουν τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες:

- Πραγματοποιούν ακριβή μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας του νερού και του γκαζιού.
- Αυτοματοποιημένη διαδικασία αποστολής των δεδομένων.
- Διασύνδεση σε ένα τοπικό δίκτυο/συσκευές.
- Άμεση επαφή χρήστη εταιρίας διανομής.

2.3 Πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών μετρητών

Οι έξυπνοι μετρητές παρουσιάζουν μια πληθώρα πλεονεκτημάτων έναντι των συμβατικών μετρητών καθώς πλέον μπορούμε οι ίδιοι οι καταναλωτές να πάρουμε τον έλεγχο της κατανάλωσης στα χέρια μας. Κάτι τέτοιο η απομακρυσμένη επικοινωνία που μας επιτρέπει να έχουμε γνώση του τι συμβαίνει ανά πάσα στιγμή ακόμη και να βρισκόμαστε μακριά. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η real time παρακολούθηση της κατανάλωσης που μας διευκολύνει στο να κάνουμε καλύτερη διαχείριση της ενεργειακής μας χρήσης. Επίσης υπάρχουν ‘‘ειδικά πλεονεκτήματα’’ για βιομηχανικούς χρήστες όπου η ποιότητα ισχύος παίζει μείζον ρόλο για την παρακολούθηση μέσω αυτών.[2]

2.4 Περιορισμοί έξυπνων μετρητών

Παρόλο που αρκετά πιλοτικά προγράμματα ανά τον κόσμο βρίσκονται σε εξέλιξη, η μαζική εξάπλωση των έξυπνων μετρητών φαντάζει προς στιγμής δύσκολη. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει μεγάλο κόστος εγκατάστασης, μερική έλλειψη υποδομών και οι εθνικές νομοθεσίες βρίσκονται ακόμη σε πρώιμο στάδιο.

Πρωταρχικό εμπόδιο θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι το κόστος καθώς θα πρέπει να επενδυθεί ένα σημαντικό κεφάλαιο σε μια περίοδο ευρύτερης λιτότητας καθώς και το κόστος συντήρησης ενός τέτοιου δικτύου. Στην Ευρώπη οι περισσότερες εταιρίες διανομής έχουν ως κύριο διάλογο επικοινωνίας τα PLC. Το υπάρχων δίκτυο κρίνεται στην καλύτερη περίπτωση ανεπαρκές και κρίνει σημαντικής βελτίωσης πριν μπορέσει να

ανταπεξέλθει σε τέτοιο λειτουργικό φόρτο. Τελευταίο αλλά ίσως και πιο σημαντικό είναι το μεγάλο ερωτηματικό που αφορά τον τομέα ασφάλεια προσωπικών δεδομένων καθώς πλέον τα προσωπικά στοιχεία των χρηστών θα μπορούν να γίνονται στόχος επιτήδειων.

Όπως γίνεται αντιληπτό πολλά πράγματα χρήζουν βελτίωσης έως ότου μπορέσουμε να περάσουμε οριστικά σε μια νέα εποχή όσον αναφορά την διαχείριση της ενέργειας.

2.5 Εξυπηρέτηση πελατών και τρόποι επικοινωνίας.

Πλέον με την χρήση αυτών των επαναστατικών τεχνολογιών μπορούμε να πετύχουμε ευκολότερη, ταχύτερη και καλύτερη επικοινωνία διανομέα με χρήστη. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχει αυτόματη ανταλλαγή στοιχείων μεταξύ του χρήστη και της εταιρίας διανομής, λεπτομερή εικόνα των στοιχείων της κατανάλωσης με αποτέλεσμα την διευκόλυνση και των δυο.



Εικόνα 2.1

Για να πραγματοποιηθεί αυτή η άμεση ανταλλαγή πληροφοριών απαιτείται τόσο ενδοεπικοινωνία μεταξύ των συσκευών του σπιτιού όσο και όσο και αυτόματη

επικοινωνία μεταξύ του έξυπνου μετρητή και του δικτύου. Παρακάτω θα αναλύσουμε αμφίδρομους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ των δυο πλευρών,για το τοπικό δίκτυο τρόπους επικοινωνίας για κοντινές αποστάσεις. Επίσης θα αναλυθούν τα πρωτόκολλα ανταλλαγής δεδομένων όπως και η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα κατά την διαδικασία ανταλλαγής δεδομένων.

2.6 Εξυπηρέτηση πελατών

Οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται στον μετρητή επικοινωνούν με την βάση δεδομένων της Δ.Ε.Η. και το πρόγραμμα ΕΡΜΗΣ που είναι το κύριο πρόγραμμα εξυπηρέτησης της Δ.Ε.Η. Το λειτουργικό του ΕΡΜΗ είναι σε εντολές DOS .Ο υπάλληλος καταμέτρησης χρησιμοποιεί τα κουμπιά ‘ Αρχεία λήψης από τον ΕΡΜΗ’ και ‘Αρχεία λήψεις προς τον ΕΡΜΗ’ για να λάβει και να στείλει τα αρχεία στα κεντρικά στην Αθήνα. Η διαδικασία αυτή είναι απλή αλλά χρειάζεται κάποιον υπάλληλο να την πραγματοποιήσει.



Εικόνα 2.2

Το σύστημα αποτελείται από τις διάφορες Διαδρομές και τα Βιβλία, απ' όπου βρίσκουμε αποθηκευμένες όλες τις παροχές με τις διευθύνσεις τους. Η ενημέρωση των βιβλίων γίνεται μέσω του ΕΡΜΗ. Στο σημείο 'Φορητά Τερματικά' καταχωρούνται και ενημερώνονται τα μηχανάκια.

Όπως προαναφέραμε το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ είναι ο ΕΡΜΗΣ, ο οποίος έχει τεράστιο όγκο πληροφοριών και μια πληθώρα λειτουργιών. Θα μπορούσαμε να πούμε πως σαν πρόγραμμα είναι δύσχρηστο για τον άπειρο χρήστη λόγω και της γλώσσας προγραμματισμού που είναι φτιαγμένο. Παρόλα αυτά με την κατάλληλη εκπαίδευση γίνεται γρήγορα κατανοητός και η εισαγωγή πληροφοριών απ' τον χρήστη πολύ πιο γρήγορη. Όλες οι λειτουργίες που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση πελατών, στο λογιστήριο και στα δίκτυα πραγματοποιούνται γρήγορα και συγχρόνως απ' όλους τους υπαλλήλους της ΔΕΗ.

Το σύστημα εξυπηρέτησης ονομάζεται ΕΣΥΣ. Αναφορικά οι οθόνες που μπορεί ένας υπάλληλος της εξυπηρέτησης πελατών να δει είναι:

- 01 ΕΓΕΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
- 02 ΕΣΕΚ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ
- 03 ΕΜΤΠ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΤΩΝ
- 04 ΕΣΣΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΥΛΩΝ-ΑΝΤΗΡΙΔΩΝ
- 05 ΕΣΜΧ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ
- 06 ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΟΔΩΝ
- 07 ΕΣΑΒ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΓΓΕΛΕΙΑΣ ΒΛΑΒΩΝ
- 08 ΜΕΠΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ
- 09 ΗΛΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ

Ο υπάλληλος εξυπηρέτησης δεν έχει πρόσβαση στις οθόνες 04,05,06, μπορεί να δει όλες τις υπόλοιπες αλλά να επεξεργαστεί μόνο την 02, την οποία και θα αναλύσουμε. Η

02 ΕΣΕΚ περιλαμβάνει όλο το σύστημα εξυπηρέτησης του καταναλωτή και πιο συγκεκριμένα τις παρακάτω λειτουργίες:

- αναζήτηση καταναλωτή
- διόρθωση στοιχείων
- απορρίψεις
- πληροφορίες
- νέες παροχές
- διάφορα
- τιμολόγια
- πολλαπλοί λογαριασμοί

Ο καταναλωτής είναι απαραίτητο να πάει στην ΔΕΗ εφόσον θέλει να αλλάξει τιμολόγιο, να κάνει αλλαγή στο όνομα χρήστη, να κάνει διακοπή σύνδεσης, να διορθώσει λογαριασμό και γενικότερα να πάρει ή να αλλάξει πληροφορίες που έχουν να κάνουν με την σύνδεση του. Στην μεταβατική περίοδο την οποία διανύουμε με την εισαγωγή νέων εταιριών διανομής η ΔΕΗ θα παραμένει το σημείο αναφοράς.[3]

Wide Area Communication

Για να γίνει δυνατή η μετάδοση των δεδομένων είναι απαραίτητη μια αυτοματοποιημένη διαδικασία επικοινωνίας. Σε αυτό το κομμάτι θα καλύψουμε τρόπους επικοινωνίας μεταξύ W.A.N.(Wide Area Network) και της διεπαφής του χρήστη.

✓ Ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα

Δίκτυα τηλεφωνικής επικοινωνίας(κινητής και σταθερής),δίκτυα internet,δορυφορικά δίκτυα είναι μερικές επιλογές που έχουμε για την σύνδεση μας με τον πάροχο. Ένα βασικό πλεονέκτημα της χρήσης αυτών των δικτύων είναι το χαμηλό κόστος ανάπτυξης ενός τέτοιου τρόπου καθώς θα βασίζεται στο ήδη υπάρχων δίκτυο. Κάποια είδη μετρητών χρησιμοποιούν το ενσύρματο δίκτυο κάποια το δίκτυο κυψέλης(ασύρματο δίκτυο) ενώ κάποια αλλά το δίκτυο δορυφορικής επικοινωνίας. Υπάρχουν όμως τρεις βασικοί περιορισμοί η ανεπαρκής κάλυψη αυτών των δικτύων, η αλλαγή πρωτοκόλλων η

οποία ειδικά στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας είναι ιδιαίτερα δύσκολη και τα λειτουργικά κόστη.

Με τα AMI τα οποία χρησιμοποιούν αυτά τα δίκτυα, εφόσον υπάρχει υποδομή στην περιοχή, τα κόστη εγκατάστασης μειώνονται κατά πολύ καθώς το μόνο που τοποθετείται είναι το τελικό κομμάτι της γραμμής. Επίσης δεν χρειάζεται η εγκατάσταση καινούργιας διεπαφής επικοινωνίας πράγμα το οποίο επιταχύνει τις διαδικασίες.

Λόγω του μικρού όγκου δεδομένων η μετάδοση αυτών μπορεί να γίνει μέσω απλών δικτύων όπως το PSTN και το ISDN. Η εφαρμογή αυτή δεν είναι όμως χρηστική καθώς η συσκευή αποστολής θα χρειάζεται την πραγματοποίηση κλήσης κάθε φορά που θα γίνεται η μετάδοση δεδομένων, πράγμα το οποίο θα οδηγήσει σε αυξημένο κόστος λειτουργίας. Πλέον όμως οι υποδομές επιτρέπουν την χρήση ευρυζωνικών δικτύων όπως το DSL τα οποία έχουν την δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερου όγκου δεδομένων με χαμηλό κόστος.

Τέλος τα ασύρματα δίκτυα όπως το GSM και το UMTS μας προσφέρουν μεγαλύτερη ευελιξία σε περιοχές τις οποίες το ενσύρματο δίκτυο είναι ανεπαρκές.

PLC (Powerline Communication)

Τα PLC χρησιμοποιούν τις υπάρχουσες γραμμές ρεύματος ενός σπιτιού για να μεταδώσουν τις πληροφορίες από την μια συσκευή στην άλλη. Με τα PLC μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ήδη υπάρχουσα καλωδίωση και έτσι δεν χρειάζεται μετατροπές στη γραμμή μας. Αυτή η ευκολία κάνει τα PLC μια πολύ εικονική και εύχρηστη λύση.

Τα PLC στέλνουν πληροφορίες μέσω της τάσης, του ρεύματος και ενός καινούργιου σήματος. Αυτό επιτυγχάνεται διαταράσσοντας την τάση ή το ρεύμα ή προσθέτοντας ένα καινούργιο σήμα στην γραμμή.

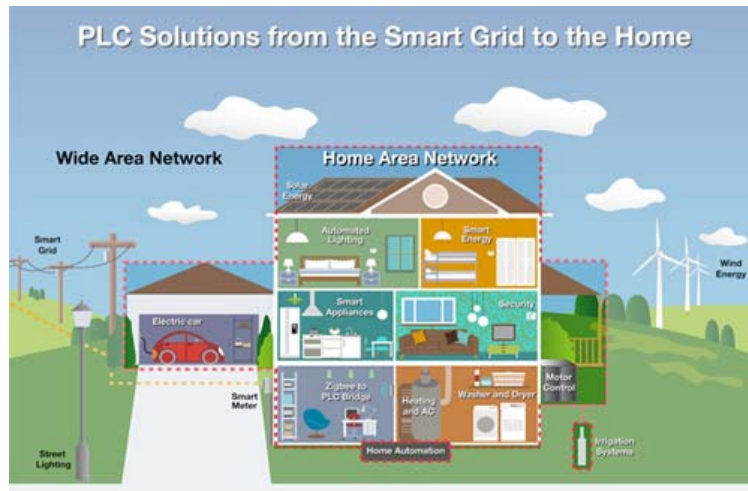
Το σύστημα κανονικά έχει εγκατεστημένο εξοπλισμό ο οποίος βρίσκεται στους υποσταθμούς για την συλλογή των μετρήσεων από τους μετρητές.

Τα PLC έχουν πολύ καλή εφαρμοσιμότητα σε αγροτικές περιοχές αλλά μπορούν να εγκατασταθούν με επιτυχία και σε αστικές περιοχές. Για εφαρμογές σε αστικές όσο και σε αγροτικές περιοχές τα PLC μας παρέχουν την επιλογή αυτόματης μέτρησης όλης της περιοχής μαζί.

Αρχικά τα PLC απευθύνονταν σε μετρήσεις σε κατοικίες και μικρές επιχειρήσεις, άλλα πλέον μπορούν να αξιοποιηθούν και σε πιο απαιτητικές εγκαταστάσεις όπως στην βιομηχανία. Οποιαδήποτε συσκευή είναι συνδεδεμένη στα PLC μπορεί να επικοινωνήσει με την άλλη, μερικά παραδείγματα είναι τα εξής:

- **Έξυπνοι μετρητές ηλεκτρικού ρεύματος:** Αυτή η λύση επιτρέπει την απομακρυσμένη ανάγνωση όλων των μετρητών μιας περιοχής από ένα κεντρικό σημείο. Επίσης μας επιτρέπει την απομακρυσμένο έλεγχο στον έλεγχο της παροχής ή μη μιας εγκατάστασης όπως και τον εντοπισμό δολιοφθορών στον καταναλωτή.
- **Τοπικό δίκτυο:** Κάθε συσκευή στο σπίτι μπορεί να επικοινωνεί η μια με την άλλη όπως και με τον οικιακό μετρητή. Συσκευές όπως το πλυντήριο, η κουζίνα, ο φωτισμός κ.α. μπορούν να ελέγχονται και να παρακολουθούνται πιο αποτελεσματικά με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ρεύματος και κατά συνέπεια χρημάτων.

Τα PLC είναι κατασκευασμένα να χρησιμοποιούν ρεύμα και όχι δεδομένα για την επικοινωνία τους και αυτός είναι ένας λόγος που τα κάνει πιο αξιόπιστα, καθώς πολλές συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε ισχυρά ρεύματα μπορούν να επηρεάσουν την μεταφορά δεδομένων. Η ποιότητα σήματος που έχουμε σε μια γραμμή εξαρτάται από τις συσκευές που έχουμε συνδεδεμένες εκείνη την στιγμή και από την απόσταση του καλωδίου μεταξύ δέκτη/αποστολέα. Όλα τα παραπάνω μπορεί να διαφέρουν ανά σπίτι, ανά περιοχή και ανά χώρα καθιστώντας τα PLC μια δύσκολη λύση για την καθολική εφαρμογή της.



Εικόνα 2.3

Broadband over powerline communication

(ευρυζωνική επικοινωνία μέσω της γραμμής ρεύματος)

Στην εποχή μας το ευρυζωνικό ίντερνετ παρέχεται σε σπίτια καθώς και σε μικρές επιχειρήσεις μέσω DSL, μόντεμ, ασύρματη επικοινωνία, οπτικών ινών και μέσω δορυφόρου. Η BPL (ευρυζωνική επικοινωνία μέσω της γραμμής ρεύματος) είναι ένας ακόμα τρόπος ευρυζωνικής επικοινωνίας. Η BPL βρίσκεται σε στάδιο ανάπτυξης στις περισσότερες περιοχές τις οποίες υπάρχουν υποδομές.

Αυτού του τύπου η επικοινωνία εκμεταλλεύεται τις γραμμές του ρεύματος και μέσω της μεταφοράς σήματος υψηλής συχνότητας στην ίδια τάση με αυτή του δικτύου διανομής ρεύματος. Στην απλή της μορφή η BPL χρησιμοποιεί τις γραμμές ρεύματος μέχρι το σπίτι και έπειτα μέσω ενός μόντεμ BPL γίνεται η μετατροπή σε δεδομένα. Σε μια άλλη μορφή της χρησιμοποιεί μια συσκευή WiFi η οποία επικοινωνεί με το σύστημα διανομής του BPL έξω από το σπίτι και το οποίο επικοινωνεί με το Η/Υ του χρήστη και με άλλες συσκευές.

Είναι γνωστό πως με την υπάρχουσα τεχνολογία μια BPL είναι ακατάλληλη για την μεταφορά σήματος σε μεγάλες αποστάσεις. Το κανάλι επικοινωνίας πρέπει να φτάσει σε

ένα σύμπλεγμα οικιών μέσω κάποιου άλλου τρόπου και έπειτα να χρησιμοποιηθεί η BPL για την σύνδεση μέχρι τα σπίτια.

Η χρήση αυτή των γραμμών γίνεται εδώ και πολλά χρόνια για την μεταφορά δεδομένων μέσω χαμηλών ταχυτήτων. Λόγω της διακύμανσης της αντίστασης, την εξασθένηση του ρεύματος, του ηλεκτρικού θορύβου που δημιουργείται από τους διακόπτες, των μηχανοκίνητων συσκευών και το κλείσιμο και άνοιγμα των συσκευών η μεταφορά υψηλής ταχύτητας δεδομένων ήταν δύσκολη να επιτευχθεί. Όμως η χρησιμοποίηση πλέον ψηφιακών συσκευών γρήγορης απόκρισης καθώς και τα εξελιγμένα συστήματα διαμόρφωσης μας επέτρεψαν να ξεπεράσουμε αυτές τις τεχνικές δυσκολίες. Αυτές οι τεχνικές εξελίξεις μας επέτρεψαν να εξελίξουμε νέα BPL τα οποία χρησιμοποιούν τεχνικές εξάπλωσης φάσματος ή πολλαπλού φορέα που μέσω κάποιων αλγόριθμων δύναται να ξεπεραστούν προβλήματα που έχουν να κάνουν με τον θόρυβο στην γραμμή.

Η BPL μετατρέπει υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα. Τα ραδιοκύματα διαχέονται στο δίκτυο σε συγκεκριμένα σημεία π.χ. υποσταθμοί και μεταφέρονται μέσω των γραμμών υψηλής τάσης και διαπερνώντας τους μετασχηματιστές φτάνουν στον χρήστη. Μερικές φορές το τελευταίο κομμάτι επικοινωνίας από τον Μ/Τα στο σπίτι γίνεται μέσω κάποια ασύρματης επικοινωνίας συνήθως WLAN.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι η ικανότητα να φτάσει, να αγγίξει και να ψηφιοποιήσει το ηλεκτρικό δίκτυο. Αυτού του τύπου η επικοινωνία απαιτεί την απαλοιφή ή διαμόρφωση πολύπλοκων διατάξεων.

Τα μειονεκτήματα μιας τέτοιας κίνησης είναι το υψηλό κόστος εγκατάστασης του καλωδίου. Επίσης ένα ακόμα μειονέκτημα είναι ότι εφόσον παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα στην γραμμή οι υπηρεσίες BPL δεν θα υπάρχουν και η μεταφορά δεδομένων θα είναι ανέφικτη. [4]

2.7 Ελάχιστες προδιαγραφές έξυπνων μετρητών

Υπό ιδανικές συνθήκες όταν ο καταναλωτής θα αγοράζε μια συσκευή αυτόματης μέτρησης θα μπορούσε να συνδεθεί αυτομάτως στο οικιακό δίκτυο. Υπάρχουν όμως κάποια εμπόδια τα οποία μέχρι στιγμής το καθιστούν μη εφικτό ,με πιο σημαντικό την

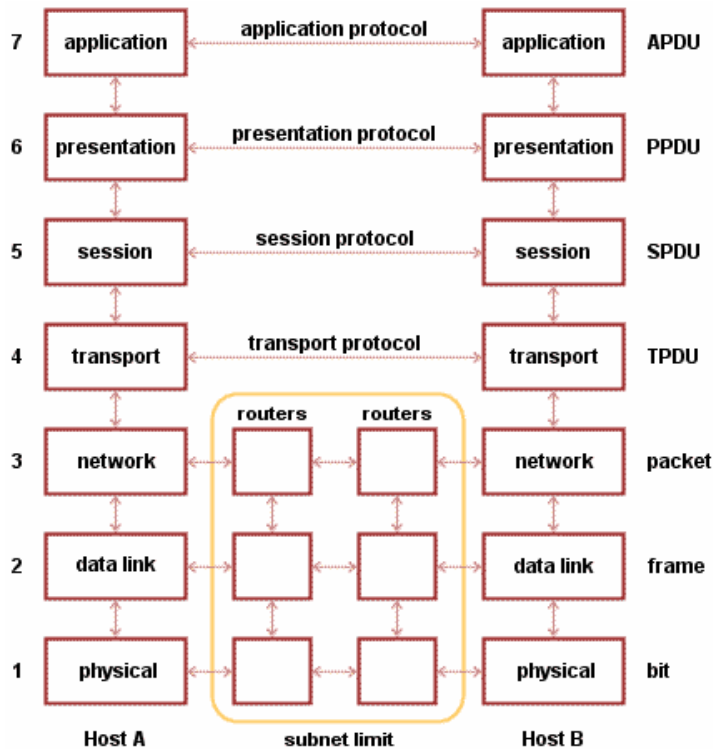
μη ύπαρξη παγκόσμιων στάνταρ για την τη δικτύωση των μετρητών. Ένα ακόμη σημαντικό εμπόδιο είναι η ανησυχία για την ασφάλεια των έξυπνων μετρητών καθώς μόνο αξιόπιστες συσκευές θα πρέπει μοιράζονται πληροφορίες με τους μετρητές.

2.8 Πολυεπίπεδα πρωτόκολλα

Το μοντέλο διασύνδεσης είναι μια περιγραφή για πολυεπίπεδη επικοινωνία και σχεδιασμού πρωτοκόλλων δικτύου. Σε αυτήν χωρίζεται η αρχιτεκτονική του δικτύου σε 7 στρώματα τα οποία είναι :εφαρμογή, παρουσίαση, συσχέτιση , μεταφορά, δικτύωση, σύζευξη δεδομένων και φυσικά στρώματα.

2.9 OSI model

Μονάδα δεδομένων	Επίπεδο	Λειτουργία
Δεδομένα	Εφαρμογή	Διαδικασία για την εφαρμογή δικτύου
Δεδομένα	Παρουσίαση	Παρουσίαση δεδομένων και κωδικοποίηση
Δεδομένα	Συσχέτιση	Επικοινωνία υποδοχής
Τμήματα	Μεταφορά	Τελική σύνδεση, αξιοπιστία, έλεγχος ροής
Πακέτα	Δικτύωση	Ορισμός δίαυλου και λογικής διεύθυνσης
Πλαίσιο	Σύζευξη δεδομένων	Φυσική διεύθυνση
Bit	Φυσικά στρώματα	Μετάδοση



Εικόνα 2.4

2.10 Επικοινωνία έξυπνων μετρητών με συσκευές

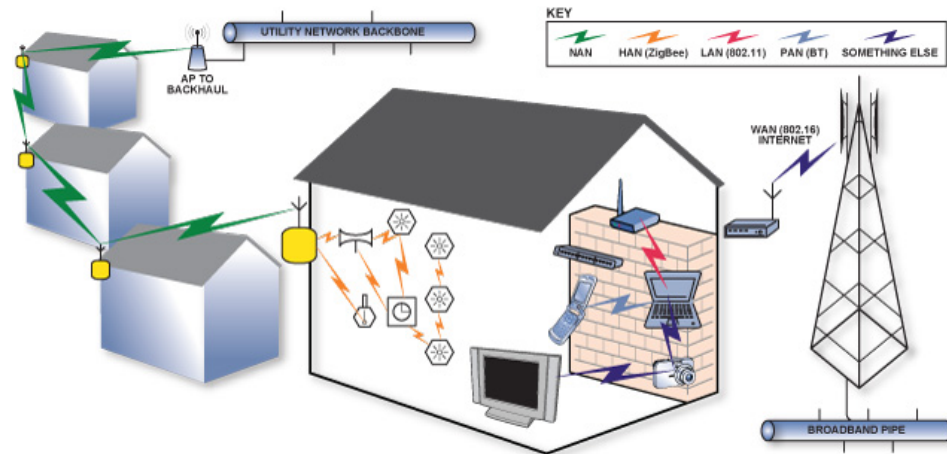
Η υποδομή ενός έξυπνου μετρητή όσον αναφορά το AMI χωρίζεται σε 3 κομμάτια.

- Στο τμήμα τοπικού δικτύου
- Στο τμήμα δικτύου πρόσβασης
- Στο ενδιάμεσο τμήμα δικτύου μεταξύ διανομέα-παραλήπτη

Το τοπικό δίκτυο συνδέει τους μετρητές που ανήκουν στην ίδια εγκατάσταση καθώς και της συσκευές του χρήστη και ενεργεί ως ένας τοπικός συλλέκτης δεδομένων.

Το δίκτυο πρόσβασης περιλαμβάνει μεταξύ της πύλης εξόδου του σπιτιού και ενός συλλέκτη δεδομένων.

Το ενδιάμεσο τμήμα (backhaul network) είναι το τελικό κομμάτι ανάμεσα στους πελάτες και το δίκτυο κοινής ωφέλειας.



Εικόνα 2.5

Υπάρχουν 5 διεπαφές(διάυλοι) που είναι σχεδιασμένοι για την σύνδεση του έξυπνου μετρητή με άλλες συσκευές και μια διεπαφή για τον συλλέκτη και τον σέρβερ κεντρικής πρόσβασης. [5]

- ✓ **Port 1** Επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές κατά την εγκατάσταση και επί τόπου συντήρησης της εγκατάστασης του μετρητή.
- ✓ **Port 2** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης του μετρητή και της μονάδας ISP ή τον βοηθητικό εξοπλισμό.
- ✓ **Port 3** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης μέτρησης και του κεντρικού διακομιστή πρόσβασης.
- ✓ **Port 3.1** Επικοινωνία μεταξύ της εγκατάστασης μέτρησης και και του συλλέκτη δεδομένων.
- ✓ **Port 3.2** Επικοινωνία μεταξύ του συμπυκνωτή δεδομένων και του κεντρικού σέρβερ πρόσβασης.

2.11 Συμπεράσματα

Οι έξυπνοι μετρητές θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι ένα καθοριστικό κομμάτι για την βελτίωση του ηλεκτρικού μας δικτύου, κάνοντας το και πιο οικονομικό στην χρήση του καθώς και στην εξομάλυνση της λειτουργίας του. Επίσης θα βοηθούσε τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης να πλησιάζουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους(20-20-20). Όμως όλα αυτά δεν είναι τόσο εύκολα καθώς δεν υπάρχει μια γενικευμένη λύση για την εξάπλωση των έξυπνων μετρητών στην Ε.Ε. Παρόλα αυτά πιλοτικά προγράμματα πραγματοποιούνται ανά την Ευρώπη βοηθώντας απ την μία την εξάπλωση αλλά και την απόκτηση εμπειρίας από τις εταιρίες διανομής στην διαχείριση του δικτύου.

Στην Ελλάδα λόγω έλλειψης προφανούς κινήτρου παρουσιάζονται αρνητικοί στην αλλαγή καταναλωτικής συμπεριφοράς. Αυτό έχει ως συνέπεια την επιβάρυνση του δικτύου. Η λήψη μέτρων θα αποτελέσει ένα σημαντικό κομμάτι βελτίωσης όπως και η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών που θα βοηθήσει τους καταναλωτές σε εξορθολόγηση των ηλεκτρικών καταναλωτικών συνηθειών τους. Στο πλαίσιο αυτό οι εταιρίες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι αναγκασμένες να προβούν στις απαραίτητες ενέργειες που θα βοηθήσουν στην σταδιακή αντικατάσταση των συμβατικών μετρητών με έξυπνους μετρητές.

Κεφάλαιο 3

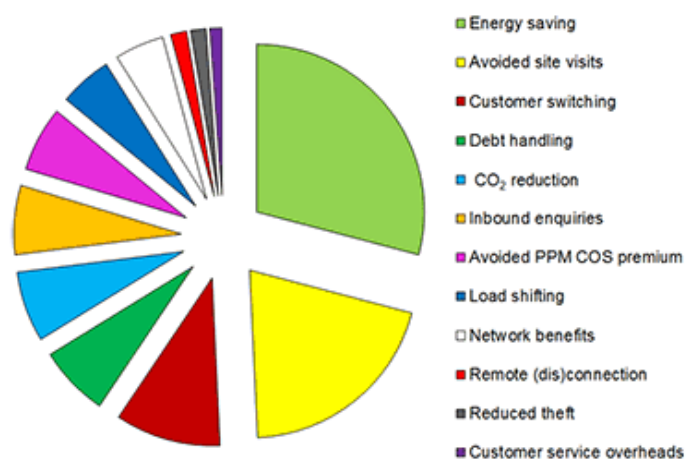
Οφέλη του Smart Metering

3.1 Εισαγωγή

Οι έξυπνοι μετρητές είναι ένας καθοριστικός παράγοντας που θα συμβάλει στην περαιτέρω αξιοποίηση της ενέργειας, της χρήσης ανανεώσιμων πηγών και της ασφάλειας της διανομής αυτής. Πλέον θα μπορεί ο καταναλωτής να έχει πιο ενεργό ρόλο όσον αφορά την διαχείριση της ενέργειας και οι εταιρίες διανομής με την σειρά τους να έχουν πιο ενεργό ρόλο στον διαμοιρασμό της ενέργειας. Όπως επισημάνθηκε από την IEA(International Energy Agency) “η μετάβαση στην εποχή των έξυπνων μετρητών κρίνεται απαραίτητη καθώς πλέον θα μπορούμε να λαμβάνουμε real time πληροφορίες”.

Πριν αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα των έξυπνων μετρητών είναι σημαντικό να πούμε ότι πρόκειται για καινοτόμες ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα και επιλογές στους καταναλωτές, διανομείς, διαχειριστές, χειριστές του δικτύου κ.λ.π. Οι προκάτοχοι των έξυπνων μετρητών είναι οι παραδοσιακοί μετρητές(χελώνα) με τον δίσκο που περιστρέφεται ανάλογα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Οι απλοί μετρητές παρόλο που είναι αξιόπιστοι και φθηνοί απαιτούν ανθρώπινη παρέμβαση για την ανάγνωση, συλλογή και αποθήκευση των δεδομένων. Οι έξυπνοι μετρητές πρόκειται για ακριβείς συσκευές οι οποίες είναι λιγότερο ενεργοβόρες (2W έναντι 0,5 W) και μπορούν να συνδεθούν με τις νέες τεχνολογίες επικοινωνίας. Όπως περιγράψαμε είναι σαφές ότι το AMR είναι μια βελτίωση στον τομέα της ενέργειας. Πιο κάτω θα αναλυθούν τα πλεονεκτήματα που έχει αυτή η τεχνολογία από την στιγμή παραγωγής έως και την κατανάλωση.

Projected Benefits in the Domestic Sector



Εικόνα 3.1

3.2 Οφέλη χρήσης για τους καταναλωτές

Τα οφέλη του Smart Metering για τους καταναλωτές θα είναι πολύπλευρα καθώς με την χρήση έξυπνων μετρητών οι καταναλωτές μέσω της καλύτερης πληροφόρησης του θα μπορούν να λαμβάνουν καλύτερα αποφάσεις όσον αφορά την ορθολογική χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος. Τα πλεονεκτήματα αυτά μπορούν να αυξηθούν σημαντικά εάν προστεθούν κάποια ακόμα στοιχεία στους μετρητές (π.χ. έλεγχος συσκευών). Παρακάτω θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα που εξασφαλίζει ο καταναλωτής με την χρήση έξυπνου μετρητή.



Εικόνα 3.2

- **Εξοικονόμηση ενέργειας** Η αφύπνιση του καταναλωτικού κοινού είναι ένα μείζων σημασίας ζήτημα. Η έξυπνοι μετρητές όντως μια συσκευή καταγραφής της κατανάλωσης ενέργειας που προσφέρει πληροφορίες για διαφορετικές ώρες της μέρας. Με αυτό τον τρόπο δίνεται στον καταναλωτή να προσαρμόσει την ενεργειακή του κατανάλωση και να εξορθολογήσει τους λογαριασμούς του. Όσο πιο ακριβείς και άμεση είναι η πληροφορία της κατανάλωσης στον χρήστη τόσο αυξάνονται οι πιθανότητες να μειώσει την σπατάλη της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτός ο τρόπος κρίνεται πιο αποτελεσματικός καθώς με το τωρινό σύστημα ο καταναλωτής μαθαίνει την ώρα που του έρχεται ο λογαριασμός. Υπάρχει επίσης δυνατότητα μέσω κατάλληλου λογισμικού να γίνει η τροποποίηση σε kWh ή ακόμα και σε CO₂, έτσι μπορεί να επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερη μείωση καθώς ο καταναλωτής θα βρεθεί αντιμέτωπος με την περιβαλλοντική του συνείδηση.
- **Αξιοπίστη μέτρηση και τιμολόγηση** Με τους έξυπνους μετρητές η τιμολόγηση βασίζεται σε πραγματική παρά σε εκτιμώμενη μέτρηση. Αυτό συντελεί στην

βελτίωση του επιπέδου υπηρεσιών και κατ' επέκταση σε αυξημένο επίπεδο ικανοποίησης του πελάτη. Επιπροσθέτως οι έξυπνοι μετρητές μας παρέχουν την δυνατότητα απομακρυσμένης ενεργοποίησης/απενεργοποίησης και έτσι είναι ευκολότερη η αλλαγή εταιρίας παροχής.

- **Βελτιωμένη ποιότητα υπηρεσιών** Η δυνατότητα που έχουν πλέον οι καταναλωτές να παίρνουν και οι ίδιοι μετρήσεις, αυτό αναγκάζει τους διαχειριστές του δικτύου να δείξουν μεγαλύτερη μέριμνα στην βελτίωση του δικτύου διανομής. Αποτέλεσμα αυτού η καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών στον πελάτη.
- **Ευελξία επιλογής τιμοκαταλόγου** Όπως γνωρίζουμε οι εταιρίες παροχής προσφέρουν μια σειρά τιμολογίων με βάση τα οποία χρεωνόμαστε. Η έλλειψη ακριβείς στοιχείων καθιστούσαν την αλλαγή τιμολογίου απαγορευτική λόγω το ότι δεν ήταν σαφές αν αυτό ήταν συμφέρον. Πλέον με τις δυνατότητες που μας παρέχονται όπως και τα στοιχεία μας είναι πολύ πιο εύκολη η επιλογή καθώς και η μετάβαση στο τιμολόγιο που εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες μας.
- **Καλύτερη αντιμετώπιση ευπαθών ομάδων** Δυστυχώς ακόμα και στην εποχή μας φαινόμενα φτώχειας είναι συνήθη. Παλαιότερα η αντιμετώπιση αυτών των ομάδων που δεν είχαν την ικανότητα να εκπληρώσουν άμεσα τις υποχρεώσεις τους ήταν η διακοπή της ηλεκτροδότησης. Πλέον είναι πιο εύκολο στις εταιρίες να αποστέλλουν προειδοποιητικά σημειώματα και να αποφεύγουν την έσχατη λύση της διακοπής.
- **Ευκολότερη σύγκριση της αγοράς και αλλαγή πάροχου** Με την χρήση αυτής των έξυπνων μετρητών και λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία που μας δίνουν μπορούμε να κάνουμε μια αξιολόγηση για το τι προσφορά θα μας συμφέρει. Κατ' επέκταση μας δίνεται η δυνατότητα γρήγορης μετάβασης μεταξύ δυο πάροχων καθώς η ανάγνωση των στοιχείων μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή άρα και η μεταβίβαση.

- **Δυνατότητα προσθήκης συσκευών στο δίκτυο του έξυπνου σπιτιού** Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει από ξεχωριστούς μετρητές αερίου , νερού κ.λπ. μέχρι οποιαδήποτε άλλη συσκευή π.χ. Smart T.V.
- **Διαχείριση φωτοβολταϊκών** Δεν είναι πλέον απαραίτητο να συνδέσουμε ξεχωριστό μετρητή για να παρακολουθήσουμε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα φωτοβολταϊκά της οικίας μας, καθώς πλέον συνδέονται κατευθείαν με τον μετρητή και μας δίνουν πληροφορίες π.χ. παραγωγή ανά ημέρα που δεν ήταν δυνατές μέχρι στιγμής.

3.3 Οφέλη για τους προμηθευτές ενέργειας

Στις ελεύθερες αγορές τις οποίες ο προμηθευτής έχει την δυνατότητα να προσφέρει μεγάλο εύρος προσφορών μέτρησης, υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα διαφοροποίησης. Εάν οι μετρητές ανήκουν στους διανομείς τότε η δυνατότητα διαφοροποίησης έχει να κάνει με την ευελιξία που παρέχει το εκάστοτε σύστημα μέτρησης.

- **Επιλογές τιμολόγησης**
Η ικανότητα των προμηθευτών να γνωρίζουν τα κριτήρια αγοράς των καταναλωτών δίνουν την δυνατότητα για μεγαλύτερη προσαρμογή των πακέτων τιμολόγησης στις ανάγκες του καταναλωτή. Οι διαφοροποιήσεις που μπορούν να γίνουν ποικίλουν καθώς μπορεί να ξεκινούν από την τιμή του ρεύματος γενικά μέχρι και την διαφοροποίηση της τιμής ανά ώρα λειτουργίας.
- **Υπηρεσίες after-sale**
Η γνώση του προμηθευτή για τις ενεργειακές συνήθειες του καταναλωτή μπορεί να ωθήσει στην ανάπτυξη υπηρεσιών ώστε ο καταναλωτής να γίνει πιο ενεργειακά 'αποδοτικός'.

- **Γρήγορη αλλαγή προμηθευτή**

Η αυτοματοποίηση της διαδικασίας αλλαγής διευκολύνει μια προηγουμένως χρονοβόρα γραφειοκρατική διαδικασία.

- **Μικρότερο ποσοστό παραπόνων τιμολόγησης**

Με την ακρίβεια μέτρησης που μας παρέχουν οι έξυπνοι μετρητές θα υπάρχει μικρότερο ποσοστό παραπόνων άρα και μικρότερο λειτουργικό κόστος της εταιρίας στον τομέα της εξυπηρέτησης πελατών.

- **Καλύτερη διοίκηση χαρτοφυλακίου**

Οι προμηθευτές αποκτούν ένα ακριβές προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης των καταναλωτών τους και μπορούν να διαχειριστούν καλύτερα την αγορά ενέργειας.

3.4 Οφέλη για τους D.S.O.(διαχειριστές δικτύου διανομής)

Το smart metering όταν αναπτυχθεί πλήρως θα επιτρέπει ακριβή πληροφόρηση για τους καταναλωτές χαμηλής τάσης προσφέροντας αρκετές διευκολύνσεις στους διαχειριστές του δικτύου. Το πλεονεκτήματα αυτά αρχικά θα είναι εμφανή από την εξομάλυνση των λειτουργιών του δικτύου, την αξιοπιστία του δικτύου καθώς και την γρηγορότερη απόκριση σε τυχόν βλάβες που προκαλούνται στο δίκτυο, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα υπηρεσιών τους. Η καλύτερη πληροφόρηση έχει επίσης ως συνέπεια μικρότερες απώλειες δικτύου και καλύτερο προγραμματισμό επενδύσεων.

- **Εντοπισμός σφάλματος δικτύου**

Με τους συμβατικούς μετρητές όταν υπήρχε κάποιο πρόβλημα στην ηλεκτροδότηση ο καταναλωτής θα έπρεπε να ενημερώσει τον διαχειριστή. Πλέον ο έξυπνος μετρητής αναλαμβάνει την δουλειά αυτή στέλνοντας απευθείας σήμα στον κεντρικό υπολογιστή μειώνοντας έτσι το χρόνο εντοπισμού της βλάβης. Επιπλέον ο διαχειριστής μπορεί να ενημερώσει τους καταναλωτές σε τυχόν

περίπτωση βλάβης ή προγραμματισμένης διακοπής ηλεκτροδότησης συντελώντας έτσι σε καλύτερη παροχή υπηρεσιών.

- **Γρηγορότερη αποκατάσταση βλαβών**

Όπως είναι προφανές ο χρόνος αποκατάστασης μιας βλάβης μειώνεται σημαντικά, μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος λειτουργίας των ομάδων αποκατάστασης βλαβών μέσω εγκυρότερης πληροφόρησης.

- **Βελτιωμένη παροχή υπηρεσιών**

Τα κέρδη απ αυτό μπορεί να είναι πολλά εφόσον ο διαχειριστής συμμετέχει σε πρόγραμμα επιβολής ποινής σε περίπτωση αργοπορημένης αποκατάστασης βλάβης.

- **Ακριβέστερος εντοπισμός απωλειών δικτύου**

Οι έξυπνοι μετρητές παρέχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις απώλειες δικτύου αναλογικά με τη περιοχή.

- **Τάση δικτύου και παρακολούθηση φάσεων**

Από εδώ θα μπορούμε να βελτιώσουμε την σταθερότητα του δικτύου και την αξιοπιστία του συστήματος.

- **Βελτίωση της υποδομής του δικτύου και της διαχείρισης των κεφαλαίων**

Η ικανότητα για στιγμιαία περιγραφική πληροφόρηση για τομή του δικτύου όπως η τάση, η σταθερότητα, ο φόρτος και οι απώλειες όλου του δικτύου χαμηλής τάσης, επιτρέπει την εξομάλυνση της λειτουργίας του δικτύου διανομής. Η ακριβείς πληροφορίες μπορούν να βελτιώσουν συνολικά το επενδυτικό πλάνο. Τέτοιου τύπου πληροφόρηση μπορεί να βοηθήσει στην χρηματοδότηση για επέκταση του δικτύου όπως και την βελτίωση του.

3.5 Οφέλη για τις εταιρίες μέτρησης

Στα περισσότερα κράτη μέλη της Ε.Ε. το “διάβασμα” των μετρητών γίνεται από τους D.S.O. Όμως έκαναν την εμφάνιση τους κάποιες εταιρίες που ο σκοπός τους είναι η ανάγνωση των μετρητών, φαινόμενο που αναμένεται να εξαπλωθεί σε αρκετά κράτη μέλη. Το βασικό κομμάτι της μείωσης του λειτουργικού κόστους για τις εταιρίες μέτρησης προέρχεται από τη μείωση του κόστους ανάγνωσης των μετρητών και του τρόπου διαχείρισης τους (ενεργοποίηση, απενεργοποίηση). Επίσης κέρδη μπορούν να σημειωθούν από την βελτίωση της διαδικασίας ανάγνωσης και την μείωση των σφαλμάτων.

- **Ακριβείς ανάγνωση των αποτελεσμάτων**

Το λειτουργικό κόστος μειώνεται από την μη χρησιμοποίηση ανθρώπινου δυναμικού για την ανάγνωση των αποτελεσμάτων. Επίσης έχουμε πιο συχνή και πιο ακριβείς ανάγνωση αποτελεσμάτων

- **Απομακρυσμένη ενεργοποίηση/απενεργοποίηση**

Όπως προαναφέραμε τα κέρδη στις εταιρίες μέτρησης προέρχονται κυρίως από την μείωση του κόστους στο ανθρώπινο δυναμικό, έτσι με την αυτοματοποίηση διαδικασιών ενεργοποίησης /απενεργοποίησης μειώνεται το κόστος. Σε κάποιες χώρες αναμένεται να εφαρμοστεί η απενεργοποίηση ηλεκτροδότησης σε κακούς συνδρομητές.

3.6 Οφέλη για το κοινό

- **Καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας**

Η τεχνολογία της έξυπνης μέτρησης έχει να κάνει με την εξατομίκευση της κατανάλωσης της ενέργειας στον χρήστη, κατά συνέπεια αυτό παρέχει την δυνατότητα πιο ορθολογικής χρησιμοποίησης αυτής. Ο έξυπνος μετρητής παρέχοντας πληροφορίες στον χρήστη τον βοηθάει να κατανοήσει ευκολότερα τις συνέπειες της χρήσης ενέργειας τόσο στον οικονομικό όσο και στον

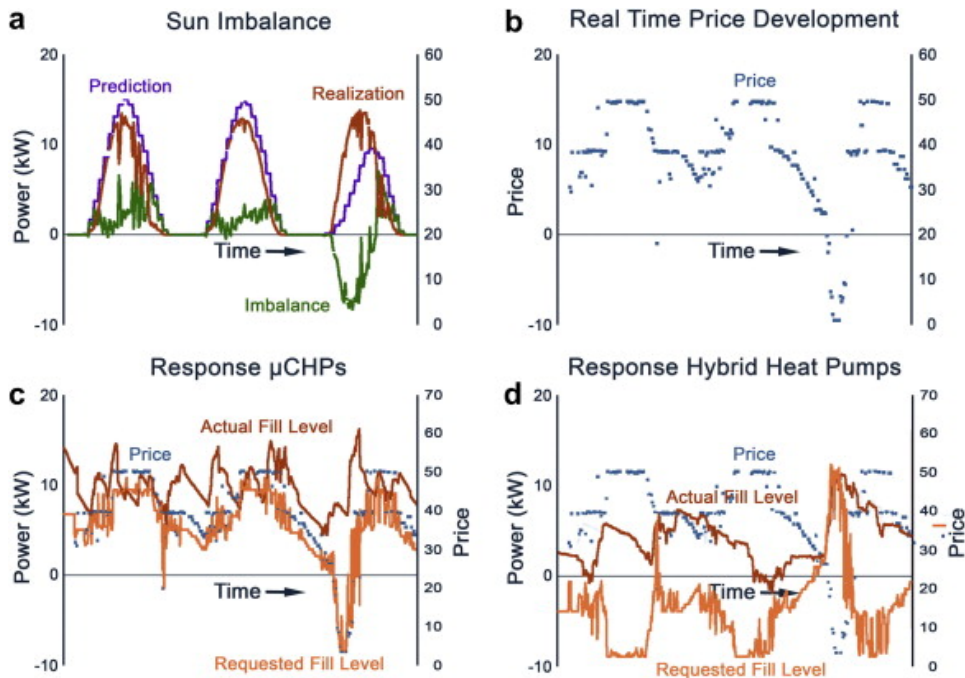
περιβαλλοντολογικό τομέα. Τα οφέλη που θα αποκομιστούν από την μείωση του άνθρακα (παραγωγή) θα είναι καθοριστικής σημασίας και θα συμβάλλουν καθοριστικά στην οικολογία του πλανήτη. Επίσης ένα κομμάτι άξιο αναφοράς είναι οι ενεργειακές απώλειες των εταιριών λόγω κακού υπολογισμού ζήτησης και προσφοράς, τομέας που θα παρουσιάσει άμεση βελτίωση από την συλλογή στοιχείων μέσω των έξυπνων μετρητών.

- **Αύξηση του ποσοστού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε.**

Η άμβλυνση στο ποσοστό χρήσης των Α.Π.Ε. στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα θέμα ιδιαίτερης σημασίας ειδικά όσο αναφορά της αποθεματικές ικανότητες. Παρόλο που το κομμάτι που έχει να κάνει με τον καιρό έχει βελτιωθεί σημαντικά και πρόκειται να βελτιωθεί περισσότερο θα υπάρχουν πάντα προβληματισμοί στην χρήση της αιολικής και ηλιακής ενέργειας.

Τρεις τρόποι αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων είναι οι εξής:

- ✓ Η αποθήκευση
- ✓ Χρήση πλεονάσματος
- ✓ Ζήτηση-προσφορά



Εικόνα 3.3

Παρόλο που η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών (ενεργειακές κυψέλες, μπαταρίες κλπ) οι μόνοι τρόποι αποθήκευσης σημαντικού μεγέθους ενέργειας 100 MW λόγω χάρη είναι η αποθήκευση πεπιεσμένου αέρα και συμπιεσμένης μορφής υδροηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό όμως είναι ένας δύσκολος τρόπος αντιμετώπισης καθώς αφ' ενός μεν πρέπει οι τοπογραφικές συνθήκες να εξυπηρετούν κάτι τέτοιο αφ' ετέρου το κόστος αποθήκευσης είναι ιδιαίτερος υψηλό.

Η επιπλέον ζήτηση πέραν των ενεργειακών δυνατοτήτων των μονάδων παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. θα πρέπει να εξυπηρετείται. Λύση σ αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει η δημιουργία μονάδων που θα λειτουργούν μόνο σε ώρες αιχμής. Κάτι τέτοιο όμως θα ήταν ασύμφορο λόγω ότι για να λειτουργήσουν οι μονάδες αυτές κατ' αυτό τον τρόπο θα ήταν εξαιρετικά κοστοβόρες και για να μπορέσει να ευδοκιμήσει κάτι τέτοιο οι τιμές της kW/h θα έπρεπε να είναι αρκετά υψηλότερες σε ώρες αιχμής.

Ο πλέον αξιόπιστος τρόπος αντιμετώπισης είναι η ζήτηση-προσφορά. Απ την στιγμή που οι καταναλωτές προτίθενται να μειώσουν τις ενεργειακές τους απαιτήσεις σε

περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας ή χαμηλής έντασης αέρα ο τρόπος αυτός θα μπορούσε να είναι μια πολύ καλή λύση καθώς δεν θα χρειάζεται οι εταιρίες να αποσυνδέουν χρήστες για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ζήτησης.

Αυτός ο τρόπος θα μπορούσε να εξυπηρετήσει ένα ακόμη πρόβλημα αυτό της λειτουργίας κάποιων σταθμών παραγωγής ενέργειας σε χαμηλό επίπεδο λειτουργίας επειδή αλλιώς χρειάζεται μεγάλος χρόνος και μεγάλο κόστος για την επαναλειτουργία τους.

Κάποιες εταιρίες με αφορμή αυτό το φαινόμενο έχουν υπογράψει σύμβαση με τους καταναλωτές για την μειωμένη σε ώρες αιχμής κατανάλωση για την μείωση του κόστους σε αυτούς. Με αυτό τον τρόπο μπορεί και ο καταναλωτής όχι μόνο να συμβάλει στην διαχείριση ενέργειας αλλά και στην τιμολόγηση του.

- **Βελτιωμένη ασφάλεια παροχής**

Η έξυπνη μέτρηση μας διευκολύνει στην καλύτερη και ακριβέστερη πληροφόρηση σχετικά με την κατανάλωση μας και μας επιτρέπει την πιο ενεργή συμμετοχή σε βασικές και βοηθητικές εργασίες. Αυτό σημαίνει βελτιωμένη στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Μια πιο σταθερή αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια σημαντική συμβολή σε μια πιο ασφαλή παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

Εφόσον η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών συνοδεύεται από την εγκατάσταση διαφόρων βοηθητικών λειτουργιών, όπως ενδεικτικά διαφόρων πληροφοριών η χρήση ενέργειας από τους καταναλωτές θα μειωνόταν σημαντικά.

Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να απομακρύνει την πιθανότητα υπερφόρτωσης του δικτύου από μέρες και ώρες υψηλής επικινδυνότητας αποφεύγοντας έτσι την υπερφόρτωση του δικτύου. Αυτό με την σειρά του μειώνει το κόστος καθώς υπάρχει μικρότερη επιπλέον ζήτηση σε ώρες αιχμής. Αυτό με την σειρά του απαιτεί πολύ καλό προγραμματισμό από τους διαχειριστές του δικτύου.

Εάν μπορούσαμε να αντλήσουμε τέτοια πλεονεκτήματα από τους έξυπνους μετρητές, θα μπορούσαμε να καρπωθούμε δύο σημαντικά οφέλη, την μείωση του κόστους ενέργειας(μείωση ζήτησης σε ώρες αιχμής) και ελαχιστοποίηση του ποσοστού αποσυνδέσεων, κατά συνέπεια αυτό θα μπορούσε να συμβάλλει καθοριστικά στην ασφάλεια του δικτύου παροχής.

- **Διευκόλυνση λειτουργίας μικρών μονάδων**

Ηλιακά πάνελ μικρές ανεμογεννήτριες καθώς και κάθε τέτοιας μορφής Η/Ζ μονάδος μπορεί να εξυπηρετήσει σε ένα βαθμό τις καταναλωτικές ανάγκες σε ενέργεια μιας οικείας ή μιας μικρής επιχείρησης. Σε πολλές περιπτώσεις ο καταναλωτής δύναται να πουλήσει την παραγόμενη ενέργεια στις εταιρίες δικτύου για να εξυπηρετήσουν αυτές με την σειρά τους τις ενεργειακές ανάγκες των καταναλωτών τους.

Αυτού του είδους η αγοροπωλησία απαιτεί την μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας που αποστέλλεται απ' τον χρήστη. Οι απλοί μετρητές δεν έχουν την δυνατότητα για κάτι τέτοιο, σε αντίθεση με τους έξυπνους μετρητές.

- **Διαφάνεια στην λειτουργία του δικτύου**

Μέσω των πληροφοριών που μας παρέχουν οι έξυπνοι μετρητές οι χρήστες μπορούν να αλλάξουν την καταναλωτική τους συμπεριφορά, οι εταιρίες να προωθήσουν καλύτερο και ευρύτερο επίπεδο υπηρεσιών και τους διαχειριστές του δικτύου να βελτιώσουν τις υποδομές του δικτύου.

Σε μια κοινωνία η οποία απαιτεί συνεχώς πιο πολλά η ακριβείς πληροφόρηση είναι κάτι που θα συντελέσει καθοριστικά στην βελτιστοποίηση των υπηρεσιών, της διαχείρισης της ενέργειας κ.α.[6]

Identified Key Players In Smart Meter Market	Distribution System Operator	Better Grid Load Management			Higher Grid Stability Due To Predictions			Save Expenses For Grid Expansions			
	End User	Service Quality Increase	Lower Electricity Expenses	Time Or Load Variable Tariffs	Transpar. Electricity Bill	Visualiz. And Control	Improv. In Energy Efficiency	Load Shift Out Of Peak Times	Value-added Services	High Installation Costs	Reduced Economic Lifetime Of Meter
	Electricity Retailer	Simplified Meter Reading	Possibility To Offer Special Tariffs	Improv. In Customer Retention	Competit. Advantage	Cheaper Procurement	Fewer Billing Errors	Reduction Of Non-technical Grid Losses	Additional Costs, If Involved In Installation	Risk For Dominant Players (Transp.)	Billing Accord. To Stand. Load Profiles
	MeteringPoint Operator	Income Due To Fees For Metering Service		Cost Reduction For Meter Reading		Handling Of Immense Data Volumes		In Transition Period: Two Different Meter Reading Systems In Parallel Necessary			
	New Market Entrants	New Business Models		Special Offers From Niche Players		Enabling Of Value-Added Services		Bundling And Coordination Of Power Consumers			
	Tele-communications Companies	Opportunities, If Involved In Data Transfer	New Market Similar To An Existing One	New Fields Of Applications In B2B And B2C Area	Opportunities Due To Cooperation With Utilities	Operation Of Huge Data Centers	Possibility To Enter The Electricity Trading Market	Risk Due To New Communication Access Point			
	Utilities (Private/Public)	Reduction Of Overcapacities				Price Transparency Threatens To Lose Market-Dominant Position					

White boxes: private benefits; grey boxes: private costs

Εικόνα 3.4

Κεφάλαιο 4

Εφαρμογές ανά χώρα

4.1 Εισαγωγή

Το Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής του Ηνωμένου Βασιλείου ανακοίνωσε πως οι βλέψεις του είναι κάθε σπίτι στην Μεγάλη Βρετανία να έχει έξυπνους μετρητές, καθώς και οι επιχειρήσεις όπως και οι δημόσιοι οργανισμοί να έχουν εξελιγμένα συστήματα έξυπνων μετρητών τα οποία να εξυπηρετούν τις ανάγκες τους. Καθώς θα παίξουν μείζων ρόλο στην επίτευξη των στόχων για μετάβαση σε μια εποχή εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 4.1

4.2 Ευρωπαϊκή Ένωση

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση υπάρχουν δυο καθεστώτα μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας:

- ✓ Η καθορισμένη αγορά, όπου οι καθορισμένες εταιρίες μέτρησης πραγματοποιούν μετρήσεις με ένα προκαθορισμένο τρόπο.
- ✓ Η απελευθερωμένη αγορά, όπου η υπηρεσία μέτρησης είναι μια ανοιχτή στην αγορά.

Με εξαίρεση την Ολλανδία, την Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο όλες οι άλλες χώρες έχουν καθορισμένο καθεστώς αγοράς. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι μέτρησης ηλεκτρικής ενέργειας δεν διαχωρίζεται από την παραγωγή και τον διαμοιρασμό. Σε ένα μικρό αριθμό χωρών όμως η μέτρηση διαχωρίζεται από την παραγωγή. Σε μια καθορισμένη αγορά όπως είναι η Ε.Ε. η υπηρεσία μέτρησης είναι ένα μονοπώλιο το οποίο ανήκει στις εταιρίες διαχείρισης του δικτύου και πληρώνονται για αυτό μέσω καθορισμένων τιμών από τον καταναλωτή.

4.3 Πολιτική έξυπνων μετρητών στη Ε.Ε.

Παρόλο ότι ελάχιστες χώρες στη Ε.Ε. έχουν καθορισμένες πολιτικές για τους έξυπνους μετρητές, βρίσκονται υπό συζήτηση σε πολλά κράτη μέλη. Η Ιταλία και η Σουηδία είναι οι δυο χώρες που πρωτοστατούν και ακολουθούν κι οι υπόλοιπες. Οι συνθήκες εφαρμογής των έξυπνων μετρητών διαφέρουν ανά χώρα καθώς σε κάποιες χώρες έχει καθοριστεί ένα χρονικό περιθώριο για την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών όπως π.χ. η Πορτογαλία η οποία έχει θεσπίσει ως χρονικό περιθώριο εφαρμογής τον Δεκέμβριο του 2015. Επίσης υπάρχουν χώρες όπου η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών είναι σε πρώιμο συμβουλευτικό στάδιο, η Αυστρία λόγω χάρη ολοκλήρωσε την ενημέρωση του κοινού το 2007 και βρίσκεται σε αρχικό στάδιο εφαρμογής του πλάνου εγκατάστασης.



Εικόνα 4.2

4.4 Πολιτική έξυπνων μετρητών στις Η.Π.Α.

Με την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας να καθορίζεται από την εκάστοτε πολιτεία, το σκηνικό που έχει διαμορφωθεί στις Η.Π.Α. είναι μπερδεμένο. Μέχρι στιγμής 16 πολιτείες έχουν παρουσιάσει πολιτικές για την προώθηση των έξυπνων μετρητών στους καταναλωτές μερικές απ αυτές είναι το Όρεγκον, η Καλιφόρνια, η Νεβάδα, το Τέξας, η Αριζόνα.

Η άλλη μεγάλη διαφορά των Η.Π.Α. είναι ότι έχουν σημειώσει φοβερή πρόοδο όσο αναφορά τα πρότυπα λειτουργίας. Το S.G.I.P (Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας) παρουσιάζει ένα πάνελ προτύπων ορθής λειτουργίας των έξυπνων μετρητών και του από τους καταναλωτές.

Επίσης ένα απ το πιο σημαντικά πρότυπα υπό ανάπτυξη από το S.G.I.P είναι εκείνο για την διασύνδεση XAN. Στην Καλιφόρνια η Επιτροπή Επιχειρήσεων Κοινής Ωφέλειας

εξέδωσε μια απόφαση που αφορά τη ν πρόσβαση, την ασφάλεια και την προστασία στους έξυπνους μετρητές.

4.5 ΚΙΝΑ

Το ενεργειακό σκηνικό της Κίνας γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη καθώς έχει υπάρξει συμφωνία για επένδυση 250 δις δολαρίων για την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων για την πιο αποτελεσματική συλλογή και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στην χώρα.

Η επένδυση αυτή στη κατασκευή ενός προηγμένου δικτύου θα δώσει σημαντική ώθηση στην εγκατάσταση έξυπνων μετρητών. Ο συνολικός αριθμός μετρητών ξεπερνούσε τα 103 εκατομμύρια στις αρχές του 2012 και προβλέπεται να ξεπεράσει τα 141 εκατομμύρια μέχρι το 2015.

Η προσπάθεια για την ανάπτυξη έξυπνου δικτύου και έξυπνων μετρητών, που ενσωματώνεται στο πενταετές πλάνο της Κίνας, θα είναι η αιχμή του δόρατος για της δυο εταιρίες κρατικών συμφερόντων την SGCC (state grid corp) και την CSG (southern power grid corp) .Στο πλαίσιο αυτού του φιλόδοξου πλάνου η SGCC έχει εξαγγείλει διαγωνισμό για την προμήθεια 59,7 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών.

4.6 ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εκφράζει την πλήρη στήριξη του για την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχοντας ως στόχο μέχρι το 2022 την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών σε κάθε σπίτι.

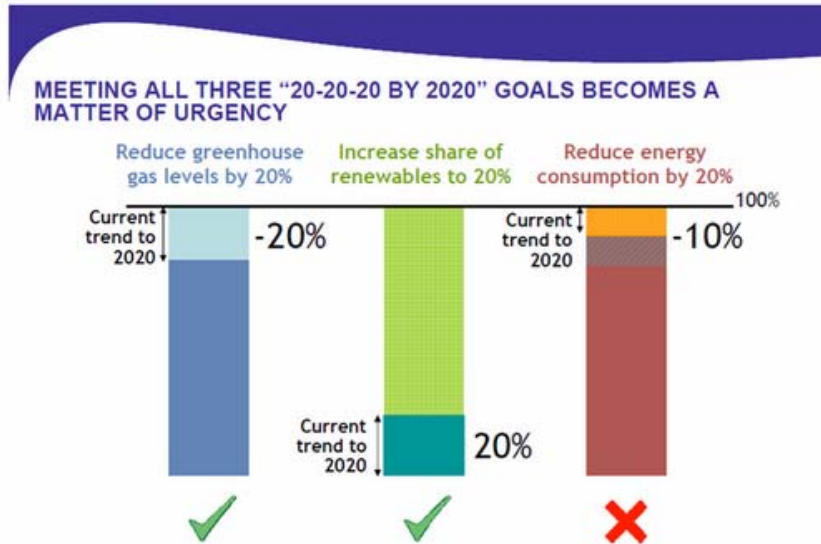
Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε μια κίνηση που έγινε από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την δημιουργία ενός νομοσχεδίου που θα αφορά την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας. Το πακέτο αυτό θα περιλαμβάνει οδηγίες, σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο ,που θα πρέπει να διασφαλιστούν από τα κράτη μέλη που θα εγκατασταθούν έξυπνοι μετρητές.

Η οδηγία έχει να κάνει με το ότι μέχρι το 2022 να υπάρχει πλήρη επέκταση και το αργότερο μέχρι το 2020 να έχει εγκαταστήσει έξυπνα συστήματα τουλάχιστον το 80% των καταναλωτών. Στην οδηγία αυτή δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη κατεύθυνση όσο αναφορά το φυσικό αέριο. Σε συζήτηση που προηγήθηκε της σχετικής οδηγίας ένας εκ

των εισηγητών της οδηγίας Eluned Morgan αναφέρει : «Αυτή η νομοθεσία θα εξασφαλίσει ότι κάθε οικογένεια μέχρι το 2022 θα έχει εγκαταστήσει έξυπνους μετρητές. Αυτοί οι μετρητές θα εξασφαλίζουν στους καταναλωτές καλύτερο έλεγχο της ενεργειακής του χρήσης και ως συνέπεια της ενεργειακής αποδοτικότητας, η οποία θα έχει ως συνέπεια την περικοπή του κόστους και την μείωση των εκπομπών άνθρακα».

Σε παρόμοιο πλαίσιο κινήθηκαν οι δηλώσεις του Ενεργειακού Επίτροπου Andris Piebalgs ο οποίος είπε: «Κ κλήση του Κοινοβουλίου για την ισχυρότερη προστασία των καταναλωτών ενάντια και την πάλη ενάντια στην ενεργειακή ένδεια είναι τώρα φυλαγμένη στα νομοθετικά κείμενα. Στους έξυπνους μετρητές , που επιτρέπουν στους καταναλωτές να ενημερώνονται για την ακριβώς για την κατανάλωση τους και προωθούν την ενεργειακή αποδοτικότητα, παρέχεται ένας στόχος της εγκατάστασης στο 80% των καταναλωτών έως ο 2020».

Επιπροσθέτως το Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο στην πρώτη καταγραφή ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (EPBD) τον Απρίλιο του 2009, ψήφισε να επισπεύσει την εφαρμογή καθώς όλα τα νέα κτίρια που θα κατασκευάζονται και όσο κτίρια ανακαινίζονται θα πρέπει να έχουν έξυπνους μετρητές. Σε μια τροποποίηση στο EPBD, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο παρενέβαλε τα εξής: «Τα κράτη μέλη θα εξασφαλίσουν ότι οι έξυπνοι μετρητές θα εγκαθίστανται σε όλα τα νέα κτίρια και όλα τα κτίρια που υποβάλλονται σε ανακαίνιση ή όποτε ένας μετρητής αντικαθίσταται και θα ενθαρρύνει την εγκατάσταση των ενεργών συστημάτων ελέγχου όπως η αυτοματοποίηση, ο έλεγχος και τα συστήματα παρακολούθησης, όπου απαιτείται».



Εικόνα 4.3

Ο Πρόεδρος της ESMIG Andreas Umbach ανέφερε: «Τα μέλη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου πρόκειται να δεχθούν συγχαρητήρια στην προνοητική προσέγγιση και την δέσμευση τους για την παραγωγή των στόχων του 20-20-20 της Ε.Ε. που είναι μια πραγματικότητα. Αυτό είναι μια απόφαση που προετοιμάζει το έδαφος για μια αγορά αποδοτικότερη, με μεγαλύτερη βιωσιμότητα και φιλική από θέμα ενέργειας στην Ευρώπη. Το έξυπνο δίκτυο αλλάζει τον τρόπο που ζούμε, παρέχοντας δημοκρατικά μέσα κατάστασης προόδου ακόμα και να επιτύχουμε ένα περιβαλλοντικά υψηλό βιοτικό επίπεδο για τον καθένα μας».[2],[7]]

Κεφάλαιο 5

Συσκευές έξυπνων μετρητών στην Ελλάδα

5.1 Γενικά

Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών από την Δ.Ε.Η. αποτελεί γεγονός, υπολογίζοντας πως το 2020 το 80% των μετρητών θα έχει αντικατασταθεί. Αυτό το έργο θα το αναλάβει ο ΔΕΔΔΗΕ(θυγατρική της Δ.Ε.Η.). Πιλοτικά θα αρχίσουν να τρέχουν προγράμματα εντεταγμένα στο Ε.Σ.Π.Α. τα οποία προβλέπουν εγκατάσταση 100000 μετρητών έως τον Αύγουστο του 2015. Για την πραγματοποίηση αυτών των αλλαγών υπάρχουν μια σειρά από εταιρίες οι οποίες θα προμηθεύσουν με συσκευές έξυπνων μετρητών. Αναφορικά μερικές από αυτές είναι η Echelon, , Intelen,η Landis+Gyr, η Schneider, η Itron κ.α.[7],[8]

5.2 Συσκευές της Echelon

Η Echelon αποτελεί μια εταιρία εταιρεία κολοσσό στον χώρο των έξυπνων μετρητών καθώς μαζί με την συνεργάτιδα εταιρία EVB κατέχουν το 81% της Ευρωπαϊκής αγοράς. Η εν λόγω εταιρία έχει στις τάξεις της τα εξής μοντέλα.[10]

IEC CT Smart Meter



Εικόνα 5.1

Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη για να παρακολουθεί την κατανάλωση στον Μ/Σ διανομής. Έχει πιστοποιηθεί να αντέχει διαταραχές θορύβου από 2KHz έως 100KHz αρμονικών επιτρέποντας την ανά φάση μέτρηση για καλύτερη εξισορρόπηση του φορτίου. Με τον αισθητήρα MTR 3500 CT προσφέρει με εξαιρετική ακρίβεια πληροφορίες επιτρέποντας την αποφυγή απωλειών στην διανομή.

Χαρακτηριστικά

- Σχεδιασμένο για χρήση με τους υπάρχοντες μετασχηματιστές ρεύματος
- Όλα τα συμβάντα καταγράφονται ακόμη και σε διακοπή.
- Ανθεκτικός σε υψηλά DC ρεύματα
- Σειριακή θύρα επέκτασης
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κέντρο σε τοπικό δίκτυο μετρητών χαμηλής κατανάλωσης.

Προδιαγραφές

- ✓ Κλάση 1 πιστοποιημένη με το πρότυπο IEC 62053-21, Κλάση B πιστοποιημένη με το πρότυπο EN 50470-3 (MID)
- ✓ Class 2 πιστοποιημένα με το πρότυπο IEC 62053-23
- ✓ Θερμοκρασία λειτουργίας: -40 έως +70 ° C
- ✓ Τάση: 220 V – 240V , εύρος -20% έως +15%
- ✓ Συχνότητα: 50Hz +/-5%

IEC μονοφασικός Smart Meter



Εικόνα 5.2

Σχεδιασμένος για οικιακούς και μικρούς εμπορικούς καταναλωτές. Ο μετρητής IEC προσφέρει ένα αξιόπιστο μέσο μέτρησης της κατανάλωσης ρεύματος και των χαρακτηριστικών αυτής.

Χαρακτηριστικά

Προφίλ φορτίου, χρέωσης για την ώρα της χρήσης, προπληρωμή και ζήτηση. Ανάλυση ποιότητας τηλεκατευθυνόμενη αποσύνδεση / επανασύνδεση πλήρη οθόνη, αμφίδρομη επικοινωνία.

- Όλα τα συμβάντα καταγράφονται ακόμη και σε διακοπή.
- Ανθεκτικός σε υψηλά DC ρεύματα
- Προαιρετική σειριακή θύρα πολλών χρήσεων
- Λειτουργία ως αναμεταδότης
- Διατίθεται σε μοντέλο 63 A max και 100 A max

Προδιαγραφές

- ✓ Class 1 πιστοποιημένη με το πρότυπο IEC 62053-21, Κλάση B πιστοποιημένη με το πρότυπο EN 50470-3 (MID)
- ✓ Class2 πιστοποιημένα με το πρότυπο IEC 62053-23
- ✓ Θερμοκρασία λειτουργίας: -40 έως +70 ° C
- ✓ Τάση: 220 V – 240V , εύρος -20% έως +15%
- ✓ Συχνότητα: 50Hz +/-5%
- ✓ CNX 2000: Συμβατότητα με ZigBee Smart Energy 1,0

- ✓ CNX 3000: γραμμή επικοινωνίας για CENELEC φάσμα C-band, συμβατό τόσο με το προφίλ του ZigBee Smart Energy και τα ανοιχτά LonWorks® πρότυπο δικτύωσης.

IEC τριφασικός Smart Meter



Εικόνα 5.3

Σχεδιασμένος για οικιακούς και μικρούς εμπορικούς καταναλωτές. Ο μετρητής IEC προσφέρει ένα αξιόπιστο μέσο μέτρησης της κατανάλωσης ρεύματος και των χαρακτηριστικών αυτής.

Χαρακτηριστικά

- Προφίλ φορτίου
- Χρέωσης για την ώρα της χρήσης
- Προπληρωμή και ζήτηση
- Ανάλυση ποιότητας
- Τηλεκατευθυνόμενη αποσύνδεση / επανασύνδεση
- Πλήρη οθόνη
- Αμφίδρομη επικοινωνία.

- Όλα τα συμβάντα καταγράφονται ακόμη και σε διακοπή.
- Ανθεκτικός σε υψηλά DC ρεύματα
- Προαιρετική σειριακή θύρα πολλών χρήσεων
- Λειτουργία ως αναμεταδότης
- Διατίθεται σε μοντέλο 63 A max και 100 A max

Προδιαγραφές

- ✓ Class 1 πιστοποιημένη με το πρότυπο IEC 62053-21, Κλάση B πιστοποιημένη με το πρότυπο EN 50470-3 (MID)
- ✓ Class 2 πιστοποιημένα με το πρότυπο IEC 62053-23
- ✓ Θερμοκρασία λειτουργίας: -40 έως +70 ° C
- ✓ Τάση: 220 V – 240V , εύρος -20% έως +15%
- ✓ Συχνότητα: 50Hz +/-5%
- ✓ CNX 2000: Συμβατότητα με ZigBee Smart Energy 1,0
- ✓ CNX 3000: γραμμή επικοινωνίας για CENELEC φάσμα C-band, συμβατό τόσο με το προφίλ του ZigBee Smart Energy και τα ανοιχτά LonWorks ® πρότυπο δικτύωσης

ANSI Smart Meters



Εικόνα 5.4

Σχεδιασμένο για τους οικιακούς καταναλωτές ενέργειας, το ANSI Smart Meter μας παρέχει ένα ολοκληρωμένο χαρτοφυλάκιο λειτουργιών αναφορικά με την κατανάλωση

καθώς και την δυνατότητα γνώσης ποιος μετασχηματιστής μπορεί να υποστηρίξει το φορτίο.[11]

Χαρακτηριστικά

- Προφίλ κατανάλωσης
- Ποιότητα ενέργειας
- ΟΧρόνος χρήσης
- Προπληρωμή
- Απομακρυσμένη
- Σύνδεση/αποσύνδεση
- Ανίχνευση και σταθεροποίηση υψηλής ή χαμηλής τάσης
- Όλα τα συμβάντα καταγράφονται ακόμη και σε διακοπή.
- Ανθεκτικός σε υψηλά DC ρεύματα
- Υποστήριξη τοπικού δικτύου μέσω εξωτερικής θύρας
- Λειτουργία ως αναμεταδότης

Προδιαγραφές

- ✓ Ακρίβεια:ANSI C class 12.20.0.5
- ✓ Θερμοκρασία λειτουργίας:-40 C έως +85 C
- ✓ Υγρασία <95%RH
- ✓ Χρονοδιάγραμμα: με ακρίβεια +/-0,5 sec ανά ημέρα
- ✓ Ονομαστική τάση: 120 VAC -20% έως +15% και 240 VAC -20% έως +15%
- ✓ Συχνότητα λειτουργίας: 60 Hz +/- 5% και 50 Hz +/- 5%

5.3 Συσκευές Schneider

Η Schneider αποτελεί μια μεγάλη εταιρία στον χώρο των αυτοματισμών της διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρία αυτή διαθέτει τον μετρητή PowerLogic ION 8650.

PowerLogic Ion 8650



Εικόνα 5.5

Η PowerLogic ION8650 είναι το πιο αξιόπιστο, ευέλικτο όλα-σε-ένα μέτρο εσόδων με προηγμένες δυνατότητες ανάλυσης της ποιότητας της ισχύος στην αγορά σήμερα. Με διπλάσια ακρίβεια από τους κορυφαίους ANSI C12.20 Class 0.2 & IEC 62053-22 σε ένα μεγάλο εύρος μετρήσεων (0.01 A έως 20 A) το PowerLogic ION 8650 εγγυάται την πιο αξιόπιστη τιμολόγηση για εφαρμογές μέτρησης.[12]

Χαρακτηριστικά

- Διαθέτει την διπλάσια ακρίβεια από ANSI C12.20 Class 0.2 & IEC 62053-22
- Έχει πλήρη συμβατότητα με το πρότυπο IEC 61000-430 Class 2
- Πλήρη υποστήριξη του πρωτοκόλλου για την ενσωμάτωση με συστήματα αυτοματισμού σε υποσταθμό IEC 61850
- Πλήρης υποστήριξη EN50160

- ☑ IEC 60255-24:2001 υποστήριξη μεταφοράς δεδομένων
- 128 MB ενσωματωμένη μνήμη
- Αυξημένη ασφάλεια για να συνδεθείτε προσβάσεις των χρηστών
- Απλοποιημένη σειρά για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην μορφή 9S, 36S, 29S
- Απόλυτη συμβατότητα με τον μετρητή ION 8650

5.4 Συσκευές Landis + Gyr

Η Landis + Gyr είναι μια εταιρία παροχής ολοκληρωμένων λύσεων διαχείρισης ενέργειας. Οι μετρητές και οι λύσεις της, δίνουν τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις και καταναλωτές να βελτιώσουν την αποδοτικότητα και να μειώσουν το κόστος ενέργειας καθώς και να συνεισφέρουν στην αέναη χρήση των ενεργειακών πόρων. Η εταιρία αυτή εκτείνει την συνεργασία της με την Intelen εταιρία που έχει εγκαταστήσει αυτή την στιγμή μετρητές σε πάνω από 25 σχολεία στην Ελλάδα.[13]

Landis + Gyr E100 single phase smart meter



Εικόνα 5.6

Πρόκειται για ένα μετρητή οικιακής και μικρής βιομηχανικής χρήσης που μετράει τις kWh σε σταθερό ρυθμό με ρεύμα λειτουργίας έως 100 A. Αυτός ο μετρητής έχει μικρό μέγεθος και είναι φτιαγμένος στα Βρετανικά πρότυπα. Η συμπαγής κατασκευή του

εγγυάται την μακροχρόνια καλή λειτουργία του. Διαθέτει οθόνη LED για την αναγραφή των ενδείξεων και έχει εγγύηση καλής λειτουργίας 20 χρόνων.

Landis + Gyr E230 poly phase smart meter



Εικόνα 5.7

Ο μετρητής Landis+Gyr E230 είναι μια συσκευή μετρητή πολλών φάσεων και είναι σχεδιασμένος με βάση τα Βρετανικά πρότυπα. Ο μετρητής είναι σχεδιασμένος να λειτουργεί σε ρεύμα έως 100 A σε δίκτυο 3 φάσεων, 4 αγωγών. Σχεδιασμένος για οικιακή και ελαφρά βιομηχανική χρήση. Η λειτουργικότητά του επιτρέπει την μέτρηση σε μονή ή πολλαπλή διατίμηση.

Landis + Gyr E350



Εικόνα 5.8

Ο Landis + Gyr E350 ανήκει στην τελευταία γενιά ευέλικτων μετρητών. Αυτός ο μετρητής έχει ευέλικτη έξυπνη επικοινωνία λόγω των ανταλλάξιμων μονάδων επικοινωνίας, επιτρέποντας έτσι να αναβαθμισθεί για μελλοντικές επικοινωνιακές ανάγκες. Ο Landis & Gyr E350 προσφέρει την μέγιστη δυνατή διευκόλυνση για μελλοντικές αλλαγές λόγω αναγκών της αγοράς. Με αυτό τον τρόπο προστατεύεται η επένδυση του πελάτη.

Landis + Gyr E450



Εικόνα 5.9

Ο Landis + Gyr E450 είναι ένας κομψά σχεδιασμένος μετρητής και διατίθεται σε μονοφασική και τριφασική έκδοση, που υποστηρίζονται από το σύστημα Gridstream AIM Landis + Gyr. Προσφέρει εξαιρετικά ευέλικτη μέτρηση της κατανάλωσης, διαχείριση του φορτίου, εξ'αποστάσεως επικοινωνία και προσωπική διαχείριση της ενέργειας. Το E450 σχεδιάστηκε με βάση τα διαλειτουργικά πρότυπα με σκοπό να παρέχει στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας την μέγιστη ευελιξία και λειτουργικότητα των υποδομών της. Ένα βασικό χαρακτηριστικό του έξυπνου μετρητή είναι ικανότητα για έλεγχο των πρωτογενών φορτίων οικιακής χρήσης για σκοπούς διαχείρισης της ζήτησης, αυτό καθίσταται δυνατό ακόμα και σε περιπτώσεις που ο μετρητής είναι εγκατεστημένος έξω απ' τη οικία.

Landis + Gyr E550



Εικόνα 5.10

Ο E550 είναι σχεδιασμένος για υψηλής ποιότητας δικτύου εφαρμογές προσφέροντας υψηλή προστασία από δολιοφθορές και υποκλοπές από μη εξουσιοδοτημένα πρόσωπα. Είναι ικανός να εντοπίσει ισχυρά μαγνητικά πεδία και να καταγράψει το συμβάν, αλλά επίσης διαφοροποιεί τον εντοπισμό υποκλοπών, ποιότητας

ενέργειας από άλλα γεγονότα. Η υπό-τερματική του επικοινωνιακή ικανότητα τον κάνει ιδιαίτερα ελκυστικό πακέτο για απλές ή βιομηχανικές χρήσεις.

Landis + Gyr E 650



Εικόνα 5.11

Ο μετρητής E650 προσφέρει μια αναπτυγμένη τεχνολογία για απαιτητικές βιομηχανικές χρήσεις. Με περιεκτικές μετρικές ικανότητες και αρκετές επιλογές μνήμης,

ο E650 είναι ένας από τους πρωτοπόρους μετρητές για μεσαίου και μεγάλου μεγέθους βιομηχανικές εφαρμογές προσφέροντας ασφάλεια και ακρίβεια. Η μεταβλητότητα στις θύρες επικοινωνίας αποτελεί το βασικό του χαρακτηριστικό. Προσφέρει σπονδυλωτής κατασκευής, υψηλή λειτουργικότητα και είναι το απόλυτο δομικό στοιχείο για βιομηχανική και εμπορική υποδομή.

Landis +Gyr E850



Εικόνα 5.12

Σχεδιασμένος για λειτουργία σε εργοστάσια ηλεκτροδότησης, δίκτυα μετασχηματισμού και υποσταθμούς ο E850 προσφέρει ακριβείς τιμές για όλες τις εφαρμογές τιμολόγησης και αναλυτικά δεδομένα για την λειτουργία του δικτύου. Με το εξαιρετικά γρήγορο σύστημα μέτρησης, την υψηλής ακρίβειας μετρήσεις και την εξαιρετική λειτουργική του ασφάλεια, είναι η ιδανική συσκευή για μεγάλο εύρος εφαρμογών στο δίκτυο. Διατίθεται τόσο στην Class 0.2S όσο και στην Class 0.5S.

5.5 Συσκευές της Itron/Actaris

Η Itron είναι μια παγκοσμίου φήμης εταιρία η οποία δίνει ολοκληρωμένες λύσεις στη μέτρηση ηλεκτρισμού και νερού.[14]

ACE4000 PLC

Ο ACE 4000 είναι ένα βασικό κομμάτι της ανεπτυγμένης τεχνολογίας μέτρησης. Πρόκειται για μια συσκευή που συλλέγει, επεξεργάζεται και μεταδίδει σημαντικά στοιχεία της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος. Με διπλού δρόμου επικοινωνία ο ACE 4000 επιτρέπει την απομακρυσμένη λειτουργία.



Εικόνα 5.13

Χαρακτηριστικά

- PLC SFSK PLAN υψηλό επίπεδο ασφάλειας (LLS ή HLS)
- Ένδειξη χρόνου χρήσης
- Αντιμετώπιση παραβίασης από τρίτους
- Δυνατότητα διαχείρισης πολλών κατοικιών

- Ευέλικτες ρυθμίσεις
- Διατίθεται σε μονοφασικό και τριφασικό

ACE SL 7000



Εικόνα 5.14

Ο ACE SI 7000 είναι ένας αξιόπιστος μετρητής φτιαγμένος για απλή, βιομηχανική ή και εφαρμογές υποσταθμού. Ο καινοτόμος σχεδιασμός του μας διαβεβαιώνει ότι θα συνεχίζει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της αγοράς. Ο ACE SL7000 μας προσφέρει διάφορους τύπους μετρήσεων στοιχείων που επιτρέπει πολλαπλή καταγραφή του προφίλ φορτίου για τις κλασικές εφαρμογές χρέωσης. Αυτά τα δεδομένα εξασφαλίζουν επίσης την παρακολούθηση της ποιότητας της τάσης και την ασφάλεια του δικτύου.

Η ACE SL7000 είναι συμβατό με τα διάφορα μέσα επικοινωνίας (PSTN, GPRS, IP ...) για να διασφαλιστεί η προσαρμοστικότητα με τις υπάρχουσες υποδομές και κατά συνέπεια να μειώσει το κόστος συλλογής των δεδομένων.

Χαρακτηριστικά

- Τάση: 3x57.7/100V έως 3x277/480V
- 1 - 10 A (CT), 5 έως 120 A (DC)
- Τύποι δικτύου: 3 ή 4-wire διαμόρφωση μέτρων
- DC: Κατηγορία 1 CT: Κατηγορία 0.5s και 0.2s άεργου ενέργειας: 0,5 ακρίβεια

- Συχνότητα: 50 ή 60 Hz
- 32 μητρώα ενέργειας και 24 μητρώα ζήτησης
- Πολύριθμες διεπαφές εισόδου-εξόδου, RS 232 και / ή RS 485 διασυνδέσεις

Κεφάλαιο 6

6.1 Επίλογος

Οι έξυπνοι μετρητές είδαμε ότι είναι συσκευές που μας παρέχουν πληροφορίες αναφορικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, νερού ή γκαζιού. Μέσω αυτών των δυνατοτήτων ο καταναλωτής μπορεί να αλλάξει τα καταναλωτικά του συνήθεια με σκοπό ένα πιο πράσινο περιβάλλον και μείωση του λογαριασμού του και οι εταιρίες δικτύου να μειώσει το κόστος και να επενδύσει καλύτερα στην ανάπτυξη του δικτύου.

Μέσω του έξυπνου δικτύου είναι πλέον δυνατή η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διάφορων βαθμίδων της κατανάλωσης. Η αποθήκευση και η επεξεργασία δεδομένων είναι απλούστερη, η απομακρυσμένη διαχείριση μπορεί να μας λύσει τα χέρια σε λειτουργίες όπως η αλλαγή προμηθευτών κ.α.

Οι εταιρίες του δικτύου θα μπορούν να διαχειρίζονται πλέον καλύτερα τις ενεργειακές διακυμάνσεις, οι βλάβες θα εντοπίζονται και θα αποκαθίστανται γρηγορότερα, κάνοντας έτσι τον πελάτη πιο ευχαριστημένο.

Είναι σαφές ότι πλέον τρέχουμε σε μια εποχή ραγδαίων ενεργειακών εξελίξεων. Με πάρα πολλά πιλοτικά προγράμματα ανά την Ευρώπη να τρέχουν, γίνεται σαφές ότι οι έξυπνοι μετρητές θα είναι το επόμενο σύστημα μέτρησης της ενέργειας. Με τις επενδύσεις ανά κράτος της Ε.Ε. να φθάνουν από τα 10 έως και 20 δις ευρώ σε βάθος δεκαετίας καταλαβαίνουμε πόσο σημαντικές είναι οι επενδύσεις που θα γίνουν στο έξυπνα συστήματα.

Identified Key Players In Smart Meter Market	Distribution System Operator	Better Grid Load Management			Higher Grid Stability Due To Predictions			Save Expenses For Grid Expansions			
	End User	Service Quality Increase	Lower Electricity Expenses	Time Or Load Variable Tariffs	Transpar. Electricity Bill	Visualiz. And Control	Improv. In Energy Efficiency	Load Shift Out Of Peak Times	Value-added Services	High Installation Costs	Reduced Economic Lifetime Of Meter
	Electricity Retailer	Simplified Meter Reading	Possibility To Offer Special Tariffs	Improv. In Customer Retention	Competit. Advantage	Cheaper Procurement	Fewer Billing Errors	Reduction Of Non-technical Grid Losses	Additional Costs, If Involved In Installation	Risk For Dominant Players (Transp.)	Billing Accord. To Stand. Load Profiles
	MeteringPoint Operator	Income Due To Fees For Metering Service		Cost Reduction For Meter Reading		Handling Of Immense Data Volumes		In Transition Period: Two Different Meter Reading Systems In Parallel Necessary			
	New Market Entrants	New Business Models		Special Offers From Niche Players		Enabling Of Value-Added Services		Bundling And Coordination Of Power Consumers			
	Tele-communications Companies	Opportunities, If Involved In Data Transfer	New Market Similar To An Existing One	New Fields Of Applications In B2B And B2C Area	Opportunities Due To Cooperation With Utilities	Operation Of Huge Data Centers	Possibility To Enter The Electricity Trading Market	Risk Due To New Communication Access Point			
	Utilities (Private/Public)	Reduction Of Overcapacities				Price Transparency Threatens To Lose Market-Dominant Position					

White boxes: private benefits; grey boxes: private costs

Εικόνα 6.1

Εικάζεται ότι η εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών ανά την Ευρώπη θα επιφέρει ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και σε άλλους τομείς όπως:

- Έξυπνα δίκτυα
- Έξυπνα σπίτια
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Επίσης θα παρατηρηθούν μεγάλες αλλαγές στις υποδομές δικτύων, τις παραγωγικές μονάδες ηλεκτρισμού καθώς και αναδιάρθρωση του ενεργειακού χάρτη ανά χώρα.

Η στροφή προς τις έξυπνες τεχνολογίες θα είναι μια κίνηση η οποία θα επισύρει την ανάπτυξη και σε άλλους τομείς όπως οι επικοινωνίες, τα σπίτια, η βιομηχανία. Το συμπέρασμα όλων αυτών είναι ότι η Ευρώπη και η Υφήλιος βρίσκονται σε τεχνολογικό μεταίχμιο που θα μας συμπαράσχει σε σημαντικές εξελίξεις.

Growing Market for Smart Grid Technology



Source: Company data, FERC, EPRI, Brattle Group, IEA, Morgan Stanley Research.

E = Morgan Stanley Research estimates

CAGR= Compounded Annual Growth Rate

Εικόνα 6.2

Βιβλιογραφία

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter
2. Smart metering in Europe, Jorge Vasconcelos
3. Εγχειρίδιο Μετρητών & Μετρήσεων. Έκδοση 5.2
4. Technology Trends for SmartHouse/SmartGrid,
5. Mobile Energy Resources in Grids of Electricity, S.Bending, M.Ferdowski , S.Cannon, K. Strunz
6. Survey of regulatory and technological developments concerning smart metering in the European Union electricity market, Jorge Vasconcelos
7. 3^ο πακέτο ενέργειας E.E.
8. www.econews.gr
9. www.dei.gr
10. www.Echelon.com
11. http://www.ge-energy.com/products_and_services/products/metering_smart_meters/ansi_smart_meters.jsp
12. <http://www.schneider-electric.com/sites/corporate/en/products-services/product-launch/powerlogic/powerlogic-ion8650.page>
13. <http://www.landisgyr.com>
14. <https://www.itron.com/Pages/default.aspx>