Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Μηχανολογίας

Πτυχιακή Εργασία

Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα και μελέτη περίπτωσης / προσομοίωσης της ωριαίας ανάλυσης καταναλώσεων και τιμών ενέργειας σε τρίχωρο διαμέρισμα

Βραχνάκης Γεώργιος

Α.Μ. 4075

Επιβλέπων : Σακκάς Νικόλαος

Καθηγητής ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

Ημερομηνία : 27 Σεπτεμβρίου 2012

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μια προσπάθεια για την περιγραφή του έξυπνου ηλεκτρικού δικτύου (smart grid), ενός νέου μοντέλου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο θα μας δώσει πολλές λύσεις αντικαθιστώντας το σημερινό απαρχαιωμένο ηλεκτρικό δίκτυο. Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από δύο μέρη.

Το πρώτο μέρος είναι το θεωρητικό κομμάτι της εργασίας το οποίο εκτός από την περιγραφή του έξυπνου δικτύου, παρουσιάζει το έξυπνο σπίτι, καθώς και τα οφέλη της τεχνολογίας σε αυτά. Επίσης γίνεται περιγραφή της δυναμικής τιμολόγησης (dynamic pricing) ενός ειδικού τύπου τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος συνδέει άμεσα την τιμή της, μεταξύ λιανικής και χονδρικής αγοράς, δίνοντας την δυνατότητα στον καταναλωτή να ρυθμίζει το φορτίο του, και να έχει τον απόλυτο έλεγχο του κόστους που πληρώνει για την ηλεκτρική ενέργεια. Έπειτα περιγράφεται ο έξυπνος μετρητής (smart meter), ο οποίος θα αντικαταστήσει τα παραδοσιακά ρολόγια της ΔΕΗ και θα αποστέλλει αυτόματα τα στοιχεία της κατανάλωσης του κατόχου σε έναν κεντρικό υπολογιστή της ΔΕΗ, που θα τα συλλέγει και θα τα επεξεργάζεται. Έτσι ο πελάτης θα μπορεί ανά πάσα στιγμή κοιτάζοντας στην οθόνη του έξυπνου μετρητή να γνωρίζει – και άρα να ελέγχει – τι καταναλώνει.

Τέλος, το δεύτερο και πιο βασικό μέρος της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η προσομοίωση της ωριαίας ανάλυσης καταναλώσεων και τιμών ενέργειας σε διαμέρισμα πρώτου ορόφου. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αυτών παρουσιάζονται και αναλύονται για την αξιολόγηση της χρήσης τους και της σπουδαιότητάς τους σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Περιεχόμενα

Ευρετήριο εικόνων **6**

Εισαγωγή ..... **….8**

1. Έξυπνα Δίκτυα (Smart Grids) **9**

1.1 Εισαγωγή 9

1.2 Περιγραφή 11

1.3 Μετάβαση στα Έξυπνα Δίκτυα 13

1.4 Κανονιστικά κίνητρα για την αξιοποίηση Έξυπνων ΗλεκτρικώνΔικτύων 14

1.5 Εγκαθιστώντας τα Έξυπνα Δίκτυα ενέργειας 15

1.6 Βασικές μονάδες Έξυπνων Δικτύων 17

1.7 Οφέλη από το Έξυπνο Δίκτυο 20

1.8 Τα Έξυπνα Δίκτυα ανά τον κόσμο – Συμπεράσματα 22

2. Έξυπνο Σπίτι (Smart Home) **24**

2.1 Περιγραφή 24

2.2 Η σημερινή κατάσταση 27

2.3 Τα οφέλη της Τεχνολογίας 28

2.4 Ο λόγος στις Τεχνολογίες 29

2.5 Το Πρωτόκολλο X-10 30

2.6 Η νέα γενιά 31

3. Έξυπνοι Μετρητές (Smart Meters) **33**

3.1 Εισαγωγή 33

3.2 Περιγραφή 34

3.3 Ο Έξυπνος Μετρητής (Smart Meter) ως τοίχος προστασίας (firewall) .....

μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού κόσμου. 37

3.4 Οικιακή χρήση Έξυπνων Μετρητών 38

3.5 Οφέλη από την χρήση Έξυπνων Μετρητών 40

4. Δυναμική Τιμολόγηση (Dynamic Pricing) **43**

4.1 Τι είναι η Δυναμική Τιμολόγηση 43

4.2 Η ηθική της Δυναμικής Τιμολόγησης 43

4.3 Μεταβλητότητα της τιμής 46

4.4 Καταναλωτική συμπεριφορά 47

4.5 Οι δυο κύριοι παράγοντες της τιμής 48

4.6 Εναλλακτικά προγράμματα τιμολόγησης 49

4.7 Εφαρμογές προγραμμάτων Δυναμικής Τιμολόγησης 51
4.8 Η διαχείριση της ζήτησης 55
5. Νομοθεσία 56
5.1 Εισαγωγή 56
5.2 Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο 56
5.3 Το 3^{ο} Ευρωπαϊκό πακέτο 57
5.4 Ευρωπαϊκός οργανισμός τυποποίησης 59
6. Πειραματικό μέρος 61
6.1 Εισαγωγή 61
6.2 Δεδομένα 61
6.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης 65
6.4 Συμπεράσματα 66
Ηλεκτρονικές πηγές 67

Ευρετήριο εικόνων

Εικόνα 1.1 Διάγραμμα έξυπνου δικτύου 10
Εικόνα 1.2 Παρελθόν – Μέλλον Δικτύων Ενέργειας (Smart Grid) 12
Εικόνα 1.3 Παρελθόν – Μέλλον Δικτύων Ενέργειας (Smart Grid) 13
Εικόνα 1.4 Απλή Σύνδεση και Ενσωμάτωση 14
Εικόνα 1.5 Έξυπνα Ηλεκτρικά Δίκτυα για Μεγάλη Διείσδυση των ΑΠΕ 17
Εικόνα 1.6 Συνδυασμός Έξυπνου Δικτύου με ΑΠΕ 17
Εικόνα 1.7 Σχηματοποίηση έξυπνου δικτύου 18
Εικόνα 1.8 Οικία με εσωτερικό δίκτυο HAN, αυτόματο μετρητή και εφαρμογές του έξυπνου δικτύου 21
Εικόνα 1.9 Έξυπνο Σπίτι (Smart Home) 22
Εικόνα 2.1 Το Έξυπνο Σπίτι (Smart Home) 24
Εικόνα 2.2 Διάφορες εφαρμογές στο Έξυπνο Σπίτι 26
Εικόνα 2.3 Απαιτήσεις εφαρμογών της έξυπνης κουζίνας και του έξυπνου σπιτιού σε εύρος ζώνης 27
Εικόνα 2.4 Το Πρωτόκολλο HomePlug 1.0 29
Εικόνα 2.5 Η λύση SmartHouse της Dupline 32
Εικόνα 3.1 Έξυπνος Μετρητής (Smart Meter) 35
Εικόνα 3.2 Πραγματικός έξυπνος μετρητής, της εταιρείας EVB Energie AG 35
Εικόνα 3.3 Απεικόνιση AMR-Αυτοματοποιημένη Διαδικασία Μέτρησης 36
Εικόνα 3.4 Τιμές/Κατανάλωση/Κόστος 36
Εικόνα 3.5 Έξυπνοι μετρητές και μηχανικοί-τεχνικοί υπηρεσίας 37
Εικόνα 3.6 Δίκτυο έξυπνων οικιακών συσκευών 39
Εικόνα 3.7 Έξυπνοι μετρητές παγκοσμίως 40
Εικόνα 4.1 Διάγραμμα ωριαίων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για το σύστημα που διαχειρίζεται η PJM 46
Εικόνα 4.2 Σχηματική απεικόνιση του χάσματος μεταξύ της χονδρικής και λιανικής αγοράς 47
Εικόνα 4.3 Η επίδραση της ζήτησης, η οποία καθορίζεται με βάση τις τιμές της χονδρικής αγοράς, ως ποσοστό της ελαστικότητας της τιμής αυτής 49
Εικόνα 4.4 Απόκριση των καταναλωτών στο dynamic pricing πρόγραμμα της Georgia Power 52
Εικόνα 4.5 Απόκριση των καταναλωτών στο dynamic pricing πρόγραμμα της Duke Power 54
Εικόνα 6.1 Περιβάλλον προγράμματος προσομοιωτή ενέργειας 63
Εικόνα 6.2 Δημιουργία προφίλ χρήσης 64

Εικόνα 6.3 Καταχώρηση τιμών ζώνης στον προσομοιωτή με βάση την πραγματική κατανάλωση ενέργειας του διαμερίσματος 65

Εισαγωγή

Η αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας, η αναμενόμενη εξάντληση των ορυκτών καυσίμων, η τεράστια διακύμανση των τιμών πετρελαίου, η ανάγκη για αειφόρο ανάπτυξη και προστασία του περιβάλλοντος μας ωθούν στην αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

Παρ' όλα αυτά, η αυξανόμενη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο υπάρχων ηλεκτρικό δίκτυο σε συνδυασμό με την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς μπορούν να προκαλέσουν αβεβαιότητα στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, το δίκτυο επιβαρύνεται περαιτέρω, λόγω του ότι η ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παράγεται σε γεωγραφικά απομακρυσμένες περιοχές.

Όλοι οι παραπάνω λόγοι οδηγούν αναπόφευκτα σε μεταμόρφωση του υπάρχοντος δικτύου. Από ένα δίκτυο όπου η παραγωγή είναι συγκεντρωμένη, όπου η ισχύς ρέει προς μία κατεύθυνση και οι διαχειριστικές αρχές ελέγχουν το δίκτυο σε ένα «έξυπνο» δίκτυο, όπου η παραγωγή ενέργειας είναι διανεμημένη, όπου η ισχύς ρέει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και οι αρχές ή εταιρείες διαχείρισης δεν έχουν τον έλεγχο του δικτύου.

Αυτός ο τύπος δικτύου φαίνεται απρόβλεπτος. Όμως, η προσομοίωση ενός έξυπνου δικτύου ή ακόμη καλύτερα η πειραματική έρευνα πιλοτικών εγκαταστάσεων έξυπνων μικροδικτύων θα μπορούσαν να διευκολύνουν τη σταδιακή μετάβαση από το παραδοσιακό στο έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο.

1. Έξυπνα Δίκτυα (Smart Grids)

1.1 Εισαγωγή

Στο σημερινό «ανόητο» ηλεκτρικό δίκτυο, η επικοινωνία είναι μονόπλευρη – μόνο από τους καταναλωτές προς τις επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας – και προσπαθεί να προσαρμοστεί στις αλλαγές της ζήτησης μέσω της ρύθμισης της παραγωγής προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Όταν οι ηλεκτροπαραγωγικές επιχειρήσεις δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες, τότε μπορεί να προκύψουν προβλήματα στο σύστημα όπως διακοπές στην ηλεκτροδότηση.

Ο Kurt Yeager, πρώην πρόεδρος του Ερευνητικού Ινστιτούτου Ηλεκτρικής Ενέργειας (Electric Power Research Institute), που εδρεύει στις ΗΠΑ, συγκρίνει το σημερινό ηλεκτρικό δίκτυο, που ελέγχεται με ηλεκτρομηχανικά μέσα, με μια «σιδηροδρομική γραμμή, όπου απαιτούνται 10 ημέρες για να ανοίξει ή να κλείσει ο διακόπτης αλλαγής σιδηροτροχιάς των τραίνων».

Όμως στην ψηφιακή εποχή που ζούμε, όπου έχει αυξηθεί η ζήτηση ηλεκτρισμού και ιδιαιτέρως αξιόπιστων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, επιτρέπεται σήμερα η μετάβαση σε ένα ταχύτερο, πιο έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο, που θα μπορεί να παρέχει καλύτερη ποιότητα ρεύματος με επικοινωνία διπλής κατεύθυνσης, που θα εξισορροπεί την προσφορά και τη ζήτηση σε πραγματικό χρόνο, εξομαλύνοντας τις αιχμές της ζήτησης, και που θα καθιστά τους πελάτες ενεργούς συμμέτοχους στην παραγωγή και την κατανάλωση ηλεκτρισμού.

Το έξυπνο δίκτυο επιτρέπει την αποδοτικότερη χρήση της υπάρχουσας εγκατεστημένης ισχύος και της υποδομής μεταφοράς και διανομής ενέργειας, με μείωση των απωλειών στις ηλεκτρικές γραμμές μέσω της χρήσης τοπικής, αποκεντρωμένης ηλεκτροπαραγωγής σε μεγαλύτερο βαθμό. Καθώς αυξάνεται το μερίδιο παραγωγής από ποικίλες ανανεώσιμες πηγές, ένα έξυπνο δίκτυο μπορεί να χειριστεί καλύτερα τις αυξομειώσεις του ρεύματος όταν ο άνεμος καταλαγιάζει ή τα σύννεφα κρύβουν τον ήλιο. Θα επιτρέψει επίσης στα ηλεκτρικά οχήματα να αποθηκεύουν ρεύμα για τις μετακινήσεις τους ή να το πωλούν πίσω στο δίκτυο όταν αυτό απαιτείται.

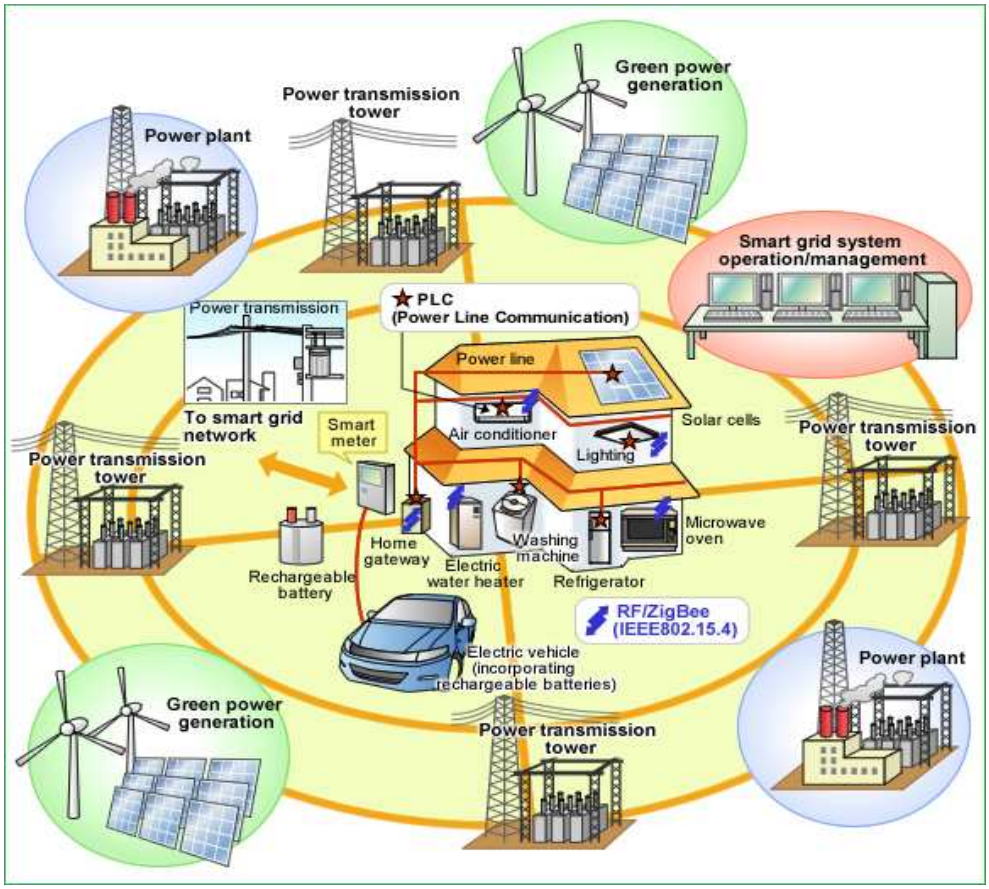
Οι έξυπνες τεχνολογίες –συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων μετρητών, των αυτόματων συστημάτων ελέγχου και των ψηφιακών αισθητήρων– θα δείχνουν στους καταναλωτές την τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο και θα τους επιτρέπουν να εξοικονομούν χρήματα και ενέργεια κλείνοντας ηλεκτρικές συσκευές, συστήματα θέρμανσης και ψύξης ολόκληρων κτιρίων, ή βιομηχανικά φορτία σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές ή όταν η τιμή του ρεύματος ξεπερνά ένα προκαθορισμένο ποσό ή όταν υπάρχει πτώση παραγωγής στις μεγάλες αιολικές μονάδες.

Μπορούν να βοηθήσουν στη μεταφορά φορτίων σε περιόδους χαμηλής ζήτησης, όταν οι απώλειες των ηλεκτρικών γραμμών είναι μικρότερες και δεν λειτουργούν τα περισσότερο ρυπογόνα και λιγότερο αποδοτικά εργοστάσια. Επίσης, επιτρέπουν στους ελεγκτές του δικτύου να προβλέπουν και να αντιμετωπίζουν άμεσα τα προβλήματα στο δίκτυο. Πιλοτικά προγράμματα έχουν αποδείξει σημαντική εξοικονόμηση για τους καταναλωτές και μειώσεις στη ζήτηση.

Η πλήρης ανάπτυξη των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων χρειάζεται ακόμα 10-30 χρόνια, ανάλογα με τις πολιτικές που θα θεσπιστούν. Όμως, πολλές χώρες και περιοχές βρίσκονται ήδη σε καλό δρόμο. Η εταιρεία Pacific Gas and Electric στην Καλιφόρνια, για παράδειγμα, έχει αρχίσει τη διαδικασία εγκατάστασης 9 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών στους πελάτες της, ενώ η Ολλανδία έχει βάλει ως στόχο ένα «βασικό επίπεδο» έξυπνης καταμέτρησης και την αντικατάσταση όλων των 7 εκατομμυρίων οικιακών μετρητών έως το φθινόπωρο του 2012.

Όταν τοποθετηθούν από την αρχή, τα έξυπνα δίκτυα είναι φθηνότερα από τα συμβατικά συστήματα, ενώ βοηθούν στην ηλεκτροδότηση περιοχών της υποσαχάρειας Αφρικής για πρώτη φορά. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) έχει υπολογίσει σε πάνω από 16 τρισεκατομμύρια δολάρια τη συνολική δαπάνη για εργασίες που αφορούν την εγκατάσταση έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων παγκοσμίως την περίοδο 2003-2030.

Τέλος αν εξασφαλιστεί στους καταναλωτές άμεση πρόσβαση στα επακόλουθα οφέλη, ο Kurt Yeager προβλέπει ότι ένα έξυπνο ηλεκτρικό δίκτυο «θα ανοίξει την πόρτα σε επιχειρηματική καινοτομία, που θα μεταμορφώσει την απόδοση, την αξιοπιστία και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους καταναλωτές πέρα από κάθε φαντασία».



Εικόνα 1.1 *Διάγραμμα έξυπνου δικτύου*

1.2 Περιγραφή

Το Έξυπνο Δίκτυο (Smart Grid) είναι μια αναβάθμιση του ηλεκτρικού δικτύου, που χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες επικοινωνιών, αυτοματοποιημένου ελέγχου, αυτοματοποιημένες συσκευές μέτρησης και γενικότερα αξιοποιεί την τεχνολογία της πληροφορίας. Αυτή η ιδέα συνδυάζει βασική υποδομή του ενεργειακού συστήματος, την πληροφορία και τους κανόνες της αγοράς (τιμολογιακή πολιτική) σε μια ολοκληρωμένη διαδικασία με σκοπό την καλύτερη παροχή, έλεγχο και γενικότερα διαχείριση της ενέργειας.

Ένα έξυπνο δίκτυο ή ευφυές δίκτυο επιτρέπει στις συσκευές όλων των επιπέδων να επικοινωνούν με το σύστημα και να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο ώστε να μπορούν να λειτουργούν όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά (συστήματα AMR). Με τη χρήση έξυπνων συσκευών οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να ελέγχουν το φορτίο τους και να εξοικονομούν ενέργεια (πολιτικές DSM). Επιπλέον προηγμένες επικοινωνιακές ικανότητες επιτρέπουν την άμεση ενημέρωση για την τιμολόγηση της ενέργειας, για τα κίνητρα μείωσης ζήτησης και για σήματα άμεσης διακοπής φορτίων (πολιτικές DR).

Επειδή η ζήτηση δεν είναι σταθερή αλλά έχει διακυμάνσεις απαιτούνται οι στρεφόμενες εφεδρείες για να καλύψουν την επιπλέον ζήτηση , όταν χρειαστεί. Αυτός ο τρόπος διαχείρισης έχει υψηλό κόστος, τόσο γιατί το 10% της ενέργειας που είναι διαθέσιμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για το 1% του χρόνο στο οποίο είναι διαθέσιμο, όσο διότι οι διακοπές παροχής ρεύματος και τα σφάλματα είναι ζημιογόνα για τους χρήστες.

Το ευφυές δίκτυο προσφέρει αλληλεπίδραση μεταξύ φορτίου και παραγωγής σε πραγματικό χρόνο, που επιτρέπει τον καλύτερο υπολογισμό του ισοζυγίου και επιτρέπει στους χειριστές να ανιχνεύουν σφάλματα και να βρίσκουν ταχύτατα εναλλακτική διαδρομή για τη ροή της ενέργειας παρακάμπτοντας το σφάλμα, έτσι αυξάνεται η αξιοπιστία. Επίσης αλλάζοντας ο μηχανισμός κοστολόγησης (υψηλές τιμές ενέργειας τις ώρες αιχμής και χαμηλότερες τις υπόλοιπες ώρες) γίνεται μετατόπιση φορτίων και μειώνονται οι ανάγκες για εφεδρεία. Θα μπορούσε μάλιστα σε ένα τέτοιο σύστημα η τιμή να μεταβάλλεται συνεχώς ανάλογα με τη ζήτηση.

Ενθαρρύνεται επίσης και η χρήση "πράσινης ενέργειας" που μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε ένα τέτοιο σύστημα καθώς κάθε καταναλωτής μπορεί να γίνει και παραγωγός χρησιμοποιώντας τεχνολογίες ΑΠΕ (φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, μικρά υδροηλεκτρικά, κυψέλες υδρογόνου, συμπαραγωγή) και να προσφέρει την περίσσεια ενέργεια στο δίκτυο ή απλά να καλύπτει μέρος της ζήτησης του. Χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο μετρητή ο πελάτης μπορεί άμεσα να γνωρίζει τη ισχύ απορροφά ή προσφέρει στο δίκτυο.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι το Ευφυές Δίκτυο υποβοηθούμενο από τεχνολογίες Smart metering, Energy Storage και πολιτικών DR/DSM αλλά και on-line υπηρεσιών πληροφορικής (EIS) αποτελεί ένα βέλτιστο σύστημα διαχείρισης της ενέργειας.

Ένα ευφυές δίκτυο δίνει δυνατότητες :

- Ευφυής" συνύπαρξης της κεντρικής και διεσπαρμένης παραγωγής με αποτέλεσμα την μείωση της χρήσης άνθρακα και αποδοτικού χειρισμού της ζήτησης.
- Εμπορία ενέργειας και βελτιστοποίηση κόστους μέσω χρονομεταβλητών τιμολογίων και διαφόρων κινήτρων εξαρτώμενων από το μεταβαλλόμενο φορτίο.
- Ενεργός συμμετοχή του πελάτη με βάση την επικοινωνία σε δύο κατευθύνσεις και μεγάλη ροή πληροφορίας.

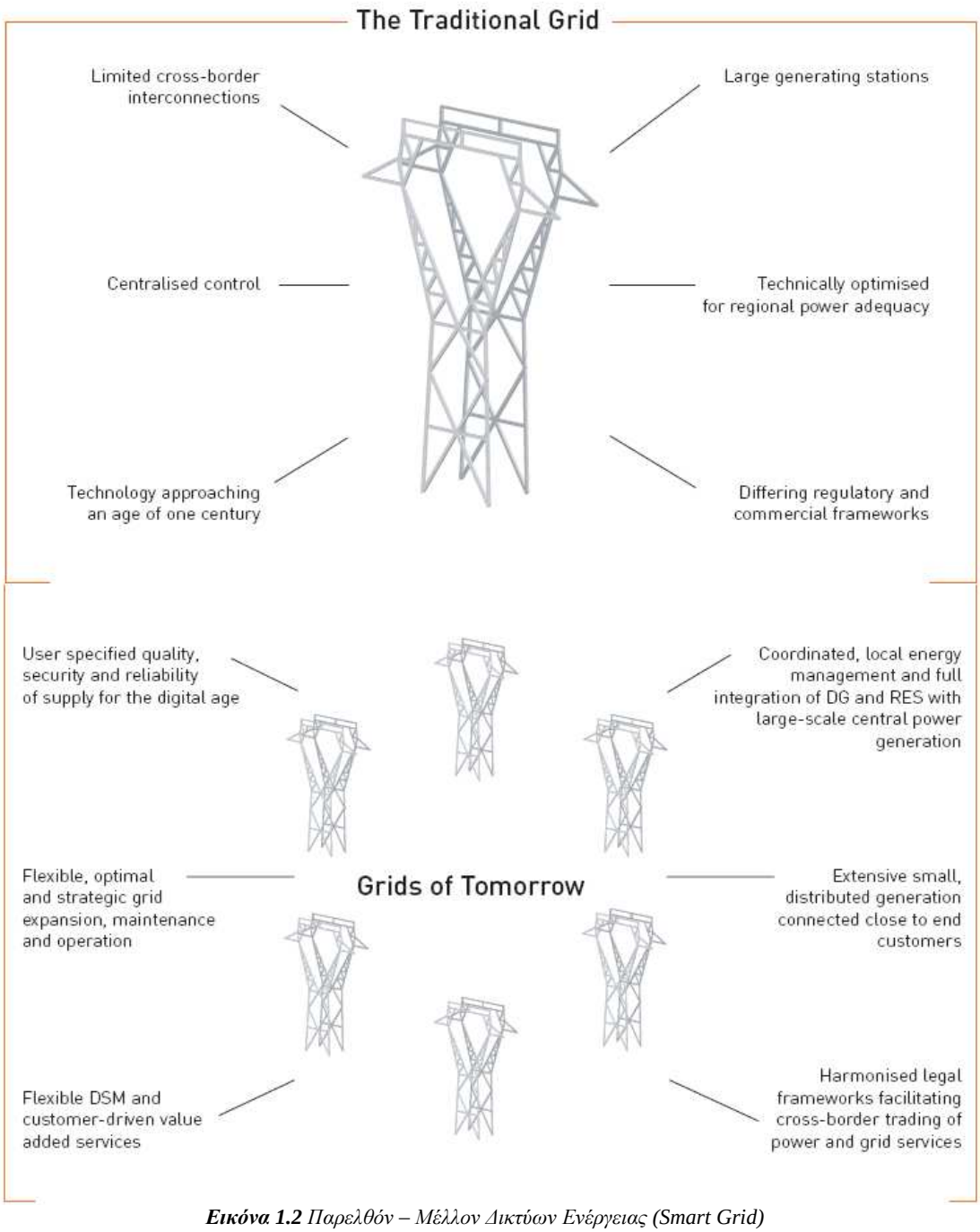
Ένα ευφυές δίκτυο προσφέρει :

- Αυξημένη αξιοπιστία.

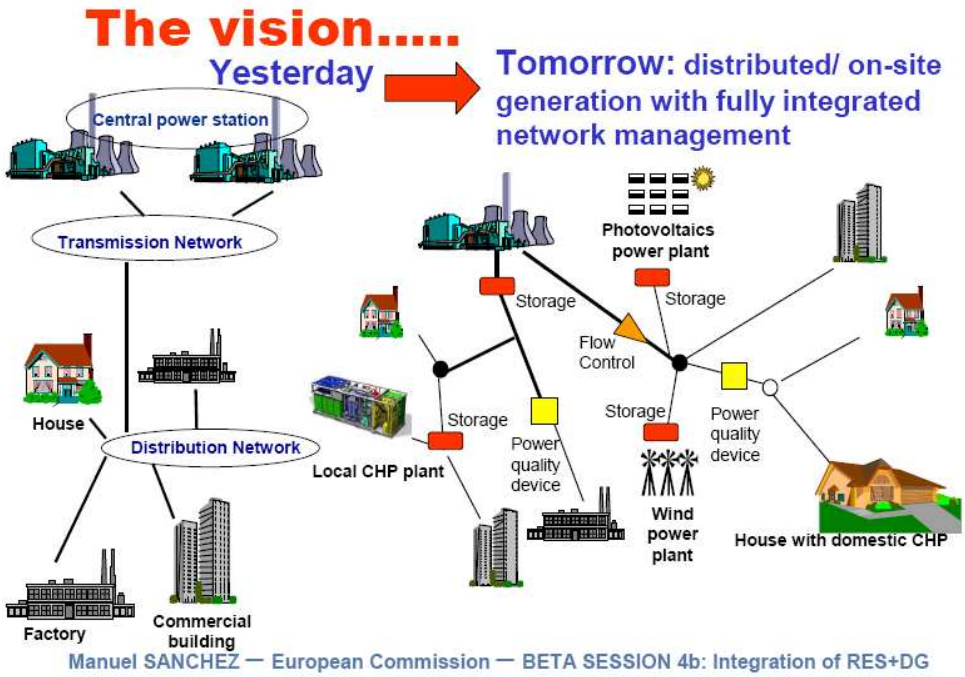
- Αποκεντρωμένη παραγωγή (οικιακοί καταναλωτές που μπορούν να γίνουν και παραγωγοί).
- Ελαστικότητα στη ζήτηση ενέργειας με τη χρήση ΑΠΕ.

- Εξοικονόμηση Ενέργειας – Μείωση Απωλειών.
- Προστασία Περιβάλλοντος.

Η τυπική δομή ενός ευφυούς δικτύου , σε σύγκριση με το παραδοσιακό δίκτυο διανομής ενέργειας και παραγωγής, φαίνεται στις εικόνες 1.2 και 1.3 :



Εικόνα 1.2 *Παρελθόν – Μέλλον Δικτύων Ενέργειας (Smart Grid)*



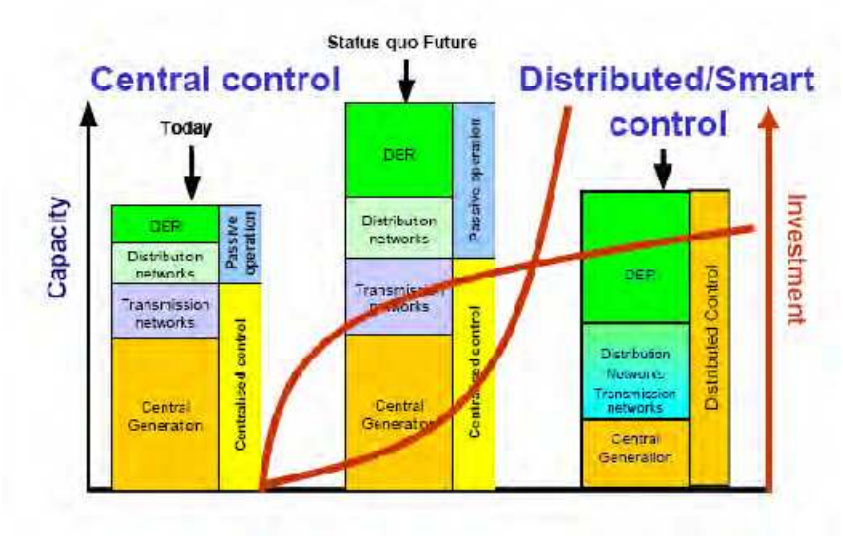
Εικόνα 1.3 *Παρελθόν – Μέλλον Δικτύων Ενέργειας (Smart Grid)*

1.3 Μετάβαση στα Έξυπνα Δίκτυα

Για τη σταδιακή μετάβαση από τα σημερινά προς τα μελλοντικά έξυπνα δίκτυα βρίσκονται σε εξέλιξη διάφορες ιδέες όπως:

- Τα ενεργητικά δίκτυα (active networks).
- Τα μικροδίκτυα (Microgrids).
- Οι εικονικοί σταθμοί παραγωγής (virtual utility/Internet model).
- Προτεραιότητα για τα έξυπνα δίκτυα στα νησιά.
- Σύγχρονες τεχνολογίες μετατροπέων ισχύος για επικουρικές υπηρεσίες και ευστάθεια δικτύου.
- Ενεργός ρόλος των χρηστών στον κύκλο παραγωγής-κατανάλωσης.
- Εφαρμοσμένη έρευνα και επιδεικτικά έργα για επιτυχείς και αποδοτικές εφαρμογές.
- Διάθεση $3,9δις από τις ΗΠΑ σε έξυπνα δίκτυα για ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο δίκτυο.

Στην επόμενη εικόνα βλέπουμε δύο σενάρια εξέλιξης του συστήματος: Απλή Σύνδεση και Ενσωμάτωση.



Εικόνα 1.4 *Απλή Σύνδεση και Ενσωμάτωση*

1.4 Κανονιστικά κίνητρα για την αξιοποίηση Έξυπνων Ηλεκτρικών Δικτύων

Η αξιοποίηση των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων θα πρέπει πρωτίστως να ωθείται από την αγορά. Οι διαχειριστές δικτύων επωφελούνται κατ' εξοχήν από την αξιοποίηση των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων και κατά πάσα πιθανότητα θα αποτελέσουν τους κύριους επενδυτές σε αυτά. Φυσικές κινητήριες δυνάμεις για επενδύσεις εν προκειμένω θα είναι οι προσφερόμενες δυνατότητες για ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του δικτύου και για βελτίωση της συνολικής λειτουργίας του συστήματος μέσω μηχανισμών καλύτερης ανταπόκρισης στη ζήτηση και της μείωσης του κόστους (χάρη στην εξ αποστάσεως λειτουργία των μετρητών, το χαμηλότερο κόστος ανάγνωσής τους, την αποφυγή επενδύσεων για την παραγωγή κατά τις περιόδους υψηλής ζήτησης, κ.λπ.).

Τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις πρέπει να διαθέτουν εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση, ώστε να μπορούν να διατηρήσουν χαμηλό το κόστος της ενέργειάς τους. Επιπλέον, για τους προμηθευτές ενέργειας, τις εταιρείες παροχής υπηρεσιών και τους παρόχους ΤΠΕ (ή για τους συνδυασμούς των προαναφερομένων), η χρήση λύσεων ΤΠΕ που συνδέονται με τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα επιτρέπει τη μεγάλης κλίμακας ενσωμάτωση ποικίλων μορφών ανανεώσιμης ενέργειας εντός των δικτύων, διαφυλάσσοντας παράλληλα τη συνολική αξιοπιστία του συστήματος.

Προϋποθέσεις είναι ανάλογες λύσεις να παραμείνουν ανοικτές, το επιχειρηματικό μοντέλο να είναι ουδέτερο και χωρίς αποκλεισμούς και η πλήρης συμμετοχή των μικρομεσαίων επιχειρήσεων να είναι δυνατή. Τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα συνιστούν πρωτίστως αναγκαίο καταλύτη για την παροχή υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας στους πελάτες.

Οι επενδυτές συμφωνούν ευρύτατα ότι το αντίστοιχο ρυθμιστικό πλαίσιο θα πρέπει να ευνοεί τις επενδύσεις στα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα. Η οδηγία για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και η οδηγία για τις ενεργειακές υπηρεσίες προβλέπουν συνδυασμό υποχρεώσεων και κινήτρων ώστε τα κράτη μέλη να καθιερώσουν ανάλογο πλαίσιο. Τα κανονιστικά κίνητρα θα πρέπει να ενθαρρύνουν κάθε φορέα εκμετάλλευσης του δικτύου να

αποκομίσει κέρδη με τρόπους που να μην συνδέονται με πρόσθετες πωλήσεις αλλά να βασίζονται μάλλον σε αύξηση της αποδοτικότητας και σε χαμηλότερες ανάγκες επενδύσεων για την εξυπηρέτηση κατά τις περιόδους αιχμής της ζήτησης, δηλαδή με τη μετάβαση από ένα επιχειρηματικό μοντέλο «βάσει του όγκου» σε ένα μοντέλο βάσει της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας. Το άρθρο 10 παράγραφος 1 της οδηγίας για τις ενεργειακές υπηρεσίες υποχρεώνει τα κράτη μέλη να καταργήσουν τα τυχόν κίνητρα βάσει του όγκου. Εάν από την αξιολόγηση της εφαρμογής της οδηγίας προκύψει ότι η ως άνω διάταξη είναι ανεπαρκής ή ακατάλληλη, η Επιτροπή θα εξετάσει το ενδεχόμενο να την τροποποιήσει κατά την επικείμενη αναθεώρηση της οδηγίας ή να τη συμπληρώσει με κώδικα δικτύου για τις τιμές, που θα συνταχθεί στο πλαίσιο της τρίτης δέσμης.

Το παράρτημα Ι.2 της οδηγίας για την ηλεκτρική ενέργεια επιβάλλει στα κράτη μέλη να ορίσουν, το αργότερο μέχρι τις 3 Σεπτεμβρίου 2012, σχέδιο εφαρμογής και χρονοδιάγραμμα για την ανάπτυξη των ευφυών συστημάτων μέτρησης. Δεδομένης της σχέσης μεταξύ έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων και έξυπνων μετρητών, για ανάλογα σχέδια εφαρμογής θα χρειαστεί επίσης ανάπτυξη των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων με αποτέλεσμα να πρέπει επίσης να αντιμετωπισθεί το θέμα των απαιτούμενων κανονιστικών κινήτρων για την εφαρμογή τους. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα παρακολουθήσει ενεργά την πρόοδο των κρατών μελών και θα παράσχει κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τους βασικούς δείκτες απόδοσης μέχρι το τέλος του 2011. Εάν κατά το 2012 σημειωθεί ανεπαρκής πρόοδος, η Επιτροπή θα εξετάσει το ενδεχόμενο να καθιερώσει αυστηρότερη κανονιστική ρύθμιση για την εφαρμογή των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων.

Είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι τα εθνικά καθεστώτα παροχής κινήτρων δεν θα αποκλίνουν κατά το σχεδιασμό τους σε βαθμό που να δυσχεραίνει το εμπόριο και τη συνεργασία πέρα των εθνικών συνόρων. Για τους ίδιους λόγους επιβάλλεται τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα να εξαπλωθούν στα κράτη μέλη με παρεμφερείς ρυθμούς. Μεγάλες διαφορές μεταξύ των εθνικών ενεργειακών υποδομών θα είχαν ως αποτέλεσμα να καταστεί αδύνατον για τις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές να αποκομίσουν πλήρη οφέλη από τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα. Οι διαδικασίες αδειοδότησης για την κατασκευή και την ανακαίνιση των ενεργειακών δικτύων πρέπει να εξορθολογιστούν και να βελτιστοποιηθούν αντιμετωπίζοντας παράλληλα περιφερειακά εμπόδια και αντιστάσεις κανονιστικού χαρακτήρα. Στο πλαίσιο αυτό μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο τα δεκαετή σχέδια ανάπτυξης δικτύων στην ΕΕ (TYNDP) καθώς και οι περιφερειακές πρωτοβουλίες (RI).

1.5 Εγκαθιστώντας τα Έξυπνα Δίκτυα ενέργειας

Τα πιθανά οφέλη της δημιουργίας του έξυπνου δικτύου μοιάζουν να είναι αρκετά υποσχόμενα για όλους εκείνους που το χρησιμοποιούν ή τους ανήκει. Μία εντελώς πρωτοποριακή συμμετοχή των χρηστών θα αλλάξει το σκηνικό στην παροχή ηλεκτρισμού, αποφέροντας επίσης αξιοσημείωτα αποτελέσματα στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η αυξημένη διασύνδεση ακόμα και μεταξύ διαφορετικών χωρών θα μας προσφέρει την καταπληκτική ευκαιρία να ανταλλάξουμε ενέργεια πολύ πιο αποτελεσματικά και με οικονομικά και ενεργειακά οφέλη.

Πελάτες: Η σχέση μεταξύ πελατών και ηλεκτρικής παροχής είναι περιορισμένη μόνο στην ζήτηση ισχύος ανάλογα με τις ανάγκες τους και στην πληρωμή των λογαριασμών. Επιπλέον, οι πελάτες είναι αναγκασμένοι να είναι συνδεδεμένοι στον ένα και μοναδικό διαθέσιμο πάροχο, καθώς το μονοπώλιο των εταιρειών ηλεκτρισμού συνεχίζεται.

Οι λογαριασμοί που λαμβάνουν οι πελάτες, είναι κατά γενική άποψη, ακατανόητοι από αυτούς. Επιπλέον, οι πελάτες δεν έχουν καμία ιδέα για το πόσο πληρώνουν για συγκεκριμένες καταναλώσεις. Οι λογαριασμοί φθάνουν πολύ αργότερα από το χρόνο της κατανάλωσης κι έτσι δεν έχουν την ευκαιρία να τους ελέγχουν με το να προσαρμόζουν τις ανάγκες τους στα χρήματα που διαθέτουν.

Ωστόσο, όλα αυτά θα αποτελούσαν μόνο μια ανάμνηση καθώς το έξυπνο δίκτυο προσφέρει την ευκαιρία στους πελάτες να γίνουν ενεργό μέρος αυτού. Οι πελάτες θα έχουν τη δύναμη να αλληλεπιδρούν με το δίκτυο και να αποκομίσουν οφέλη για τους ίδιους.

Η εγκατάσταση έξυπνων μετρητών και συσκευών που επιτρέπουν στους πελάτες να γνωρίζουν ποια είναι η καλύτερη και ποια η χειρότερη ώρα για να χρησιμοποιήσουν τις συσκευές τους κατά τη διάρκεια της ημέρας, θα μπορούσε να οδηγήσει σε αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας. Για το λόγο αυτό, η ανάγκη για νέες υποδομές θα μειωθεί και η απειλή για ολέθρια βλάβη του συστήματος θα μειωθεί σημαντικά τις ώρες ζήτησης αιχμής.

Η τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο λόγω της χρήσης των έξυπνων συσκευών παρακινεί τους πελάτες να μειώσουν τις απαιτήσεις τους για σύντομα αλλά πολύ σημαντικά για το δίκτυο χρονικά διαστήματα.

Οι έξυπνες συσκευές μέτρησης, οι τεχνολογίες ηλεκτρονικού ελέγχου και η εισαγωγή σύγχρονης επικοινωνίας, θα αλλάξουν το σκηνικό. Η πρόσβαση στις διατάξεις της ηλεκτρικής παροχής θα επιτρέπεται σε όλους, έτσι οι πελάτες θα πρέπει να είναι ενήμεροι για τη χρήση αυτών των τεχνολογιών ούτως ώστε τα οφέλη τους να αποκομισθούν κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Οι υπηρεσίες μέτρησης θα παίξουν κυρίαρχο ρόλο στην εξέλιξη της ζήτησης ισχύος. Η τεχνολογία πληροφόρησης και επικοινωνίας θα είναι επίσης πολύτιμη στη διαχείριση πραγματικού χρόνου της αλυσίδας κόστους που περιλαμβάνει τους παρόχους, τα ενεργά δίκτυα, τους μετρητές, τους πελάτες και τα εταιρικά συστήματα.

Τα συστήματα παρακολούθησης και προστασίας θα εφαρμοστούν για τη διαχείριση της συμφόρησης στα συστήματα μεταφοράς με έναν τρόπο που βελτιώνει την ασφάλεια και την αξιοπιστία της διαχείρισης του συστήματος.

Από την οπτική γωνία των πελατών, φαίνεται ότι είναι έτοιμοι για τις αλλαγές που θα γίνουν λόγω της εφαρμογής του νέου δικτύου. Είναι υπέρ της επιλογής στην αγορά ηλεκτρισμού καθώς είναι ήδη ενήμεροι για παρόμοιες υπηρεσίες στις τηλεπικοινωνίες και σε άλλες υπηρεσίες. Η ευκαιρία που τους προσφέρεται να γνωρίζουν πόσο θα πληρώνουν και τι, επιτρέποντάς τους να ελέγχουν τη ζήτησή τους, απομακρύνει τους δισταγμούς τους να εμπλακούν σε αυτό το ζήτημα.

Οι πελάτες θα πρέπει να ενημερωθούν σωστά για τις προοπτικές που θα τους προσφέρει το καινούριο δίκτυο και για τις δυνατότητες που προσφέρονται από την αγορά και την on-line απόκρισή τους. Σε αυτές περιλαμβάνονται ευέλικτες και ανταγωνιστικές τιμολογήσεις, τοπική παραγωγή, υποστηρικτικά σχέδια για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και υπηρεσίες επικοινωνίας και τιμολόγησης. Έχοντας να αντιμετωπίσεις καλά ενημερωμένους πελάτες, είναι πιο εύκολο για τις εταιρείες να συνεργαστούν με αυτούς και να φθάσουν στα επιθυμητά αποτελέσματα με έναν πολύ πιο γρήγορο και εύκολο τρόπο.

1.6 Βασικές μονάδες Έξυπνων Δικτύων

Στο δρόμο μας για το νέο τύπο δικτύου θα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν μας τα περιβαλλοντικά θέματα που προκύπτουν. Θα πρέπει να περιοριστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με κάθε δυνατό τρόπο εάν θέλουμε να προστατεύσουμε το φυσικό μας περιβάλλον και την ποιότητα του φαγητού μας. Νέες τεχνολογίες πρέπει να εισαχθούν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες θα διασφαλίσουν την ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων για το περιβάλλον.

Η εφαρμογή της Διεσπαρμένης Παραγωγής περιλαμβάνει επίσης μια εκτεταμένη εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η αιολική ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια, η ηλιακή φωτοβολταϊκή ενέργεια, η συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια, η ενέργεια των ωκεανών, η γεωθερμική ενέργεια και η βιομάζα περιλαμβάνονται σε αυτού του είδους τις πηγές. Μαζί με άλλες «καθαρές» τεχνολογίες, όπως οι κυψέλες καυσίμου, υπόσχονται να έχουν μικρό αντίκτυπο στο περιβάλλον.

Στον νέο τύπο δικτύου ηλεκτροδότησης οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Η αξιοπιστία και η ποιότητα του όλου συστήματος θα πρέπει να διασφαλιστεί με κάθε μέσο.

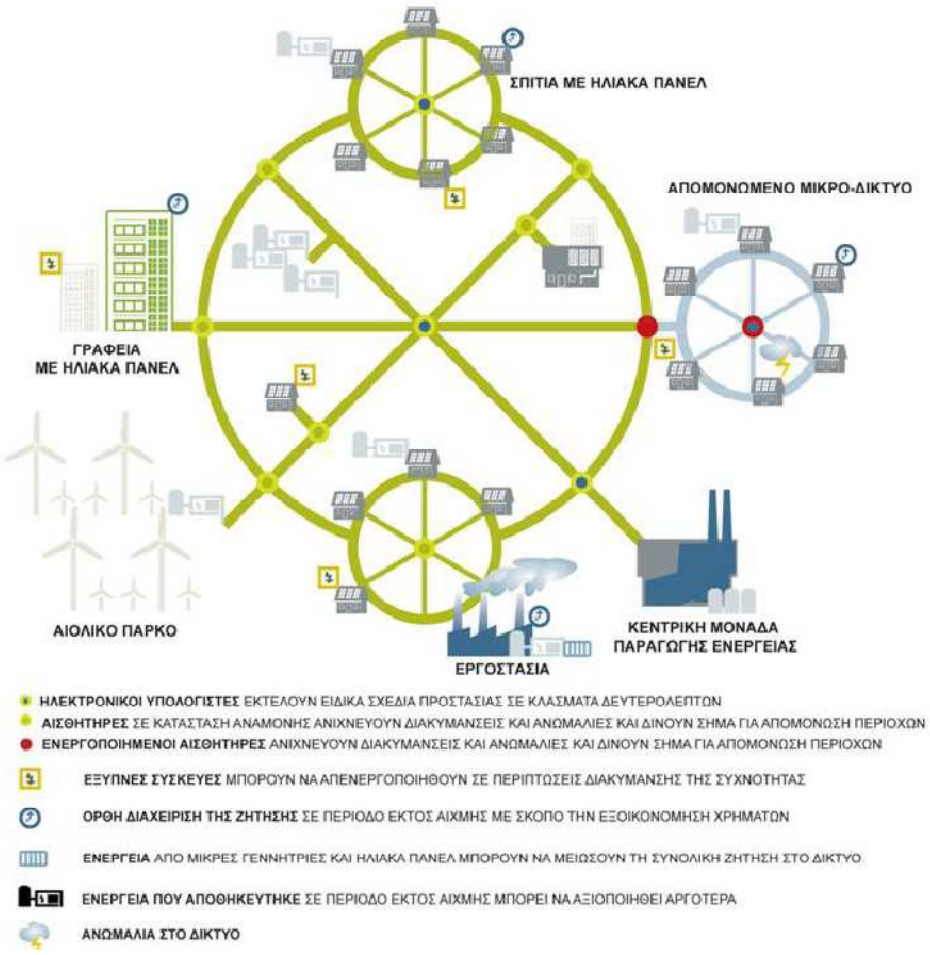


Εικόνα 1.5 *Έξυπνα Ηλεκτρικά Δίκτυα για Μεγάλη Διείσδυση των ΑΠΕ*



Εικόνα 1.6 *Συνδυασμός Έξυπνου Δικτύου με ΑΠΕ*

Παρακάτω σχηματοποιείται το όραμα για τα έξυπνα δίκτυα με τη βοήθεια των ΑΠΕ.



Εικόνα 1.7 *Σχηματοποίηση έξυπνου δικτύου*

Φωτοβολταϊκά: Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρισμό. Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία διαχειρίζονται το ρεύμα που παράγεται από την ηλιακή διάταξη. Σε αυτόνομα συστήματα, υπάρχει επίσης ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας το οποίο χρησιμοποιεί μπαταρίες.

Τα φωτοβολταϊκά αποτελούν μια ενδεχομένως καθαρή, αξιόπιστη, και φιλική προς τον καταναλωτή Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας. Το κόστος παραγωγής των φωτοβολταϊκών έχει μειωθεί δραματικά λόγω της εκτεταμένης χρήσης τους.

Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους πηγών ενέργειας είναι:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι δωρεάν – δε χρειάζεται κανένα καύσιμο και δεν παράγει κανένα απόβλητο ή μόλυνση.
- Στις ώρες με αυξημένη ηλιοφάνεια, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τόπους όπου δεν είναι εύκολο να φτάσει το ηλεκτρικό ρεύμα λόγω αποστάσεων.

- Είναι εξυπηρετικές για χρήσεις χαμηλής ισχύος όπως τα ηλιακά φώτα κήπου και τους φορτιστές μπαταρίας.

Μειονεκτήματα:

- Δε δουλεύουν νύχτα.
- Μπορούν να φανούν αναξιόπιστα, εκτός και αν ζεις σε ένα πολύ ηλιόλουστο κλίμα. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η ηλιακή ενέργεια δε χρησιμοποιείται πολύ για εφαρμογές υψηλής ισχύος, καθώς χρειάζεσαι μια τεράστια περιοχή με ηλιακά πλέγματα για να λάβεις μια αξιοπρεπή ποσότητα ισχύος.

Συγκεντρωμένη Ηλεκτρική Ισχύς(CSP): Η Συγκεντρωμένη Ηλεκτρική Ισχύς χρησιμοποιεί κάτοπτρα για τη συγκέντρωση των ηλιακών ακτινών σε έναν αγωγό ή δοχείο. Αυτά περιέχουν ένα αέριο ή υγρό που θερμαίνεται σε 400 ° C περίπου και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει τους συμβατικούς στροβίλους ατμού. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του CSP είναι ότι το μέσο που θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να αποθηκευτεί σε δοχεία για να κρατήσει τους στροβίλους σε λειτουργία τη νύχτα.

Η Συγκεντρωμένη Ηλεκτρική Ισχύς είναι κατάλληλη για μεσαίες έως μεγάλες εφαρμογές, από MW, έως εκατοντάδες MW, με ένα ελάχιστο μέγεθος των περίπου 5 MW. Η τεχνολογία είναι διαθέσιμη, αλλά είναι ακόμη πολύ ακριβή και υπάρχει επίσης το μειονέκτημα των εποχιακών και των διακοπτόμενων χαρακτηριστικών της. Η περιοχή της Μεσογείου συνιστάται σε μεγάλο βαθμό για τη χρήση αυτού του είδους ηλεκτρικής παραγωγής καθώς έχει αποδειχτεί πως υπάρχουν αξιοπρόσεκτες προοπτικές σε αυτή την περιοχή.

Συνδυασμένος Ηλεκτρισμός και Θερμότητα(ΣΗΘ): Τα συστήματα αυτού του είδους παράγουν ηλεκτρισμό και χρήσιμη θερμική ενέργεια, μέσω ενός μοναδικού, ενοποιημένου συστήματος. Η θερμική ενέργεια που εξασφαλίζεται από ένα σύστημα Συνδυασμένης Θερμότητας και Ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή την ψύξη βιομηχανιών ή κτιρίων.

Επειδή τα συστήματα ΣΗΘ εγκλωβίζουν τη θερμότητα που διαφορετικά θα αποβαλλόταν στην παραδοσιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η συνολική αποδοτικότητα αυτών των ενοποιημένων συστημάτων θα μπορούσε να είναι μέχρι και 85%. Συγκρινόμενος με τις παραδοσιακές εγκαταστάσεις λεβήτων ή την παραδοσιακή παραγωγή ηλεκτρισμού, ο ΣΗΘ μπορεί να εξοικονομήσει περίπου 30% στη βασική κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να μειωθούν σε ένα βαθμό περίπου 0.5 kg ανά kWh παραγόμενου ηλεκτρισμού. Ο ΣΗΘ μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμος σε καταναλωτές με συνεχή και σταθερή ζήτηση θερμότητας.

Πλεονεκτήματα:

- Μειωμένα κόστη ενέργειας.
- Βελτιωμένη ασφάλεια προμήθειας ενέργειας.
- Μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Διατήρηση πολύτιμων πηγών καυσίμων.

Μειονεκτήματα:

- Η ζήτηση ηλεκτρισμού και θερμότητας πρέπει να είναι ταυτόχρονες.
- Υψηλό κόστος συντήρησης.
- Υψηλό κόστος κεφαλαίου.

Κυψέλες καυσίμου: Οι κυψέλες καυσίμου είναι διατάξεις παραγωγής ηλεκτρισμού μέσω του χημικού συνδυασμού ενός καυσίμου και οξυγόνου. Είναι μια τεχνολογία και ρόλο κλειδί στην παραγωγή ηλεκτρισμού, με την προοπτική να αντικαταστήσει ένα πολύ μεγάλο μέρος των παρόντων ενεργειακών συστημάτων σε όλες τις εφαρμογές, από κινητά τηλέφωνα μέχρι αυτοκίνητα. Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί υδρογόνο (από μια πηγή καυσίμου) και οξυγόνο (από τον αέρα) για να παράγει ηλεκτρισμό και θερμότητα. Έχει πολύ σωστά χαρακτηριστεί ως μια καθαρή τεχνολογία, καθώς η μόνη βασική εκπομπή είναι ατμός. Η αποδοτικότητά τους φθάνει το 80%.

Πλεονεκτήματα:

- Υψηλή αποδοτικότητας μετατροπής.
- Υψηλή πυκνότητα ισχύος.
- Αθόρυβη λειτουργία.

Μειονεκτήματα:

- Η λειτουργία τους απαιτεί αντικαταστάσιμη παροχή καυσίμου.

Αεριοστρόβιλοι: Πρόκειται για περιστροφικές μηχανές στις οποίες κάποιο καύσιμο καίγεται για να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Τα θερμικά αέρια καύσης περνούν στο στρόβιλο, όπου διαστέλλονται για να κινήσουν μια γεννήτρια και έπειτα χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσουν ένα συμπιεστή.

Ο μικροστρόβιλος είναι μια αξιόπιστη, περιβαλλοντικά ευεργετική λύση για την παραγωγή ενέργειας, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παροχή εφεδρικής ενέργειας σε στιγμές αιχμής ζήτησης.

1.7 Οφέλη από το Έξυπνο Δίκτυο

Τα οφέλη των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων τυγχάνουν ευρύτατης αναγνώρισης. Με τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα μπορεί να επιτευχθεί η διαχείριση της άμεσης αλληλεπίδρασης και της επικοινωνίας μεταξύ καταναλωτών, νοικοκυριών ή εταιρειών, άλλων χρηστών του δικτύου και των προμηθευτών ενέργειας.

Τα δίκτυα αυτά προσφέρουν δυνατότητες άνευ προηγουμένου στους καταναλωτές να ελέγχουν άμεσα και να διαχειρίζονται τις δικές τους καταναλωτικές συνήθειες, παρέχοντας, παράλληλα, ισχυρά κίνητρα για την αποδοτική χρήση της ενέργειας εάν συνδυαστούν με τιμές ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώμενες από τη χρονική στιγμή παροχής. Η βελτιωμένη και πιο στοχευμένη διαχείριση του δικτύου μεταφράζεται σε δίκτυα ασφαλέστερα και χαμηλότερου κόστους λειτουργίας.

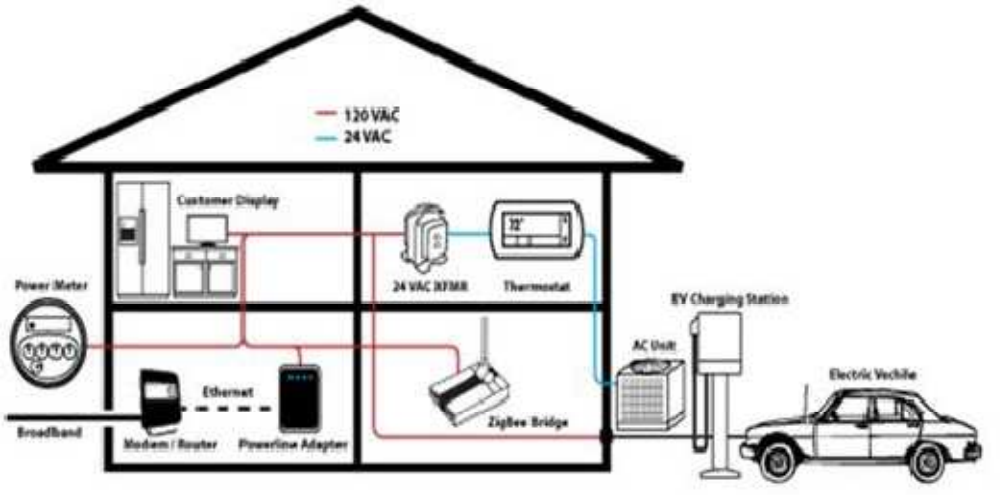
Τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα θα αποτελέσουν τη σπονδυλική στήλη του μελλοντικού συστήματος παραγωγής ισχύος δίχως κατανάλωση άνθρακα. Θα επιτρέψουν την ενοποίηση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας από χερσαίες και υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές με τα ηλεκτρικά οχήματα, διαφυλάσσοντας παράλληλα τη διαθεσιμότητα της συμβατικής ηλεκτροπαραγωγής και την επάρκεια του συστήματος παραγωγής ισχύος. Επιπλέον η αξιοποίηση των έξυπνων ηλεκτρικών δικτύων προσφέρει την ευκαιρία να ενισχυθεί μελλοντικά η ανταγωνιστικότητα και η παγκόσμια τεχνολογική πρωτοπορία των φορέων παροχής τεχνολογίας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως ο κλάδος της ηλεκτρικής και ηλεκτρονικής μηχανικής, που αποτελείται ως επί το πλείστον από μικρομεσαίες επιχειρήσεις.

Τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα προσφέρουν βάθρο για τις παραδοσιακές ενεργειακές εταιρείες ή τους νεοεισερχόμενους σε αυτή την αγορά, όπως οι εταιρείες ΤΠΕ, συμπεριλαμβανομένων των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, για την ανάπτυξη νέων καινοτόμων ενεργειακών υπηρεσιών, λαμβάνοντας παράλληλα δεόντως υπόψη τις προκλήσεις στους τομείς της προστασίας των δεδομένων και της ασφάλειας του κυβερνοχώρου. Αυτή η δυναμική αναμένεται να ενισχύσει τον ανταγωνισμό στην αγορά λιανικής, να παράσχει κίνητρα για μειώσεις των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και να αποτελέσει ευκαιρία για οικονομική ανάπτυξη.

Για να μιλήσουμε λίγο πιο συγκεκριμένα η ανάπτυξη των τεχνολογιών μεταφοράς δεδομένων μέσω ηλεκτρικών καλωδίων θα συμβάλει στην ευρεία εξάπλωση του έξυπνου ηλεκτρικού δικτύου, το οποίο θα χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνολογίες πληροφοριών για την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας . Αυτό θα εξασφαλίζει αποτελεσματική αξιόπιστη και ασφαλή διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας ενώ θα επιτρέπει την αυξανόμενη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το έξυπνο αυτό δίκτυο επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ της εταιρείας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και συσκευών του σπιτιού όπως οι έξυπνοι θερμοστάτες κι άλλες συσκευές. Τα σπίτια με δίκτυο (HAN-home area network) θα επικοινωνούν μέσω του αυτόματου μετρητή (AMR –Automatic meter reading) με το έξυπνο δίκτυο, αυτό δίνει στις εταιρείες την δυνατότητα για εύκολη διαχείριση των πόρων και των φορτίων αιχμής. Στο σπίτι, ο ενεργειακός καταναλωτής μπορεί να ελέγξει τη φόρτιση του ηλεκτρικού οχήματος, τις έξυπνες ενεργειακές συσκευές και τους προγραμματίσιμους θερμοστάτες (PCTs) που συνδέονται με το δίκτυο (HAN).

Επίσης θα παρέχονται στον συνδρομητή προπληρωμένες υπηρεσίες, πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο για την κατανάλωση, και download του firmware των συσκευών HAN. Αυτό σημαίνει ότι οι συσκευές HAN θα μπορούν να επικοινωνούν με τον έξυπνο μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος θα δίνει χρήσιμες πληροφορίες για την κατανάλωση τόσο στον χρήστη όσο και στον πάροχο. Τέλος ένας αυτόματος μετρητής μπορεί να παρέχει δεδομένα για την κατανάλωση νερού και φυσικού αερίου.



Εικόνα 1.8 *Οικία με εσωτερικό δίκτυο HAN, αυτόματο μετρητή και εφαρμογές του έξυπνου δικτύου*

1.8 Τα Έξυπνα Δίκτυα ανά τον κόσμο – Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη των ευφυών δικτύων δεν γίνεται μόνο στην Ευρώπη αλλά σε όλο τον κόσμο. Στο Κολοράντο στην πόλη Μπούλντερ πραγματοποιείται πιλοτικό πρόγραμμα για τη δημιουργία μιας έξυπνης πόλης. Βασικό συστατικό αυτής της πόλης είναι τα έξυπνα σπίτια, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.9



Εικόνα 1.9 *Έξυπνο Σπίτι (Smart Home)*

Και άλλες πόλεις ανά τον κόσμο έχουν δραστηριοποιηθεί στον τομέα των έξυπνων δικτύων. Το πρώτο και μεγαλύτερο παράδειγμα είναι στην Ιταλία και ολοκληρώθηκε το 2005. Το έργο αυτό στο οποίο για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκαν σε εμπορική κλίμακα οι τεχνολογίες των έξυπνων δικτύων εξοικονομεί ετησίως 500 εκατομμύρια € και το κόστος του ήταν 2,1 δισεκατομμύρια €. Στις ΗΠΑ, στην πόλη Όστιν του Τέξας, γίνονται προσπάθειες για τη δημιουργία έξυπνου δικτύου από το 2003, όπου το ένα τρίτο των χειροκίνητων μετρητών του δικτύου αντικαταστήθηκε με έξυπνους μετρητές οι οποίοι επικοινωνούν μέσω ενός ασύρματου δικτύου. Το ηλεκτρικό δίκτυο της πόλης διαχειρίζεται 200000 συσκευές σε πραγματικό χρόνο (αισθητήρες, έξυπνους μετρητές και θερμοστάτες) και ευελπιστεί οι συσκευές να φθάσουν τις 500000. Προσπάθειες ανάπτυξης έξυπνου δικτύου γίνονται και στην πόλη Οντάριο του Καναδά.

Η μάχη κατά της κλιματικής αλλαγής σε συνδυασμό με την έρευνα για ενεργειακή αποδοτικότητα, αργά αλλά σταθερά, σπρώχνει το θέμα των έξυπνων δικτύων στην ημερήσια διάταξη πολλών εταιρειών. Στην πραγματικότητα, οι ευρωπαϊκές και αμερικάνικες τα θεωρούν καίρια για την επίτευξη περιβαλλοντικών τους στόχων και σημαντικά για την επίτευξη ασφαλείας στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι έρευνες επικεντρώνονται στην έξυπνη μεταφορά ισχύος και στην ενσωμάτωση έξυπνων λειτουργιών στα προϊόντα των εταιρειών παροχής και στην υποδομή των καταναλωτών.

Οι σημερινές αντικρουόμενες απαιτήσεις για πιο αξιόπιστη, μεγαλύτερου όγκου παραγωγή ενέργειας από τις πιο καθαρές και Ανανεώσιμες Πηγές υπογραμμίζει την ανάγκη για βαθμιαία μετατροπή των παλιών υποδομών σε ένα πιο έξυπνο, πιο αποτελεσματικό, και περιβαλλοντικά φιλικό δίκτυο, που μπορεί να δεχτεί κάθε ποιότητα ισχύος, από κάθε είδος πηγής (κεντρική και διεσπαρμένη παραγωγή), και να παρέχει αξιόπιστη ενέργεια, κατά παραγγελία, σε κάθε είδος καταναλωτή. Με άλλα λόγια, αυτό που χρειαζόμαστε είναι ένα

έξυπνο δίκτυο, δηλαδή ένα αυτό-ελεγχόμενο σύστημα, που βασίζεται σε βιομηχανικά πρότυπα και διασχίζει τα διεθνή σύνορα, συμμετέχοντας στη χονδρική αγορά ενέργειας και παρέχοντας ένα σταθερό, ασφαλές, αποδοτικό και περιβαλλοντικά βιώσιμο δίκτυο.

Ενώ είναι αλήθεια πως τα έξυπνα δίκτυα είναι ακόμα ένα μελλοντικό όραμα, τα πρότυπα και οι τεχνολογίες που θα απαιτηθούν αναπτύσσονται εδώ και μερικά χρόνια και ορισμένα είναι ήδη σε χρήση.

Υπήρξε μεγάλη συζήτηση στα μέσα μαζικής ενημέρωσης σχετικά με τα έξυπνα δίκτυα. Τον Οκτώβριο του 2009, ο Πρόεδρος Μπαράκ Ομπάμα των ΗΠΑ υποσχέθηκε 340 εκατομμύρια δολάρια για τη χρηματοδότηση "ενός ευρύτατου φάσματος τεχνολογιών που θα προωθήσουν την μετάβαση σε ένα πιο έξυπνο, πιο ισχυρό, πιο αποτελεσματικό και αξιόπιστο ηλεκτρικό σύστημα". Στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει χρηματοδοτήσει έρευνες με σκοπό να αναπτύξουν τις τεχνολογίες που «διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη μετατροπή των συμβατικών δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα ενιαίο και διαδραστικό σύστημα υπηρεσιών, με χρήση των κοινών ευρωπαϊκών μεθόδων και συστημάτων σχεδιασμού και λειτουργίας».

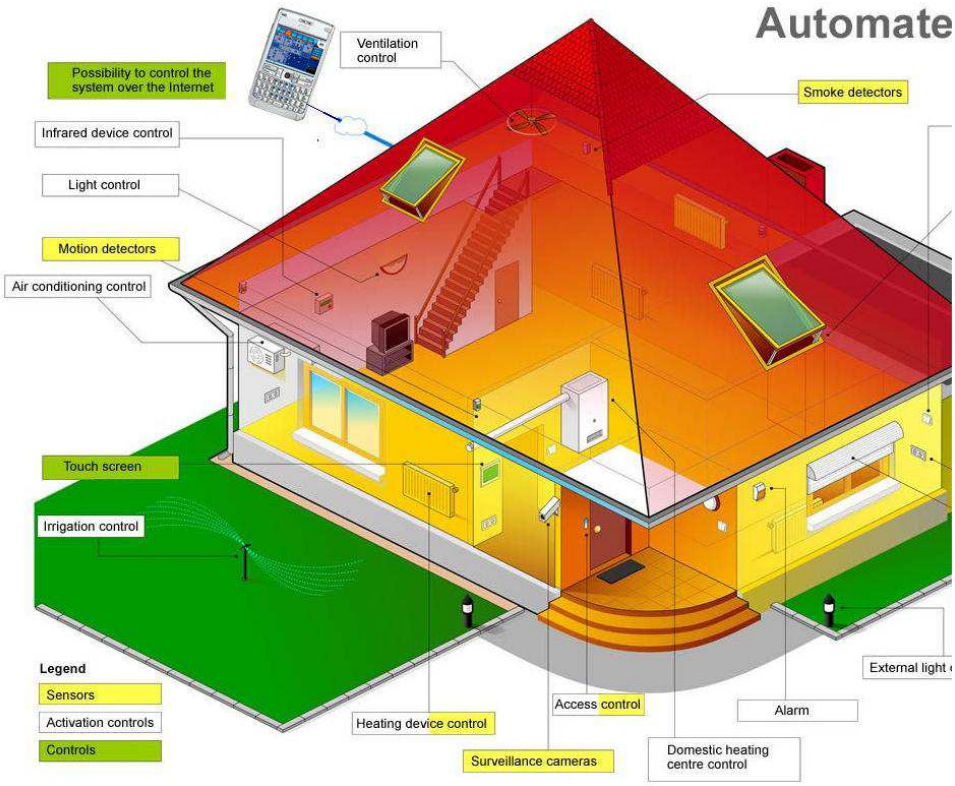
Συμπεράσματα:

- Τα έξυπνα δίκτυα αναγκαία για αειφόρο ηλεκτρικό σύστημα.
- Μεγάλη διείσδυση διεσπαρμένης παραγωγής μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.
- Η παραγωγή μεταφέρεται σε μεγάλο αριθμό παραγωγών αλλά σε μικρότερη κλίμακα.
- Ο έλεγχος του συστήματος μετακινείται και σε μικρότερη κλίμακα.
- Περισσότερη χρήση λογισμικού και έξυπνων ελέγχων με λιγότερο εξοπλισμό.
- Χρειάζεται περισσότερη έρευνα και επιδεικτικά έργα.
- Άρση των εμποδίων ώστε να διευκολυνθεί η διείσδυση των νέων τεχνολογιών.
- Δραστήριος Διαχειριστής Δικτύου με σύγχρονο Κώδικα Δικτύου, με νέες και καινοτόμες ιδέες και τεχνολογίες για τα μελλοντικά δίκτυα.

2. Έξυπνο Σπίτι (Smart Home)

2.1 Περιγραφή

Το έξυπνο σπίτι είναι το σπίτι του μέλλοντος όπως θέλουν να το ονομάζουν οι εταιρείες που μπαίνουν δυναμικά σε αυτήν την αγορά. Κάθε συσκευή του σπιτιού θα είναι δικτυωμένη με κάθε άλλη ενώ όλες θα έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο.



Εικόνα 2.1 *Το Έξυπνο Σπίτι (Smart Home)*

Η φράση "έξυπνο σπίτι" είναι αρκετά διαδεδομένη, αφού χρησιμοποιείται για οποιαδήποτε οικία ενσωματώνει - σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό - τη δυνατότητα ρύθμισης ορισμένων παραμέτρων. Στα αγγλικά η συγκεκριμένη τεχνολογία συναντάται με τους όρους "smart home" ή "home automation" και χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει οποιοδήποτε σπίτι διαθέτει κάποιου είδους "τεχνητή νοημοσύνη". Μέσω αυτής, το εγκατεστημένο σύστημα έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει αυτόματα το οικιακό περιβάλλον, σύμφωνα με τις προκαθορισμένες επιθυμίες του ιδιοκτήτη.

Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός, θα πρέπει να βρεθεί κάποιος τρόπος ώστε το σύνολο των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών - ή τουλάχιστον ένα μεγάλο μέρος τους - να επικοινωνούν μεταξύ τους, λαμβάνοντας και αποστέλλοντας εντολές. Στο σημείο αυτό, η τεχνολογία έχει αναπτύξει πολλά ανταγωνιστικά πρότυπα, τα οποία παρουσιάζουν διαφορετικό συνδυασμό πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων. Αξίζει να σημειώσουμε ότι

στο ορατό μέλλον οι οικιακές συσκευές θα ενσωματώνουν εκ κατασκευής κάποιο μικροεπεξεργαστή, που θα τους επιτρέπει την επικοινωνία και αλληλεπίδραση με τον υπόλοιπο εξοπλισμό.

Οι λειτουργίες που μπορεί να ενσωματώνει ένα "έξυπνο" σπίτι αφορούν στο σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (διασκέδαση, εργασία, καθημερινές ασχολίες), αφού το μοναδικό ουσιαστικό όριο είναι η ίδια η φαντασία μας. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια του ύπνου το "έξυπνο" σπίτι θα μπορούσε να ελέγχει τη θερμοκρασία και να τη ρυθμίζει στη βέλτιστη για τον ιδιοκτήτη τιμή, να παρακολουθεί μέσω Internet το δελτίο καιρού ώστε να σχεδιάζει το πότισμα ή μη του κήπου, να ρυθμίζει το ξυπνητήρι ανάλογα με το πρόγραμμα κάθε ατόμου, ακόμη και να λειτουργεί ενεργειοβόρες οικιακές συσκευές κατά το βραδινό, φθηνό τιμολόγιο ηλεκτρικού ρεύματος.

Κατά την ώρα της αφύπνισης των ενοίκων, θα μπορούσε να δυναμώνει σταδιακά την ένταση του φωτισμού, να ρυθμίζει την τηλεόραση στο αγαπημένο τους πρωινό κανάλι και να προβάλλει τα νέα που τους ενδιαφέρουν και τα οποία εντόπισε κατά τη διάρκεια της νύκτας στο Internet. Όταν το σπίτι είναι άδειο, θα μπορούσε να σβήνει τα φώτα και να ρυθμίζει κατάλληλα τη θέρμανση ώστε να εξοικονομείται ενέργεια, αλλά και να ενεργοποιεί το σύστημα συναγερμού. Τέλος, όταν οι ιδιοκτήτες λείπουν για διακοπές, θα μπορούσε να ελέγχει την ομαλή λειτουργία κάθε υποσυστήματος και να αποστέλλει λεπτομερή μηνύματα μέσω e-mail στους ιδιοκτήτες, περιγράφοντας κάθε πρόβλημα που μπορεί να προκύψει.

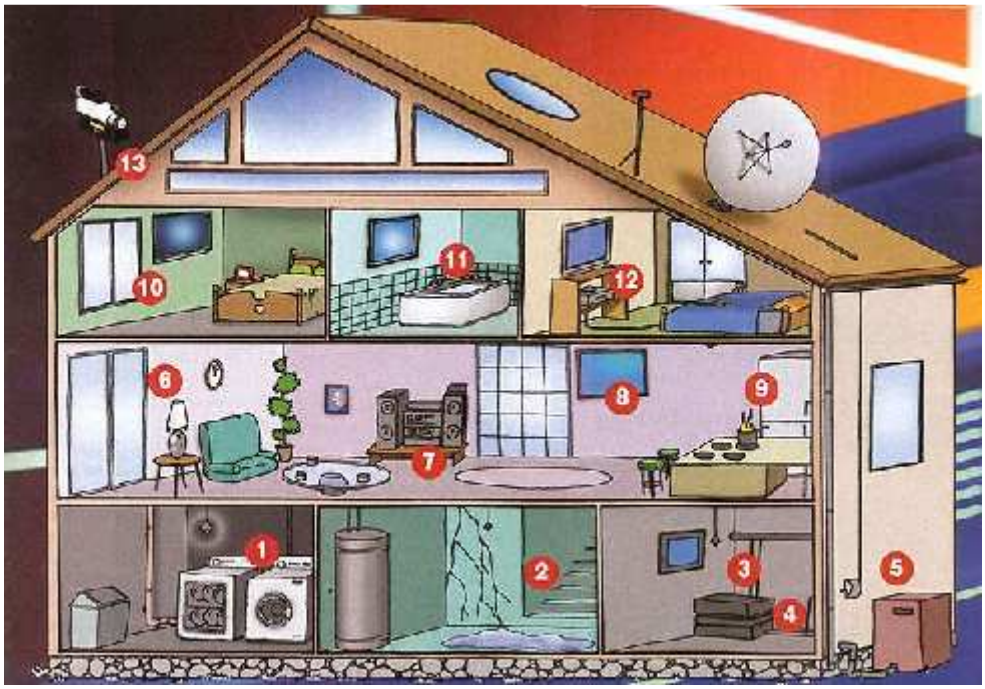
Σημαντικό, επίσης, στοιχείο της τεχνολογίας είναι ο απομακρυσμένος έλεγχος που προσφέρει, επιτρέποντας έτσι στους ενοίκους να επεμβαίνουν στη λειτουργία του από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί μέσω τηλεφώνου με αναγνώριση των φωνητικών εντολών που δίνονται ή με τη χρήση του αριθμητικού πληκτρολόγιου στις ψηφιακές τηλεφωνικές συσκευές. Εναλλακτικά, πολλά συστήματα προσφέρουν τον απόλυτο έλεγχο του σπιτιού μέσω του Διαδικτύου, με τη δημιουργία ενός εύχρηστου γραφικού περιβάλλοντος που αντιπροσωπεύει το σύνολο του οικιακού εξοπλισμού.

Σε γενικές γραμμές, η τεχνολογία Smart Home μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αυτοματοποίηση ορισμένων καθημερινών λειτουργιών του σπιτιού ή για την επίτευξη βελτιωμένης ευχρηστίας και αυξημένων δυνατοτήτων στις υπάρχουσες οικιακές συσκευές. Παράλληλα, επιτρέπει την πλήρη εκμετάλλευση του υφιστάμενου εξοπλισμού, αφού, για παράδειγμα, μία ταινία που εισάγεται σε κάποιο DVD-Player στο σαλόνι, μπορεί να προβληθεί σε οποιαδήποτε συσκευή τηλεόρασης στο σπίτι. Ο κατάλογος με ανάλογα προϊόντα και υπηρεσίες είναι ήδη εντυπωσιακός, ενώ καθημερινά προστίθενται νέα που επεκτείνουν ακόμη περισσότερο τις δυνατότητες του συστήματος.

Στο παρακάτω σχήμα αναφέρουμε τις σημαντικότερες εφαρμογές που προσφέρει το έξυπνο σπίτι:

1. Το πλυντήριο ειδοποιεί τους ιδιοκτήτες όταν το πλύσιμο των ρούχων ολοκληρωθεί.
2. Ένας αισθητήρας ανιχνεύει μια διαρροή στο υπόγειο και στέλνει κατάλληλο σήμα προτού ακόμη το δωμάτιο πλημμυρίσει.
3. Όλες οι καλωδιώσεις καταλήγουν στο υπόγειο. Η καλωδιακή τηλεόραση, η δορυφορική σύνδεση και η τηλεφωνική γραμμή βρίσκονται συγκεντρωμένες σε ένα σημείο.
4. Ειδικές μονωμένες σωληνώσεις καλωδίων διατρέχουν το σπίτι, παρέχοντας τη δυνατότητα εύκολης αναβάθμισης με νέα καλώδια κατά τα πρότυπα ενός εταιρικού περιβάλλοντος.

5. Το κλιματιστικό και η ποιότητα του αέρα ρυθμίζονται από το internet. Σε περίπτωση που οι ιδιοκτήτες καθυστερήσουν να επιστρέψουν, η θερμοκρασία στο εσωτερικό του σπιτιού μειώνεται για εξοικονόμηση ενέργειας.
6. Τα φώτα των δωματίων ανάβουν αυτόματα, όταν η πόρτα ανοίξει μετά τις 8:00 μ.μ.
7. Το ηχοσύστημα αναπαράγει μουσικά αρχεία MP3 που έχει "κατεβάσει" από το internet.



Εικόνα 2.2 *Διάφορες εφαρμογές στο Έξυπνο Σπίτι*

8. Το Web pad, που βρίσκεται στην κουζίνα, προβάλλει νέες συνταγές.
9. Ένας αισθητήρας καπνού ενεργοποιείται έπειτα από εκδήλωση πυρκαγιάς. Αν οι ιδιοκτήτες δεν το απενεργοποιήσουν εγκαίρως, ειδοποιεί την πυροσβεστική και τους ιδιοκτήτες μέσω e-mail, ενώ το σύστημα κάμερας παίρνει φωτογραφίες που θα υποδεικνύουν την αρχική εστία της φωτιάς.
10. Η τηλεόραση προβάλλει μία ταινία DVD, παρ' όλο που το DVD-Player βρίσκεται σε άλλο δωμάτιο. Ο ήχος του κουδουνιού της εξωτερικής πόρτας ενεργοποιεί την κάμερα, που στέλνει εικόνα σε ένα μικρό παράθυρο στην τηλεόραση.
11. Ένα αδιάβροχο σύστημα προβολής βίντεο στο μπάνιο προβάλει φωτογραφία του ατόμου που είτε τηλεφωνεί είτε χτυπά την εξώπορτα.
12. Οι νεαροί ένοικοι του διαμερίσματος διασκεδάζουν με ένα διαδικτυακό παιχνίδι.
13. Εξωτερικοί αισθητήρες ανιχνεύουν επίδοξους εισβολείς και ενεργοποιούν τον εξωτερικό φωτισμό ή λαμβάνουν φωτογραφίες του υπόπτου.

Στο χώρο του έξυπνου σπιτιού και γενικότερα της αυτοματοποίησης συσκευών πολλά προϊόντα έχουν κάνει την εμφάνιση τους τα τελευταία χρόνια ενώ κάθε εταιρεία προσπαθεί να δημιουργήσει το δικό της πρότυπο δικτύωσης σπιτιού που έχει κερδίσει κομμάτι της όλο και περισσότερο ανταγωνιστικής αγοράς. Τα βασικότερα από αυτά τα πρότυπα δικτύωσης είναι τα εξής:

- LonWorks

- KONNEX (EIBA,BCI,EHSA)
- European Home System Association (EHSA)
- EIB
- BatiBus Club International (BCI)
- OSGi Alliance
- CECED Home Appliances Interoperating Network
- Home Electronic System (HES)
- BACNet
- CEBus
- Simple Control Protocol (SCP)
- PowerBus
- Echonet

Row No.	From Node	To node	Estimated data size	Frequency	Possible time period
1	Refrigerator	Microwave	160 bytes	2 times a period	7:00-9:00,11:00-1:00, 17:00-19:00,21:00-23:00
2	Microwave	AC	72 bytes	2 times a day	7:00-9:00,11:00-1:00, 17:00-19:00,21:00-23:00
3	TV	Refrigerator	750 bytes	3 times a day	11:00-1:00,17:00-23:00
4	TV	VCR	11KBytes	3 times a day	11:00-1:00,17:00-23:00
5	TV	Computer	360 bytes	3 times a day	11:00-1:00,17:00-23:00
6	TV or Settop box	PDA or MP3 player	15 Mega bytes	3 times a day	11:00-1:00,17:00-23:00
7	Computer	PDA or MP3 player	50 Mega bytes	1 time a day	11:00-1:00,17:00-23:00
8	Computer	Computer	60 MB to 180 MB	1 time a day	6:00-24:00
9	Settop box	Computer	320 MB to 640 MB	1 time a day	11:00-1:00,17:00-23:00
10	Computer	Internet	44 MB to 131 MB	1 time a day	11:00-1:00,17:00-23:00
11	VCR	Computer	320 MB to 640 MB	1 time a day	6:00-24:00
12	Front door camera	Computer	110 MB to 1100 MB	3 times a day	6:00-24:00

Εικόνα 2.3 *Απαιτήσεις εφαρμογών της έξυπνης κουζίνας και του έξυπνου σπιτιού σε εύρος ζώνης*

2.2 Η σημερινή κατάσταση

Όσο περίεργο κι αν φαίνεται, η τεχνολογία Smart Home δεν είναι κάτι καινούριο, ενώ οι περισσότεροι άνθρωποι - κυρίως στο εξωτερικό επωφελούνται ήδη από τα πλεονεκτήματα που προσφέρει. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι διάφοροι χρονοδιακόπτες για τον έλεγχο του φωτισμού και άλλων συσκευών καθώς και οι θερμοστάτες, που στόχο έχουν τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σπιτιού στα επιθυμητά επίπεδα.

Το "έξυπνο" σπίτι αποτελεί ουσιαστικά βελτίωση και ενοποίηση όλων των μεμονωμένων εφαρμογών, επιτρέποντας, για παράδειγμα, στο θερμοστάτη να ρυθμίζει τη θερμοκρασία λαμβάνοντας υπόψη του και τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Ένα εξίσου σημαντικό παράδειγμα που αποδεικνύει την επαύξηση των δυνατοτήτων του υφιστάμενου εξοπλισμού αφορά στους χρονοδιακόπτες του φωτισμού. Πολλές οικογένειες που βρίσκονται σήμερα σε διακοπές, χρησιμοποιούν στα σπίτια τους

χρονοδιακόπτες που αναβοσβήνουν τυχαία τα φώτα, σε μία προσπάθεια αποθάρρυνσης των επίδοξων διαρρηκτών.

Η νέα τεχνολογία μπορεί να προσθέσει "λογική" μέσω κατάλληλων macros, προσομοιώνοντας ένα άτομο που κινείται συνεχώς μέσα στο σπίτι ανάβοντας και σβήνοντας τα φώτα σε κάθε δωμάτιο που εισέρχεται και εξέρχεται αντίστοιχα. Μερικοί ακόμη πιο "έξυπνοι" χρονοδιακόπτες μπορούν να καταγράφουν και να "μάθουν" τις κινήσεις των ανθρώπων μέσα στο σπίτι, προσομοιώνοντας έτσι με κάθε λεπτομέρεια την κίνησή τους.

2.3 Τα οφέλη της Τεχνολογίας

Η ευκολία, η απομακρυσμένη πρόσβαση, η άνεση και ο προσωπικός έλεγχος επί του οικιακού περιβάλλοντος αποτελούν τους κυριότερους τομείς όπου θα πρέπει να αναζητηθούν τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Η συντήρηση, η εξυπηρέτηση των τηλεπικοινωνιών, η κεντρική διαχείριση όλων των οικιακών συσκευών και η ασφάλεια είναι ορισμένοι επιπρόσθετοι λόγοι για τους οποίους οι καταναλωτές θα προθυμοποιούνταν να ξοδέψουν ένα σημαντικό ποσό χρημάτων για τη μετατροπή ή εξαρχής κατασκευή του ιδανικού "έξυπνου" σπιτιού τους. Όμως, για τη δημιουργία της ανάλογης αγοράς και την καθολική αποδοχή της τεχνολογίας από τους τελικούς αγοραστές, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν τόσο η ανάγκη για τα οφέλη που προσφέρει όσο και τα οικονομικά δεδομένα αλλά και οι εκάστοτε κοινωνικές επιρροές.

Καθώς, λοιπόν, ο τρόπος ζωής των ανθρώπων μεταβάλλεται και χαρακτηρίζεται από μοναδική ποικιλία ενδιαφερόντων και αναγκών, ο οικιακός εξοπλισμός γίνεται ολοένα περιπλοκότερος, δημιουργώντας την ανάγκη νέων υποδομών που θα μπορούν να εξυπηρετήσουν τις νέες συσκευές. Η υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή κρίνεται ήδη ανεπαρκής, ενώ στο μέλλον το χάσμα μεταξύ των δυνατοτήτων που μπορούν να προσφέρουν οι οικιακές συσκευές και των δυνατοτήτων που είναι δυνατόν να ενσωματωθούν στις υπάρχουσες καλωδιώσεις θα αυξάνεται συνεχώς.

Για το λόγο αυτόν, πολλές εταιρείες ήδη αναπτύσσουν και παρουσιάζουν στην παγκόσμια αγορά μία σειρά νέων τεχνολογιών, που αφορούν τόσο στην υλική υποδομή των νέων δικτύων που θα προκύψουν όσο και στα πρωτόκολλα επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθούν. Η χρονική συγκυρία δεν θα μπορούσε να είναι καλύτερη, αφού το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, με αποτέλεσμα η μετάβαση στη νέα εποχή των αυτοματοποιημένων οικιών να φαντάζει φυσιολογική ακόμη και για τους πιο μετριοπαθείς - τεχνολογικά - ανθρώπους.

2.4 Ο λόγος στις Τεχνολογίες

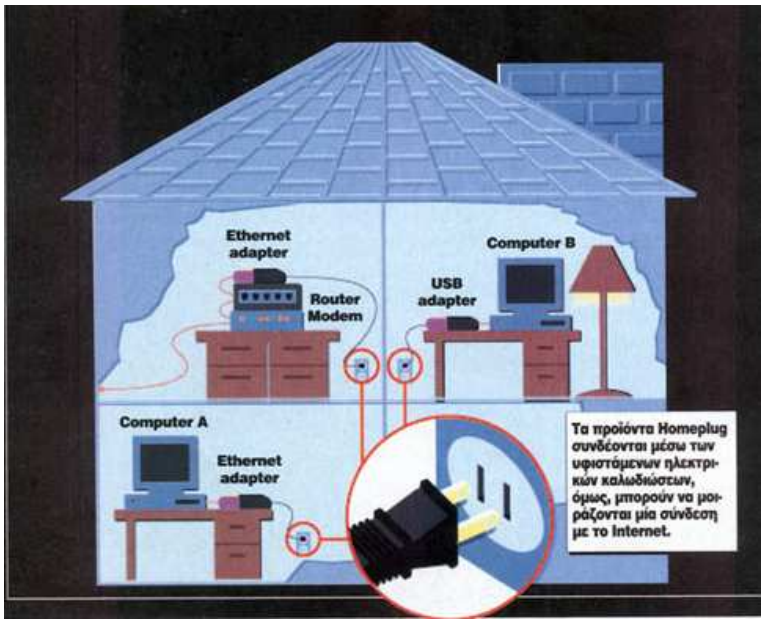
Μία από τις σημαντικότερες αποφάσεις που θα πρέπει να ληφθούν για την κατασκευή ενός "έξυπνου" σπιτιού ή την αναβάθμιση ενός υφιστάμενου συμβατικού είναι η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας για την αποστολή και λήψη δεδομένων. Η αγορά

προσφέρει σήμερα πολλές εναλλακτικές λύσεις, ενσύρματες ή ασύρματες, με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε φορά.

Οι παράγοντες που θα πρέπει να εκτιμήσει κάθε καταναλωτής είναι αρκετοί, αφού εκτείνονται από το ρυθμό διαμεταγωγής και την ευχρηστία που προσφέρει κάθε τεχνολογία, μέχρι το κόστος και την ευκολία εγκατάστασης που τη συνοδεύουν. Ο συνυπολογισμός όλων των ανωτέρω παραμέτρων θα μας οδηγήσει στη σωστή επιλογή καλωδίων, ανάλογα με τις προτεραιότητες και τις ανάγκες του καθενός, απόφαση από την οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η συνολική επιτυχία του εγχειρήματος.

Σήμερα, ο πιο διαδεδομένος τρόπος σύνδεσης είναι μέσω του πρωτοκόλλου X10 που επιτρέπει την αποστολή δεδομένων μέσω των συμβατικών γραμμών ηλεκτρικού ρεύματος. Όπως είναι φυσικό, στο σημείο αυτό επικεντρώνεται το μεγαλύτερο πλεονέκτημά του, αφού εκμεταλλεύεται την υφιστάμενη υποδομή κάθε σπιτιού για να επιτύχει την επικοινωνία με όλες τις ηλεκτρικές συσκευές που το υποστηρίζουν. Οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων που προσφέρει ποικίλλουν, αφού η ποιότητα των ηλεκτρικών καλωδιώσεων επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη συνολική απόδοση του δικτύου. Μία τυπική υλοποίησή του επιτρέπει την επικοινωνία σε ρυθμούς της τάξεως των 60 bps, ενώ η αμφίδρομη επικοινωνία είναι εφικτή αλλά προσφέρει ακόμη χαμηλότερες ταχύτητες.

Αντίθετα, το πρωτόκολλο **HomePlug 1.0** υπόσχεται ταχύτητες που φθάνουν τα 14 Mbps, απόδοση που εξαρτάται ευθέως από την ποιότητα των καλωδιώσεων αλλά και την ύπαρξη συσκευών όπως τα πλυντήρια, που προκαλούν παράσιτα και μειώνουν τη συνολική απόδοση του συστήματος.



Εικόνα 2.4 *Το Πρωτόκολλο HomePlug 1.0*

Σημαντικές ομοιότητες με το πρωτόκολλο **X-10** παρουσιάζει και η δημιουργία ενός οικιακού δικτύου μέσω των τηλεφωνικών γραμμών. Η εκμετάλλευση της υφιστάμενης τηλεφωνικής υποδομής προσφέρεται από τη δεκαετία του '80 στους χρήστες υπολογιστών Macintosh, που χρησιμοποιούσαν τους δέκτες Phonenet για επικοινωνία. Παρά τα

πλεονεκτήματα, όμως, που παρουσιάζει η συγκεκριμένη τεχνολογία, ο ρυθμός διαμεταγωγής που προσφέρει κρίνεται επίσης ανεπαρκής, αφού το πρωτόκολλο **Home Phoneline Networking Alliance 1.0** προσφέρει ταχύτητες της τάξεως του 1 μόλις Mbps, ενώ η έκδοση 2.0 ανεβάζει τον πήχη στα 10 Mbps.

Μία τρίτη, ευρέως διαδεδομένη επιλογή, αφορά στη χρήση ομοαξονικού καλωδίου που συνήθως προτιμάται για τη μεταφορά βιντεοσήματος και δεδομένων. Το πλεονέκτημα στη συγκεκριμένη περίπτωση εστιάζεται στην ευκολία εγκατάστασης και επέκτασης του δικτύου, όμως, ο ρυθμός διαμεταγωγής δεν ξεφεύγει από τα στενά όρια των προηγουμένων υλοποιήσεων, αφού αγγίζει τα 10 Mbps. Παρ' όλο που η επίδοση αυτή φαντάζει ικανοποιητική, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι η συνολική χωρητικότητα διαμοιράζεται σε μία ποικιλία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών, που περιλαμβάνουν υπολογιστές, ηχοσυστήματα, τηλεοράσεις, ανιχνευτές, φωτισμό και δεκάδες ή εκατοντάδες ακόμη αντικείμενα.

Όσοι, λοιπόν, ενδιαφέρονται για την εγκατάσταση ενός οικιακού δικτύου υψηλών επιδόσεων που θα επιτρέψει την πλήρη υποστήριξη της υποδομής του "έξυπνου" σπιτιού που ονειρεύονται, θα πρέπει να στραφούν προς τα καλώδια Category 5E ή τις οπτικές ίνες. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την επικοινωνία με ρυθμούς που ανέρχονται σε αρκετά Gigabit, επίδοση που αποδεικνύεται επαρκής ακόμη και για τη μετάδοσή βίντεο υψηλής ποιότητας και τη μεταφορά δεδομένων σε πολύ μεγάλες ταχύτητες.

Τέλος, υπάρχουν και οι ασύρματες λύσεις, οι οποίες όμως δεν έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε το προσφερόμενο bandwidth να ικανοποιεί. Το πρωτόκολλο 802.11b για παράδειγμα, παρέχει ένα θεωρητικό μέγιστο της τάξεως των 11 Mbps, που κρίνεται αρκετά χαμηλό για τις ανάγκες ενός "έξυπνου" σπιτιού. Παράλληλα, εκφράζονται προβληματισμοί και για την ασφάλεια που παρέχουν τα ασύρματο πρωτόκολλα επικοινωνίας, αφού στην περίπτωση που η προστασία τους δεν είναι επαρκής, κάθε διερχόμενος θα μπορεί να αποκτά πρόσβαση στο οικιακό δίκτυο.

2.5 Το Πρωτόκολλο X-10

Όπως ήδη αναφέραμε, η πιο διαδεδομένη λύση για τη δημιουργία του "έξυπνου" σπιτιού ακούει στο όνομα X-10. Πρόκειται για ένα πρωτόκολλο που λειτουργεί αποστέλλοντας μέσω της γραμμής ηλεκτρικού ρεύματος παλμούς των 120KHz, ενώ για να αντεπεξέλθει στα παράσιτα και τις παρεμβολές που διατρέχουν τις καλωδιώσεις, αποστέλλει κάθε εντολή δύο φορές.

Κάθε συσκευή που υποστηρίζει το πρωτόκολλο X-10 διαθέτει δύο διευθύνσεις μεγέθους 4 bit, με αποτέλεσμα να μπορούν να συνδεθούν συνολικά 28 ή 256 συσκευές. Η πρώτη διεύθυνση χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των συσκευών σε ομάδες, ενώ η δεύτερη για τον εντοπισμό της συσκευής μέσα στην ομάδα. Για παράδειγμα, όλες οι συσκευές που βρίσκονται στο καθιστικό μπορούν να ανήκουν στην ομάδα Α, ενώ όσες βρίσκονται στο υπνοδωμάτιο στην ομάδα Β. Η τεχνική αυτή επιτρέπει τον ευκολότερο εντοπισμό και διαχείριση των συσκευών, ενώ πολλές συσκευές μπορούν να μοιράζονται τον ίδιο κωδικό και να λαμβάνουν έτσι τις ίδιες εντολές.

Η αμφίδρομη επικοινωνία είναι επίσης εφικτή, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα σε κάποια συσκευή να αποστείλει εντολές σε κάποια άλλη. Για παράδειγμα, ένας θερμοστάτης

μπορεί να ελέγχει τη λειτουργία του καυστήρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του σπιτιού σύμφωνα με τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη.

Το πρωτόκολλο X-10 αναπτύχθηκε το 1970 και κρίνοντας από τα χαρακτηριστικά που προσφέρει, αποδεικνύεται ως μία χαμηλού κόστους, ευέλικτη λύση για όλες τις ανάγκες που απαιτούν χαμηλό bandwidth. Η πιο διαδεδομένη μορφή χρήσης του είναι για τον έλεγχο του φωτισμού, χωρίς όμως οι δυνατότητές του να περιορίζονται σε αυτήν.

Ο τρόπος λειτουργίας του βασίζεται στην αποστολή δεδομένων σε "πακέτα" των 8 bits, τα οποία διαδέχονται ένα αρχικό σήμα που ονομάζεται "start code". Για την αποστολή και λήψη δεδομένων οι πομποί και οι δέκτες συγχρονίζονται με βάση την κυματομορφή του ηλεκτρικού ρεύματος. Η αποστολή δεδομένων γίνεται κάθε φορά που η κυματομορφή τέμνει τον οριζόντιο άξονα (σημείο που ονομάζεται zero crossing), δηλαδή 120 φορές το δευτερόλεπτο για ηλεκτρικό ρεύμα συχνότητας 60Hz που χρησιμοποιείται στις ΗΠΑ. Στην Ευρώπη η αντίστοιχη συχνότητα ανέρχεται σε 50Hz, και για το λόγο αυτό έχουν κατασκευαστεί ειδικά προϊόντα και συσκευές που είναι συμβατές με τη χαμηλότερη συχνότητα.

Επειδή οι παλμοί - και επομένως οι εντολές- αποστέλλονται μέσω των ηλεκτρικών καλωδίων προς το σύνολο των συσκευών, τα δεδομένα περιλαμβάνουν το αρχικό σήμα (start code), ακολουθούμενο από τη διεύθυνση της συσκευής που θέλουμε να ελέγξουμε και, τέλος, την εντολή που θέλουμε να δώσουμε.

Τέλος δεν θα πρέπει να παραλείψουμε ότι επειδή αρκετές οικιακές συσκευές χρησιμοποιούν τριφασικό ρεύμα, όλοι οι πομποί που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο X-10 αποστέλλουν 3 παλμούς με κατάλληλη διαφορά φάσης.

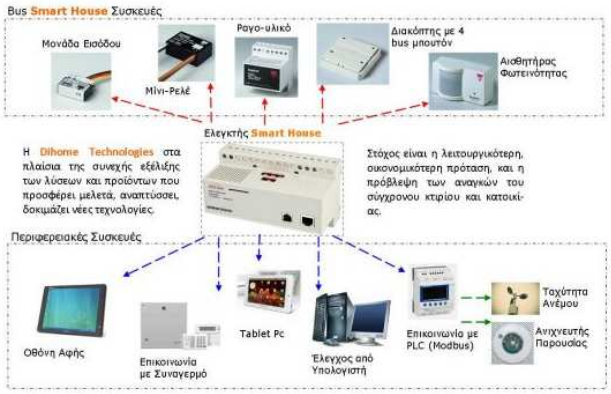
2.6 Η νέα γενιά

Οι τεχνολογίες δικτύωσης που βρίσκονται υπό ανάπτυξη, φυσικά, δεν εξαντλούνται στα προαναφερθέντα διαδεδομένα πρωτόκολλα επικοινωνίας, αντίθετα ένας μεγάλος αριθμός εταιρειών ενδιαφέρεται για τη συγκεκριμένη αγορά και έχει παρουσιάσει τις δικές του ολοκληρωμένες προτάσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Cisco, η οποία σε ειδικές εγκαταστάσεις που διαθέτει στη Μεγάλη Βρετανία, στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στη Σιγκαπούρη, επιδεικνύει τη δική της τεχνολογία οικιακής δικτύωσης υπό τον τίτλο **iHome**. Σύμφωνα με το όραμα της εταιρείας, το ιδανικό σπίτι θα μπορεί να ελέγχει τόσο το φωτισμό όσο και τις επικοινωνίας και τη θερμοκρασία του οικιακού περιβάλλοντος, ενώ ένα σύνολο από αισθητήρες και κάμερες θα τροφοδοτούν με δεδομένα τον κεντρικό υπολογιστή που θα λαμβάνει κατάλληλες ενέργειες. Για παράδειγμα, θα μπορεί να ειδοποιεί τους ενοίκους όταν κάποιος είναι στην πόρτα ή θα ελέγχει τη λειτουργία όλων των συσκευών.

Εξίσου σημαντική μπορούμε να χαρακτηρίσουμε την πρόταση των εταιρειών Ericsson και Electrolux, οι οποίες τον Δεκέμβριο του 1999 προχώρησαν στην ανάπτυξη της δικής τους τεχνολογίας με την ονομασία **e2Home**. Στόχος τους είναι η διευκόλυνση των ιδιοκτητών του "έξυπνου" σπιτιού στον έλεγχο των λειτουργιών του, ενώ τα κυριότερα σημεία ενδιαφέροντος είναι η προστασία, η ευκολία και η επεκτασιμότητα του συστήματος που θα επιτρέπει τη σταδιακή αναβάθμισή του με νέες συσκευές και δυνατότητες.

Η Miele σε συνεργασία με ένα πλήθος άλλων εταιρειών έχει ασχοληθεί με την ανάπτυξη της σχετικής τεχνολογίας, την οποία παρουσίασε στην έκθεση Domotechnica 2001. Η πρότασή της ακούει στο όνομα **Miele@Home** και υλοποιείται γύρω από έναν κεντρικό πίνακα ελέγχου, ο οποίος ευθύνεται για το σύνολο των λειτουργιών.

Η ενοποίηση όλων των συστημάτων σε ένα **κεντρικό ελεγκτή** έρχεται να απλοποιήσει τα πράγματα και να ενσωματώσει τον **έλεγχο,** την **ενημέρωση** σε ένα **ενιαίο δίαυλο επικοινωνίας,** δημιουργώντας τις κατάλληλες συνθήκες για σενάρια πέρα κάθε ορίου. Η ολοκληρωμένη σειρά **SmartHouse** δίνει αυτή τη δυνατότητα, κάνοντας το **έξυπνο σπίτι** πιο προσιτό.



Εικόνα 2.5 *Η λύση SmartHouse της Dupline*

3. Έξυπνοι Μετρητές (Smart Meters)

3.1 Εισαγωγή

Έξυπνους μετρητές μέσα στο σπίτι, που θα μετρούν ανά πάσα στιγμή την κατανάλωση ενέργειας και θα επιτρέπουν την παροχή τιμολογίων πολλαπλών ταχυτήτων, σχεδιάζει να εγκαταστήσει η ΔΕΗ.

Σε πρώτη φάση θα εγκατασταθούν σε 60.000 μεγάλους καταναλωτές της χαμηλής τάσης, πολλοί από τους οποίους είναι οικιακοί. Το πρόγραμμα, συνολικού κόστους 27 εκατ. ευρώ, συγχρηματοδοτείται κατά 50% από ευρωπαϊκά κονδύλια μέσω του ΕΣΠΑ, και τον Αύγουστο πρόκειται να προκηρυχθεί ο διαγωνισμός για την επιλογή του μετρητή και του λογισμικού που θα τον υποστηρίζει. Στόχος της ΔΕΗ, αλλά και της ηγεσίας του υπουργείου Ανάπτυξης που θεωρεί ιδιαίτερης σημασίας το σύστημα τηλεμέτρησης όπως λέγεται, είναι η εγκατάσταση των μετρητών στα σπίτια να αρχίσει να εφαρμόζεται από του χρόνου.

Οι μετρητές που θα αντικαταστήσουν τα παραδοσιακά ρολόγια, θα τοποθετούνται στο εσωτερικό της οικίας και όχι εξωτερικά στην είσοδο της πολυκατοικίας όπως γίνεται μέχρι σήμερα. Και αυτό διότι δεν θα χρειάζεται πλέον να είναι προσβάσιμοι από τα συνεργεία της ΔΕΗ και τους εξωτερικούς εργολάβους για την καθιερωμένη καταμέτρηση, καθώς με την εγκατάστασή τους σταματά το σημερινό καθεστώς ελέγχου των ρολογιών και έκδοσης «έναντι» λογαριασμών. Κάθε μετρητής θα αποστέλλει αυτόματα τα στοιχεία της κατανάλωσης του κατόχου του (πιθανότατα μέσω ασύρματου δικτύου εταιρείας κινητής τηλεφωνίας, με την οποία η ΔΕΗ θα συνάψει σύμβαση) σε έναν κεντρικό υπολογιστή της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού που θα τα συλλέγει και θα τα επεξεργάζεται.

Ο πελάτης θα μπορεί ανά πάσα στιγμή κοιτάζοντας στην οθόνη του μετρητή, να γνωρίζει- και άρα να ελέγχει- τι καταναλώνει. Δηλαδή, μόλις θα θέτει σε λειτουργία μια ενεργοβόρο συσκευή, π.χ. τον θερμοσίφωνα, αυτόματα ο ηλεκτρονικός μετρητής του θα δείχνει αύξηση φορτίου κ.ο.κ. Έτσι θα μπορεί να περιορίζει την άσκοπη χρήση στην κατανάλωση ενέργειας, ενώ παράλληλα θα πάψει να παραλαμβάνει λογαριασμούς που δεν ανταποκρίνονται στην πραγματική κατανάλωση.

Παράλληλα η ΔΕΗ θα μπορεί να εφαρμόσει χρονομεταβλητά τιμολόγια, δηλαδή υψηλότερα για όσους «καίνε» ρεύμα κατά τις ώρες αιχμής του φορτίου και χαμηλότερα για όσους περιορίζουν εκείνες τις ώρες την κατανάλωσή τους. Και αυτό διότι θα μπορεί στο εξής να γνωρίζει «on line» τις ώρες κατά τις οποίες καταναλώνει περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια κάθε πελάτης της. Πληροφορία που δεν είναι σε θέση να έχει με το σημερινό σύστημα. Η τοποθέτηση των μετρητών θα γίνει με έξοδα της ΔΕΗ, όπως συνέβη και πριν από λίγα χρόνια με τους περίπου 8.000 μετρητές που εγκαταστάθηκαν στους πελάτες της στη μέση τάση.

Ο λόγος για τον οποίο η εγκατάσταση ηλεκτρονικών μετρητών θα αρχίσει από τους 60.000 μεγάλους πελάτες της χαμηλής τάσης, είναι ότι- μαζί με τους 8.000 εμπορικούς πελάτες της μέσης τάσης- ευθύνονται για το 30% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα. Αργότερα η ίδια τεχνολογία θα επεκταθεί στο σύνολο και των 7,5 εκατ. μετρητών της ΔΕΗ πανελλαδικά. Έχει υπολογιστεί ότι αν το κόστος για 60.000 πελάτες είναι 27 εκατ. ευρώ, τότε για το σύνολο των 7,5 εκατ. θα διαμορφωθεί σε 700 εκατ. ευρώ.

3.2 Περιγραφή

Ένας έξυπνος μετρητής είναι μία συσκευή η οποία μετράει την ενέργεια που χρησιμοποιείται και στέλνει τις πληροφορίες στο σύστημα και από εκεί καταλήγουν στον πελάτη, ενημερώνοντας τον για την εκάστοτε κατανάλωση του και το αντίστοιχο κόστος αυτής. Οι έξυπνοι μετρητές έχουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας, δυνατότητα δηλαδή εκτός από την αποστολή δεδομένων, και την λήψη εντολών. Αποτελούν έναν οικονομικό τρόπο για μέτρηση και παρακολούθηση της κατανάλωσης, που επιτρέπει την καλύτερη ρύθμιση της παραγωγής βασιζόμενη σε ημερήσια δεδομένα πραγματικού χρόνου (εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων-μικρότερες επενδύσεις σε δίκτυα διανομής). Στόχος είναι με τους έξυπνους μετρητές οι χρεώσεις στους καταναλωτές να γίνονται βάσει του ακριβούς ποσού ενέργειας που έχει καταναλωθεί.

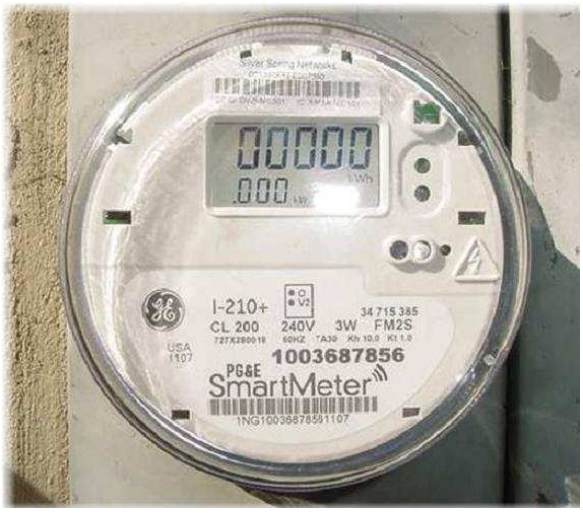
Οι έξυπνοι μετρητές θα έχουν την δυνατότητα να μετρούν άμεσα την κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και να μεταδίδουν τις μετρήσεις στις βάσεις δεδομένων στο κέντρο διαχείρισης. Ο καταναλωτής μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να έχει γνώση της πραγματικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενημέρωση του καταναλωτή μπορεί να γίνεται με ευκολία στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή του, εφόσον υπάρχει ασύρματη σύνδεση μεταξύ υπολογιστή και μετρητή. Η συνεχής ενημέρωση του καταναλωτή αποσκοπεί στη μείωση χρήσης κάποιων ηλεκτρικών συσκευών, οι οποίες καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας.

Υπάρχουν αρκετοί τύποι τέτοιων μετρητών με κυριότερους τους:

- FLUKE 1750 και FLUKE 1760
- ACE 5000, ACE 6000, ACE 7000 ή ACTARIS SL7000
- Gran-Electro SS-101 και Gran-Electro SS-301
- CTC 5602 και CTC 5605
- Voltech - PM 3000
- AMPROBE DM-III
- Trinity Oracle Portable Power Analysis
- G4500 BLACKBOX Portable Power Quality Analyzer

Ένας χαρακτηριστικός έξυπνος μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο FLUKE 1760 Three-Phase Power Quality Recorder. Η συσκευή αυτή αποτελεί έναν τριφασικό μετρητή ποιότητας ισχύος η οποία έχει την ικανότητα μέτρησης τάσεων, ρεύματος, ενέργειας και ισχύος καθώς και ανάλυσης των αντίστοιχων αρμονικών. Διαθέτει 8 εισόδους – κανάλια για μέτρηση τάσεων και ρευμάτων μαζί με τους αντίστοιχους ακροδέκτες και η συχνότητας δειγματοληψίας έχει τη δυνατότητα να φτάσει τα 10.24KHz.Για την επικοινωνία και την μεταφορά δεδομένων μεταξύ της μετρητικής συσκευής και οποιασδήποτε άλλης συσκευής αποθήκευσης δεδομένων, όπως υπολογιστή, η συσκευή διαθέτει θύρες Ethernet και θύρα RS-232. Ακόμη διαθέτει κατάλληλο λογισμικό ανάλυσης και μελέτης των μετρήσεων, το οποίο εγκαθίσταται στον υπολογιστή με τον οποίο επικοινωνεί η συσκευή. Ένα, επίσης πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η διαθέσιμη μνήμη των δυο Giga Byte, η οποία κρίνεται αναγκαία για την αποθήκευση και κατά συνέπεια μεταφορά των μετρητικών αποτελεσμάτων.Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά προκύπτει πως ο χρήστης της συσκευής θα έχει την δυνατότητα μέτρησης δύο ανεξάρτητων και ανόμοιων μεταξύ τους συστημάτων, να ανιχνεύσει (αν υπάρχει) το σημείο του σφάλματος είτε αυτό συμβαίνει εντός της μετρούμενης εγκατάστασης είτε όχι, να κάνει λεπτομερή ανάλυση διαταραχών, καθώς και επιβεβαίωση της ποιότητας της εισερχόμενης ισχύος.

Οι έξυπνοι μετρητές που διατίθενται, έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν είτε να αντικαταστήσουν τους ήδη υπάρχοντες μετρητές ηλεκτρισμού είτε να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικοί.



Εικόνα 3.1 *Έξυπνος Μετρητής (Smart Meter)*



Εικόνα 3.2 *Πραγματικός έξυπνος μετρητής, της εταιρείας EVB Energie AG*

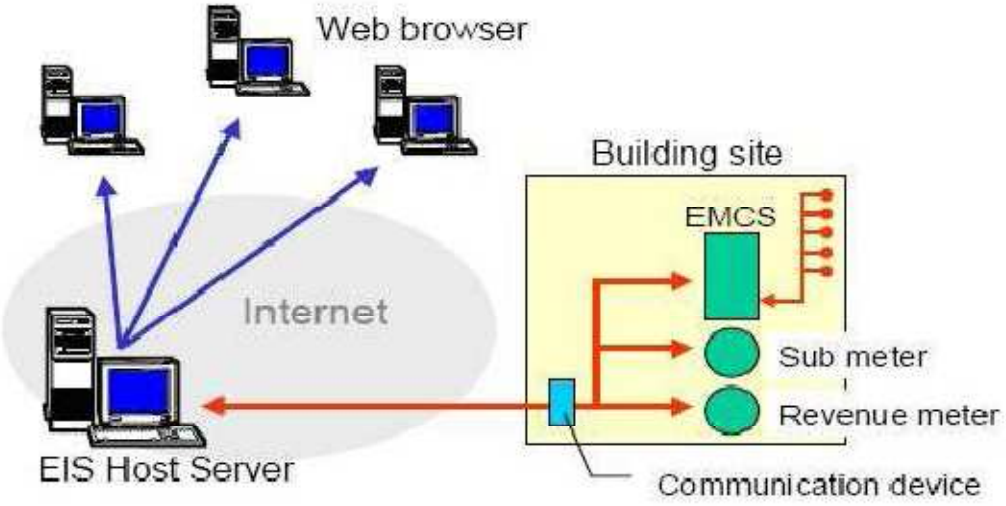
Automatic Meter Reading (AMR)-Αυτοματοποιημένη διαδικασία μέτρησης

Ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των καταναλωτών έχει οδηγήσει τις εταιρείες στην αναζήτηση ενός αποδοτικού τρόπου υπολογισμού της ενέργειας που καταναλώνεται από τους συνδρομητές. Το AMR (Automatic Meter Reading) αναφέρεται στην αυτοματοποιημένη διαδικασία μέτρησης της ενέργειας που καταναλώνεται, και όχι μόνο της ηλεκτρικής, γιατί μπορεί να ενσωματώσει και άλλους μετρητές όπως φυσικού αερίου και νερού.

Εκτός από την αυτοματοποίηση της διαδικασίας μέτρησης και υπολογισμού της καταναλισκόμενης ενέργειας, το AMR σύστημα παρέχει ένα σύνολο ολοκληρωμένων υπηρεσιών. Κατ' αρχήν μπορεί να απεικονίσει την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο (real–time), καθώς οι μετρήσεις λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Έτσι μπορεί ο πελάτης να ξέρει ακριβώς τι καταναλώνει και τι πληρώνει και επιπλέον μπορεί να δημιουργηθεί ένα ενεργειακό προφίλ του πελάτη (κτιρίου). Το προφίλ αυτό αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πιστοποιητικό που του δίνει αγοραστική δύναμη απέναντι σε μια απελευθερωμένη αγορά ενέργειας. Το προφίλ αυτό δείχνει τι καταναλώνει ο πελάτης και

ποια χρονική στιγμή, συνεπώς αυτό μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων, τόσο με εντοπισμό ≪ άχρηστων ≫ φορτίων όσο και από αποφυγή ποινών λόγω υψηλών αιχμών στην κατανάλωση. Επιπλέον μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στην ορθή πρόβλεψη φορτίου από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας και την αποδοτικότερη ένταξη μονάδων παραγωγής. Το αυτοματοποιημένο αυτό σύστημα μπορεί να προσφέρει ακόμα δυνατότητες χειρισμού φορτίου, ανίχνευσης σφαλμάτων στο δίκτυο και έγκαιρης ενημέρωσης του συστήματος αλλά και αξιοπιστία στις μετρήσεις.

Το AMR είναι ένα σύστημα αυτοματισμού που συλλέγει δεδομένα (μετρήσεις-καταναλώσεις) και τα στέλνει σε μια κεντρική βάση δεδομένων όπου γίνεται η αποθήκευση και η επεξεργασία αυτών των στοιχείων. Η επικοινωνία γίνεται μέσω τηλεπικοινωνιακού διαύλου -ενσύρματου ή ασύρματου- ή μέσω της γραμμής μεταφοράς με φέροντα κύματα και πραγματοποιείται είτε με μονομερή αποστολή δεδομένων από το σύστημα στο διακομιστή σε τακτά χρονικά διαστήματα, είτε με αποστολή κατόπιν αίτησης του διακομιστή, είτε με συνδυασμό των δύο παραπάνω.



Εικόνα 3.3 *Απεικόνιση AMR-Αυτοματοποιημένη Διαδικασία Μέτρησης*

Παράγοντες που απαιτούνται για την εγκατάσταση ενός AMR συστήματος:

- Γεωγραφική Δομή της περιοχής.
- Δομή των ηλεκτρικών γραμμών.
- Θέση, Συχνότητα, Περιοχή Κάλυψης του GSM σταθμού που υπάρχει στην περιοχή.
- Ύψος και θέση των κτιρίων.
- Αριθμός Καταναλωτών.
- Θέσεις των καταναλωτών και η κατάσταση συχνότητας επικοινωνίας στο δίκτυο.
- Αριθμός καταναλωτών ηλεκτρισμού, νερού, γκαζιού.



Εικόνα 3.4 *Τιμές/Κατανάλωση/Κόστος*

3.3 Ο Έξυπνος Μετρητής (Smart Meter) ως τοίχος προστασίας (firewall)

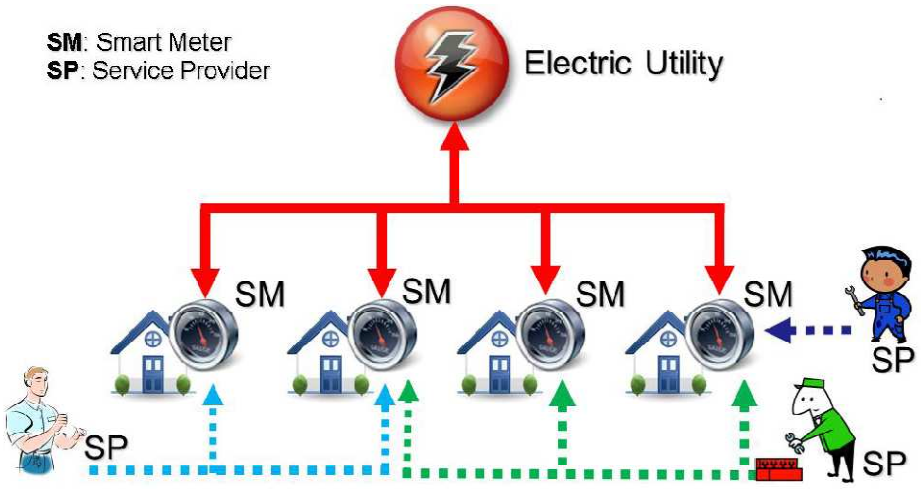
μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού κόσμου.

Ο έξυπνος μετρητής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα τείχος προστασίας που διευθύνει την εισερχόμενη και εξερχόμενη κυκλοφορία, διασφαλίζοντας την ιδιωτική ζωή των ιδιοκτητών-χρηστών και την ακεραιότητα των μηνυμάτων που ανταλλάσσονται. Λειτουργεί ως μεσολαβητής για να μεταφέρει τις οδηγίες του ηλεκτρικού παρόχου (electric utility) προς τις έξυπνες ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα στους παρόχους υπηρεσίας (service providers) να παρακολουθούν και να προσφέρουν τεχνική βοήθεια στους πελάτες τους χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή επικοινωνιών. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά επιτυγχάνονται εγκαθιδρύοντας μια σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ ηλεκτρικού παρόχου και έξυπνου μετρητή.

Τον εσωτερικό κόσμο αποτελεί το Home Area Network (HAN) που αποτελείται από τις επικοινωνίες μεταξύ των έξυπνων ηλεκτρικών οικιακών συσκευών, ενώ τον εξωτερικό κόσμο αποτελεί το Wide Area Network (WAN) που αποτελείται από τις επικοινωνίες μεταξύ των νοικοκυριών, των παρόχων και των διαχειριστών του συστήματος.

Ο έξυπνος μετρητής θα προστατεύει την ιδιωτική ζωή των χρηστών αποκρύπτοντας ατομικά στοιχεία από τον ηλεκτρικό πάροχο. Αντί ο ηλεκτρικός πάροχος να ελέγχει άμεσα τις οικιακές συσκευές, θα αναζητά τον έξυπνο μετρητή ώστε να μειώσει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας και να αποφασίσει ποιες οικιακές συσκευές να κλείσει ή να περιορίσει τη λειτουργία τους. Οι πελάτες θα είναι αυτοί που θα αποφασίζουν την προτεραιότητα κάθε συσκευής τους.

Ακόμη, ο έξυπνος μετρητής θα χρησιμοποιείται για να επικοινωνεί με τους παρόχους υπηρεσίας, οι οποίοι έχουν υπογράψει συμβόλαιο για να συντηρούν συγκεκριμένες ηλεκτρικές συσκευές. Δηλαδή, θα καταγράφει και θα ζευγαρώνει έναν πάροχο υπηρεσίας με τις αντίστοιχες συσκευές για να δημιουργήσει ένα μονοπάτι επικοινωνίας μεταξύ τους. Θα παρέχει μηνύματα μόνο μεταξύ των παρόχων υπηρεσίας που έχουν υπογράψει συμβόλαιο με τις οικιακές συσκευές για τις οποίες είναι υπεύθυνοι. Για παράδειγμα, ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπορεί να εκπέμψει μηνύματα λάθους (error messages) σε ένα συγκεκριμένο και πιστοποιημένο για την αυθεντικότητά του μηχανικό υπηρεσίας μέσω του έξυπνου μετρητή.



Εικόνα 3.5 *Έξυπνοι μετρητές και μηχανικοί-τεχνικοί υπηρεσίας*

Ο ηλεκτρικός πάροχος θα στέλνει οδηγίες σχετικές με την κατανάλωση προς τους έξυπνους μετρητές και θα συλλέγουν από αυτούς στοιχεία κατανάλωσης ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια των περιόδων αιχμής, ο ηλεκτρικός πάροχος θα καθοδηγεί τους έξυπνους μετρητές να περιορίσουν τις καταναλώσεις τους, προμηθεύοντάς τους με κίνητρα. Μετά, θα αποτελεί ευθύνη του έξυπνου μετρητή να διακανονίσει τη λειτουργία των οικιακών συσκευών του. Αυτή η προσέγγιση κρύβει τις ιδιωτικές συσκευές από τον πάροχο και προστατεύει την ιδιωτική ζωή των χρηστών.

Οι πάροχοι υπηρεσιών θα καταγράφονται σε έναν ηλεκτρικό πάροχο και θα παρέχουν ψηφιακά πιστοποιητικά για την αυθεντικότητα της ταυτότητάς τους καθώς και κλειδιά επικοινωνίας για να μπορούν εξυπηρετήσουν τους χρήστες. Έπειτα, θα μπορούν να υπογράψουν συμβόλαια με ιδιωτικούς χρήστες για τις συσκευές που θα υποστηρίζουν. Ο έξυπνος μετρητής θα περιορίσει την επικοινωνία των οικιακών συσκευών μόνο με παρόχους υπηρεσιών των οποίων τα πιστοποιητικά είναι έγκυρα.

3.4 Οικιακή χρήση Έξυπνων Μετρητών

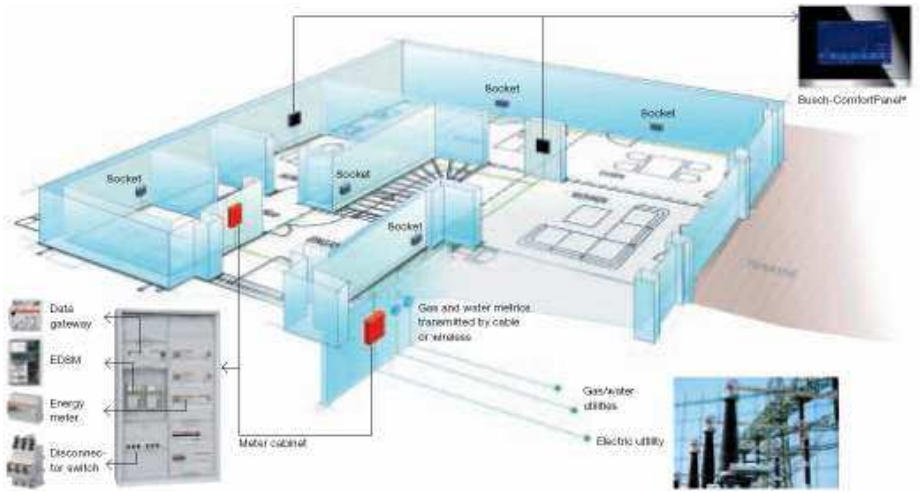
Υπάρχουν δύο κυρίως τάσεις που αλλάζουν τον τρόπο που εμείς ως καταναλωτές βλέπουμε την ενέργεια. Η μία από αυτές είναι οι περιβαλλοντικές ανησυχίες και ιδιαίτερα οι επιπτώσεις της χρήσης της ενέργειας. Η άλλη είναι η αύξηση του κόστους της ενέργειας, που οδηγεί τους καταναλωτές σε αναζήτηση τρόπων μείωσης της κατανάλωσης. Και οι δύο αυτές επιδράσεις θα αλλάξουν τον τρόπο χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά τις καλές προθέσεις, δεν είναι εύκολο να συνδέσουμε καθημερινές ενέργειες με τον πραγματικό τους ενεργειακό αντίκτυπο, και έτσι να δράσουμε αντίστοιχα. Οι λογαριασμοί ρεύματος λαμβάνονται σε μηνιαία βάση, και έτσι είναι δύσκολος ο διαχωρισμός των επιπτώσεων μεμονωμένων ενεργειών ή η ενημέρωση για την αποτελεσματικότητα κάποιων αλλαγών.

Η εισαγωγή της επονομαζόμενης έξυπνης τεχνολογίας, όπως οι έξυπνοι μετρητές της παροχής, αλλάζει αυτή την κατάσταση. Σε συνδυασμό με μία πύλη δεδομένων, μία τέτοια συσκευή επιτρέπει στους καταναλωτές να απεικονίσουν και να παρακολουθήσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και έτσι να προσδιορίσουν τρόπους για τη βελτιστοποίηση της. Τα δεδομένα εμφανίζονται γραφικά σε μια μορφή εύκολη στην κατανόηση, επιτρέποντας στους καταναλωτές να βελτιστοποιήσουν άμεσα τη χρήση ενέργειας και να δουν αμέσως τα αποτελέσματα των ενεργειών τους, όπως για παράδειγμα όταν εγκαθιστούν ένα ενεργειακά αποδοτικό ψυγείο. Η γερμανική ομοσπονδιακή κυβέρνηση έκανε την εισαγωγή των ευφυών μετρητών υποχρεωτική στη Γερμανία από το 2010. Η νέα τεχνολογία καθιστά δυνατή την δημιουργία πινάκων μετρητών, που είναι ακόμη πιο συμπαγείς από τους σημερινούς. Δημιουργείται έτσι η βάση για έξυπνη μέτρηση και καθίσταται δυνατή η αποδοτική χρήση ενέργειας αλλά και η εξοικονόμηση χρημάτων στην απελευθερωμένη αγορά ενέργειας.

Σε συνδυασμό με μια πύλη δεδομένων, οι οικιακοί μετρητές παρέχουν ολοκληρωμένη λύση για την έξυπνη μέτρηση. Εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια, η πύλη μπορεί να παρακολουθεί και να απεικονίσει την κατανάλωση άλλων πόρων (όπως νερό, αέριο ή θερμότητα) και έτσι αντιπροσωπεύει μια ολοκληρωμένη και πλήρη πλατφόρμα μέτρησης. Τα δεδομένα από την πύλη μπορούν να παρουσιαστούν στους ένοικους ενός κτηρίου με πολλούς τρόπους, σε οθόνη υπολογιστή, σε κινητό τηλέφωνο, κ.λ.π. Η πύλη δεδομένων προωθεί τα στοιχεία αυτά και στους προμηθευτές. Οι πρόσθετες συσκευές που απαιτούνται γι αυτό στεγάζονται στο ντουλάπι του μετρητή, πίσω από τον έξυπνο μετρητή ηλεκτρισμού, μετατρέποντας έτσι το ντουλάπι αυτό σε κέντρο επικοινωνιών. Μόλις εγκατασταθεί ένας τέτοιος μετρητής, η μακροχρόνια ανάγκη ώστε ένας εργαζόμενος της

επιχείρησης ηλεκτρισμού να έρχεται τακτικά και να διαβάζει χειροκίνητα τους μετρητές, γίνεται παρελθόν. Η επιχείρηση μπορεί περιοδικά να υπολογίζει την κατανάλωση με εξ αποστάσεως πρόσβαση στον ηλεκτρονικό μετρητή. Για τον καταναλωτή, η κατανάλωση του σπιτιού μπορεί να παρουσιαστεί σε μια κατανοητή μορφή και οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Οι ένοικοι μπορούν έτσι να διαμορφώσουν την χρήση ενέργειας πολύ νωρίτερα. Λεπτομερής ανάλυση μπορεί ακόμα να βοηθήσει να εντοπιστούν πιθανές ζημιές στο δίκτυο. Οι έξυπνοι μετρητές θα παίξουν ένα σημαντικό ρόλο σε ένα μέλλον, στο οποίο οι καταναλωτές θα έχουν μεγαλύτερη ελευθερία να επιλέγουν τον ενεργειακό τους προμηθευτή. Σε ένα νοικοκυριό εξοπλισμένο με έξυπνο μετρητή, η παροχή ισχύος μπορεί να διακόπτεται άμεσα και εξ' αποστάσεως όταν ένας λογαριασμός ακυρώνεται.

Οι προμηθευτές ενέργειας, στο μέλλον, όλο και περισσότερο θα προσφέρουν ηλεκτρισμό με τιμολογήσεις που θα εξαρτώνται από το χρόνο. Οι καταναλωτές έτσι, θα ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης, σε περιόδους χαμηλής τιμολόγησης. Με αυτό τον τρόπο, μια πιο ίση κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί καθ' όλη τη μέρα, πόσο μάλλον την εβδομάδα. Συνεπώς, θα μειωθεί η ανάγκη για την δαπανηρή παραγωγή του φορτίου αιχμής, και τελικά θα ανακουφίσει τους παραγωγούς, μειώνοντας το κόστος διαχείρισης του δικτύου, το οποίο διαφορετικά θα δημιουργηθεί από την αυξημένη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.



Εικόνα 3.6 *Δίκτυο έξυπνων οικιακών συσκευών*



Εικόνα 3.7 *Έξυπνοι μετρητές παγκοσμίως*

3.5 Οφέλη από την χρήση Έξυπνων Μετρητών

Τα αναμενόμενα οφέλη από την χρήση των Έξυπνων Μετρητών στους καταναλωτές είναι τα ακόλουθα:

α) Βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος που προσφέρεται στον καταναλωτή: Η καταγραφή των ποιοτικών μεγεθών παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας (τάση, συχνότητα, κ.α.), θα έχει ως αποτέλεσμα την καταγραφή κάποιων ανωμαλιών ή περιστατικών (π.χ. πτώσεων ή αιχμών τάσης). Τα επιτρεπτά όρια π.χ. της τάσης του ρεύματος είναι καταγεγραμμένα στην κείμενη νομοθεσία. Σε περίπτωση ανωμαλιών που οδηγούν σε υλικές ζημιές στις συσκευές του καταναλωτή, θα μπορεί ο καταναλωτής να καταγγείλει τον Διαχειριστή του Δικτύου για την ποιότητα του ρεύματος που προμηθεύεται. Επομένως, η χρήση των Έξυπνων Μετρητών προστατεύει τα δικαιώματα των καταναλωτών, με αποτέλεσμα να βελτιωθεί η ποιότητα του προϊόντος που προσφέρεται σε αυτούς από τον Διαχειριστή του Δικτύου.

β) Μέσω των Έξυπνων Μετρητών, ο καταναλωτής θα μπορεί να αντλεί πληροφορίες από την ιστοσελίδα της WATT+VOLT (σε συνεργασία με το ΠΣ διαχείρισης μετρούμενων δεδομένων της εταιρείας) για την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε στιγμή. Η εκμετάλλευση της πληροφορίας αυτής είναι πολύ σημαντική για την οικονομία των καταναλωτών, και θα βοηθήσει στη βέλτιστη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς οι καταναλωτές θα έχουν επιπλέον κίνητρο να αυξήσουν την κατανάλωσή τους σε ώρες χαμηλής τιμής και να την μειώσουν αντίστοιχα σε ώρες υψηλής τιμής.

γ) Βελτίωση των υπηρεσιών που προσφέρονται στον καταναλωτή: Σύμφωνα με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά την απλή διαδικασία για την αναφορά παραπόνων και την παροχή στοιχείων κατανάλωσης τακτικά από τους Προμηθευτές στους καταναλωτές, κάθε καταναλωτής θα έχει δυνατότητα από την ιστοσελίδα του Προμηθευτή (σε συνεργασία με το ΠΣ του ιδίου και της διαδικτυακής εφαρμογής Energy Analytics 2.0 της Intelen) μέσω διαβαθμισμένης πρόσβασης:

1. Να βλέπει τα ιστορικά στοιχεία των ωριαίων καταναλώσεών του. Ο καταναλωτής θα έχει άμεσα διαθέσιμη ενημέρωση για την κατανάλωση του (σε ωριαία βάση) κατά τα τελευταία έτη, μέσω ειδικά διαμορφωμένων

αναφορών και φιλικών προς το χρήστη γραφημάτων απεικόνισης της πληροφορίας. Η πληροφορία αυτή θα βοηθά τον καταναλωτή να κάνει βέλτιστη διαχείριση της κατανάλωσής του, με άμεσο επακόλουθο την εξοικονόμηση ενέργειας και οικονομικά οφέλη. Υπολογίζεται βάσει αναφορών από αντίστοιχα πιλοτικά προγράμματα ότι η υιοθέτηση υγιέστερων καταναλωτικών συνηθειών και η βελτίωση της καταναλωτικής συμπεριφοράς τους μπορεί να αποφέρει μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από 5% έως 15%, κυρίως κατά τις ώρες αιχμής.

2. Να υποβάλλει γραπτά ένα δελτίο παραπόνων.
3. Να έχει on-line τεχνική υποστήριξη σε περίπτωση προβλήματος ή βλάβης της ηλεκτρικής του εγκατάστασης.
4. Να έχει τη δυνατότητα να πληρώνει τους λογαριασμούς του ηλεκτρονικά, μέσω «Κωδικού Ηλεκτρονικής Πληρωμής» ή με πιστωτική κάρτα.

δ) Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα δεδομένα κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο θα αποτυπώνονται στην οθόνη του υπολογιστή ή την τηλεόραση του καταναλωτή, ώστε να γνωρίζει την επίδραση που έχει η λειτουργία κάθε συσκευής στην συνολική κατανάλωσή του. Επίσης, τα δεδομένα αυτά μέσω κατάλληλων φιλικών προς το χρήστη-καταναλωτή γραφημάτων θα μετατρέπονται σε κόστος ενέργειας και σε εκτίμηση εκπομπών ρύπων (εκπομπές CO2), ώστε να γνωρίζει άμεσα ο καταναλωτής τις περιβαλλοντικές συνέπειες της χρήσης της ενέργειας. Το γεγονός αυτό θα βελτιώσει σημαντικά την περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών.

ε) Δυνατότητα χρήσης «προηγμένων» τιμολογιακών πακέτων: Οι υπηρεσίες των Έξυπνων Μετρητών θα διευρυνθούν ώστε να λαμβάνουν υπόψη «προηγμένα» τιμολογιακά πακέτα που θα προσφέρονται από τον Προμηθευτή. Για παράδειγμα, θα έχουν δυνατότητα προ-πληρωμένης χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας («καρτο-ενέργεια») χωρίς πάγια χρέωση. Έτσι, κάθε καταναλωτής θα γνωρίζει το ποσό ενέργειας που έχει ήδη καταναλώσει (σε KWh) και πόση ηλεκτρική ενέργεια απομένει ακόμη προς χρήση. 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.

στ) 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 Έξυπνου Μετρητή από τον Προμηθευτή.

δ) Με την τροποποίηση του Ρυθμιστικού Πλαισίου για τη Διαχείριση του δικτύου, όπως απαιτεί η Οδηγία 2006/32/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι πλέον ωριαία, άρα ακριβής, διαφανής και κοστοστρεφής.

ε) 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 και χρημάτων.

<u>Τα αναμενόμενα οφέλη της χρήσης των Έξυπνων Μετρητών για το κοινωνικό σύνολο είναι τα ακόλουθα:</u>

α) Εξορθολογισμός χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας και κατά προέκταση των φυσικών πόρων.

β) Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας λόγω εισαγωγών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) καθώς και μείωση της εισαγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω διασυνδέσεων από γειτονικές χώρες, για την εξυπηρέτηση, κυρίως, της αιχμής φορτίου. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την άμεση τόνωση της εθνικής οικονομίας.

γ) Εξοικονόμηση ενέργειας κατά περίπου 5% - 15% (σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα στοιχεία από την εφαρμογή σε άλλες χώρες και σε πιλοτικά προγράμματα στην Ελλάδα) μέσω της βελτίωσης της καταναλωτικής συμπεριφοράς των καταναλωτών.

δ) Εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου του Συστήματος, η οποία οδηγεί στη μείωση του κόστους για εγκατάσταση νέων αιχμιακών μονάδων, μείωση του κόστους επέκτασης του συστήματος μεταφοράς και του δικτύου διανομής για την εξυπηρέτηση του φορτίου, καθώς και μείωση του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και των εκπομπών ρύπων, λόγω της μικρότερης χρήσης «αργών», μη-ευέλικτων μονάδων με μεγάλο μεταβλητό κόστος και υψηλές εκπομπές ρύπων.

ε) Μείωση του κόστους των απωλειών του συστήματος μεταφοράς.

στ) Εφόσον οι Έξυπνοι Μετρητές αντικαταστήσουν τους υπάρχοντες μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας:

1. Θα επιτευχθεί ουσιώδης μείωση κόστους για τον Διαχειριστή του Δικτύου μέσω της αυτοματοποίησης της διαδικασίας συλλογής των μετρήσεων των καταναλωτών ΧΤ.
2. Θα υπάρχει δυνατότητα γρήγορου εντοπισμού βλαβών ή διαρροών από τον Διαχειριστή του Δικτύου, και η διαδικασία αποκατάστασης θα είναι ελεγχόμενη.

4. Δυναμική Τιμολόγηση (Dynamic Pricing)

4.1 Τι είναι η Δυναμική Τιμολόγηση

Με τον όρο Δυναμική Τιμολόγηση (dynamic pricing) αναφερόμαστε στην δυνατότητα που δίνει ο πάροχος στον πελάτη του, να τιμολογείται με μία τιμή που διαφέρει από ώρα σε ώρα, ενώ για κάθε 24ώρο, οι τιμές ανακοινώνονται από μία μέρα έως και λίγες ώρες πριν. Για τον υπολογισμό δε αυτής, λαμβάνεται υπόψη η τιμή στην χονδρική αγορά, το κόστος για την χρήση των δικτύων, το κέρδος του παρόχου και άλλες χρεώσεις. Με τον τρόπο αυτό, οι καταναλωτές εκτίθενται πλήρως στο ρίσκο της τιμής που διαμορφώνεται ανά ώρα, αλλά γλιτώνουν την χρέωση που θα τους επέβαλλε ο πάροχός τους, εάν αναλάμβανε εκείνος να διαχειριστεί το ρίσκο αυτό.

4.2 Η ηθική της Δυναμικής Τιμολόγησης

Όλοι οι ασχολούμενοι με το θέμα γνωρίζουν (και κατ ΄ αρχήν αποδέχονται) ότι τα σημερινά "επίπεδα" τιμολόγια, που δεν μεταβάλλονται με την ώρα κατανάλωσης του ηλεκτρισμού είναι από άποψη οικονομικής αποτελεσματικότητας υποδεέστερα των δυναμικών τιμολογίων, δηλαδή αυτών που μεταβάλλονται σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με το κόστος παραγωγής του ρεύματος. Με την μετάβαση όμως σε δυναμικά τιμολόγια ορισμένοι από τους καταναλωτές αναμένεται να ωφεληθούν ενώ άλλοι να χάσουν. Αυτοί που θα χάσουν είναι αυτοί των οποίων το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσής τους γίνεται σε ώρες αιχμής. Αυτοί που θα κερδίσουν είναι αυτοί που έχουν "επίπεδη" κατανάλωση, δηλαδή μόνο μικρό μέρος της κατανάλωσής τους γίνεται στην αιχμή. Υπάρχουν επίσης και αυτοί που δεν έχουν ούτε όφελος ούτε ζημία γιατί το προφίλ κατανάλωσής τους ταυτίζεται με την καμπύλη φορτίου (και κόστους) του συστήματος (υποθέτουμε ανασχεδιασμό τιμολογίων ουδέτερο ως προς τα συνολικά έσοδα του προμηθευτή).

Έχουμε λοιπόν μια αύξηση της γενικής ευημερίας με τα δυναμικά τιμολόγια αλλά συγχρόνως δημιουργούμε κερδισμένους και χαμένους κατά την μετάβαση σε αυτά. Να σημειώσουμε πριν τους ταυτοποιήσουμε ότι αυτή είναι η βραχυπρόθεσμη κατάσταση. Οι χαμένοι μπορούν να επωφεληθούν (ή να μειώσουν την απώλειά τους) στο μέτρο που μπορούν ή θέλουν να αλλάξουν καταναλωτική συμπεριφορά, πράγμα που είναι λογικά αναμενόμενο να συμβεί (γιατί εκτός των άλλων θα βοηθήσει και η τεχνολογία του έξυπνου δικτύου). Όμως μας ενδιαφέρει να μάθουμε ποιοί είναι αυτοί που θα χάσουν και θα κερδίσουν άμεσα. Διαισθητικά η απάντηση συνάδει με το λαϊκό περί δικαίου αίσθημα. Οι πλούσιοι και οι επιχειρήσεις θα χάσουν (αν υποθέσουμε ότι αυτοί χρησιμοποιούν κυρίως κλιματισμό) και οι κοινοί θνητοί θα ωφεληθούν. Επίσης θα ωφεληθούν οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις όταν τελειώσουν οι επιδοτήσεις.

Αν η μετάβαση στα δυναμικά τιμολόγια είναι λοιπόν και ηθικά αποδεκτή, σημαίνει ότι τα υπάρχοντα "επίπεδα" τιμολόγια είναι άδικα. Πόσο μεγάλη είναι αυτή η αδικία; Μπορούμε να έχουμε μια εκτίμηση; Πράγματι με την βοήθεια του κυρίου Ahmad Faruqui, γκουρού της Δυναμικής τιμολόγησης στις ΗΠΑ μπορούμε να έχουμε μια τέτοια εκτίμηση βασιζόμενοι στην μεθοδολογία του. Το αποτέλεσμα της μεθόδου δίνει μια μεταφορά ποσού περίπου 4 δις δολαρίων σε μια δεκαετία (σε παρούσα αξία) από τους "αιχμιακούς" στους "επίπεδους" για έναν αριθμό περίπου 10 εκατομμυρίων καταναλωτών. Τα στελέχη της Clarus ESCo έκαναν τους ίδιους υπολογισμούς για την περίπτωση της ελληνικής αγοράς. Το

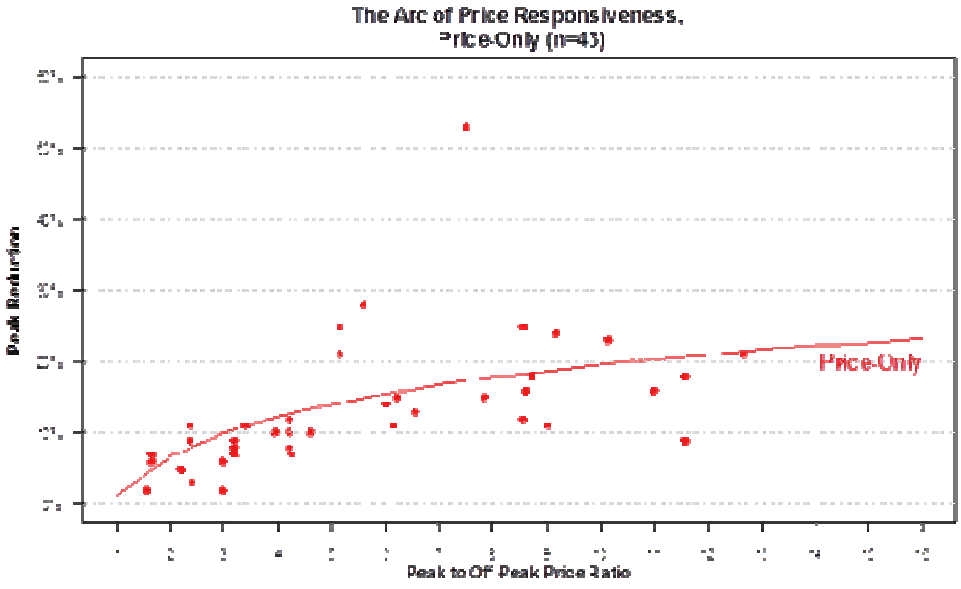
αποτέλεσμα είναι ότι με τα σημερινά "επίπεδα" τιμολόγια οι "επίπεδοι" καταναλωτές επιδοτούν τους "αιχμιακούς" με ένα ποσό που εκτιμάται περίπου (σε τάξη μεγέθους) στα 300 εκατομμύρια ευρώ τον χρόνο.

<u>Δυναμική τιμολόγηση στις ΗΠΑ. Οι μετρητές είναι στην θέση τους - η πρόκληση είναι μπροστά.</u>

Τα νέα από τις ΗΠΑ είναι εντυπωσιακά. Ένα στα τρία νοικοκυριά έχει πλέον εγκατεστημένο «έξυπνο» μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας στο σπίτι του. Ο κύριος Ahmad Faruqui όμως, ο αμερικανός «γκουρού» της δυναμικής τιμολόγησης είναι απογοητευμένος. Γιατί μόνο το 1% των νοικοκυριών καταναλώνει ηλεκτρισμό με «έξυπνα» τιμολόγια. Είναι απογοητευμένος γιατί ξέρει ότι μόνο η μείωση της αιχμής στην κατανάλωση που επιφέρουν τα δυναμικά τιμολόγια δικαιολογεί την επένδυση σε έξυπνους μετρητές – η μείωση στα λειτουργικά έξοδα δεν αρκεί.

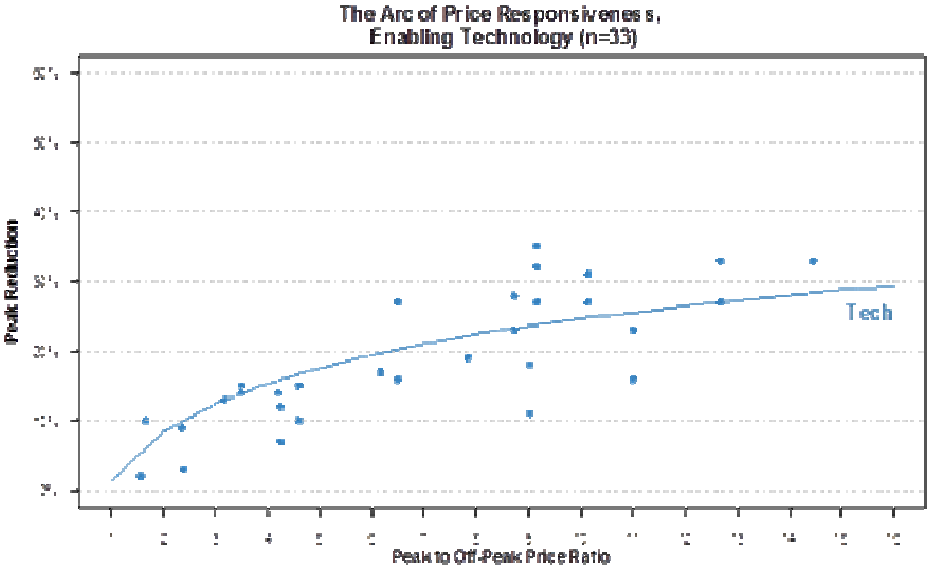
Ο κύριος Faruqui έχει εργασθεί τα τελευταία 10 χρόνια σε πολυάριθμα πιλοτικά προγράμματα στις ΗΠΑ, σχεδιασμένα για να δώσουν απαντήσεις στο ερώτημα κατά πόσο οι καταναλωτές ανταποκρίνονται σε δυναμικά τιμολόγια μειώνοντας την αιχμή της κατανάλωσής τους. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα όπου περιγράφεται η μείωση στην αιχμή που επετεύχθη σε σχέση με την διαφορά τιμών μεταξύ αιχμής και κοιλάδας και συνοψίζονται ως εξής:

- Όταν δίδεται στους καταναλωτές ισχυρό μήνυμα μέσω των τιμών, ανταποκρίνονται μειώνοντας την αιχμή της ζήτησής τους.
- Όσο πιο ισχυρό είναι το μήνυμα τόσο πιο μεγάλη είναι η απόκριση σε μείωση της ζήτησης στη αιχμή.
- Η αύξηση της ανταπόκρισης αυξάνεται με μειούμενο ρυθμό, ακολουθώντας μια ασυμπτωτική καμπύλη κορεσμού παρά μια ευθεία.



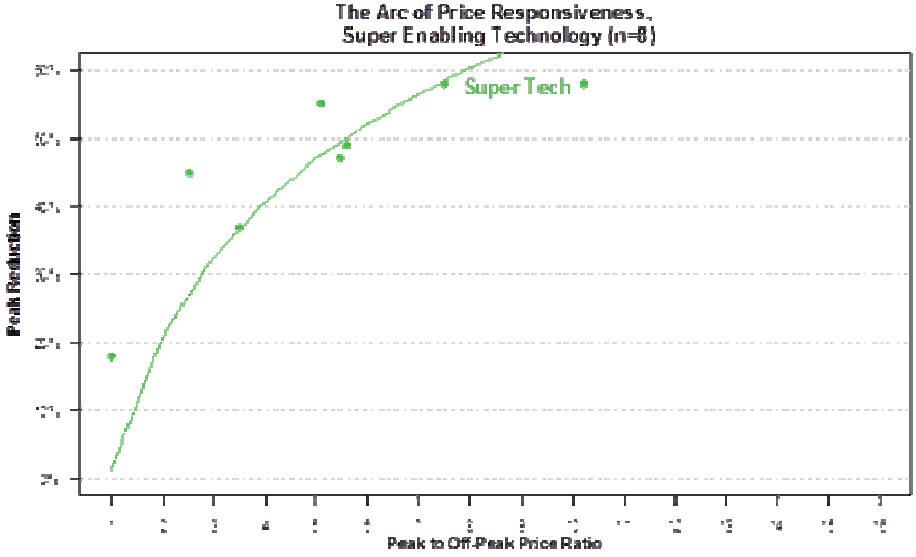
Διάγραμμα 4.1

Όταν η απόκριση των καταναλωτών γινόταν αυτόματα, με χρήση κάποιας τεχνολογίας, όπως «έξυπνοι» θερμοστάτες, η καμπύλη γινόταν ακόμα πιο αυξητική υποδεικνύοντας ακόμα μεγαλύτερη ευαισθησία στις δυναμικές τιμές (διάγραμμα 4.2).



Διάγραμμα 4.2

Υπήρχαν επίσης πιλοτικά πειράματα στα οποία με την χρήση ακόμη πιο εξελιγμένης τεχνολογίας, η επίπτωση των δυναμικών τιμολογίων ήταν εξαιρετικά υψηλή (διάγραμμα 4.3):



Διάγραμμα 4.3

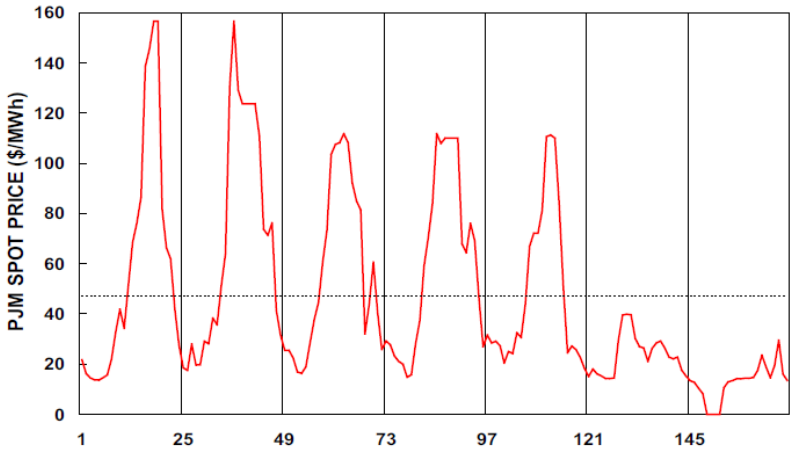
Οι 50 ειδικοί που συμμετείχαν σε έρευνα της The Brattle Group και των Global Energy Partners τον περασμένο χρόνο περιμένουν να δούν ένα ποσοστό από 8 έως 20% των οικιακών καταναλωτών στις ΗΠΑ να έχουν κάποιο είδος δυναμικής τιμολόγησης μέχρι το 2020. Ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος από τον σημερινό αριθμό των εγκατεστημένων έξυπνων μετρητών και θα είναι ακόμα μικρότερος από αυτόν του 2020. Για τον κύριο Faruqui ο ρυθμός αυτός είναι πολύ χαμηλός, εξακολουθεί όμως να ελπίζει γιατί ξέρει ότι ακόμα και ο μικρός αυτός βαθμός διείσδυσης των έξυπνων τιμολογίων έχει τεράστια κοινωνική ωφέλεια.

4.3 Μεταβλητότητα της τιμής

Οι σύγχρονες αγορές ηλεκτρικής ενέργειας (χονδρική αγορά) δεν είναι αρκετά αποτελεσματικές όσον αφορά τον ανταγωνισμό κυρίως εξαιτίας αδυναμίας των πελατών της λιανικής αγοράς και των φορτίων τους, να συμμετέχουν σε αυτές (20). Η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στην χονδρική αγορά μεταβάλλεται από ώρα σε ώρα, συχνά ακόμα και κατά 30% - 50% μέσα σε μία μέρα. Οι λόγοι για τους οποίους η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει αυτήν την συμπεριφορά είναι:

1. Το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διαφέρει ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. (Για παράδειγμα οι υδροηλεκτρικές μονάδες και εκείνες που χρησιμοποιούν την πυρηνική ενέργεια έχουν κόστος κάτω των 10$/MWh, ενώ το κόστος για μία συμβατική μονάδα ορυκτών καυσίμων ανέρχεται περίπου στα 100$/MWh).
2. Το φορτίου του συστήματος, μεταβάλλεται από ώρα σε ώρα.
3. Η ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί με οικονομικό τρόπο, και έτσι πρέπει να καταναλώνεται την ίδια στιγμή που παράγεται.
4. Συμβάντα όπως ξαφνική απώλεια μονάδων, του δικτύου ή ακραία καιρικά φαινόμενα, συχνά προκαλούν ανισορροπίες μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς. Μάλιστα, η επαναφορά του συστήματος είναι ακριβή διαδικασία.
5. Η λειτουργία των μονάδων διέπεται από τεχνικούς περιορισμούς. Κάποιες φορές όταν το φορτίο είναι πολύ χαμηλό, η τιμή στην αγορά μηδενίζεται ή γίνεται ακόμα και αρνητική. Αυτό συμβαίνει διότι είναι οικονομικότερο να μείνει μία μονάδα σε λειτουργία (ακόμα και αν αυτό δεν είναι απαραίτητο) παρά να κλείσει και να επαναλειτουργήσει αργότερα.

Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται η διακύμανση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα που διαχειρίζεται η εταιρεία PJM interconnection, για χάρη κάποιων πολιτειών των ΗΠΑ, για μία εβδομάδα του Ιουλίου:



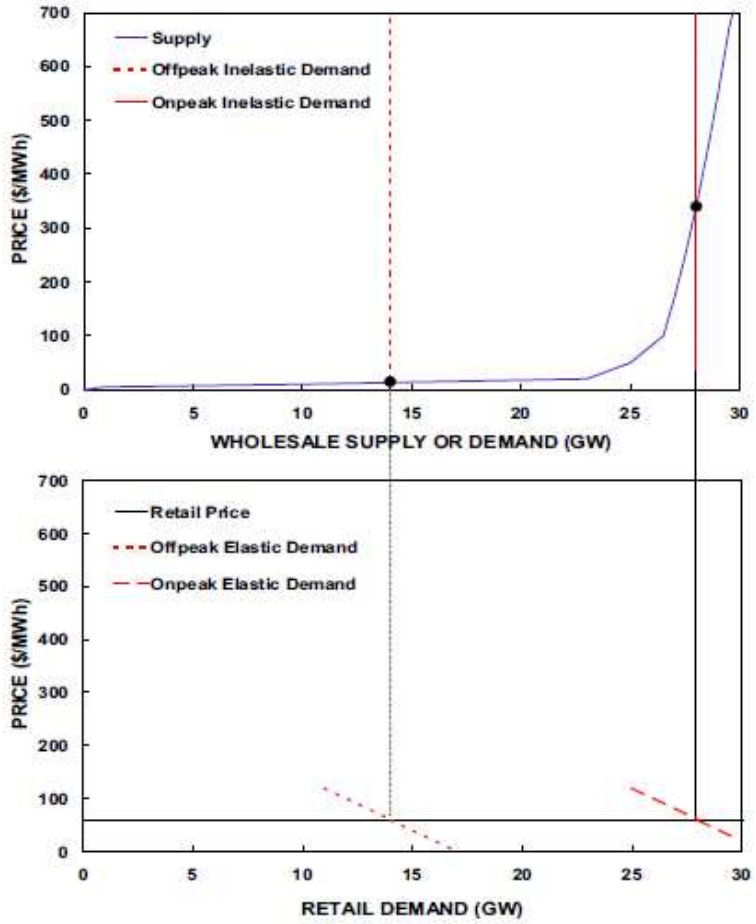
Εικόνα 4.1 *Διάγραμμα ωριαίων τιμών ηλεκτρικής ενέργειας για το σύστημα που διαχειρίζεται η PJM*

Αυτό που παρατηρούμε είναι πως η τιμή μεταβάλλεται από τα 0 $/MWh στα 157 $/MWh μέσα σε μία βδομάδα. Η μέση τιμή της βρίσκεται στα 47 $/MWh αλλά με μία διασπορά στα 38 $/MWh. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρείται σε όλες τις αγορές των

ανεπτυγμένων χωρών. Καθίσταται λοιπόν αναγκαίο για τις εταιρίες εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας, να αναλαμβάνουν το ρίσκο αλλά και την διαχείρισή του, το οποίο εμπεριέχεται σε τέτοιου είδους αγορές, μεταφέροντας το κόστος αυτό, στον τελικό καταναλωτή.

4.4 Καταναλωτική συμπεριφορά

Οι καταναλωτές αγοράζουν την ηλεκτρική ενέργεια σε τιμές, ανεξάρτητες από τον χρόνο, οι οποίες καθορίζονται πολύ πριν την πραγματική χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος. Με τον τρόπο αυτό είναι τελείως απομονωμένοι από την μεταβλητότητα στην τιμή της χονδρικής αγοράς. Στα παρακάτω διαγράμματα φαίνεται το χάσμα μεταξύ της χονδρικής και λιανικής αγοράς στην αγορά που διαχειρίζεται η California Power Exchange.



Εικόνα 4.2 *Σχηματική απεικόνιση του χάσματος μεταξύ της χονδρικής και λιανικής αγοράς*

Στο πρώτο διάγραμμα εμφανίζεται μία τυπική καμπύλη φορτίου, στην οποία παρατηρούμε πως όσο περισσότερο ισχύς παράγεται, τόσο περισσότερο αυξάνεται και η τιμή στην οποία αυτή πωλείται. Η ζήτηση των καταναλωτών όμως, παραμένει σταθερή για τις on- και off-peak περιόδου. Αυτό το αποτέλεσμα έρχεται ως συνέπεια του γεγονότος, πως αν και έχουν δικαίωμα να επιλέξουν μεταξύ πολλών εταιριών παροχής, δεν μπορούν να επιλέξουν

τιμολόγια στα οποία οι τιμές είναι εξαρτημένες με τον χρόνο. Στο δεύτερο διάγραμμα, βλέπουμε πως η τιμή στην λιανική αγορά μένει επίσης σταθερή και ανεξάρτητη από την τιμή της χονδρικής. Για το λόγο αυτό, εξάλλου δεν επηρεάζεται και η συμπεριφορά του καταναλωτή. Στην περίπτωση όμως, που εκείνος είχε την επιλογή να παρακολουθεί τις τιμές και να ρυθμίζει κατάλληλα το φορτίου του, η συμπεριφορά του θα ήταν όπως οι διακεκομμένες ευθείες στο δεύτερο διάγραμμα. Δηλαδή, φυσιολογικά, θα μείωναν την κατανάλωσή τους όταν η τιμή θα παρουσίαζε αύξηση και αντιστρόφως.

4.5 Οι δυο κύριοι παράγοντες της τιμής

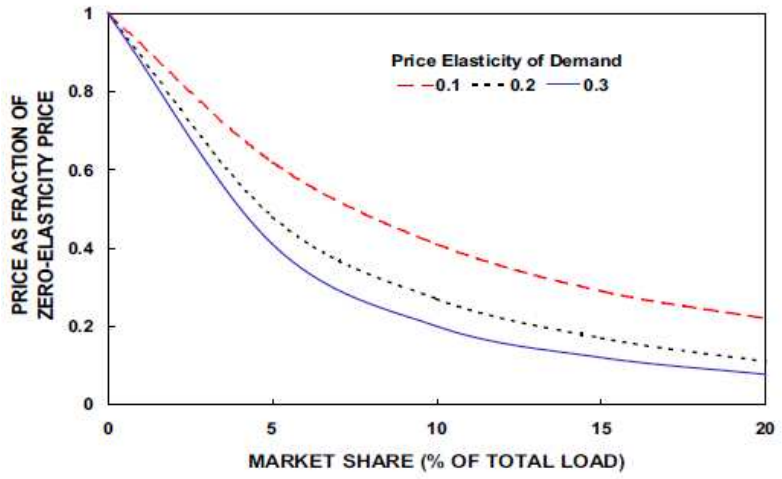
Η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στην λιανική αγορά αποτελείται από δύο κύριους παράγοντες, οι οποίοι όμως θα έπρεπε να τιμολογούνται ξεχωριστά:

- το προϊόν " ηλεκτρικό ρεύμα".
- την προστασία του καταναλωτή από την μεταβλητότητα της τιμής στην χονδρική αγορά.

Οι πελάτες θα έπρεπε να έχουν την ευκαιρία να παρακολουθούν αυτές τις τιμές. Επιτρέποντας τους αυτό, η αγορά γίνεται πολύ πιο ανταγωνιστική, οικονομικά πιο αποτελεσματική, τα δίκτυα πιο σταθερά και ασφαλή ενώ παράλληλα μειώνονται και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το να έχει την δυνατότητα ο καταναλωτής να επιλέξει μέσα από μία πληθώρα τιμολογιακών πολιτικών, είναι κάτι ουσιαστικό για τον πραγματικό ανταγωνισμό. Μπορεί να επωφεληθεί με δύο τρόπους:

1. Να μην πληρώνει για την προστασία από την μεταβλητότητα της τιμής, αφού πλέον θα είναι και αυτός εκτεθειμένος σε αυτήν.
2. Να ρυθμίζει την κατανάλωσή του ανάλογα με τα επίπεδα των τιμών, δηλαδή να μειώνει το φορτίο του όταν οι τιμές είναι αυξημένες και αντιστρόφως.

Οι καταναλωτές που ρυθμίζουν το φορτίο τους με βάση τις μεταβολές της τιμής, βοηθούν και στον περιορισμό του μεγέθους των αιχμών της, ως επακόλουθο της μειωμένης παραγωγής των μονάδων τις ώρες αιχμής, όπου το σύστημα είναι συνήθως πολύ πιεσμένο. Μάλιστα, τις μειώσεις στις τιμές αυτές απολαμβάνουν όλοι οι καταναλωτές και όχι μόνο εκείνοι που ρυθμίζουν την κατανάλωσή τους. Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα, ακόμα και να μειώνονταν το φορτίο κατά ένα μικρό μόνο ποσοστό, ως απόκριση των καταναλωτών στην χρονικά μεταβαλλόμενη τιμή, τα αποτελέσματα θα ήταν εκπληκτικά, σύμφωνα με μία μελέτη. Για παράδειγμα, αν το 10% των καταναλωτών, το οποίο παρουσιάζει μία ελαστικότητα 0.1 στην τιμή της χονδρικής αγοράς, αντιδρούσε σε μία αιχμή αυτής, εκείνη θα μειωνόταν κατά 60%, σε σχέση με την τιμή που θα επικρατούσε, αν οι καταναλωτές δεν αντιδρούσαν. (Το ποσοστό μείωσης μειώνεται, όσο μειώνεται το ύψος της αιχμής).



Εικόνα 4.3 *Η επίδραση της ζήτησης, η οποία καθορίζεται με βάση τις τιμές της χονδρικής αγοράς, ως ποσοστό της ελαστικότητας της τιμής αυτής.*

Επιπλέον όλων των παραπάνω, μία τέτοια ρύθμιση του φορτίου των καταναλωτών τις ώρες αιχμής, ενισχύει και την αξιοπιστία του δικτύου βοηθώντας τον χειριστή του. Οι μειώσεις των φορτίων τις περιόδους όταν οι τιμές είναι υψηλές προσφέρουν την ίδια αξιοπιστία που θα προσέφερε μία ίσης ποσότητας αύξηση της παραγωγής.

4.6 Εναλλακτικά προγράμματα τιμολόγησης

Στις ιδανικές ανταγωνιστικές αγορές ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσαν να θεσπιστούν είδη προγραμμάτων απόκρισης ζήτησης (demand response). Πρώτα, κάποιοι πελάτες θα μπορούσαν να επιλέξουν να αντιμετωπίζουν τις μεταβολές της τιμής από ώρα σε ώρα. Προφανώς, οι τιμές αυτές θα πρέπει να γίνονται γνωστές μία ημέρα πριν, και να ανακοινώνονται από τον τοπικό διαχειριστή του συστήματος μεταφοράς. Δεύτερον, κάποιοι πελάτες θα μπορούσαν να συμφωνήσουν μία προκαθορισμένη τιμή, όπως γίνεται και σήμερα, όμως αυτή τη φορά θα μπορούσαν να περιορίσουν το φορτίο τους εθελοντικά στις περιόδους όταν οι τιμές στην χονδρική αγορά είναι υψηλές. Στην περίπτωση αυτή, καταναλωτής και εταιρία παροχής θα μοιράζονταν τα κέρδη που θα προέκυπταν από την μείωση αυτή.

Ανταγωνιστικές εταιρείες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν την δυνατότητα να προσφέρουν στους καταναλωτές διάφορες επιλογές με τις οποίες μοιράζονται με αυτούς το χρηματοοικονομικό ρίσκο που εμπεριέχει η αγορά αυτή. Σαν δομικά στοιχεία αυτών των προϊόντων-επιλογών μπορούν να θεωρηθούν εργαλεία που χρησιμοποιούνται και στις χρηματοοικονομικές αγορές, όπως τα forward contracts, τα call and put options καθώς και εργαλεία των ενεργειακών αγορών όπως είναι λεγόμενες hourly spot τιμές. Καθώς οι πελάτες έχουν διαφορετικό προφίλ κατανάλωσης, άνισες δυνατότητες ρύθμισης του φορτίου συναρτήσει των τιμών στην αγορά αλλά και διαφορετικές προτιμήσεις όσων αφορά το ρίσκο που είναι διατεθειμένοι να αναλάβουν, είναι σκόπιμο, να προσφέρεται στους πελάτες μία πληθώρα τέτοιων διαφορετικών προϊόντων.

Τα εποχικά ή time-of-use τιμολόγια, μεταφέρουν ένα κάποιο ρίσκο στον καταναλωτή, αλλά και πάλι είναι προκαθορισμένα από την αρχή και δεν εξαρτώνται από τον χρόνο, αλλά από την εποχή. Πρόσθετο όμως ρίσκο, μπορεί να μεταφερθεί μέσω ενός συνδυασμού, όπως για παράδειγμα ενός forward contract και ενός συμβολαίου που τιμολογεί την περισσότερη ή λιγότερη ενέργεια που καταναλώνεται σχετικά με το αρχικό συμβόλαιο, στην τιμή της χονδρικής αγοράς.

Ιστορικά, διάφορες εταιρείες έχουν προσπαθήσει να τρέξουν προγράμματα με σκοπό να επηρεάσουν την κατανάλωση των πελατών τους. Όμως αυτά έτρεχαν περισσότερο λόγω του βασικού σχεδιασμού των εταιριών, παρά λόγω του ανταγωνισμού της αγοράς και των επιλογών των καταναλωτών. Στόχευαν κυρίως στην ενεργειακή αποτελεσματικών των συστημάτων τους και για αυτό περιορίστηκαν σε έναν συμβουλευτικό ρόλο προς τους καταναλωτές, προσέφεραν λαμπτήρες εξοικονόμησης και άλλα οικονομικά κίνητρα. Επιπλέον παρείχαν στους μεγάλους καταναλωτές φθηνά τιμολόγια κρατώντας όμως το δικαίωμα να μειώνουν συγκεκριμένες περιόδους την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Με αυτά τα προϊόντα όμως, η αγορά δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ανταγωνιστική και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί πως οι πελάτες ελέγχουν ουσιαστικά την κατανάλωσή τους.

Για να χαρακτηριστεί η αγορά ανταγωνιστική θα πρέπει να υιοθετηθούν κάποια είδη προγραμμάτων, ένα από αυτά είναι η δυναμική τιμολόγηση την οποία και είδαμε παραπάνω. Υπάρχουν άλλα δυο κύρια είδη προγραμμάτων:

1. Εθελοντικά προγράμματα διακοπής/μείωσης του φορτίου

Σε αυτά τα προγράμματα ο πάροχος προσφέρει στον πελάτη του ένα συμβόλαιο με βάση το οποίο συμφωνείται μία προκαθορισμένη τιμή αλλά ταυτόχρονα μοιράζεται μαζί του, τα κέρδη που πιθανώς προκύπτουν από την εθελοντική μείωση του φορτίου, τις ώρες αιχμής που οι τιμές στην χονδρική αγορά είναι υψηλές. Για παράδειγμα, έστω πως η εταιρία και ο πελάτης συμφωνούν έτσι ώστε ο δεύτερος να μειώσει εθελοντικά το φορτίο του κατά 2MW όταν οι τιμές ξεπεράσουν τα 200 $/MWh, ενώ η προκαθορισμένη τιμή είναι στα 50 $/MWh. Αν η τιμή στην χονδρική αγορά φτάσει τις 300 $/MWh, και ο πελάτης όντως μειώσει το φορτίο του, τα δύο αντισυμβαλλόμενα μέρη θα μοιραστούν τα κέρδη, δηλαδή τα 250 $/MWh.

2. Εκπτώσεις στους πελάτες για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών

Με αυτά το προγράμματα, ο πάροχος προσφέρει εκπτώσεις στους πελάτες τους όταν αυτοί μειώνουν το φορτίο τους ως εναλλακτική λύση έναντι των λεγόμενων spinning reserves, που εξασφαλίζουν την εύρυθμη και αδιάκοπη λειτουργία του δικτύου. Οι καταναλωτές ενημερώνονται πότε κρίνεται απαραίτητη η συμμετοχή τους στον περιορισμό του συνολικού φορτίου ενώ η εθελοντική τους συμμετοχή, συμβάλλει στην ευστάθεια του συστήματος με αντάλλαγμα εκπτώσεις στον λογαριασμό τους.

Ένα πρόβλημα που παρουσιάζεται με την χρήση των προγραμμάτων εθελοντικής μείωσης του φορτίου, είναι ο καθορισμός μίας βάσης, σύμφωνα με την οποία μετριέται ο περιορισμός της κατανάλωσης και ως εκ τούτου πληρώνεται ο καταναλωτής. Αυτή η βάση (αντιστοιχεί στην καμπύλη φορτίου του καταναλωτή αν δεν συμμετείχε στο πρόγραμμα), μπορεί να σχηματιστεί με βάση την κατανάλωση των προηγούμενων ημερών, διάφορα στατιστικά στοιχεία, την πρόγνωση του καιρού ή με άλλες μεθόδους. Ανεξάρτητα όμως από την μέθοδο που θα επιλεχθεί, είναι επιτακτική η ανάγκη συμφωνίας μεταξύ του παρόχου και του πελάτη, για την τελική καμπύλη που θα προκύψει.

Τα εθελοντικά προγράμματα εμπεριέχουν πολύ λιγότερο το στοιχείο του ρίσκου, εν συγκρίσει με εκείνα του dynamic pricing. Οι καταναλωτές απολαμβάνουν τα προτερήματα της προκαθορισμένης σταθερής τιμής, ενώ τους δίνεται παράλληλα η ευκαιρία να μειώσουν τον λογαριασμό τους συμμετέχοντας σε εθελοντικές περικοπές φορτίου. Παρόλα αυτά, υπάρχουν περιπτώσεις που τα προγράμματα αυτά, μπορεί να γίνουν περισσότερο πολύπλοκα. Είναι δυνατό, να περιέχουν αυστηρούς περιορισμούς σχετικά με το πλήθος των περικοπών που μπορεί να ζητήσει ο πάροχος, τις περιόδους μείωσης του φορτίου, τον χρόνο που διαρκεί μία μείωση ή ακόμα και την πληρωμή προστίμων στην περίπτωση που ο πελάτης δεν πράξει τα συμφωνημένα.

4.7 Εφαρμογές προγραμμάτων Δυναμικής Τιμολόγησης

Κάποιες εταιρίες παροχή ηλεκτρικής ενέργειας είχαν ξεκινήσει προγράμματα RTP (real-time pricing), όπως είναι γνωστά διεθνώς στα μέσα της δεκαετίας του ’80, σε κάποιες πολιτείες των ΗΠΑ. Σε αυτά ο καταναλωτής αγόραζε ηλεκτρική ενέργεια σε μία χρονικά μεταβαλλόμενη τιμή. Τέτοια προγράμματα, απευθύνονταν κυρίως σε μεγάλους βιομηχανικούς καταναλωτές και στη συνέχεια σε μεγάλους εμπορικούς. Κάθε ένα από αυτά, δεν συγκέντρωσε παραπάνω από 100 πελάτες.

Η ωριαία χρέωση αυτών, ήταν κάπως πολύπλοκη. Οι τιμές περιελάμβαναν χρεώσεις για την ζήτηση ισχύος, χρεώσεις ενέργειας, χρεώσεις για τα δίκτυα κλπ. Όλα αυτά συν κάποια επιπλέον εισφορά που αναλογούσε στον πάροχο, ως κέρδος. Οι τελευταίες κάλυπταν για τις εταιρίες και ακραίες συνθήκες, όπως στην περίπτωση της απώλειας των δικτύων.

Οι πελάτες, ενημερώνονταν για τις τιμές, συνήθως γύρω στις 4μμ κάθε ημέρα, για την επόμενη. Σαν μέσα επικοινωνίας χρησιμοποιούσαν το τηλέφωνο ή το fax, αφού το διαδίκτυο δεν ήταν τόσο διαδεδομένο εκείνη την εποχή.

Τέσσερις από τις εννέα εταιρίες που συμμετείχαν στην μελέτη των Mak και Chapman, έκαναν κατάλληλα έρευνα για να ερευνήσουν την ικανοποίηση των πελατών τους από τα RTP προγράμματα. Και οι τέσσερις, κατέληξαν με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αφού οι καταναλωτές δήλωναν πως ήταν ευχαριστημένοι με αυτόν τον τύπο τιμολόγησης. Μάλιστα, οι περισσότεροι από αυτούς, ήταν διατεθειμένοι να παρατείνουν την συμμετοχή τους στα RTP προγράμματα, εάν αυτά εφαρμόζονταν σε μόνιμη βάση. Ως κύριοι λόγοι για αυτές τις δηλώσεις, μπορούν να θεωρηθούν, ήταν η εξοικονόμηση στους λογαριασμούς του ηλεκτρικού ρεύματος, και η δυνατότητα να ελέγχουν το κόστος για αυτήν. Επιπλέον, ανέφεραν πως προτιμούν μια πιο έγκαιρη ενημέρωση σχετικά με τις τιμές της επόμενης ημέρας και τον καθορισμό ενός άνω ορίου, για τον αριθμό των ανατιμήσεων που μπορούσε ο πάροχος να επιβάλλει.

Οι εταιρίες αυτές, λοιπόν, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι καταναλωτές όντως αποκρίνονται στις υψηλές τιμές του ηλεκτρικού ρεύματος, μειώνοντας το φορτίου τους. Η απόκριση αυτή, εκφράζονταν με δύο τρόπους. Είτε με το να καταναλώνει μέρος του φορτίου του από μία ώρα σε άλλη, μέσα στην ίδια μέρα, είτε με το να το καταναλώνει από μία ώρα, σε άλλες μέρες.

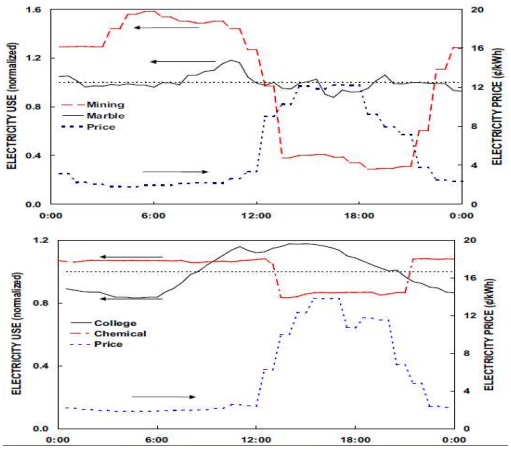
Μεγάλες και μεσαίες βιομηχανίες, καθώς και εμπορικοί καταναλωτές στην Αγγλία και την Ουαλία, αγοράζουν ηλεκτρική ενέργεια σε τιμές που μεταβάλλονται ανά μισή ώρα, από το 1990. Οι Patrick και Wolak, ανέλυσαν την συμπεριφορά των καταναλωτών αυτών για 4 χρόνια (από το 1991 έως το 1995). Από την έρευνα αυτή, το πρώτο στοιχείο που εξήγαγαν ήταν η διαφορετική ελαστικότητα στην καταναλωτική τους συμπεριφορά ανάλογα με την τιμή με την οποία χρεώνονταν κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Κοινό πάντως χαρακτηριστικό τους, ήταν η μεταφορά ενός σημαντικού μέρους του φορτίου τους, πέρα από τις ώρες, όταν οι τιμές ήταν πολύ υψηλές.

Μία άλλη έρευνα στην ίδια χώρα σχετικά με την συμπεριφορά των καταναλωτών που χρεώνονται με dynamic pricing τιμολόγια, έδειξε πως η ποσότητα του φορτίου που μεταφέρεται μεταξύ των ημερών, είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που πραγματοποιείται μέσα σε μία μέρα. Η ελαστικότητά των πελατών που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία, κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 0.2, ενώ της δεύτερης περίπου μεταξύ 0.01 και 0.02.

Μία από τις εταιρείες που λειτουργούσαν και λειτουργούν τα μεγαλύτερα RTP προγράμματα είναι η Georgia Power στις ΗΠΑ. Περίπου 1600 μεγάλοι εμπορικοί και βιομηχανικοί καταναλωτές (περίπου 5000MW) συμμετέχουν σε αυτά, και χρεώνονται με τιμές, ωραία μεταβαλλόμενες. Η συμμετοχή των πελατών ήταν ανοδική καθ' όλη την διάρκεια από όταν ξεκίνησαν, πιλοτικά, το 1992. Το 85% αυτών, αφορά την βιομηχανία, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό μοιράζονται οι μεγάλοι εμπορικού καταναλωτές. Κάποιοι από αυτούς, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια για ιδιο-κατανάλωση.

Η εταιρία, προσφέρει δύο επιλογές. Πρώτον, να ενημερώνει τους πελάτες της για τις τιμές που θα επιβάλλει, μία μέρα πριν για την επόμενη μέρα (day-ahead), και δεύτερον, μία ώρα πριν για κάθε επόμενη ώρα (hour ahead). Η ενημέρωση γίνεται μέσω του site της ή μέσω email, από τις 4μ.μ. Στην πρώτη περίπτωση η τιμή εμπεριέχει το οριακό κόστος για την εταιρία συν 4 $/MWh, για το κέρδος της. Στην δεύτερη όμως, όπου το ρίσκο για αυτήν είναι μικρότερο, η αύξηση στην τιμή για την απόδοση κέρδους, ανέρχεται στα 3 $/MWh.

Η τιμή στην χονδρική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, έχει αυξηθεί, όπως επίσης έχει αυξηθεί και η μεταβλητότητά της. Ιστορικά, η Georgia Power, έχει μετρήσει περίπου 500 MW, τα οποία μειώθηκαν από το φορτίο, όταν οι τιμές έφτασαν στα 500 $/MWh. Τον Αύγουστο του 1999, όταν οι τιμές ξεπέρασαν τα 1000 $/MWh, η αντίδραση των καταναλωτών ήταν να μειώσουν το φορτίο τους κατά 800 MW (20% περίπου του συνολικού φορτίου). Αν και πολλοί ήταν εκείνοι που παραπονέθηκαν για τις υψηλές τιμές, λίγοι ήταν εκείνοι που εγκατέλειψαν το πρόγραμμα. Αντιθέτως, προέβησαν σε αγορές «προϊόντων ασφαλείας» που προσέφερε επιπλέον η εταιρεία.



Εικόνα 4.4 *Απόκριση των καταναλωτών στο dynamic pricing πρόγραμμα της Georgia Power*

Εικόνα 4.4: Απόκριση των καταναλωτών στο dynamic pricing πρόγραμμα της Georgia Power (Εικόνα 4.4) δείχνει την απόκριση τεσσάρων πελατών της εταιρείας, στις μεταβολές των τιμών. Οι τιμές για αυτές τις δύο ημέρες του Ιουλίου, κυμαίνονται από 19 έως 130 $/MWh, με μία μέση τιμή γύρω στα 54 $/MWh. Η εξορυκτική και η χημική βιομηχανία, φαίνεται να αποκρίνονταν ιδιαίτερα ζωηρά στην χρονικά μεταβαλλόμενη τιμή. Η κατανάλωση της πρώτης τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, όπου η τιμή είναι υψηλή, φτάνει μόλις το 29% της αιχμής του φορτίου της. Το ποσοστό αυτό για την δεύτερη, φτάνει το 89%. Το πανεπιστήμιο και η βιομηχανία μαρμάρων, από την άλλη μεριά, καταφέρνουν πολύ μικρότερη μείωση του φορτίου τις ίδιες ώρες, υποδεικνύοντας την αδυναμία τους να ακολουθήσουν τις μεταβολές της τιμής. Το γεγονός αυτό φανερώνει τις πολύ μεγάλες διαφορές που μπορούν να εμφανίζονται τόσο στην πρόθεση, όσο και στην δυνατότητα των διαφόρων πελατών, να εκμεταλλεύονται προγράμματα τύπου dynamic pricing. Πάντως,

ακόμα και αν κάποια πελάτες δεν μπορούν να προσαρμόζουν εύκολα το φορτίου του, φαίνεται να προτιμούν τις RTP χρεώσεις και αυτό επειδή δεν πληρώνουν τον πάροχό τους, το κόστος που αντιστοιχεί στο ρίσκο για την μεταβλητότητα των τιμών.

Οι πελάτες της ίδια εταιρείας, φαίνεται επίσης να αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το ύψος της υψηλής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα. Όπως θα ήταν αναμενόμενο, το ποσοστό μείωσης του φορτίου που επιτυγχάνει κάθε καταναλωτής είναι τόσο μεγάλο, όσο υψηλότερη είναι η τιμή.

Ποσοστιαία μείωση στην ωριαία κατανάλωση ενέργειας		
Μέγιστη τιμή σε μία μέρα	**hour-ahead**	**day-ahead**
από 300 έως 350 $/MWh	29%	8%
από 1500 έως 2000 $/MWh	60%	20%

Πίνακας 4.1 *Μείωση στο φορτίο των πελατών της Georgia Power, με βάση τον χρόνο πληροφόρησης των τιμών, και των αιχμών τους.*

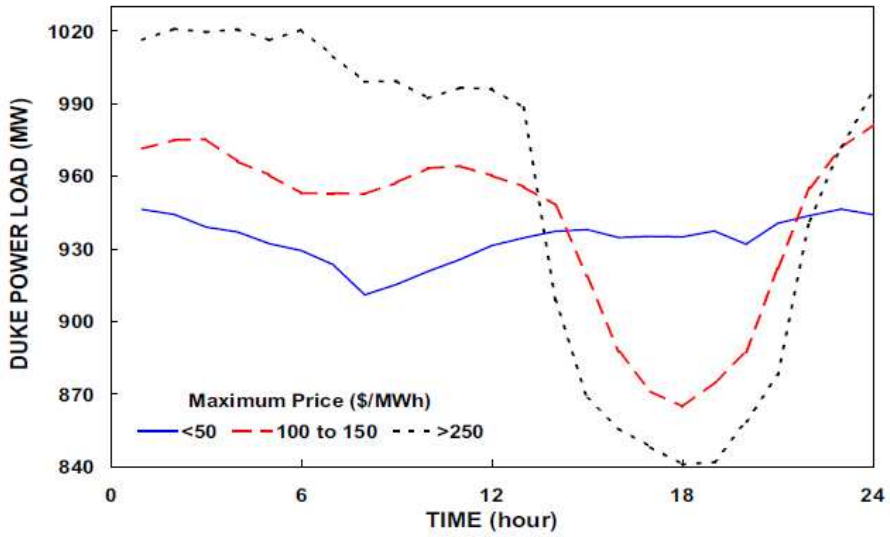
Επιπλέον, ένα άλλο συμπέρασμα που εξάγεται από τον παραπάνω πίνακα, είναι πως οι πελάτες που επέλεξαν να χρεώνονται με hour-ahead τιμές, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ελαστικότητα στις μεταβολές της τιμής, και για αυτό καταφέρνουν μεγαλύτερη μείωση στο φορτίο τους.

Μία άλλη εταιρεία, η Duke Power που λειτουργεί στην αγορά της Νότιας και της Βόρειας Καρολίνας, τρέχει παρόμοια προγράμματα τύπου dynamic pricing με περίπου 110 πελάτες και συνολικό φορτίο 1 GW. Και αυτά ξεκίνησαν ως πιλοτικά το 1994, με μόλις 12 πελάτες. Από τότε έως και σήμερα, λίγοι είναι εκείνοι οι καταναλωτές που επέστρεψαν στα παλαιότερα τιμολόγια. Από μία ανάλυση των δεδομένων που έχει στα χέρια της εταιρία, μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Οι πελάτες που χρησιμοποιούν τοπικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αντιδρούν στις μεταβολές της τιμής με ιδιαίτερα έντονο τρόπο, μόνο πάνω από ένα όριο, για το οποίο η ιδιοπαραγωγή γίνεται συμφέρουσα. Κάτω από αυτό το όριο, δεν δείχνουν να αποκρίνονται.
- Όσο περισσότερο καιρό συμμετέχουν οι καταναλωτές, σε τέτοια προγράμματα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που αυτά προσφέρουν, γεγονός που οφείλεται στην εμπειρία που κερδίζουν, και η οποία τους βοηθά στην ρύθμιση του φορτίου τους.
- Ιδιαίτερα μεγάλη απ απόκριση, δείχνουν οι πελάτες που έχουν την δυνατότητα να μετακινήσουν χρονικά τα μεγάλα τους φορτία. Για παράδειγμα, μία βιομηχανία χαρτιού χρησιμοποιεί μεγάλους κόπτες για την δημιουργία του χαρτοπολτού. Οι συσκευές αυτές μπορούν να λειτουργήσουν ανεξάρτητα από την υπόλοιπη παραγωγική διαδικασία. Προφανώς λοιπόν, η βιομηχανία επιλέγει να τα λειτουργήσεις τις ώρες, όπου η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ χαμηλή.

Ενώ το Διάγραμμα 4.7 απεικονίζει διαφορές μεταξύ διαφορετικών τύπων καταναλωτών, στην απόκριση του καθενός στις ωριαίες τιμές, το Διάγραμμα 4.8 δείχνει πως αντιδρούν οι πελάτες σαν σύνολο. Οι καμπύλες παριστάνουν την καμπύλη φορτίου για όλους τους καταναλωτές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα της Duke Power, ως συναρτήσει της μέγιστης ωριαίας τιμής. Είναι φανερό, πως η αύξηση στην τιμή οδηγεί σε μείωση του φορτίου, τις ώρες 12:00 – 20:00. Ο λόγος του μέγιστου φορτίου προς το ελάχιστο, αυξάνεται

από 1.04 όταν οι τιμές βρίσκονται κάτω από τα 50 $/MWh, στο 1.13 όταν η τιμή βρίσκεται μεταξύ των 100$ και 150 $/MWh και 1.12 όταν οι τιμές ξεπερνούν τα 250 $/MWh.



Εικόνα 4.5 *Απόκριση των καταναλωτών στο dynamic pricing πρόγραμμα της Duke Power*

Μία άλλη προσπάθεια των ανθρώπων της Duke Power, το βέλτιστο χρονικό διάστημα μεταξύ της στιγμής της ανακοίνωσης των τιμών και εκείνης της κατανάλωσης. Από τη μία, αν ειδοποιούν τους πελάτες τους αρκετά πριν την κατανάλωση (μεγάλο χρονικό διάστημα), εκείνοι έχουν τον χρόνο να σχεδιάσουν και να καθορίσουν την απόκρισή τους. Από την άλλη όμως, όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το διάστημα, τόσο μεγαλύτερο μπορεί να είναι και το σφάλμα πρόβλεψης των τιμών για την ίδια την εταιρία, και έτσι αναλαμβάνει μεγαλύτερο ρίσκο.

Αν και τα περισσότερα προγράμματα dynamic-pricing που εφαρμόζονται σήμερα, αφορούν τους μεγάλους βιομηχανικούς και εμπορικούς πελάτες, κάποιες εταιρείας έχουν ξεκινήσει αντίστοιχες προσπάθειες και για τους οικιακούς καταναλωτές. Η GPU Energy, τρέχει ένα πρωτοποριακό πιλοτικό πρόγραμμα τύπου TOU, που ενσωματώνει ένα σύστημα διαδραστικής επικοινωνίας με τον πελάτη. Το σύστημα αυτό επιτρέπει στον πάροχο, να στέλνει κατάλληλα σήματα στον θερμοστάτη της κατοικίας ώστε εκείνος να ρυθμίζει κατάλληλα την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που αφορά την θέρμανση ή την ψύξη, με βάση τις τιμές που επιβάλλονταν στον καταναλωτή. Η ελαστικότητα της κατανάλωσης των πελατών αυτών, σχετικά με την τιμή του ρεύματος, φτάνει το 0.3, αριθμός πολύ μεγαλύτερος από εκείνον που αντιστοιχεί στους υπόλοιπους οικιακούς πελάτες που χρησιμοποιούν TOU προγράμματα, αλλά δεν έχουν το σύστημα αυτό. Τους καλοκαιρινούς μήνες μάλιστα, οι συμμετέχοντες μείωναν το καθημερινό τους φορτίο 7% κατά μέσο όρο.

4.8 Η διαχείριση της ζήτησης

Μια από τις πιο σημαντικές πτυχές των συστημάτων παραγωγής που βασίζονται στην ανανεώσιμη ενέργεια είναι η χρονική συσχέτιση μεταξύ ζήτησης και παραγωγής, επειδή αλλάζουν τις βασικές έννοιες των παραδοσιακών συστημάτων παραγωγής. Το κλειδί για τα πλεονεκτήματα αυτών των πόρων είναι η προσαρμογή της ζήτησης στην παροχή (διαχείριση ζήτησης) και όχι το αντίθετο. Εδώ έγκειται η μεγάλη δυνατότητα της ενσωματωμένης ή συγκλίνουσας προσέγγισης στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και τηλεπικοινωνιών, σε συμφωνία με τις στρατηγικές που ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση: 'εφαρμογή έξυπνων ενεργειακών δικτύων, εξοικονόμηση ενέργειας και ανάπτυξη της γνώσης για την αυξητική ή ριζοσπαστική διαμόρφωση ενεργειακών πολιτικών και τεχνολογικών καινοτομιών'.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση είναι πολύ πιο αποτελεσματική απ' ό,τι σε οποιοδήποτε άλλο μέρος του συστήματος και ανοίγει την πόρτα στο ενσωματωμένο τηλεχειριστήριο για αυτοματοποίηση του σπιτιού από το δίκτυο. Για τη διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης, οι νέοι έξυπνοι μετρητές δίνουν αναφορά στην επιχείρηση κοινής ωφέλειας για τη χρήση ενέργειας, ψηφιακά, λεπτό προς λεπτό, μέσω του δικτύου UETS και ανακυκλώνουν τις συσκευές ανταποκρινόμενοι στις ανάγκες του δικτύου και τις σχετικές ενδείξεις. Αυτό επιτρέπει ποικιλία στη διαμόρφωση των τιμών, παρέχοντας οικονομικά κίνητρα για αλλαγή της ενεργειακής χρήσης σε περιόδους υψηλής και χαμηλής ζήτησης.

Οι έξυπνες οικιακές συσκευές μειώνουν τη ζήτηση όταν λαμβάνουν σήμα ότι το δίκτυο είναι φορτωμένο ή ενεργοποιούνται όταν τα επίπεδα ενέργειας είναι χαμηλότερα. Αυτό μπορεί να αποσυμπιέσει την υπερφορτωμένη υποδομή του δικτύου και τα ενεργειακά κόστη και να επιταχύνει την ανάπτυξη καθαρότερης παραγωγής ενέργειας. Όταν η ζήτηση είναι χαμηλότερη, χρειάζεται λιγότερους πόλους, καλώδια και απομακρυσμένα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, είναι επιτακτικό οι επιχειρήσεις τηλεπικοινωνιών και ηλεκτρικής ωφέλειας να τυποποιούν και να πιστοποιούν την ενέργεια των έξυπνων συσκευών ενέργειας και των διασυνδετικών επιφανειών των επικοινωνιών, για να γίνεται διαχείριση της χρήσης ενέργειας και να μειώνονται τα κόστη.

5. Νομοθεσία

5.1 Εισαγωγή

Η πολιτική της Ευρωπαϊκής Επιτροπής όσο αναφορά τα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα ορίζεται στην ανακοίνωση «Έξυπνα Δίκτυα- από την Καινοτομία στην Ανάπτυξη» (Απρίλιο 2011). Σύμφωνα με την Επιτροπή, τα έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές CO2 κατά 9% των νοικοκυριών και την κατανάλωση ενέργειας κατά 10%. Τα έξυπνα δίκτυα έχουν συνεπώς να διαδραματίσουν ζωτικό ρόλο για να μπορέσει η ΕΕ να επιτύχει τους στόχους της ολοκληρωμένης ενέργειας και την κλιματική αλλαγή (που εγκρίθηκε το Δεκέμβριο του 2008) αποκαλούμενη «20-20-20».

5.2 Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο

Σε δύο ψήφους το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εκφράζει την ευρεία υποστήριξή του για την έξυπνη μέτρηση: Κάθε οικογένεια στην ΕΕ να εγκαθίσταται με τους έξυπνους μετρητές μέχρι το 2022.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έχει ψηφίσει να υποστηρίξει τη διάδοση της έξυπνης μέτρησης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Ευρωπαϊκή Έξυπνη Βιομηχανική Ομάδα (ESMIG) επιδοκιμάζει τις αποφάσεις του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και επικροτεί την αυξανόμενη τάση για την έξυπνη μέτρηση στην Ευρώπη ως αποτέλεσμα της υποστήριξης της ΕΕ.

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε μια συμφωνία που έγινε από τα όργανα της ΕΕ για μια νομοθεσία όσον αφορά την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας της ΕΕ. Το πακέτο περιλαμβάνει τις οδηγίες ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου που πρέπει τα κράτη μέλη της ΕΕ «να εξασφαλίσουν συστήματα ευφυών μετρητών».

Η Οδηγία Ηλεκτρικής Ενέργειας προβλέπει την πλήρη επέκταση μέχρι το2022 το αργότερο, με 80% των καταναλωτών να εξοπλίζονται με τα έξυπνα συστήματα μέχρι το 2020. Δεν υπάρχει καμία προθεσμία στην οδηγία αερίου. Στη συζήτηση που προηγείται της ψηφοφορίας, ο εισηγητής στην Οδηγία Ηλεκτρικής Ενέργειας, Eluned Morgan, είπε: «*Αυτή η νομοθεσία επίσης θα εξασφαλίσει ότι κάθε οικογένεια στην ΕΕ θα εγκαταστήσει τους έξυπνους μετρητές [...] `» μέχρι το 2022. Αυτοί οι έξυπνοι μετρητές θα επιτρέψουν στους πελάτες να ελέγχουν καλύτερα την ενεργειακή χρήση τους και να αυξήσουν τη ενεργειακή αποδοτικότητα, που βοηθά να κόψουν τα ενεργειακά κόστη και να μειώσουν τη εκπομπή άνθρακα.*»

Στη δήλωσή του στο Κοινοβούλιο, ο Ενεργειακός Επίτροπος, ο Andris Piebalgs είπε: *Η «κλήση του Κοινοβουλίου για την ισχυρότερη προστασία καταναλωτών και την πάλη ενάντια στην ενεργειακή ένδεια είναι τώρα φυλαγμένη στα νομοθετικά κείμενα. Στους έξυπνους μετρητές, που επιτρέπουν τους καταναλωτές να ενημερώνονται ακριβώς για την κατανάλωσή τους και που προωθούν τη ενεργειακή αποδοτικότητα, παρέχεται ένας στόχος 80% των καταναλωτών που επιτυγχάνονται μέχρι το 2020.*»

Περαιτέρω, στις 23 Απριλίου 2009, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στη πρώτη καταγραφή της Ενεργειακής Απόδοσης των κτηρίων (EPBD), ψήφισε να επισπεύσει την εφαρμογή με την απαίτηση ότι όλα τα νέα κτήρια και τα κτίρια που υποβάλλονται στην

ανακαίνιση εξοπλίζονται με τους έξυπνους μετρητές. Σε μια τροποποίηση στο EPBD, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο παρενέβαλε τα εξής:

«Τα κράτη μέλη θα εξασφαλίσουν ότι οι έξυπνοι μετρητές εγκαθίστανται σε όλα τα νέα κτήρια και όλα τα κτήρια που υποβάλλονται σε μια σημαντική 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.»

Ο Ανδρέας Umbach, Πρόεδρος ESMIG, είπε: *«Τα μέλη του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου πρόκειται να δεχτούν συγχαρητήρια στην προνοητική προσέγγιση και τη δέσμευσή τους για την παραγωγή των στόχων του **20-20-20** της ΕΕ που είναι μια πραγματικότητα. Αυτό είναι μια απόφαση που προετοιμάζει το έδαφος για μια αγορά αποδοτικότερη, βιωσιμότερη 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 υψηλά και περιβαλλοντικά συνειδητό βιοτικό επίπεδο για καθέναν μας.»*

Υπάρχουν ενδείξεις των τύπων αλλαγών που έχουν επιπτώσεις στις βιομηχανίες που συνδέονται με την έξυπνη μέτρηση. Παραδείγματος χάριν, η πιο πρόσφατη έκθεση της electra- πρωτοβουλίας της ΕΕ καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η ευρωπαϊκή οδηγία ενεργειακών υπηρεσιών δίνει ένα φρέσκο ερέθισμα για την έξυπνη μέτρηση και την ευφυή διαχείριση δύναμης. Αυτό το ερέθισμα θα γίνει ιδιαίτερα εμφανές όταν εφαρμόζεται η οδηγία από τα κράτη μέλη μέσα στα εθνικά σχέδια ενεργειακής αποδοτικότητας τους (NEEAP). Ακόμα κι αν οι εκτιμήσεις της συνολικής επένδυσης για το ξεδίπλωμα των έξυπνων συστημάτων σε όλη την Ευρωπαϊκή Ένωση ποικίλλουν από το κράτος στο κράτος, π.χ. η εκτίμηση για το UK είναι μεταξύ €8-12B, υπάρχουν αρκετά δεδομένα ότι, σε αυτήν την περιοχή, οι εμπορικές ευκαιρίες στην ΕΕ θα αυξηθούν και ότι η ενεργειακή αποδοτικότητα θα γίνει σημαντικός επιχειρησιακός οδηγός.

5.3 Το 3^{ο} Ευρωπαϊκό πακέτο

Στις 3 Σεπτεμβρίου 2009 τέθηκε σε εφαρμογή το «3ο Πακέτο Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης» (EU 3rd Energy Package), με το οποίο απαιτείται από τα κράτη-μέλη η «διασφάλιση της εφαρμογής Έξυπνων Μετρητών» και ο εξοπλισμός του 80% των Ευρωπαίων πολιτών με Έξυπνους Μετρητές έως το έτος 2020. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι να ενδυναμώσει και να προστατεύσει τα δικαιώματα των καταναλωτών, να κινητοποιήσει τους ευρωπαίους πολίτες να ενεργοποιηθούν στο θέμα της κατανάλωσης ενέργειας και να μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στην Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας (Internal Energy Market, IEM) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα μέτρα που αναφέρονται στην Οδηγία (European Energy Services Directive) για την προστασία των καταναλωτών είναι μεταξύ άλλων «ξεκάθαρα» και κοστοστρεφή συμβόλαια από τους Προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, διαφάνεια στην τιμολόγηση, διαφορετικοί τρόποι πληρωμής, μηδενικό κόστος αλλαγής Προμηθευτή, απλή διαδικασία για την αναφορά παραπόνων, παροχή στοιχείων κατανάλωσης τακτικά από τους Προμηθευτές στους καταναλωτές για τον έλεγχο και την «αυτορύθμιση» της κατανάλωσής τους.

Οι απαιτήσεις της Οδηγίας υποχρεώνουν τους Προμηθευτές να αναπροσαρμόσουν τις υπηρεσίες που παρέχουν στους Πελάτες τους και τον τρόπο τιμολόγησης αυτών.

Το «3ο Πακέτο Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης» πρέπει να ενσωματωθεί στη νομοθεσία των κρατών-μελών εντός 18 μηνών, δηλαδή έως τις 3 Μαρτίου 2011.

Το πακέτο περιλαμβάνει δύο οδηγίες που θεσπίζουν τους κοινούς κανόνες αντίστοιχα για τις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου, και τρεις κανονισμούς που καλύπτουν τη θέσπιση μιας συνεταιριστικής αντιπροσωπείας για τους ενεργειακούς ρυθμιστές, της πρόσβασης στο δίκτυο για τις διασυνοριακές ανταλλαγές της ηλεκτρικής ενέργειας, και της πρόσβασης στα δίκτυα μετάδοσης φυσικού αερίου. Για να δούμε:

Στο πλαίσιο της οδηγίας ηλεκτρικής ενέργειας τα κράτη μέλη πρέπει να αναλάβουν μια οικονομική αξιολόγηση των δαπανών και των κερδών της έξυπνης ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το Σεπτέμβριο του 2012. Έκτοτε ένα χρονοδιάγραμμα πρέπει να ετοιμαστεί για την έξυπνη τεχνολογία με μία περίοδο μέχρι 10 ετών, με **τουλάχιστον 80% των καταναλωτών να εξοπλίζονται με έναν έξυπνο μετρητή μέχρι το 2020**.

Ομοίως μια οικονομική αξιολόγηση της έξυπνης μέτρησης αερίου πρέπει για να αναληφθεί από τα κράτη μέλη στο Σεπτέμβριο του 2012 και ένα χρονοδιάγραμμα προετοιμάζεται, αν και καμία προθεσμία δεν διευκρινίζεται.

Ο συνυπολογισμός του υποχρεωτικού έξυπνου δικτύου σε ολόκληρη την Ευρώπη έχει γίνει αποδεκτός από την Ευρωπαϊκή Έξυπνη Βιομηχανική Ομάδα (***ESMIG***) σε μια δήλωση, και η ομάδα προβλέπει μια αυξανόμενη ορμή προς την έξυπνη αγορά στην περιοχή.

Εντούτοις, ενώ το 3ο Ευρωπαϊκό ενεργειακό πακέτο είναι μια καλή αρχή, είναι μόνο η αρχή λέει ο Ανδρέας Umbach, Πρόεδρος της ***ESMIG***.

Άλλα μέτρα προστασίας καταναλωτών στις οδηγίες, περιλαμβάνουν τις σαφείς συμβάσεις από τους φορείς παροχής υπηρεσιών, διαφανείς πληροφορίες για τα τιμολόγια, μια ευρεία επιλογή της μεθόδου πληρωμής, καμία δαπάνη για τον switching προμηθευτή, απλές διαδικασίες παραπόνων, και παροχή πραγματικών πληροφοριών και δαπανών κατανάλωσης. Το τελευταίο χρειάζεται να γίνεται αρκετά συχνά ώστε να επιτρέψουν στους καταναλωτές να ρυθμίσουν την κατανάλωσή τους. Αναμένουμε…

«Εάν πρόκειται να πλησιάσουμε κοντά στην πραγματοποίηση του έξυπνου δικτύου στο εγγύς μέλλον, για να επιτύχουμε τους στόχους του 20-20-20 της ΕΕ [**αύξηση 20% στη ενεργειακή αποδοτικότητα, τη μείωση 20% των εκπομπών του CO2, και την αύξηση 20% στις ανανεώσιμες ενέργειες μέχρι το 2020**], πρέπει να αρχίσουμε αμέσως. Η έξυπνη βιομηχανία κάνει το έργο της, αλλά τώρα εξαρτάται από τα κράτη μέλη να υποστηρίξουν το ενεργειακό πακέτο χρονικά και επίσης να εξασφαλιστεί ότι οι πολίτες τους μπορούν να απολαύσουν τα οφέλη του έξυπνου δικτύου το συντομότερο δυνατόν.»

Τελικά, η «έξυπνη μέτρηση, που συνδυάζεται με τον άμεσο πελάτη, έχει παρουσιαστεί για να αυξηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα κατά 5-15%, και σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και μέχρι 20%» Στην Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και την Αυστραλία οι ποικίλες μελέτες, τα πειραματικά προγράμματα και γενικότερα το έξυπνο σύστημα θα οδηγήσει την ενεργειακή αποταμίευση σε ποσοστό 5%-15% και μερικές φορές ακόμα και υψηλότερα όπως 20%.

Σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία, 32006L0032, 2006/32/ΕΚ, κεφάλαιο 3, άρθρο 13, παράγραφος 2 και 3 με θέμα «Μετρητές και αναλυτικοί λογαριασμοί για την κατανάλωση ενέργειας», τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίζουν ότι, κατά περίπτωση, η χρέωση που πραγματοποιείται από τους διανομείς ενέργειας, τους διαχειριστές συστημάτων διανομής και τις εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας, πρέπει να βασίζεται στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση, και να παρουσιάζεται με σαφή και κατανοητό τρόπο. Στο λογαριασμό του τελικού καταναλωτή πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες πληροφορίες, ώστε να έχει πλήρη εικόνα του τρέχοντος ενεργειακού του κόστους. Η χρέωση με βάση την πραγματική κατανάλωση ενέργειας πρέπει να είναι αρκετά συχνή, ώστε οι καταναλωτές να μπορούν να ρυθμίζουν την ενεργειακή τους κατανάλωση. Επιπλέον, τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίζουν ότι, ανάλογα με την περίπτωση, οι διανομείς ενέργειας, οι διαχειριστές

συστημάτων διανομής, ή οι εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας πρέπει να παρέχουν στους τελικούς καταναλωτές, ως μέρος ή μαζί με τους λογαριασμούς τους, τις συμβάσεις τους, τις συναλλαγές τους ή/και τις αποδείξεις των σταθμών διανομής τους, τις ακόλουθες πληροφορίες κατά σαφή και κατανοητό τρόπο:

- Τις τρέχουσες πραγματικές τιμές και την πραγματική κατανάλωση ενέργειας.
- Συγκρίσεις της τρέχουσας κατανάλωσης του τελικού καταναλωτή προς την κατανάλωσή του κατά την ίδια περίοδο του προηγούμενου έτους, κατά προτίμηση υπό μορφή διαγράμματος.
- Συγκρίσεις με κάποιο μέσο κανονικό ή υποδειγματικό χρήστη ενέργειας της ίδιας κατηγορίας, εφόσον τούτο είναι εφικτό και χρήσιμο.
- Διευθύνσεις κ.λπ. οργανώσεων καταναλωτών, οργανισμών ενέργειας ή παρόμοιων οργάνων, μαζί με διευθύνσεις ιστοσελίδων, από τις οποίες μπορούν να λαμβάνονται πληροφορίες για τα διαθέσιμα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, συγκρίσεις των διαφόρων κατηγοριών τελικών χρηστών ή και αντικειμενικές τεχνικές προδιαγραφές για εξοπλισμό που χρησιμοποιεί ενέργεια.

5.4 Ευρωπαϊκός οργανισμός τυποποίησης

Οι τρεις Ευρωπαϊκοί Οργανισμοί Τυποποίησης - CEN (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τυποποίησης), CENELEC (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) και ETSI (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Τυποποίησης Τηλεπικοινωνιών) - συμμετέχουν σε ένα συνεχή διάλογο με τους εταίρους σε όλο τον κόσμο, προκειμένου να μοιραστούν τις γνώσεις και να συντονίσουν την ανάπτυξη των προτύπων που απαιτούνται για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των έξυπνων δικτύων.

Οι Ευρωπαϊκοί Οργανισμοί Τυποποίησης έχουν δημιουργήσει μια ομάδα συντονισμού “Smart Grid Coordination Group (SG-CG)”, η οποία εργάζεται για την ανάπτυξη προτύπων για την επόμενη γενιά των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας, που είναι γνωστή ως «Smart Grids». Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα που συμφωνήθηκε με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η ομάδα αυτή, έχει ως στόχο να παρουσιάσει μια πρώτη σειρά προτύπων για τα έξυπνα δίκτυα, καθώς και μία έκθεση που θα καλύπτει την ασφάλεια των πληροφοριών και των προσωπικών δεδομένων μέχρι το τέλος του 2012. Το έργο αυτό διεξάγεται στο πλαίσιο της εντολής (mandate M/490) που είχε εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και με την ενεργό συμμετοχή εμπειρογνωμόνων από τον χώρο της ενέργειας και της τεχνολογίας. Οι εργασίες για τα έξυπνα δίκτυα είναι σε συντονισμό με άλλες ομάδες εργασίας τυποποίησης που βρίσκονται σε εξέλιξη σε σχέση με «έξυπνους μετρητές» και «ηλεκτρικά οχήματα» έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ένα κοινό πλαίσιο.

Θέλοντας να μοιραστούν τις γνώσεις και να συντονίσουν τις προσπάθειές τους με τους αρμόδιους σε μεγάλες αγορές σε όλο τον κόσμο, οι Ευρωπαϊκοί Οργανισμοί Τυποποίησης πήραν την πρωτοβουλία να συγκαλέσουν μια υψηλού επιπέδου συνάντηση στα γραφεία της CEN-CENELEC στις Βρυξέλλες στις 18 και 19 Ιουνίου 2012. Σε αυτή παρέστησαν αντιπροσωπείες από τη Βραζιλία, την Κίνα, την Ιαπωνία, την Κορέα και τις ΗΠΑ, καθώς και εκπρόσωποι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Γενική Διεύθυνση Ενέργειας) αλλά και εκπρόσωποι από τους διεθνείς οργανισμούς όπως το Διεθνή Οργανισμό Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης (IEC), το Διεθνές Δίκτυο Δράσης για τα Smart Grids (ISGAN), τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών - Τομέα Τυποποίησης (ITU-T), καθώς και από τα Ηνωμένα Έθνη και ποιο συγκεκριμένα το τμήμα της Βιομηχανικής Ανάπτυξης (UNIDO). Εμπειρογνώμονες από τους εθνικούς οργανισμούς τυποποίησης και εκπρόσωποι των

κυριότερων Ευρωπαϊκών Ενώσεων και Ομοσπονδιών της βιομηχανίας έλαβαν επίσης μέρος στη διήμερη συνάντηση.

Μιλώντας στις Βρυξέλλες, ο Ralph Sporer, Πρόεδρος της Ομάδας Συντονισμού δήλωσε: *"Τα πρότυπα είναι απαραίτητα για να βοηθήσουν τα έξυπνα δίκτυα να αξιοποιήσουν όλες τις δυνατότητές τους. Είμαστε βέβαιοι ότι η συνεργασία σχετικά με τις εργασίες τυποποίησης σε αυτόν το σημαντικό και καινοτόμο τομέα θα συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της ενεργειακής πολιτικής στην Ευρώπη και σε όλο τον κόσμο ".*

6. <u>Πειραματικό μέρος</u>

6.1 Εισαγωγή

Στην παρακάτω μελέτη προσομοίωσης υπολογίστηκε η ωριαία κατανάλωση και οι τιμές ενέργειας σε ωριαία βάση. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε διαμέρισμα 107 m^2. Καταγράφηκαν όλες οι ηλεκτρικές συσκευές με την ονομαστική τους ισχύς. Για να γίνει η αναλογία ονομαστική/πραγματική ισχύς ορίστηκαν οι συντελεστές χρήσης σύμφωνα πάντα με την κατηγορία των ηλεκτρικών συσκευών.

Επίσης ορίσαμε το προφίλ χρήσης κάθε συσκευής και υπολογίστηκε ο χρόνος χρήσης κάθε συσκευής ανάλογα με το προφίλ το οποίο λειτουργεί. Τέλος για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής χρειάστηκαν οι εκκαθαριστικοί λογαριασμοί της ΔΕΗ για το έτος 2010 καθώς και τα τιμολόγια χρέωσης για το συγκεκριμένο έτος.

6.2 Δεδομένα

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα δεδομένα της μελέτης. Στον πρώτο πίνακα παρουσιάζονται οι συσκευές του διαμερίσματος με την ονομαστική ισχύ, την πραγματική ισχύ, τους συντελεστές χρήσης, την λειτουργία των προφίλ καθώς και τους χρόνους χρήσης κάθε συσκευής.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα προφίλ χρήσης κάθε συσκευής τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία του προσομοιωτή ενέργειας. Κάθε προφίλ χρήσης είναι διαφορετικό και περιλαμβάνει την λειτουργία των συσκευών αν είναι χειμώνας, καλοκαίρι, μέρα, νύχτα κ.τ.λ. ή και συνδυασμό αυτών. Επίσης ορίστηκαν οι ημερομηνίες των προφίλ καθώς και οι ώρες λειτουργίας τους, όπως επίσης και η κατάσταση των συσκευών δηλαδή αν μια συσκευή είναι ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη τις συγκεκριμένες ώρες.

Τέλος παρουσιάζονται οι χρεώσεις του διαμερίσματος με βάση τους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς της ΔΕΗ για το έτος 2011.

- Αξίζει να αναφέρουμε τις ιστοσελίδες του προσομοιωτή ενέργειας

1. **EUM** http://147.91.50.65/EWLongTerm/testuse.jsf
2. **PRICING** http://147.91.50.65/EWLongTerm/testpricing.jsf

1. Πίνακας Ηλεκτρικών συσκευών

Ηλεκτρικές Συσκευές

ΣΥΣΚΕΥΕΣ	Ονομαστική Ισχύς (kw)	Πραγματική Ισχύς (kw)	Ονομ/Πραγμ	Προφίλ Λειτουργίας (0-7)	Συντελεστής Χρήσης (%)
Καυστήρας	50	45	0,9	6	25
Ψυγείο	0,6	0,42	0,7	7	50
Ηλεκτρική κουζίνα	7,2	7,2	1	5	12,5
Απορροφητήρας	0,226	0,226	1	5	4,16
Πλυντήριο ρούχων	2,1	1,47	0,7	3	4,16
Ηλεκτρικό σίδερο	2	1,2	0,6	3	1,25
Τηλεόραση	0,112	0,0896	0,8	5	41,66
Dvd player	0,075	0,0525	0,7	5	8,33
Βραστήρας	1,85	1,85	1	5	0,41
Πολυμίξερ	0,5	0,35	0,7	5	0,62
Τοστιέρα	0,7	0,7	1	5	0,41
Καφετιέρα	0,83	0,498	0,6	6	8,33
Ηλεκτρική σκούπα	2	1,4	0,7	3	0,83
Πιστολάκι μαλλιών	2,1	1,26	0,6	3	0,2
Μίξερ για καφέ	0,025	0,0175	0,7	7	0,41
Στερεοφωνικό	0,25	0,175	0,7	3	4,16
Η/Υ	0,4	0,2	0,5	5	41,66
Οθόνη υπολογιστή	0,06	0,06	1	5	25
Κλιματιστικό	2,639	0,7917	0,3	4	33,33
Καταψύκτης	0,42	0,294	0,7	7	41,66
Φώτα εξωτερικού χώρου	0,2	0,2	1	2	25
Φώτα εσωτερικού χώρου	0,64	0,64	1	2	29,16

Στην εικόνα 6.1 βλέπουμε πως είναι το περιβάλλον του προγράμματος προσομοίωσης. Καταχωρούμε στο πρόγραμμα όλες τις ηλεκτρικές συσκευές του διαμερίσματος καθώς επίσης την ονομαστική ισχύ, την πραγματική ισχύ, τους συντελεστές χρήσης, την λειτουργία των προφίλ καθώς και τους χρόνους χρήσης κάθε συσκευής.



Devices:

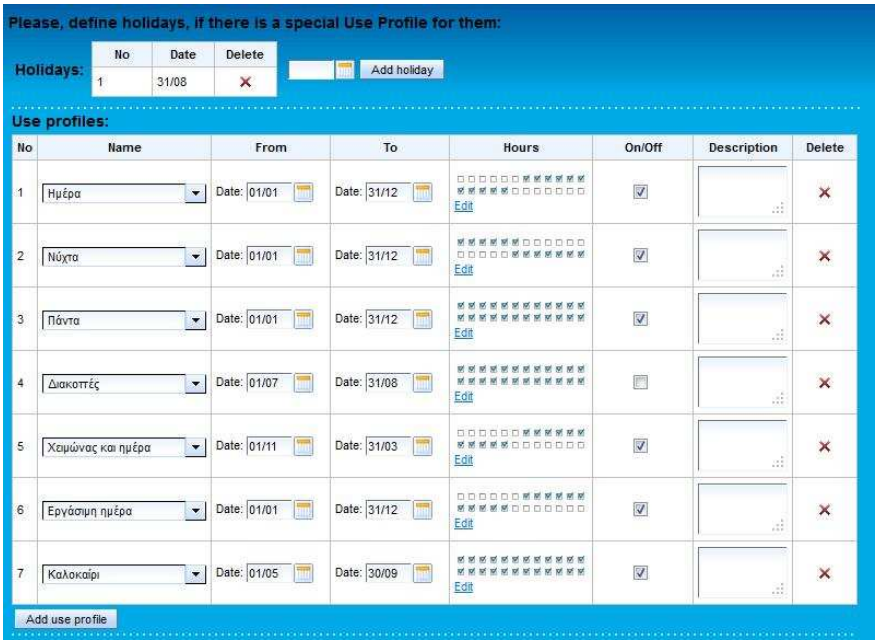
Name	No of units	Rated power (W) of single unit	Act_nom	Time %	Use profiles	Delete
Καυστήρας	1	50000.0	0.9	25.0	Χειμώνας και ημέρα (5) Edit	×
Ψυγείο	1	600.0	0.7	50.0	Διακοπές (4) Edit	×
Ηλεκτρική κουζίνα	1	7200.0	1.0	12.5	Ημέρα (1) , Διακοπές (4) Edit	×
Απορροφητήρας	1	226.0	1.0	4.16	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Πλυντήριο ρούχων	1	2100.0	0.7	4.16	Ημέρα (1) Edit	×
Ηλεκτρικό σίδερο	1	2000.0	0.6	1.25	Ημέρα (1) Edit	×
Τηλεόραση	1	112.0	0.8	41.66	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Dvd player	1	75.0	0.7	8.33	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Βραστήρας	1	1850.0	1.0	0.41	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Πολυμίξερ	1	500.0	0.7	0.62	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Τοστιέρα	1	700.0	1.0	0.41	Πάντα (3) , Διακοπές (4) Edit	×
Καφετιέρα	1	830.0	0.6	8.33	Χειμώνας και ημέρα (5) Edit	×
Ηλεκτρική σκούπα	1	2000.0	0.7	0.83	Ημέρα (1) Edit	×
Πιστολάκι μαλλιών	1	2100.0	0.6	0.2	Ημέρα (1) Edit	×
Μίξερ για καφέ	1	25.0	0.7	0.41	Πάντα (3) Edit	×
Στερεοφωνικό	1	250.0	0.7	4.16	Ημέρα (1) Edit	×

Εικόνα 6.1 *Περιβάλλον προγράμματος προσομοιωτή ενέργειας*

2. <u>Πίνακας προφίλ χρήσης</u>

Ορισμός του προφίλ χρήσης. Κατάσταση (ενεργή/ανενεργή) υποδεικνύει πότε μια συσκευή είναι ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη κατά τη διάρκεια του επιλεγμένου προφίλ.

ΠΡΟΦΙΛ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ						
		ΑΠΟ	**ΕΩΣ**	**ΩΡΕΣ**		**ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**
ΠΡΟΦΙΛ 1	ΕΡΓΑΣΙΜΗ ΗΜΕΡΑ	1 ΙΑΝ	31 ΔΕΚ	7:00	17:00	ΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 2	ΝΥΧΤΑ	1 ΙΑΝ	31 ΔΕΚ	18:00	6:00	ΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 3	ΗΜΕΡΑ	1 ΙΑΝ	31 ΔΕΚ	7:00	17:00	ΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 4	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	1 ΜΑΙ	30 ΣΕΠΤ	24ΩΡΕΣ		ΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 5	ΔΙΑΚΟΠΕΣ	1 ΙΟΥΛ	31 ΑΥΓ	24ΩΡΕΣ		ΑΝΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 6	ΧΕΙΜΩΝΑΣ ΚΑΙ ΗΜΕΡΑ	1 ΝΟΕ	31 ΜΑΡ	7:00	17:00	ΕΝΕΡΓΗ
ΠΡΟΦΙΛ 7	ΠΑΝΤΑ	1 ΙΑΝ	31 ΔΕΚ	24 ΩΡΕΣ		ΕΝΕΡΓΗ

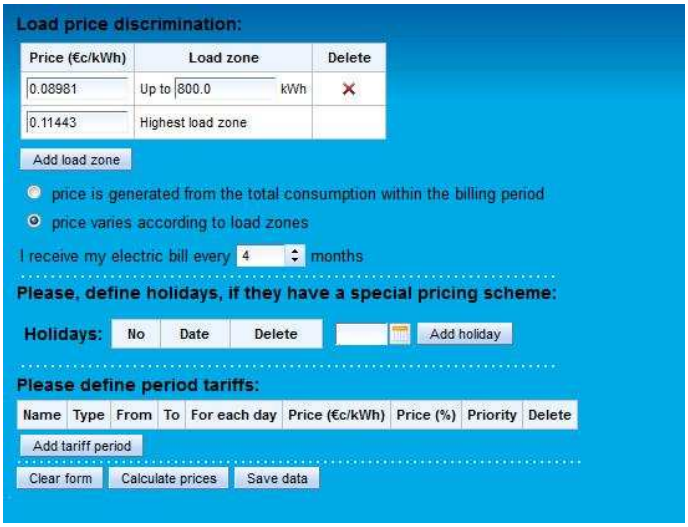


Εικόνα 6.2 *Δημιουργία προφίλ χρήσης*

3. <u>Σύστημα τιμολόγησης</u>

Στον παρακάτω πίνακα ορίζονται οι τιμές ζώνης φορτίου που εφαρμόζονται για κατοικίες στη Ελλάδα για έτος 2011.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	
Τιμή(€c/kwh)	**Ζώνη φορτίου(kwh)**
0,08981	0-800
0,11443	801-1600
0,14045	1601-2000
0,1879	2001-3000
0,18971	3001-4400



Εικόνα 6.3 *Καταχώρηση τιμών ζώνης στον προσομοιωτή με βάση την πραγματική κατανάλωση ενέργειας του διαμερίσματος*

4. <u>Λογαριασμοί κατανάλωσης ενέργειας</u>

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται η πραγματική κατανάλωση του διαμερίσματος με βάση τους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς της ΔΕΗ για το έτος 2011.

ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
	KWH	**ΕΥΡΩ**
1η ΠΕΡΙΟΔΟΣ	1265	125,72
2η ΠΕΡΙΟΔΟΣ	1440	153,57
3η ΠΕΡΙΟΔΟΣ	1396	150,07
ΣΥΝΟΛΟ	**4101**	**429,36**

6.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Ο προσομοιωτής ενέργειας υπολογίζει την ενέργεια που καταναλώνεται σε 1 ώρα (kwh), υπολογίζει την τιμή που εφαρμόζεται εξετάζοντας τα συστήματα τιμολόγησης που εφαρμόζονται (cE/kwh) και υπολογίζει το συνολικό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για την συγκεκριμένη ώρα.

Τέλος ο προσομοιωτής ενέργειας υπολογίζει την συνολική κατανάλωση κατά την περίοδο χρέωσης (kwh). Όπως είδαμε στον προηγούμενο πίνακα έχουμε 3 περιόδους χρέωσης με βάση τους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς της ΔΕΗ.

Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

	Κατανάλωση (Kwh)		Σφάλμα	Κόστος (Ευρώ)		Σφάλμα
	Πραγματικά δεδομένα	**Προσομοιωτής ενέργειας**	**Προσομοιωτής ενέργειας-πραγματική**	**Πραγματικά δεδομένα**	**Προσομοιωτής ενέργειας**	**Προσομοιωτής ενέργειας-πραγματική**
1η Περίοδος	1265	1411,15	146,15	125,72	258,66	132,94
2η Περίοδος	1440	364,32	1075,68	153,57	265,12	111,55
3η Περίοδος	1396	1116,24	279,76	150,07	262,97	112,9
ΣΥΝΟΛΟ	**4101**	**2891,71**	**1209,29**	**429,36**	**786,75**	**357,39**

Όπως παρατηρούμε από τον πίνακα αποτελεσμάτων του προσομοιωτή ενέργειας, τα αποτελέσματα του μοντέλου χρήσης ενέργειας παρουσιάζουν μια σημαντική απόκλιση. Έτσι θα πρέπει να διορθώσουμε τους συντελεστές χρήσης κάθε ηλεκτρικής συσκευής μέχρι να πάρουμε μηδενικές αποκλίσεις.

Παρακάτω ακολουθούν τα νέα αποτελέσματα της προσομοίωσης.

ΝΕΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

	Κατανάλωση (Kwh)		Σφάλμα	Κόστος (Ευρώ)		Σφάλμα
	Πραγματικά δεδομένα	**Προσομοιωτής ενέργειας**	**Προσομοιωτής ενέργειας-πραγματική**	**Πραγματικά δεδομένα**	**Προσομοιωτής ενέργειας**	**Προσομοιωτής ενέργειας-πραγματική**
1η Περίοδος	1265	1265	0	125,72	125,79	0,07
2η Περίοδος	1440	1440	0	153,57	153,65	0,08
3η Περίοδος	1396	1396	0	150,07	150,09	0,02
ΣΥΝΟΛΟ	**4101**	**4101**	**0**	**429,36**	**429,53**	**0,17**

6.4 Συμπεράσματα

Τα νέα αποτελέσματα όπως παρατηρούμε παρουσιάζουν μια πολύ μικρή απόκλιση όσο αναφορά το κόστος της ενέργειας αλλά δεν έχει νόημα να ξανά κάνουμε την προσομοίωση γιατί το σφάλμα είναι πολύ μικρό.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προσομοίωσης είναι αξιόπιστο αφού μπορούμε να γνωρίζουμε πόση ενέργεια καταναλώνουμε και πόσο μας κοστίζει αυτή η ενέργεια σε μία συγκεκριμένη ώρα για μία συγκεκριμένη μέρα.

Ηλεκτρονικές πηγές

[1] http://phivosnicolaides.blogspot.gr/2010/12/3.html

[2] www.HomePlug.org

[3] www.eurelectric.org/Download/Download.aspx?DocumentID=26620

[4] www.iene.gr/energyweek09/articlefiles/b2b/1stSesssion/ROOM_B/4_XATZIVAS.pdf

[5] http://www.avgi.gr/ArticleActionshow.action?articleID=503208

[6] http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/doc/expert_group1.pdf

[7] http://watt-volt.gr/index.php/el/watt-volt-smart-2

[8] http://www.energypress.gr/news/Erhontai-oi-exypnoi-metrhtes

[9] www.energytraining4europe.org

[10] www.econews.gr

[11] http://www.epaggelmaties.com/writer/2001-2003/teyxos212.html

[12] http://www.e2-home.com/.

[13] http://www.ihome.com.au/html/have/.

[14] http://www.energypress.gr/

[15] www.greenpeace.org