



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



Διπλωματική εργασία

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε
κατοικίες

Παναγιώτα Κωνσταντίου

Επιβλέπων Καθηγητής : Γεώργιος Ματσόπουλος

Αθήνα, Φεβρουάριος 2019

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π. Γ. Ματσόπουλος

Εγκρίθηκε από την επιτροπή την12^η Φεβρουαρίου 2019.....:

.....
Γ. ΜΑΤΣΟΠΟΥΛΟΣ
Επίκουρος Καθηγητής

.....
Α. ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ
Επίκουρος Καθηγητής

.....
Δ. ΑΣΚΟΥΝΗΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι τα έξυπνα δίκτυα και οι δυνατότητες για εξοικονόμηση ενέργειας που προσφέρουν. Οι ενεργειακές ανάγκες στη σύγχρονη κοινωνία είναι ολοένα αυξανόμενες οπότε κρίνεται σκόπιμα να μελετηθούν και να αξιοποιηθούν οι νέες δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία ούτως ώστε να επιτευχθεί η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά χωρίς να μειωθεί η άνεση. Επίσης μελετάται και ένα παράδειγμα κατοικίας και η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να προκύψει εφαρμόζοντας έξυπνες τεχνικές.

Λέξεις κλειδιά

Έξυπνα Δίκτυα, Εξοικονόμηση ενέργειας, Έξυπνες τεχνολογίες

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is smart grids and the potential for saving energy they offer. Energy needs in today's society are on the rise, so it is advisable to study and exploit the new potential offered by technology to achieve energy savings but without reducing comfort. Moreover an example of a home and the energy savings that can be generated by applying smart techniques are examined.

Keywords

Smart Grids, Energy saving, Smart meters

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος « Τεχνοοικονομικά Συστήματα» υπό την επίβλεψη του κ. Γεώργιου Μασσόπουλου τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την καθοδήγηση του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για τη στήριξη τους.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1.1 Σκοπός της διπλωματικής	9
1.2 Διάρθρωση της διπλωματικής	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	11
2.1 Γενικές πληροφορίες για τα έξυπνα δίκτυα	11
2.2 Ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών δικτύων.....	12
2.3 Χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων	17
2.4 Οικονομικές προεκτάσεις	27
2.5 Διαθέσιμες τεχνολογίες επικοινωνίας	29
2.5.1 PLC.....	30
2.5.2 ZIGBEE.....	30
2.5.3 ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ	31
2.5.4 ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	31
2.5.5 ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ HYBRID AMI.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	33
3.1 Ευρωπαϊκή Ένωση	33
3.1.1 Εφαρμογές έξυπνου δικτύου	34
3.1.2 Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για το Δίκτυο Ηλεκτρισμού (EEGI).....	34
3.1.3 Έξυπνη μέτρηση	34
3.1.4 Ο ρόλος των καταναλωτών	35
3.1.5 Εμπόδια	35
3.1.6 Συλλογή και μετάδοση δεδομένων	36
3.2 Σχέδια Smart Grid στην Ευρώπη: Μακροπρόθεσμη προοπτική.....	36
3.2.1 Επίσκόπηση των έργων έξυπνων δικτύων	36
3.2.2 Γεωγραφική κατανομή των επενδύσεων	37
3.2.3 Πηγές χρηματοδότησης.....	38
3.2.4 Διαχείριση έξυπνων δικτύων	39
3.3 Ευρωπαϊκά projects	44
3.3.1 Έργα που έχουν ολοκληρωθεί	44
3.3.2 Έργα 2012- παρόν.....	52
3.3.3 Εμπόδια και εναπομένουσες προκλήσεις	57
3.4 Smart metering	58

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

3.4.1 Έξυπνη μέτρηση και καταναλωτές.....	59
3.4.2 Η πρόοδος της έξυπνης μέτρησης σε όλη την Ευρώπη.....	62
3.5 Προκλήσεις και στρατηγικές επιτυχίας.....	63
3.5.1 Παράγοντες κινήτρου.....	63
3.6 Κοινωνικές επιπτώσεις των έξυπνων δικτύων.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	73
4.1 Έξυπνο σπίτι.....	73
4.2 Έξυπνα συστήματα εξοικονόμησης σε κτίρια.....	74
4.2.1 Κτιριακό κέλυφος.....	74
4.2.2 Θέρμανση.....	76
4.2.3 Κλιματισμός.....	80
4.2.4 Φωτισμός.....	82
4.3 Έξυπνες συσκευές.....	85
4.4 Μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.....	88
4.5 Συστήματα διαχείρισης κτιρίων.....	90
4.6 Case study έξυπνων δικτύων σε διαμέρισμα.....	91
4.6.1 Υπολογισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.....	91
4.6.2 Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με έξυπνα δίκτυα.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	101
5.1 Συμπεράσματα.....	101
5.2 Προοπτικές.....	102
Βιβλιογραφία.....	103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός της διπλωματικής

Η ανάγκη να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας είναι επιτακτική σε σύγχρονη εποχή για λόγους περιβαλλοντικούς, οικονομικούς, πολιτικούς αλλά και πολιτισμικούς. Για αυτούς τους λόγους αναζητώνται συνεχώς τρόποι εξοικονόμησης αλλά και παραγωγής μέσω ΑΠΕ. Οι προσπάθειες αυτές είναι οργανωμένες από τα κράτη αλλά και από μεγάλους οργανισμούς που μελετούν το ζήτημα της αλόγιστης σπατάλης ενέργειας.

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής είναι να μελετηθούν τα έξυπνα δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα τα χαρακτηριστικά τους, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν και οι νέες δυνατότητες που προσφέρουν. Επίσης μελετήθηκαν οι πολιτικές και τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που προωθούν την υιοθέτηση τους.

Μελετήθηκαν επίσης οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα έξυπνο σπίτι και με υπόδειγμα ένα τυπικό διαμέρισμα υπολογίστηκε το ποσό ηλεκτρικής ενέργειας που θα μπορούσε να εξοικονομηθεί.

1.2 Διάρθρωση της διπλωματικής

Η οργάνωση ανά κεφάλαια είναι η παρακάτω:

1^ο : Εισαγωγή

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

2^ο: Ορισμός και ιδιότητες των έξυπνων δικτύων. Ανάλυση των επιμέρους τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται.

3^ο: Μελετώνται οι πολιτικές και τα προγράμματα που προωθούν τα έξυπνα δίκτυα στην Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και εμπόδια και κίνητρα που αφορούν τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

4^ο: Μελετάται το έξυπνο σπίτι και διάφορες έξυπνες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες. Τέλος σε πιο πρακτικό επίπεδο υπολογίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα τυπικό διαμέρισμα με συνηθισμένες ηλεκτρικές συσκευές και στη συνέχεια η εξοικονόμηση της με έξυπνα συστήματα αυτοματισμού.

5^ο: Συμπεράσματα και προοπτικές

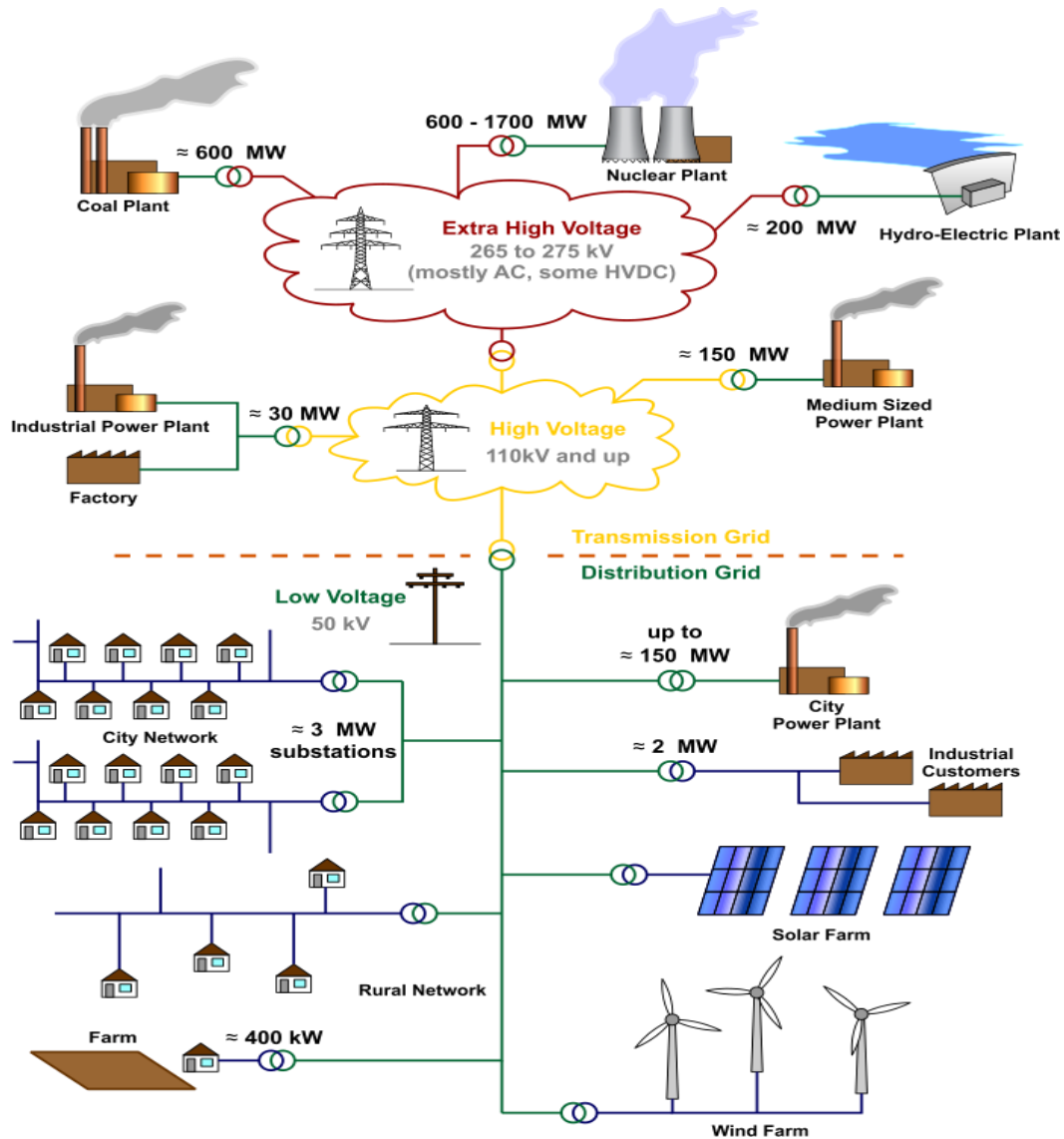
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

2.1 Γενικές πληροφορίες για τα έξυπνα δίκτυα

Ένα έξυπνο δίκτυο είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο που περιλαμβάνει μια ποικιλία λειτουργικών και ενεργειακών μέτρων, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων μετρητών, των έξυπνων συσκευών, των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των ενεργειακά αποδοτικών πόρων. Η ηλεκτρονική ρύθμιση της ισχύος και ο έλεγχος της παραγωγής και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν σημαντικές πτυχές του έξυπνου δικτύου.

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας των έξυπνων δικτύων συνεπάγεται επίσης μια θεμελιώδη αναδιευθέτηση της βιομηχανίας υπηρεσιών ηλεκτρισμού, αν και η τυπική χρήση του όρου επικεντρώνεται στην τεχνική υποδομή.

2.2 Ιστορική εξέλιξη των ηλεκτρικών δικτύων



Εικόνα 1: Ηλεκτρικά δίκτυα

Το πρώτο σύστημα ηλεκτρικού δικτύου εναλλασσόμενου ρεύματος εγκαταστάθηκε το 1886 στο Great Barrington της Μασαχουσέτης [1]. Εκείνη την εποχή, το δίκτυο ήταν ένα κεντρικό σύστημα μετάδοσης ηλεκτρικής ενέργειας μονής κατεύθυνσης, διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και ελέγχου της ζήτησης.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Τον 20ό αιώνα, τα τοπικά δίκτυα αυξήθηκαν με την πάροδο του χρόνου και τελικά διασυνδέθηκαν για λόγους οικονομίας και αξιοπιστίας. Μέχρι τη δεκαετία του 1960, τα ηλεκτρικά δίκτυα των ανεπτυγμένων χωρών είχαν γίνει πολύ μεγάλα, ώριμα και πολύ διασυνδεδεμένα, με χιλιάδες κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής να παραδίδουν ισχύ σε μεγάλα κέντρα φορτίου μέσω γραμμών υψηλής ισχύος που διακλαδώνονταν και διαιρέθηκαν για να παρέχουν ισχύ σε μικρότερους βιομηχανικούς και οικιακούς χρήστες σε ολόκληρη την περιοχή εφοδιασμού. Η τοπολογία του δικτύου της δεκαετίας του 1960 ήταν αποτέλεσμα των ισχυρών οικονομιών κλίμακας: οι μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα, φυσικό αέριο και πετρέλαιο στην κλίμακα από 1 GW (1000 MW) έως 3 GW εξακολουθούν να θεωρούνται αποδοτικές ως προς το κόστος σε χαρακτηριστικά που ενισχύουν την αποδοτικότητα και τα οποία μπορούν να είναι οικονομικά αποδοτικά μόνο όταν οι σταθμοί γίνουν πολύ μεγάλοι.

Οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής βρίσκονταν στρατηγικά κοντά σε αποθέματα ορυκτών καυσίμων (είτε στα ίδια τα ορυχεία είτε στα πηγάδια, ή κοντά σε σιδηροδρομικές, οδικές ή λιμενικές γραμμές παροχής). Η τοποθέτηση υδροηλεκτρικών φραγμάτων στις ορεινές περιοχές επηρέασε επίσης έντονα τη δομή του αναδυόμενου δικτύου. Οι πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής τοποθετήθηκαν αναλόγως τη διαθεσιμότητα νερού ψύξης. Τέλος, οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα ήταν αρχικά πολύ ρυπογόνοι και τοποθετήθηκαν στο μέτρο του δυνατού μακριά από τα κέντρα πληθυσμού όταν το επέτρεπαν τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1960, το ηλεκτρικό δίκτυο έφτασε στη συντριπτική πλειοψηφία του πληθυσμού των ανεπτυγμένων χωρών, ενώ μόνο οι απομακρυσμένες περιφερειακές περιοχές παρέμειναν «εκτός δικτύου».

Η μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ήταν αναγκαία ανά χρήστη για να επιτρέπεται η κατάλληλη τιμολόγηση σύμφωνα με το μεταβλητό επίπεδο κατανάλωσης διαφορετικών χρηστών. Λόγω της περιορισμένης ικανότητας συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων κατά την περίοδο ανάπτυξης του δικτύου, θεσπίστηκαν κοινές συμφωνίες σταθερής τιμολόγησης, καθώς και ρυθμίσεις διπλής δασμολόγησης, όπου η νυκτερινή ισχύς χρεώθηκε με χαμηλότερο ρυθμό από την ημερήσια ισχύ. Το κίνητρο για

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ρυθμίσεις διπλής δασμολόγησης ήταν η χαμηλότερη ζήτηση νύχτας. Τα διπλά τιμολόγια καθιστούσαν δυνατή τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος χαμηλού κόστους σε νυκτερινές χρήσεις σε εφαρμογές όπως η διατήρηση των «τμημάτων θερμότητας» που χρησίμευαν για την «εξομάλυνση» της καθημερινής ζήτησης και τη μείωση του αριθμού των στροβίλων που έπρεπε να απενεργοποιηθούν κατά τη διάρκεια της νύχτας, βελτιώνοντας έτσι τη χρήση και την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής και μεταφοράς. Οι δυνατότητες μέτρησης του δικτύου της δεκαετίας του 1960 σήμαιναν τεχνολογικούς περιορισμούς ως προς το βαθμό στον οποίο τα σήματα τιμών μπορούσαν να μεταδοθούν μέσω του συστήματος.

Μέσα από τη δεκαετία του 1970 έως τη δεκαετία του 1990, η αυξανόμενη ζήτηση οδήγησε σε αυξανόμενο αριθμό σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Σε ορισμένες περιοχές, η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, ειδικά σε περιόδους αιχμής, δεν μπόρεσε να συμβαδίσει με αυτή τη ζήτηση, με αποτέλεσμα την κακή ποιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των διακοπών ρεύματος. Όλο και περισσότερο, η ηλεκτρική ενέργεια εξαρτιόταν από τη βιομηχανία, τη θέρμανση, την επικοινωνία, τον φωτισμό και την ψυχαγωγία, ενώ οι καταναλωτές απαιτούσαν υψηλότερα επίπεδα αξιοπιστίας.

Προς τα τέλη του 20ου αιώνα δημιουργήθηκαν πρότυπα ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας: η οικιακή θέρμανση και ο κλιματισμός οδήγησαν σε καθημερινές αιχμές ζήτησης που καλύπτονταν από μια σειρά «κορυφαίων γεννητριών» που θα μπορούσαν να ενεργοποιηθούν μόνο για μικρές περιόδους κάθε μέρα. Η σχετικά χαμηλή αξιοποίηση των εν λόγω γεννητριών μαζί με την απαραίτητη απόλυση στο ηλεκτρικό δίκτυο, οδήγησαν σε υψηλές δαπάνες για τις εταιρείες ηλεκτρισμού, οι οποίες μεταβιβάστηκαν με τη μορφή αυξημένων τιμολογίων.

Εκμοντερνισμός δικτύων

Από τις αρχές του 21ου αιώνα, έχουν καταστεί προφανείς ευκαιρίες αξιοποίησης των βελτιώσεων στην τεχνολογία ηλεκτρονικών επικοινωνιών για την επίλυση των περιορισμών και τη μείωση του κόστους του ηλεκτρικού

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

δικτύου. Οι τεχνολογικοί περιορισμοί στη μέτρηση δεν πρέπει πλέον να λαμβάνουν υπόψη κατά μέσο όρο τις τιμές αιχμής ισχύος και να μεταβιβάζονται εξίσου σε όλους τους καταναλωτές. Παράλληλα, οι αυξανόμενες ανησυχίες σχετικά με τις περιβαλλοντικές ζημίες από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με ορυκτά καύσιμα οδήγησαν στην επιθυμία χρήσης μεγάλων ποσοτήτων ανανεώσιμης ενέργειας. Οι κυρίαρχες μορφές, όπως η αιολική ενέργεια και η ηλιακή ενέργεια, είναι πολύ μεταβλητές και έτσι έγινε εμφανής η ανάγκη για πιο εξελιγμένα συστήματα ελέγχου, για να διευκολυνθεί η σύνδεση των πηγών με το εξαιρετικά ελεγχόμενο δίκτυο. Η ισχύς από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (και σε μικρότερο βαθμό από τις ανεμογεννήτριες) έχει επίσης θέσει σε σοβαρό κίνδυνο την επιτακτική ανάγκη για μεγάλους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Το ραγδαία μειούμενο κόστος δείχνει μια σημαντική αλλαγή από την τοπολογία του κεντρικού δικτύου σε ένα πολύ καταναλωμένο, με την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας να γίνεται ακριβώς στα όρια του δικτύου. Τέλος, η αυξανόμενη ανησυχία για την τρομοκρατική επίθεση σε ορισμένες χώρες οδήγησε σε έκκληση για ένα πιο ισχυρό ενεργειακό δίκτυο που είναι λιγότερο εξαρτημένο από τους κεντρικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που θεωρούνταν δυνητικοί στόχοι επίθεσης.[2]

Ορισμός έξυπνων δικτύων

Ο πρώτος επίσημος ορισμός του Smart Grid περιεχόταν στο νόμο περί ενεργειακής ανεξαρτησίας και ασφάλειας του 2007 (EISA-2007), ο οποίος εγκρίθηκε από το αμερικανικό Κογκρέσο τον Ιανουάριο του 2007 και υπογράφηκε στη νομοθεσία από τον Πρόεδρο Τζορτζ Μπους τον Δεκέμβριο του 2007. Αυτό το νομοσχέδιο παρέχει μια περιγραφή, με δέκα χαρακτηριστικά, που μπορεί να θεωρηθεί ένας ορισμός για το Smart Grid ως εξής:

"Η πολιτική των Ηνωμένων Πολιτειών είναι να υποστηρίξει τον εκσυγχρονισμό του συστήματος μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας του έθνους για τη διατήρηση μιας αξιόπιστης και ασφαλούς υποδομής ηλεκτρικής ενέργειας που να μπορεί να ανταποκριθεί στη μελλοντική ανάπτυξη της ζήτησης και να επιτύχει καθένα από τα ακόλουθα, τα οποία μαζί χαρακτηρίζουν ένα έξυπνο

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

δίκτυο: (1) Αύξηση της χρήσης ψηφιακών πληροφοριών και τεχνολογιών ελέγχου για τη βελτίωση της αξιοπιστίας, της ασφάλειας και της αποδοτικότητας του ηλεκτρικού δικτύου. (2) Δυναμική βελτιστοποίηση των λειτουργιών του δικτύου και των πόρων, με πλήρη ασφάλεια στον κυβερνοχώρο. (3) Ανάπτυξη και ενοποίηση των ανανεώσιμων πόρων.(4) Λειτουργία συσκευών για τη μέτρηση, τις επικοινωνίες σχετικά με τις λειτουργίες και την κατάσταση του δικτύου, και την αυτοματοποίηση της διανομής. (5) Ανάπτυξη «έξυπνων» τεχνολογιών ,αυτοματοποιημένες και αλληλεπιδραστικές τεχνολογίες σε πραγματικό χρόνο, οι οποίες βελτιστοποιούν τη φυσική τους απόδοση και την παραγωγή, συμπεριλαμβανομένων των ανανεώσιμων πόρων. (6) Ολοκλήρωση "έξυπνων" συσκευών. (7) Ανάπτυξη και ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας και τεχνολογιών ξυρίσματος αιχμής, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών και υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων με ηλεκτρική σύνδεση και του κλιματισμού θερμικής αποθήκευσης. (8) Παροχή στους καταναλωτές έγκαιρων επιλογών πληροφόρησης και ελέγχου. (9) Ανάπτυξη προτύπων επικοινωνίας και διαλειτουργικότητας των συσκευών και του εξοπλισμού που συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, συμπεριλαμβανομένης της υποδομής που εξυπηρετεί το δίκτυο. (10) Προσδιορισμός και μείωση των υπερβολικών ή περιττών φραγμών στην υιοθέτηση τεχνολογιών, πρακτικών και υπηρεσιών ευφυούς δικτύου. "

Ένα κοινό στοιχείο για τους περισσότερους ορισμούς είναι η εφαρμογή της ψηφιακής επεξεργασίας και επικοινωνιών στο ηλεκτρικό δίκτυο, καθιστώντας τη ροή δεδομένων και τη διαχείριση πληροφοριών κομβική στο έξυπνο δίκτυο. Διάφορες δυνατότητες προκύπτουν από τη βαθιά ολοκληρωμένη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας με δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των νέων πληροφοριών για το δίκτυο είναι ένα από τα βασικά ζητήματα στο σχεδιασμό έξυπνων δικτύων. Οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας βρίσκονται τώρα σε τρεις τάξεις μετασχηματισμών: βελτίωση των υποδομών, που ονομάζεται ισχυρό δίκτυο στην Κίνα, προσθήκη του ψηφιακού στρώματος, το οποίο αποτελεί την ουσία του έξυπνου δικτύου αλλά και τον μετασχηματισμό των επιχειρηματικών διαδικασιών, που είναι αναγκαία για την κεφαλαιοποίηση

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

των επενδύσεων στην έξυπνη τεχνολογία. Μεγάλο μέρος των εργασιών που εκτελούνται στον εκσυγχρονισμό των ηλεκτρικών δικτύων, ιδίως στον αυτοματισμό υποσταθμών και διανομής, περιλαμβάνεται τώρα στη γενική έννοια του έξυπνου δικτύου.

2.3 Χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων

Αξιοπιστία

Το έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί τεχνολογίες που βελτιώνουν την ανίχνευση σφαλμάτων και επιτρέπουν την αυτοθεραπεία του δικτύου χωρίς την παρέμβαση των τεχνικών. Αυτό θα εξασφαλίσει πιο αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας και θα μειώσει την ευπάθεια σε φυσικές καταστροφές ή επίθεση.

Παρόλο που πολλές διαδρομές προσφέρονται ως χαρακτηριστικό γνώρισμα του έξυπνου δικτύου, το παλιό πλέγμα περιείχε επίσης πολλαπλές διαδρομές. Οι αρχικές γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος στο δίκτυο κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας ένα ακτινωτό μοντέλο, ενώ η συνδεσιμότητα αργότερα εξασφαλίστηκε μέσω πολλαπλών διαδρομών, που αναφέρονται ως δομή δικτύου. Αυτό όμως δημιούργησε ένα νέο πρόβλημα: αν η τρέχουσα ροή ή τα συναφή εφέ σε όλο το δίκτυο υπερβαίνουν τα όρια ενός συγκεκριμένου στοιχείου δικτύου, θα μπορούσε να αποτύχει και το ρεύμα θα μεταφερθεί σε άλλα στοιχεία δικτύου, τα οποία ενδεχομένως αποτυγχάνουν επίσης, φαινόμενο ντόμινο. Μια τεχνική για την αποτροπή αυτού του προβλήματος είναι η απόρριψη του φορτίου με κυλιόμενη διακοπή ρεύματος ή μείωση της τάσης (καταιγίδα).

Ο οικονομικός αντίκτυπος της βελτιωμένης αξιοπιστίας του δικτύου και της ανθεκτικότητας είναι το αντικείμενο πολλών μελετών και μπορεί να υπολογιστεί με τη χρήση μιας μεθοδολογίας που χρηματοδοτείται από τις ΗΠΑ.[3]

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Ευελιξία στην τοπολογία του δικτύου

Η υποδομή διανομής επόμενης γενιάς θα είναι σε θέση να χειρίζεται καλύτερα πιθανές ροές ενέργειας διπλής κατεύθυνσης, επιτρέποντας την κατανεμημένη παραγωγή όπως από φωτοβολταϊκά πάνελ στις στέγες των κτιρίων, αλλά και τη χρήση κυψελών καυσίμου, τη φόρτιση από και προς τις μπαταρίες ηλεκτρικών αυτοκινήτων, στροβίλων, αντλημένη υδροηλεκτρική ενέργεια και άλλες πηγές.

Τα κλασικά πλέγματα σχεδιάστηκαν για μονοφασική ροή ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά αν ένα τοπικό υποσύστημα παράγει περισσότερη ενέργεια από ότι καταναλώνει, η αντίστροφη ροή μπορεί να προκαλέσει ζητήματα ασφάλειας και αξιοπιστίας [4]. Ένα έξυπνο δίκτυο στοχεύει στη διαχείριση αυτών των καταστάσεων.

Αποδοτικότητα

Πολυάριθμες συμβολές στη συνολική βελτίωση της αποτελεσματικότητας της ενεργειακής υποδομής αναμένονται από την ανάπτυξη της τεχνολογίας έξυπνων δικτύων, ιδίως με τη διαχείριση της ζήτησης, όπως για παράδειγμα η απενεργοποίηση των κλιματιστικών κατά τη βραχυπρόθεσμη αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας, η μείωση της τάσης όταν είναι δυνατόν (VVO). Το συνολικό αποτέλεσμα είναι η μείωση των πλεονασμάτων στις γραμμές μεταφοράς και διανομής και η μεγαλύτερη χρήση των γεννητριών, πράγμα που οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές ενέργειας.

Ρύθμιση φορτίου

Το συνολικό φορτίο που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο μπορεί να διαφέρει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Παρόλο που το συνολικό φορτίο είναι το άθροισμα πολλών ατομικών επιλογών των πελατών, το συνολικό φορτίο δεν είναι σταθερό, αργό και μεταβαλλόμενο. Παραδοσιακά, για την ανταπόκριση σε μια ταχεία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, ταχύτερα από

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

τον χρόνο εκκίνησης μιας μεγάλης γεννήτριας, μερικές εφεδρικές γεννήτριες τίθενται σε λειτουργία αναστολής αναμονής. Ένα έξυπνο δίκτυο μπορεί να προειδοποιήσει όλες τις μεμονωμένες συσκευές τηλεόρασης ή έναν άλλο μεγαλύτερο πελάτη να μειώσει προσωρινά το φορτίο (για να δοθεί χρόνος για την εκκίνηση μιας μεγαλύτερης γεννήτριας) ή συνεχώς (σε περίπτωση περιορισμένων πόρων). Χρησιμοποιώντας μαθηματικούς αλγόριθμους πρόβλεψης είναι δυνατόν να προβλεφθεί πόσες γεννήτριες αναμονής πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για κάποιο βαθμό αποτυχίας. Στο παραδοσιακό πλέγμα, το ποσοστό αποτυχίας μπορεί να μειωθεί μόνο με το κόστος περισσότερων γεννητριών αναμονής. Σε ένα έξυπνο δίκτυο, η μείωση του φορτίου, ακόμη και από ένα μικρό μέρος των πελατών, μπορεί να εξαλείψει το πρόβλημα.[5]

Περικοπή κορυφής / χρόνος χρήσης τιμολόγησης

Για να μειωθεί η ζήτηση κατά τη διάρκεια των περιόδων υψηλότερης χρήσης, οι επικοινωνίες και οι τεχνολογίες μέτρησης ενημερώνουν τις έξυπνες συσκευές στο σπίτι και τις επιχειρήσεις όταν η ζήτηση ενέργειας είναι υψηλή και παρακολουθείται πόση ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται και τότε χρησιμοποιείται. Παρέχει επίσης στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας τη δυνατότητα να μειώσουν την κατανάλωση επικοινωνώντας απευθείας με τις συσκευές, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερφόρτωση του συστήματος. Για παράδειγμα θα μπορούσε να υπάρξει ένα βοηθητικό πρόγραμμα που θα μείωνε την χρήση μιας ομάδας ηλεκτρικών σταθμών φόρτισης οχημάτων ή την αλλαγή θέσης θερμοκρασίας των κλιματιστικών σε μια πόλη. Για να τους παρακινήσει να περιορίσουν τη χρήση τους και να εκτελέσουν αυτό που ονομάζεται μέγιστη περικοπή ή μέγιστη ισοπέδωση, οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνονται κατά τη διάρκεια των περιόδων μεγάλης ζήτησης και μειώνονται κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής ζήτησης. [6] Θεωρείται ότι οι καταναλωτές και οι επιχειρήσεις θα τείνουν να καταναλώνουν λιγότερα χρήματα κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ζήτησης, εάν οι καταναλωτές μπορούν να γνωρίζουν το υψηλό τίμημα για τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας σε περιόδους αιχμής. Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει την πραγματοποίηση αντισταθμίσεων, όπως οι κλιματισμοί σε λειτουργία κλιματισμού, ή η

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

λειτουργία πλυντηρίων πιάτων στις 9 μ.μ. αντί στις 5 μ.μ. Όταν οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές βλέπουν ένα άμεσο οικονομικό όφελος από τη χρήση ενέργειας σε καιρούς εκτός αιχμής, η θεωρία είναι ότι θα συμπεριλάβουν το ενεργειακό κόστος της λειτουργίας στις καταναλωτικές συσκευές τους και τις αποφάσεις κατασκευής κτιρίων και ως εκ τούτου θα γίνουν πιο ενεργειακά αποδοτικές.

Σύμφωνα με τους υποστηρικτές των σχεδίων έξυπνων δικτύων, κατά αυτό τον τρόπο θα μειωθεί το ποσό του αποθέματος που οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας πρέπει να διατηρήσουν σε κατάσταση αναμονής, καθώς η καμπύλη φορτίου θα ξεπεράσει τον εαυτό της μέσω ενός συνδυασμού καπιταλισμού ελεύθερης αγοράς "αόρατου χεριού" και του κεντρικού ελέγχου μεγάλου αριθμού συσκευών από τις υπηρεσίες διαχείρισης ενέργειας που καταβάλλουν στους καταναλωτές ένα μέρος της μέγιστης ενέργειας που εξοικονομούν με την απενεργοποίηση της συσκευής.

Αειφορία

Η βελτιωμένη ευελιξία του έξυπνου δικτύου επιτρέπει μεγαλύτερη διείσδυση μεταβλητών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια και η αιολική ενέργεια, ακόμη και χωρίς την προσθήκη ενέργειας. Η τρέχουσα υποδομή δικτύου δεν έχει κατασκευαστεί για να επιτρέψει πολλά κατανεμημένα σημεία τροφοδοσίας και τυπικά, ακόμη και αν επιτρέπεται κάποια τροφοδοσία στο τοπικό επίπεδο (διανομή), η υποδομή σε επίπεδο μεταδόσεως δεν μπορεί να την εξυπηρετήσει. Οι ταχείες διακυμάνσεις της κατανεμημένης παραγωγής, όπως λόγω του έντονου καιρού, παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις για τους μηχανικούς ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να εξασφαλίσουν σταθερά επίπεδα ισχύος μέσω της διαφοροποίησης της παραγωγής των πιο ελεγχόμενων γεννητριών, όπως αεριοστροβίλων και υδροηλεκτρικών γεννητριών. Η τεχνολογία έξυπνου δικτύου είναι απαραίτητη προϋπόθεση για πολύ μεγάλες ποσότητες ανανεώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο για αυτό το λόγο.

Ενεργοποίηση αγοράς

Το έξυπνο δίκτυο επιτρέπει τη συστηματική επικοινωνία μεταξύ των προμηθευτών (την τιμή της ενέργειας τους) και των καταναλωτών (η προθυμία τους προς πληρωμή) και επιτρέπει τόσο στους προμηθευτές όσο και στους καταναλωτές να είναι πιο ευέλικτοι. Μόνο τα κρίσιμα φορτία θα πρέπει να πληρώσουν τις μέγιστες τιμές ενέργειας και οι καταναλωτές θα είναι σε θέση να εφαρμόζουν στρατηγική στην κατανάλωση ενέργειας. Οι γεννήτριες με μεγαλύτερη ευελιξία θα είναι σε θέση να πωλούν ενέργεια στρατηγικά για μέγιστο κέρδος, ενώ οι ανελαστικές γεννήτριες, όπως ατμοστρόβιλοι βάσης και ανεμογεννήτριες, θα λαμβάνουν διαφορετικό τιμολόγιο με βάση το επίπεδο ζήτησης και την κατάσταση των άλλων γεννητριών που λειτουργούν σήμερα. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι ένα σήμα που αποδίδει την ενεργειακή απόδοση και την κατανάλωση ενέργειας που είναι ευαίσθητη στα χρονικά μεταβαλλόμενα όρια της προσφοράς. Σε οικιακό επίπεδο, οι συσκευές με ένα βαθμό αποθήκευσης ενέργειας ή θερμικής μάζας (όπως ψυγεία, τράπεζες θερμότητας και αντλίες θερμότητας) θα είναι σε θέση να υπάρχουν στην αγορά και να επιδιώξουν να ελαχιστοποιήσουν το ενεργειακό κόστος προσαρμόζοντας τη ζήτηση στα χαμηλότερα κόστη. Πρόκειται για μια επέκταση της προαναφερόμενης διπλής δασμολογικής τιμολόγησης της ενέργειας.

Υποστήριξη απόκρισης ζήτησης

Η υποστήριξη απόκρισης ζήτησης επιτρέπει στους παραγωγούς και τα φορτία να αλληλεπιδρούν με αυτοματοποιημένο τρόπο σε πραγματικό χρόνο, συντονίζοντας τη ζήτηση για να ισοπεδώσουν τις αιχμές. Η εξάλειψη του κλάσματος της ζήτησης που εμφανίζεται σε αυτές τις αιχμές εξαλείφει το κόστος προσθήκης εφεδρικών γεννητριών, κόβει τη φθορά και παρατείνει τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού και επιτρέπει στους χρήστες να μειώνουν τους λογαριασμούς ενέργειας, ρυθμίζοντας συσκευές χαμηλής προτεραιότητας να χρησιμοποιούν ενέργεια μόνο όταν είναι φθηνότερες . [7]

Επί του παρόντος, τα συστήματα ηλεκτρικού δικτύου έχουν διαφορετικούς βαθμούς επικοινωνίας εντός των συστημάτων ελέγχου για τα στοιχεία υψηλής

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

αξίας, όπως μονάδες παραγωγής, γραμμές μεταφοράς, υποσταθμούς και σημαντικούς χρήστες ενέργειας. Γενικά, οι πληροφορίες ρέουν με έναν τρόπο, από τους χρήστες και τα φορτία που ελέγχουν πίσω στα βοηθητικά προγράμματα. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας προσπαθούν να ανταποκριθούν στη ζήτηση και να επιτύχουν ή να αποτύχουν σε διαφορετικούς βαθμούς. Το συνολικό ποσό ζήτησης ισχύος από τους χρήστες μπορεί να έχει μια πολύ ευρεία κατανομή πιθανότητας που απαιτεί εναλλακτικές μονάδες παραγωγής σε κατάσταση αναμονής για να ανταποκριθεί στην ταχέως μεταβαλλόμενη χρήση ενέργειας. Αυτή η μονόδρομη ροή πληροφοριών είναι δαπανηρή με το τελευταίο 10% της παραγωγικής ικανότητας μπορεί να απαιτηθεί μόλις το 1% του χρόνου, και οι κακοκαιρίες και οι διακοπές μπορούν να είναι δαπανηρές για τους καταναλωτές.

Η απόκριση ζήτησης μπορεί να παρέχεται από εμπορικά, οικιστικά φορτία και βιομηχανικά φορτία [8]. Για παράδειγμα, η Warrick Operation της Alcoa συμμετέχει στο MISO ως ειδικός πόρος απόκρισης ζήτησης, [9] και το Trimet Aluminium χρησιμοποιεί το χυτήριο ως βραχυπρόθεσμη mega-μπαταρία [10]

Η καθυστέρηση της ροής δεδομένων αποτελεί βασική μέριμνα, με κάποιες πρώιμες αρχιτεκτονικές έξυπνων μετρητών που καθιστούν εφικτή την καθυστέρηση 24 ωρών στην παραλαβή των δεδομένων, αποτρέποντας κάθε πιθανή αντίδραση είτε με συσκευές που παρέχουν είτε με απαιτητικές συσκευές. [11]

Πλατφόρμα για προηγμένες υπηρεσίες

Όπως και με άλλες βιομηχανίες, η χρήση ισχυρών αμφίδρομων επικοινωνιών, προηγμένων αισθητήρων και κατανεμημένης τεχνολογίας πληροφορικής θα βελτιώσει την αποδοτικότητα, την αξιοπιστία και την ασφάλεια της παροχής και χρήσης ισχύος. Ανοίγει επίσης τις δυνατότητες για εντελώς νέες υπηρεσίες ή βελτιώσεις σε υφιστάμενες υπηρεσίες, όπως παρακολούθηση πυρκαγιάς και συναγερμούς που μπορούν να σβήσουν την παροχή ρεύματος, να πραγματοποιήσουν τηλεφωνικές κλήσεις σε υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης κ.λπ.

Τεχνολογία

Ο κύριος όγκος των τεχνολογιών έξυπνου δικτύου χρησιμοποιείται ήδη σε άλλες εφαρμογές, όπως είναι οι κατασκευές και οι τηλεπικοινωνίες [12].

• Ολοκληρωμένες επικοινωνίες

Οι τομείς βελτίωσης περιλαμβάνουν: αυτοματοποίηση υποσταθμού, ανταπόκριση στη ζήτηση, αυτοματοποίηση διανομής, εποπτικό έλεγχο και απόκτηση δεδομένων (SCADA), συστήματα διαχείρισης ενέργειας, ασύρματα δίκτυα και άλλες τεχνολογίες, τηλεπικοινωνιακές επικοινωνίες και οπτικές ίνες. Οι ολοκληρωμένες επικοινωνίες θα επιτρέψουν τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων για τη βελτιστοποίηση της αξιοπιστίας του συστήματος, της αξιοποίησης του ενεργητικού και της ασφάλειας. [13]

• Ανίχνευση και μέτρηση

Οι βασικοί στόχοι είναι η αξιολόγηση της συμφόρησης και της σταθερότητας του δικτύου, η παρακολούθηση του εξοπλισμού υγείας, η πρόληψη της κλοπής ενέργειας [14] και η υποστήριξη στρατηγικών ελέγχου. Οι τεχνολογίες περιλαμβάνουν: προηγμένους μετρητές μικροεπεξεργαστών (έξυπνο μετρητή) και εξοπλισμό ανάγνωσης μετρητών, συστήματα ευρείας περιοχής παρακολούθησης, δυναμική βαθμολογία γραμμής (συνήθως βασίζονται σε διαγνώσεις σε απευθείας σύνδεση από κατανεμημένες αισθητήρες θερμοκρασίας σε συνδυασμό με συστήματα RTTR), μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικής υπογραφής / την ανάλυση, το χρόνο χρήσης και τα εργαλεία τιμολόγησης σε πραγματικό χρόνο, τους προηγμένους διακόπτες και καλώδια, την τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων backscatter και τα ψηφιακά προστατευτικά ρελέ.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

• Έξυπνοι μετρητές

Ένας έξυπνος μετρητής είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που καταγράφει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και μεταδίδει τις πληροφορίες στον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας για παρακολούθηση και τιμολόγηση. Οι έξυπνοι μετρητές τυπικά καταγράφουν ενέργεια ωριαία ή συχνότερα και αναφέρουν τουλάχιστον καθημερινά [15]. Οι έξυπνοι μετρητές επιτρέπουν αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του μετρητή και του κεντρικού συστήματος. Μια τέτοια προηγμένη υποδομή μέτρησης διαφέρει από την αυτόματη ανάγνωση μετρητών στο ότι επιτρέπει αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του μετρητή και του προμηθευτή. Οι επικοινωνίες από το μετρητή στο δίκτυο μπορεί να είναι ασύρματες ή μέσω σταθερών ενσύρματων συνδέσεων, όπως φορέα ηλεκτρικής γραμμής (PLC). Οι επιλογές ασύρματης επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται συχνά περιλαμβάνουν κυτταρικές επικοινωνίες, Wi-Fi, ασύρματα δίκτυα ad hoc μέσω Wi-Fi, ασύρματα δίκτυα mesh, χαμηλής ισχύος ασύρματα δίκτυα μεγάλης εμβέλειας (LORA) , ασύρματο χαμηλής ταχύτητας δεδομένων) και Wi-SUN (Smart Utility Networks).



Εικόνα 2: Έξυπνος μετρητής

• Μονάδες μέτρησης Phasor

Μια μονάδα μέτρησης phasor είναι μια συσκευή που μετρά τα ηλεκτρικά κύματα σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο χρησιμοποιώντας μια κοινή πηγή χρόνου για συγχρονισμό. Ο συγχρονισμός χρόνου επιτρέπει συγχρονισμένες μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο πολλαπλών απομακρυσμένων σημείων μέτρησης στο δίκτυο. Η προκύπτουσα μέτρηση είναι γνωστή ως συγχρονιστής. Τα PMU θεωρούνται μία από τις σημαντικότερες συσκευές μέτρησης στο μέλλον των συστημάτων ισχύος. [16] Ένα PMU μπορεί να είναι μια ειδική συσκευή ή η λειτουργία PMU μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα προστατευτικό ρελέ ή άλλη συσκευή

• Κατανεμημένος έλεγχος ροής ισχύος

Οι συσκευές ελέγχου ροής ισχύος συσφίγγουν τις υπάρχουσες γραμμές μεταφοράς για να ελέγχουν τη ροή ισχύος μέσα. Οι γραμμές μετάδοσης που είναι ενεργοποιημένες με τέτοιες συσκευές υποστηρίζουν μεγαλύτερη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, παρέχοντας πιο συνεπή έλεγχο σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο διοχετεύεται η εν λόγω ενέργεια στο δίκτυο. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στο δίκτυο να αποθηκεύει αποτελεσματικότερα την διαλείπουσα ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για μεταγενέστερη χρήση. [17]

• Η έξυπνη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με προηγμένες τεχνολογίες

Η έξυπνη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια ιδέα συνδυασμού της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη ζήτηση, χρησιμοποιώντας πολλαπλές πανομοιότυπες γεννήτριες οι οποίες μπορούν να ξεκινήσουν, να σταματήσουν και να λειτουργούν αποτελεσματικά με το επιλεγμένο φορτίο ανεξάρτητα από τις άλλες, καθιστώντας τις κατάλληλες για βασικό φορτίο και μέγιστη ισχύ γενιάς [16]. Η αντιστοίχιση της προσφοράς και της ζήτησης, που ονομάζεται εξισορρόπηση φορτίου, είναι απαραίτητη για μια σταθερή και αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι βραχυπρόθεσμες αποκλίσεις στην ισορροπία οδηγούν σε διακυμάνσεις της συχνότητας και παρατεταμένη

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

αναντιστοιχία έχει ως αποτέλεσμα συρρίκνωση. Οι φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων μετάδοσης ισχύος επιβαρύνονται με την εργασία εξισορρόπησης, συνδυάζοντας την ισχύ εξόδου όλων των γεννητριών με το φορτίο του ηλεκτρικού δικτύου τους. Η προσπάθεια εξισορρόπησης φορτίου έχει καταστεί πολύ πιο δύσκολη καθώς όλο και πιο διακεκομμένες και μεταβλητές γεννήτριες όπως οι ανεμογεννήτριες και τα ηλιακά κύτταρα προστίθενται στο δίκτυο, αναγκάζοντας τους άλλους παραγωγούς να προσαρμόσουν την παραγωγή τους πολύ συχνότερα από ό, τι απαιτείτο στο παρελθόν. Οι δύο πρώτες δυναμικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με σταθερότητα στο δίκτυο, οι οποίες χρησιμοποιούν την ιδέα, έχουν διατεθεί από την Elering και θα κατασκευαστούν από την Wärtsilä στην Kiisa, στην Εσθονία (Power Plant Kiisa). Σκοπός τους είναι να "παρέχουν δυναμική παραγωγική ικανότητα για την αντιμετώπιση ξαφνικών και απροσδόκητων σταδίων στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος". Έχουν προγραμματιστεί να είναι έτοιμα κατά τη διάρκεια των ετών 2013 και 2014 και η συνολική τους παραγωγή θα είναι 250 MW. [18]

• Η αυτοματοποίηση του συστήματος τροφοδοσίας

επιτρέπει ταχεία διάγνωση και ακριβείς λύσεις σε συγκεκριμένες διαταραχές ή διακοπές δικτύου. Αυτές οι τεχνολογίες στηρίζονται και συμβάλλουν σε κάθε έναν από τους τέσσερις βασικούς τομείς. Οι τρεις τεχνολογικές κατηγορίες για προηγμένες μεθόδους ελέγχου είναι: κατανεμημένοι ευφυείς πράκτορες (συστήματα ελέγχου), αναλυτικά εργαλεία (αλγόριθμοι λογισμικού και υπολογιστές υψηλής ταχύτητας) και επιχειρησιακές εφαρμογές (SCADA, αυτοματισμοί υποσταθμών, ανταπόκριση στη ζήτηση κ.λπ.). Χρησιμοποιώντας τεχνικές προγραμματισμού τεχνητής νοημοσύνης, το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας της Fujian στην Κίνα δημιούργησε ένα σύστημα προστασίας ευρείας περιοχής που είναι σε θέση να υπολογίσει με ακρίβεια μια στρατηγική ελέγχου και να την εκτελέσει. [19] Το λογισμικό παρακολούθησης και ελέγχου σταθερότητας τάσης (VSMC) χρησιμοποιεί μια διαδοχική γραμμική μέθοδο προγραμματισμού με βάση την ευαισθησία για τον αξιόπιστο προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης ελέγχου. [20]

2.4 Οικονομικές προεκτάσεις

Προοπτικές αγοράς

Δεδομένης της επιτυχίας των έξυπνων δικτύων στις ΗΠΑ, η παγκόσμια αγορά αναμένεται να αυξηθεί με ταχύτερο ρυθμό, αυξάνοντας από 69,3 δισεκατομμύρια δολάρια το 2009 σε 171,4 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2014 . Με τα τμήματα που θα επωφεληθούν περισσότερο να είναι οι πωλητές υλικού έξυπνων μετρητών και οι κατασκευαστές λογισμικού που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση και την οργάνωση του τεράστιου όγκου των δεδομένων που συλλέγονται από τους μετρητές [21]. Πρόσφατα, το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ ανέφερε ότι μια επένδυση μετασχηματισμού ύψους άνω των 7,6 τρισεκατομμυρίων δολαρίων θα χρειαστεί τα επόμενα 25 χρόνια (ή 300 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως) για τον εκσυγχρονισμό, την επέκταση και την αποκέντρωση της υποδομής ηλεκτρικής ενέργειας με την τεχνική καινοτομία ως βασικό στοιχείο της μετασχηματισμού. [22]

Το μέγεθος της Smart Grid Market εκτιμήθηκε σε πάνω από 30 δισεκατομμύρια δολάρια το 2017 και πρόκειται να φτάσει 70 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2024. Η αυξανόμενη ανάγκη ψηφιοποίησης του τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της γήρανσης των υποδομών ηλεκτρικού δικτύου θα τονώσει την παγκόσμια αγορά. Η βιομηχανία βασίζεται κυρίως σε ευνοϊκούς κυβερνητικούς κανονισμούς και εντολές, καθώς και στην αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), οι παγκόσμιες επενδύσεις στην ψηφιακή ηλεκτρική υποδομή ήταν πάνω από 50 δισεκατομμύρια δολάρια το 2017.

Γενικές εξελίξεις στην οικονομία

Καθώς οι πελάτες μπορούν να επιλέξουν τους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, ανάλογα με τις διαφορετικές μεθόδους τιμολόγησης, το κόστος μεταφορών θα αυξηθεί. Η μείωση του κόστους συντήρησης και αντικατάστασης θα τονώσει τον πιο προηγμένο έλεγχο.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Ένα έξυπνο δίκτυο περιορίζει με ακρίβεια την ηλεκτρική ισχύ σε επίπεδο κατοικίας, διανέμει μικρής κλίμακας κατανεμημένες συσκευές παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας, μεταδίδει πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση λειτουργίας και τις ανάγκες, συλλέγει πληροφορίες για τις τιμές και τις συνθήκες δικτύου και μετακινεί το δίκτυο πέρα από τον κεντρικό έλεγχο . [23]

Εκτιμήσεις και ανησυχίες

Μια μελέτη του Υπουργείου Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών υπολόγισε ότι ο εσωτερικός εκσυγχρονισμός των αμερικανικών δικτύων με δυνατότητες έξυπνων δικτύων θα εξοικονομούσε μεταξύ 46 και 117 δισεκατομμυρίων δολαρίων τα επόμενα 20 χρόνια [66]. Εκτός από αυτά τα οφέλη βιομηχανικού εκσυγχρονισμού, τα έξυπνα χαρακτηριστικά του δικτύου θα μπορούσαν να επεκτείνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα πέρα από το δίκτυο στο σπίτι, συντονίζοντας οικιακές συσκευές χαμηλής προτεραιότητας, όπως οι θερμοσίφωνες, έτσι ώστε η χρήση της εξουσίας να επωφελείται από τις πιο επιθυμητές πηγές ενέργειας. Τα έξυπνα δίκτυα μπορούν επίσης να συντονίσουν την παραγωγή ενέργειας από μεγάλους αριθμούς μικρών παραγωγών ενέργειας, όπως ιδιοκτήτες ηλιακών συλλεκτών στην οροφή - μια ρύθμιση που διαφορετικά θα ήταν προβληματική για τους φορείς παροχής ηλεκτρικών συστημάτων στις τοπικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας.

Ένα σημαντικό ερώτημα είναι πως οι καταναλωτές θα ενεργήσουν ως απάντηση στα σήματα της αγοράς. Το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ (DOE), στο πλαίσιο του αμερικανικού νόμου για την ανάκτηση και επανεπένδυση (Smart Grid Investment Grant), χρηματοδότησε ειδικές μελέτες συμπεριφοράς καταναλωτών για να εξετάσει την αποδοχή, τη διατήρηση και την ανταπόκριση των καταναλωτών που έχουν εγγραφεί σε χρονομετρημένα προγράμματα ποσοστού χρησιμότητας προηγμένη υποδομή μέτρησης και συστήματα πελατών όπως εσωτερικές οθόνες και προγραμματιζόμενα θερμοστάτες επικοινωνίας.

Μια άλλη ανησυχία είναι ότι το κόστος των τηλεπικοινωνιών για την πλήρη υποστήριξη έξυπνων δικτύων μπορεί να είναι απαγορευτικό. Προτείνεται ένας λιγότερο δαπανηρός μηχανισμός επικοινωνίας χρησιμοποιώντας μια μορφή

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

"δυναμικής διαχείρισης της ζήτησης" όπου οι συσκευές «ξυρίζουν» τις κορυφές μεταβάλλοντας τα φορτία τους σε αντίδραση στη συχνότητα δικτύου. Η συχνότητα του δικτύου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την επικοινωνία πληροφοριών φορτίου χωρίς την ανάγκη ενός επιπλέον τηλεπικοινωνιακού δικτύου, αλλά δεν θα υποστήριζε την οικονομική διαπραγμάτευση ή την ποσοτικοποίηση των εισφορών.

Παρόλο που υπάρχουν συγκεκριμένες και αποδεδειγμένες τεχνολογίες έξυπνων δικτύων που χρησιμοποιούνται, το έξυπνο δίκτυο είναι ένας αθροιστικός όρος για ένα σύνολο σχετικών τεχνολογιών στις οποίες γενικά συμφωνείται μια προδιαγραφή και όχι για μια συγκεκριμένη τεχνολογία. Ορισμένα από τα οφέλη ενός τέτοιου εκσυγχρονισμένου δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνουν τη δυνατότητα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας στην πλευρά των καταναλωτών κατά τις ώρες αιχμής, που αποκαλείται διαχείριση της ζήτησης. Με φωτοβολταϊκές συστοιχίες, μικρές ανεμογεννήτριες, μικρο υδροηλεκτρικά ή ακόμη συνδυασμένες γεννήτριες θερμότητας σε κτίρια ενσωματώνει την αποθήκευση ενέργειας δικτύου για εξισορρόπηση φορτίου διανεμημένης παραγωγής, και εξαλείφοντας ή περιέχοντας αστοχίες όπως οι διαδοχικές αστοχίες του δικτύου ηλεκτρικού ρεύματος. Η αυξημένη αποδοτικότητα και αξιοπιστία του έξυπνου δικτύου αναμένεται να εξοικονομήσει χρήματα για τους καταναλωτές και να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ [24].

2.5 Διαθέσιμες τεχνολογίες επικοινωνίας

Για τη μετάδοση δεδομένων, υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες βασισμένες σε δύο τύπους επικοινωνίας, δηλαδή ασύρματες και ενσύρματες. Η μετάδοση δεδομένων από έξυπνο μετρητή περιλαμβάνει τόσο το ενσύρματο όσο και το ασύρματο μέσο. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ασύρματη επικοινωνία έχει κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με την ενσύρματη επικοινωνία, όπως η αποδοτική υποδομή, το κόστος και η εύκολη πρόσβαση σε απομακρυσμένες και δύσκολες περιοχές. Από την άλλη πλευρά φαίνεται ότι η ενσύρματη επικοινωνία είναι χρήσιμη με την έννοια ότι δεν έχει ελαχιστοποίηση του

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

σήματος καθώς η διαδρομή για τη ροή σήματος είναι αφιερωμένη σε αυτό το συγκεκριμένο σήμα επίσης δεν βασίζεται σε μπαταρίες όπως η ασύρματη λύση.

Τα δεδομένα στα έξυπνα δίκτυα διακρίνονται σε δύο ροές, η πρώτη από τους αισθητήρες των ηλεκτρικών συσκευών στους έξυπνους μετρητές και η δεύτερη από τους έξυπνους μετρητές στο κέντρο δεδομένων .

Για την πρώτη ροή υπάρχουν τεχνολογίες όπως η Power Line επικοινωνία και η ασύρματη επικοινωνία που περιλαμβάνει ZigBee, z-Waves και άλλα. Για τη δεύτερη ροή υπάρχουν οι κυτταρικές τεχνολογίες και το διαδίκτυο. [25]

2.5.1 PLC

Εξαιτίας των πολλών πλεονεκτημάτων τους τα PLC έχουν κερδίσει το ενδιαφέρον των εταιρειών κοινής ωφέλειας καθώς λόγω της ευρωστίας του το PLC μπορεί να εφαρμοστεί οπουδήποτε χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς χαρακτηρίζονται από χαμηλό κόστος εγκατάστασης, καθώς χρησιμοποιούνται οι υπάρχουσες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και το κόστος των επενδύσεων για την ανάπτυξη ενός νέου δικτύου είναι τουλάχιστον 50% μικρότερο. Από την άλλη πλευρά ένα μειονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η ύπαρξη θορύβου λόγω παρεμβολών και εξασθένηση του σήματος.

2.5.2 ZIGBEE

Πρόκειται για μια ασύρματη τεχνολογία επικοινωνιών που χαρακτηρίζεται από χαμηλή κατανάλωση ισχύος, αποτελεσματική παρακολούθηση της ενέργειας, μικρότερη πολυπλοκότητα και χαμηλότερο κόστος ανάπτυξης, κλπ. Όλες οι παραπάνω ιδιότητες καθιστούν την τεχνολογία αυτή ιδανική για τα δεδομένα του έξυπνου δικτύου.

Η επικοινωνία μεταξύ οικιακών συσκευών και έξυπνων μετρητών είναι πολύ σημαντική με το πρωτόκολλο ZigBee να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από πολλούς προμηθευτές . Το πρωτόκολλο αυτό έχει δυνατότητα να στέλνει μηνύματα στους καταναλωτές για να τους ενημερώσει σχετικά με την χρήση

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ηλεκτρικής ενέργειας ενώ δημιουργεί δίκτυα, διαχειρίζεται κόμβους αυτών και στέλνει συνεχώς δεδομένα.

Έτσι μπορεί να επιτευχθεί έλεγχος της ζήτησης, υποστήριξη μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο καθώς και έλεγχος τιμολόγησης. Στα αρνητικά περιλαμβάνεται ο κίνδυνος παρεμβολής με άλλες συσκευές που χρησιμοποιούν τον ίδιο ασύρματο σύνδεσμο αλλά και η μικρή μνήμη και οι καθυστερήσεις στη μετάδοση δεδομένων.

2.5.3 ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΠΛΕΓΜΑΤΟΣ

Ένα χαρακτηριστικό αυτών των δικτύων είναι ότι επιτρέπουν στο σήμα να βρει άλλη εναλλακτική διαδρομή μέσω των ενεργών κόμβων. Οι έξυπνοι μετρητές ενέργειας λειτουργούν ως δρομολογητές που αποθηκεύουν τα δεδομένα, αλλά και τα μοιράζουν σε κοντινούς μετρητές.

Πλεονεκτήματα

Κάποια από τα οφέλη είναι η εξισορρόπηση φορτίου του δικτύου, καλύτερη κάλυψη δικτύου αλλά και βελτίωση της απόδοσης του.

Μειονεκτήματα

Στα μειονεκτήματα περιλαμβάνονται ο κίνδυνος παρεμβολών αλλά και ότι χρειάζονται αρκετούς έξυπνους κόμβους για ευέλικτη δρομολόγηση για να επιτευχθεί επαρκής κάλυψη δικτύου.[25]

2.5.4 ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Οι κυτταρικές τεχνολογίες παρέχουν αρκετά πλεονεκτήματα στην επικοινωνία μεταξύ έξυπνων μετρητών και βοηθητικών προγραμμάτων όπως το χαμηλό λειτουργικό κόστος και τις δυνατότητες χρήσης τους σε απομακρυσμένες περιοχές. Οι πιο κοινές κυτταρικές τεχνολογίες για την ανάπτυξη AMI είναι WiMAX, 2G, 2.5G, 3G και LTE και προσφέρουν τη δυνατότητα μεταφοράς πολλών δεδομένων σε μικρό χρονικό διάστημα και με μεγάλη ασφάλεια.

Μειονεκτήματα των Κυτταρικών Τεχνολογιών

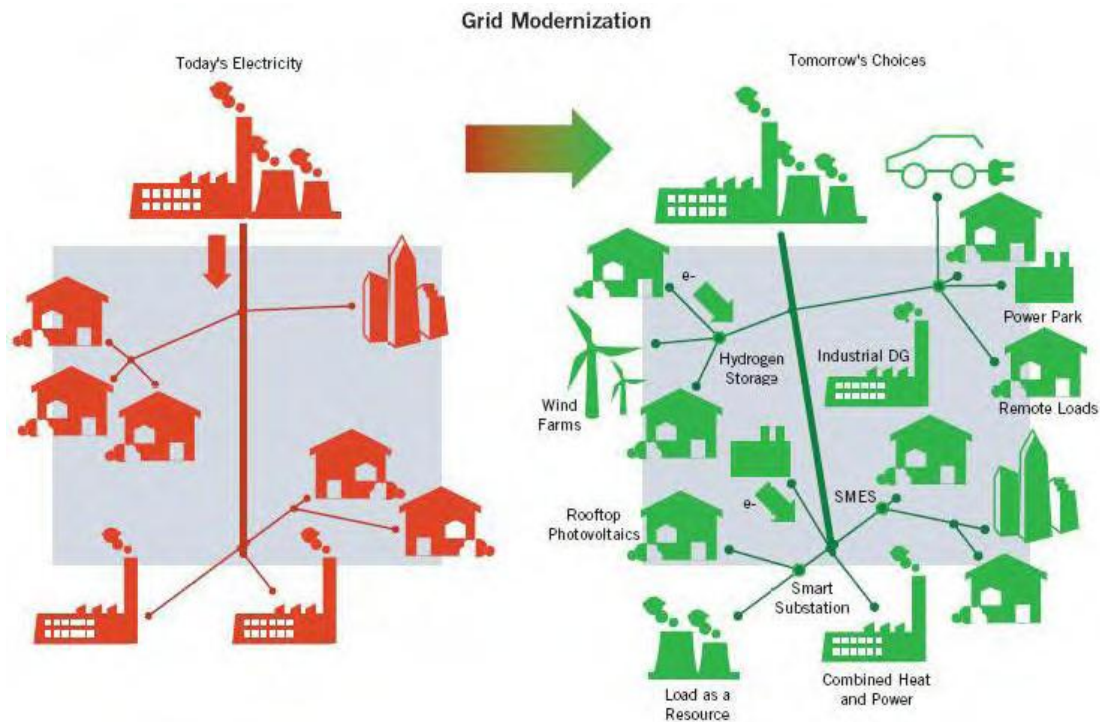
Παρουσιάζεται ο κίνδυνος συμφόρησης και μείωσης αποτελεσματικότητας του δικτύου ειδικά σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης αλλά και κίνδυνος να μην αναπτυχθούν σε έντονα καιρικά φαινόμενα. Για το λόγω αυτό χρησιμοποιούνται ποικίλα είδη τεχνολογίας από τα ιδιωτικά δίκτυα.

2.5.5 ΔΙΚΤΥΟ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ HYBRID AMI

Τέλος παρουσιάζεται η λύση του υβριδικού συστήματος επικοινωνίας για τη συλλογή δεδομένων και τη διαχείριση τους που συνδυάζουν παραπάνω τεχνικές όπως PLC δίκτυο ZigBee.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΤΗΣ ΕΕ ΓΙΑ ΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

Στο παρόν κεφάλαιο μελετούνται οι πολιτικές και τα προγράμματα υποστήριξης των τεχνολογιών Έξυπνων Δικτύων.



Εικόνα 3: Εκσυγχρονισμός δικτύων

3.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

Μέχρι το 2012 υπήρξαν συνολικά 281 έργα έξυπνων δικτύων σε 30 χώρες με συνολική επένδυση 1,8 δισ. Ευρώ με τα περισσότερα έργα να λαμβάνουν χώρα μετά το 2006 και τον προϋπολογισμό τους να αυξάνεται σταθερά.

Οι κυριότεροι επενδυτές είναι το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία, η Γαλλία και η Ιταλία είναι ενώ και η Δανία συμμετέχει πολύ ενεργά υποστηρίζοντας μεγάλο αριθμό έργων μικρής κλίμακας. Σε αυτά τα έργα συμμετέχουν επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, πανεπιστημιακά και ερευνητικά κέντρα, εταιρείες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών.[26]

3.1.1 Εφαρμογές έξυπνου δικτύου

Στις εφαρμογές περιλαμβάνονται:

- Τα νέα συστήματα ελέγχου / αυτοματισμού για τη βελτίωση της δυνατότητας ελέγχου και παρατηρησιμότητας του δικτύου.
- Τα έργα που επικεντρώνονται στις διανεμημένες αρχιτεκτονικές ICT για τον συντονισμό των κατανεμημένων πόρων και την παροχή ευελιξίας στη ζήτηση και την προσφορά .
- Ηλεκτρικά οχήματα (EV) με προτεραιότητα στο να διασφαλιστεί ότι η υποδομή φόρτισης και επικοινωνίας λειτουργεί.
- Υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την αποθήκευση. Η χρήση της αποθήκευσης ως πρόσθετης πηγής ευελιξίας του δικτύου είναι ένα από τα βασικά θέματα των κύριων έργων που άρχισαν το 2012.[27]

3.1.2 Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για το Δίκτυο Ηλεκτρισμού (EEGI)

Η Ευρωπαϊκή Πρωτοβουλία για το Δίκτυο Ηλεκτρισμού (EEGI) προτείνει ένα εννεαετές ευρωπαϊκό πρόγραμμα έρευνας, ανάπτυξης και επίδειξης που θα ξεκινήσει από φορείς εκμετάλλευσης δικτύων για την ανάπτυξη ενός έξυπνου δικτύου για την Ευρώπη έως το 2030. [28]

3.1.3 Έξυπνη μέτρηση

Τα πιο βασικά χρηματικά οφέλη της έξυπνης μέτρησης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και οι λειτουργικές εξοικονομήσεις για τη χρησιμότητα (π.χ. τεχνικές και μη τεχνικές απώλειες). Επιπρόσθετα οφέλη αναμένονται από τις εφαρμογές που θα επιτρέψουν οι έξυπνοι μετρητές (π.χ. ανταπόκριση στη ζήτηση, νέες καινοτόμες υπηρεσίες για τους καταναλωτές κ.λπ.)

Με βάση τις επίσημες δεσμεύσεις ή το έντονο ενδιαφέρον πολλών κρατών μελών για την ανάπτυξη έξυπνων μετρητών, υπολογίζεται ότι θα δαπανηθούν τουλάχιστον 30 δισεκατομμύρια ευρώ και θα εγκατασταθούν τουλάχιστον 170-180 εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές στην ΕΕ των 27 έως το 2020 ./

3.1.4 Ο ρόλος των καταναλωτών

Σχετικά με τη συμμετοχή των καταναλωτών παρατηρούνται τα παρακάτω:

- Ο αυξανόμενος αριθμός σχεδίων επικεντρώνεται στην εμπλοκή των καταναλωτών. Ωστόσο, η συμμετοχή των καταναλωτών στα σχέδια παραμένει περιορισμένη σε μέγεθος.
- Η αντίσταση του καταναλωτή στη συμμετοχή σε έργα εξακολουθεί να είναι σημαντική.
- Η Δανία και η Γερμανία είναι οι κορυφαίες χώρες με σχέδια που εστιάζουν στην εμπλοκή των καταναλωτών.
- Ο αυξανόμενος αριθμός πολυεθνικών σχεδίων αντιμετωπίζει την εμπλοκή των καταναλωτών ως βασικό ζήτημα.
- Οι βασικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται για την παροχή κινήτρων στους καταναλωτές είναι η μείωση του κόστους των λογαριασμών και των περιβαλλοντικών ανησυχιών.
- Πολλά σχέδια αναγνώρισαν υψηλό επίπεδο σκεπτικισμού των καταναλωτών και τόνισαν η σημασία της οικοδόμησης εμπιστοσύνης με τους καταναλωτές.

3.1.5 Εμπόδια

Τα βασικά εμπόδια φαίνεται να είναι πολιτικά, κοινωνικά ή κανονιστικά και όχι τεχνικά:

- Δεν υπάρχει διαλειτουργικότητα και πρότυπα.
- Οι κανονιστικοί φραγμοί: αβεβαιότητα σχετικά με τους ρόλους και τις ευθύνες στις νέες εφαρμογές έξυπνων δικτύων. αβεβαιότητα όσον αφορά την κατανομή του κόστους και των οφελών και, συνεπώς, έναντι των νέων επιχειρηματικών μοντέλων.
- Το φάσμα των ρυθμιστικών ρυθμίσεων στην Ευρώπη ενδέχεται να δημιουργήσει σημαντικά εμπόδια στην αναπαραγωγικότητα των αποτελεσμάτων των έργων σε διάφορες χώρες.

3.1.6 Συλλογή και μετάδοση δεδομένων

Για να υποστηριχθεί η μετάβαση σε ένα έξυπνο δίκτυο, είναι σημαντικό να μοιραστούν οι πληροφορίες για τα έργα. Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί φραγμοί σε αυτό: οι πληροφορίες διαδικτύου σχετικά με τα έργα είναι δύσκολο να ανακτηθούν, πολλά έργα δεν διαθέτουν αποκλειστικό ιστότοπο ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, οι ιστότοποι είναι μόνο στην εθνική γλώσσα.

Η παροχή ευρωπαϊκών πόρων υπό την προϋπόθεση της εκτεταμένης κατανομής των αποτελεσμάτων των έργων συμβάλλει σημαντικά στην ανταλλαγή γνώσεων στην κοινότητα των έξυπνων δικτύων. Τυπικά, τα έργα που χρηματοδοτούνται από την ΕΕ παρέχουν τις πιο λεπτομερείς και προσβάσιμες πληροφορίες.

3.2 Σχέδια Smart Grid στην Ευρώπη: Μακροπρόθεσμη προοπτική

Σε αυτό το κεφάλαιο περιέχεται μια ανάλυση των μακροοικονομικών τάσεων και των εξελίξεων σχετικά με τα έξυπνα δίκτυα στην Ευρώπη από διαφορετικές προοπτικές, λαμβάνοντας υπόψη τα στάδια ανάπτυξης και ανάπτυξης της έρευνας και ανάπτυξης.

3.2.1 Επισκόπηση των έργων έξυπνων δικτύων

Περιλαμβάνονται 281 έργα έξυπνων δικτύων και επίδειξης από 30 ευρωπαϊκές χώρες (ΕΕ27, Κροατία, Ελβετία και Νορβηγία), που αντιπροσωπεύουν συνολική επένδυση ύψους 1,8 δισ. Ευρώ. Το 70% όλων των έργων είναι σε επτά χώρες: τη Δανία, τη Γερμανία, την Ιταλία, την Αυστρία, το Ηνωμένο Βασίλειο, τη Γαλλία και την Ισπανία.

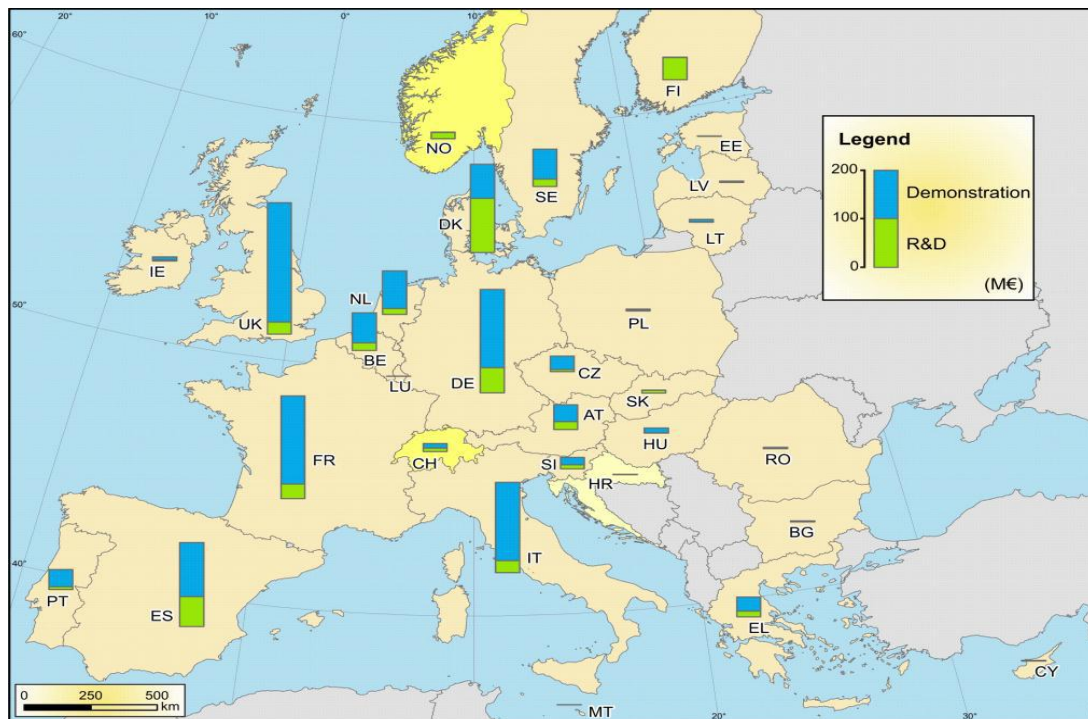
Για ορισμένες χώρες, παρατηρείται σημαντική αλλαγή στον αριθμό των έργων που εξετάστηκαν. Η Ιταλία και η Γαλλία έχουν 14 νέα σχέδια έξυπνων δικτύων (τα οποία ξεκίνησαν το 2010-12), επιπλέον των τεσσάρων και έξι αντίστοιχα πέρυσι.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Η απογραφή του 2012 επιβεβαιώνει τη χαμηλή συμμετοχή των χωρών της ΕΕ των 12, με χώρες όπως η Εσθονία, η Λετονία και η Λιθουανία που συμμετέχουν σε ένα μόνο έργο.[27]

3.2.2 Γεωγραφική κατανομή των επενδύσεων

Γεωγραφικά, τα έργα έξυπνου δικτύου και οι επενδύσεις δεν κατανέμονται ομοιόμορφα σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η μεγάλη πλειοψηφία των σχεδίων (93%) βρίσκονται στις χώρες της ΕΕ των 15, ενώ οι χώρες της ΕΕ των 12 εξακολουθούν να παρουσιάζουν σημαντική καθυστέρηση.[29]



Εικόνα 4: Γεωγραφική κατανομή έργων έξυπνων δικτύων

Η Δανία είναι η ηγετική χώρα σε έργα R & D και είναι ιδιαίτερα δραστήρια σε πολλά έργα μικρής κλίμακας που υποστηρίζονται από το πρόγραμμα χρηματοδότησης Forskel ενώ είναι η χώρα που επενδύει περισσότερο τόσο κατά κεφαλή (πάνω από 30 ευρώ ανά άτομο) όσο και ανά KWh καταναλώσιμης ηλεκτρικής ενέργειας (0,5 ευρώ ανά MWh), ακολουθούμενη

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

από τη Σλοβενία (περίπου το 70% των έργων στα οποία συμμετέχει η Σλοβενία συγχρηματοδοτούνται από την ΕΚ).[30]

3.2.3 Πηγές χρηματοδότησης

Ο ρόλος της χρηματοδότησης των έργων έξυπνων δικτύων είναι πολύ σημαντικός. Από το συνολικό προϋπολογισμό των έργων που μελετούνται, το 55% (974 εκατ. Ευρώ) προέρχεται από διάφορες πηγές χρηματοδότησης και 45% από ιδιωτικό κεφάλαιο. Περίπου το 80% των σχεδίων έχουν λάβει κάποια μορφή δημόσιας χρηματοδότησης.

Τα στοιχεία αυτά υποδηλώνουν ότι οι αποφάσεις για επένδυση σε έξυπνα δίκτυα δεν έχουν ακόμη ληφθεί αυτοτελώς και οι συντονιστές έργων εξακολουθούν να βασίζονται στη χρηματοδότηση των ιδρυμάτων για επενδύσεις σε έργα έξυπνων δικτύων RD & D.

Για τους σκοπούς της ανάλυσης, οι πηγές χρηματοδότησης κατηγοριοποιήθηκαν ως ευρωπαϊκές, εθνικές και ρυθμιστικές.

Ρυθμιστική χρηματοδότηση - Στην κατηγορία αυτή εξετάζονται συγκεκριμένα προγράμματα ευφύων δικτύων που διαχειρίζονται οι ρυθμιστικές αρχές για την υποστήριξη καινοτόμων έργων έξυπνων δικτύων. Για παράδειγμα, περισσότερο από το 50% των δανικών έργων στον κατάλογο υποστηρίζονται από το πρόγραμμα Forskel, το οποίο χρηματοδοτείται από τιμολόγια.

Από το 2010 για παράδειγμα, ο ρυθμιστικός φορέας του Ηνωμένου Βασιλείου OFGEM έχει συστήσει το ταμείο χαμηλών εκπομπών άνθρακα (LCNF) για την παροχή κανονιστικής χρηματοδότησης για ιδιαίτερα καινοτόμα σχέδια έξυπνων δικτύων. Σε άλλες χώρες, οι ρυθμιστικές αρχές υποστηρίζουν την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων με ειδικά τιμολόγια που εγγυώνται πρόσθετο ποσοστό απόδοσης στις επενδύσεις έξυπνων δικτύων. Στην Ιταλία, παραδείγματος χάριν, παρέχεται πρόσθετος ρυθμός απόδοσης 2% για επενδύσεις έξυπνου δικτύου που πληρούν ορισμένα κριτήρια καινοτομίας.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Εθνική και ευρωπαϊκή χρηματοδότηση - Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι πρωτοβουλίες για τα έξυπνα δίκτυα έχουν ευρεία υποστήριξη μέσω διαφόρων διαύλων (6ο και 7ο πρόγραμμα πλαίσιο, Ευρωπαϊκό σχέδιο περιφερειακής ανάπτυξης). Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, οι επενδύσεις έξυπνων δικτύων λαμβάνουν αυξανόμενα επίπεδα εθνικής στήριξης που χρηματοδοτούνται από υπουργεία καινοτομίας ή ενέργειας (π.χ. το πρόγραμμα E-ENERGY στη Γερμανία). Αυτές οι πρωτοβουλίες χρηματοδότησης στοχεύουν σε έργα RD & D σε διάφορες χώρες και σε τεχνολογικές εφαρμογές.

Η σημαντικότερη στήριξη για ιδιωτικές επενδύσεις προέρχεται από εθνική χρηματοδότηση και κοινοτική χρηματοδότηση. Μια απότομη αύξηση της κανονιστικής χρηματοδότησης μπορεί να παρατηρηθεί το 2011 μετά την έναρξη της πρωτοβουλίας OFGEM για το Ταμείο χαμηλών εκπομπών άνθρακα στο Ηνωμένο Βασίλειο.[31]

3.2.4 Διαχείριση έξυπνων δικτύων

Σε αυτή την ενότητα, εξετάζονται εφαρμογές που επικεντρώνονται στην αύξηση της λειτουργικής ευελιξίας του ηλεκτρικού δικτύου, όπως η αυτοματοποίηση των υποσταθμών, η παρακολούθηση και ο έλεγχος του δικτύου κ.λπ.

Τυπικά, ο στόχος είναι να βελτιωθεί η παρατηρησιμότητα και η δυνατότητα ελέγχου των δικτύων .

Παρατηρησιμότητα

Στον τομέα αυτό, ορισμένα από τα βασικά θέματα που εξετάζονται στα έργα είναι:

- ο εφαρμογή έξυπνων μετρητών για τη συλλογή και αποθήκευση, κατόπιν αιτήματος και σε πραγματικό χρόνο, ειδικών υψηλής ποιότητας και ακριβών δεδομένων για κάθε καταναλωτή και ομάδα καταναλωτών ·
- ο βελτίωση της παρακολούθησης του δικτύου διανομής για την αντιμετώπιση των πτητικών καταστάσεων στο δίκτυο.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- ο αναγνώριση και εντοπισμός σφαλμάτων.

Τα αποτελέσματα του έργου επιβεβαιώνουν ότι τα εργαλεία που αναπτύσσονται ή χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση του δικτύου είναι ώριμα και αξιόπιστα. Ορισμένοι τομείς βελτίωσης σχετίζονται με την τυποποίηση και τη διαλειτουργικότητα, ιδίως όσον αφορά την επικοινωνιακή υποδομή. Τέλος, σε επίπεδο μετάδοσης, δίδεται επίσης έμφαση στην ανάπτυξη εργαλείων για τη συντονισμένη λειτουργία πανευρωπαϊκών δικτύων, π.χ. προηγμένα εργαλεία προσομοίωσης και εκτίμησης κατάστασης.

Έλεγχος

Στον τομέα αυτό, ορισμένα από τα βασικά θέματα που εξετάζονται στα σχέδια είναι:

- ο εφαρμογή νέων δυνατοτήτων ελέγχου συχνότητας, αντιδραστικού ελέγχου, ελέγχου ροής ισχύος
- ο ελεγχόμενοι υποσταθμοί διανομής, ελεγχόμενοι μετατροπείς και φόρτιση, ανάπτυξη και δοκιμή έξυπνων ελεγκτών κατανεμημένης παραγωγής και φόρτωσης, έξυπνη προστασία επιλεκτικότητας
- ο έξυπνα αυτορυθμιζόμενα δίκτυα, εύκολα σταθεροποιήσιμα on-line διακόπτη
- ο δυναμική βαθμολόγηση γραμμής.
- ο ανάπτυξη σειράς μετασχηματιστών αιχμής σε διάφορα κυκλώματα LV και MV, μαζί με τη χρήση των πυκνωτών, των συσκευών ελέγχου και των ηλεκτρονικών ενισχυτών, τα οποία όταν βελτιστοποιηθούν μαζί θα οδηγήσουν σε μειωμένες απώλειες από το σύστημα ισχύος.

Ορισμένες από τις τεχνολογίες ελέγχου είναι ήδη πολύ ανεπτυγμένες και αποδοτικές. Περιοχές βελτίωσης περιλαμβάνουν την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και την κλιμάκωση των εφαρμογών από μικρής κλίμακας έως μεγάλης κλίμακας έργα.[31]

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

3.2.4.1 Ενσωμάτωση μεγάλης κλίμακας ΑΠΕ

Τα περισσότερα έργα στην κατηγορία αυτή αφορούν την ολοκλήρωση των ΑΠΕ κυρίως σε επίπεδο μετάδοσης. Βασικοί τομείς εστίασης είναι:

- Εργαλεία σχεδιασμού, ελέγχου και λειτουργίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας προκειμένου να διευκολυνθεί η ενοποίησή τους στην αγορά.
- Ολοκλήρωση της διαχείρισης της ζήτησης και των βοηθητικών υπηρεσιών από τους Διαχειριστές Συστημάτων Μεταφοράς για την υποστήριξη της λειτουργίας των ΔΣΜ.
- Εργαλεία για την πρόβλεψη της παραγωγής ΑΠΕ.

3.2.4.2 Ενσωμάτωση των DER

Σε αυτήν την κατηγορία, συμπεριλαμβάνονται έργα που επικεντρώνονται σε νέα συστήματα ελέγχου και νέες λύσεις υλικού / λογισμικού για την ενσωμάτωση των DER, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζουν την αξιοπιστία και την ασφάλεια του συστήματος.

Τα έργα επικεντρώνονται σε τεχνικές λύσεις, όπως:

- Υποστήριξη ενεργών δικτύων μέσω DER: εφαρμογή ελέγχου ελέγχου τάσης / αέργου ισχύος των DER για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών.
- Πρόγνωση παραγωγής DER και μέτρηση ενεργητικής / αέργου ισχύος για την παρακολούθηση του δικτύου.
- Καινοτόμες ρυθμίσεις DER για την προστασία κατά της νησιωτικής λειτουργίας.
- Χρήση αποθήκευσης μαζί με κατανεμημένη παραγωγή για έλεγχο τάσης, διαμόρφωση ροής ισχύος, εξισορρόπηση, κ.λπ.
- Αρχιτεκτονικές ελέγχου κεντρικού και αποκεντρωμένου

Τα αποτελέσματα του έργου δείχνουν ότι οι τεχνικές λύσεις για την ενσωμάτωση των DERs καθίστανται αρκετά ενοποιημένες. Ένας τομέας όπου

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ενδέχεται να απαιτείται ακόμη τεχνική πρόοδος είναι η ευελιξία των μετατροπέων που επιτρέπουν την αποτελεσματική από πλευράς κόστους παροχή υπηρεσιών συστήματος από συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας.

3.2.4.3 Έξυπνοι πελάτες και Smart Home

Σε αυτήν την κατηγορία, εξετάζονται έργα που δοκιμάζουν έξυπνες συσκευές και οικιακό αυτοματισμό μαζί με νέα συστήματα τιμολόγησης. Τα σχέδια αυτά απαιτούν συνήθως την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών ή αποσκοπούν στην ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών και στην προώθηση της συμμετοχής αυτών. Βασικά διδάγματα σε αυτόν τον τομέα είναι:

- Διάφορα έργα δοκιμάζουν δυναμικά ποσοστά με ελπιδοφόρα αποτελέσματα (π.χ. μετατόπιση του 6-8% των φορτίων στο έργο Model City Mannheim). Τα χρηματικά κίνητρα και η εκπαίδευση οδηγούν σε παρατηρήσιμη αλλαγή συμπεριφοράς (με δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας 5-10%), αλλά η μακροπρόθεσμη βιώσιμη αλλαγή μπορεί να επιτευχθεί μόνο με αυτοματοποιημένα συστήματα.
- Οι δυναμικοί ρυθμοί (βάσει μεταβλητών όπως η τιμή συναλλαγής, οι προβλέψεις, το υπολειπόμενο φορτίο, η κατάσταση δικτύου) αποτελούν τον καλύτερο τρόπο προσαρμογής της ζήτησης στις συνθήκες του δικτύου. Ωστόσο, οι σταθερές χρεώσεις δικτύου εμποδίζουν την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους. Οι κανονισμοί πρέπει να ενημερωθούν σύμφωνα με τις νέες δυνατότητες για ευέλικτες χρεώσεις συστήματος που προσφέρονται από τις λεπτομερείς πληροφορίες για το δίκτυο που παρέχονται από την τεχνολογία έξυπνων δικτύων.
- Στη μεγάλη πλειοψηφία των έργων, τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας θεωρούνται απαραίτητο συμπλήρωμα των δυναμικών τιμολογίων και περιλαμβάνουν εξελιγμένους αλγορίθμους για τον προγραμματισμό και τη βελτιστοποίηση των έξυπνων συσκευών στα νοικοκυριά (π.χ. Beywatch, ADDRESS, Model City Mannheim).

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- Η τεχνολογία βασισμένη σε πράκτορες χρησιμοποιείται ευρέως και παρουσιάζει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα όσον αφορά την κλιμάκωση (π.χ. έργο Beywatch).
- Δεν υπάρχουν ακόμη ευρέως αποδεκτές τυποποιημένες λύσεις: δεν είναι ακόμη σαφές ποια μέσα επικοινωνίας και ποια πρωτόκολλα θα έχουν κυριαρχία στην αγορά. Αυτό σημαίνει ότι απαιτούνται δαπανηρές διαμορφώσεις ad-hoc. Επίσης, η πλήρης λειτουργικότητα τηλεχειριστηρίου των συσκευών εξακολουθεί να περιορίζεται από τους κατασκευαστές λευκών ειδών (π.χ. διακοπή κύκλου μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ποιότητα)
- Η αντίσταση των καταναλωτών εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ανάπτυξη έξυπνων οικιακών εφαρμογών. Οι καταναλωτές φοβούνται ότι θα χάσουν τον έλεγχο των συσκευών στο δικό τους νοικοκυριό και είναι σκεπτικοί σχετικά με τα νέα ποσοστά και εφαρμογές.
- Τα αξιόπιστα τρίτα μέρη (π.χ. ανεξάρτητα ιδρύματα, ενώσεις καταναλωτών) μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ευαισθητοποίηση και την προθυμία των καταναλωτών να επωφεληθούν από τις νέες ευκαιρίες.

3.2.4.4 Ηλεκτρικά οχήματα και εφαρμογές

Τα έργα αυτής της κατηγορίας επικεντρώνονται στην έξυπνη ενσωμάτωση των ηλεκτρικών οχημάτων (EVs) και των υβριδικών οχημάτων plug-in (PHEV) στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ερευνάται επίσης πως θα μπορούσαν τα έξυπνα οχήματα να συντονίζονται έξυπνα με την παραγωγή τοπικών DERs για να μειωθεί το φορτίο αιχμής στο ηλεκτρικό δίκτυο και πως μπορεί να επιτευχθεί το μέγιστο όφελος από την χρέωση και την εκφόρτωση των ηλεκτρικών οχημάτων στα μελλοντικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα ποσοστό των έργων έχουν ως κύριο στόχο του έργου την ενσωμάτωση των EV στο ηλεκτρικό δίκτυο. Τα έργα αυτά έχουν συνολικό προϋπολογισμό περίπου 190 εκατομμυρίων ευρώ και περιλαμβάνουν μερικές χιλιάδες

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

μονάδες ηλεκτροδότησης και σταθμούς φόρτισης. Η μεγάλη πλειοψηφία των σχεδίων EV είναι μικρής ή μεσαίας κλίμακας με προϋπολογισμό κάτω των 10 εκατομμυρίων ευρώ. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον σε αυτόν τον τομέα αντικατοπτρίζεται στο γεγονός ότι πάνω από το 60% των έργων έχουν ξεκινήσει από το 2010.

Τα ηλεκτρικά οχήματα περιλαμβάνονται επίσης στο πλαίσιο ενός ευρύτερου έργου έξυπνου δικτύου (π.χ. Smart City Malaga, Low Carbon London). Τα ερευνηθέντα έργα δείχνουν ότι οι προσπάθειες σε αυτόν τον τομέα είναι ελπιδοφόρες, αλλά ακόμα σε πρώιμο στάδιο.[32]

3.3 Ευρωπαϊκά projects

3.3.1 Έργα που έχουν ολοκληρωθεί

Σε αυτή την ενότητα μελετώνται έργα που έχουν ήδη ολοκληρωθεί και τα αποτελέσματα αυτών.[33]

- **MODEL CITY MANNHEIM (DE, 2008-12)**

Στο πρόγραμμα Model City Mannheim, 200 κατοικίες εξοπλήστηκαν με έξυπνες συσκευές. Ένας ελεγκτής οικιακής ενέργειας έκανε την πιο αποτελεσματική χρήση συσκευών με μεταβλητό χρόνο χρήσης, όπως πλυντήρια ρούχων και καταψύκτες.

Αποτελέσματα

- Μετατοπίσεις 6-8% σε χαμηλές τιμολογιακές περιόδους.
- Το 80% των συμμετεχόντων πελατών δήλωσε ότι δεν θα πληρώνουν για την παροχή και την προβολή των δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Για περίπου 30 λεπτά, σχεδόν 20% της εγκατεστημένης ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θετική εξισορροπητική ισχύς μέσω απενεργοποίησης ή καθυστερημένης ενεργοποίησης.

- **eTELLIGENCE (DE, 2009-12)**

Το έργο διερεύνησε και κατέδειξε διάφορες προσεγγίσεις για τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών επικοινωνιών για την βελτίωση του σημερινού συστήματος παροχής ενέργειας και την παροχή ευελιξίας της ζήτησης σύμφωνα με τις διακυμάνσεις της παραγωγής ΑΠΕ. Το σύστημα περιελάμβανε 650 νοικοκυριά με εσωτερικές οθόνες για παρακολούθηση ηλεκτρικού ρεύματος σε πραγματικό χρόνο και έξυπνους μετρητές.

Επίσης προωθήθηκε η ενσωμάτωση δυναμικών ρυθμών ή άλλων προσεγγίσεων για την παροχή πρόσβασης λιανικών πελατών (οικιακών, εμπορικών και βιομηχανικών) σε συνθήκες χονδρικής (αυτόματη συμμετοχή στην αγορά και πρόσβαση) αλλά και η ενσωμάτωση καταναλωτών με μεταβαλλόμενα φορτία.

Αποτελέσματα

- 13% μηνιαία μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τους συμμετέχοντες καταναλωτές.
- 12% μηνιαία μείωση της κατανάλωσης στην ακριβή περίοδο για τους συμμετέχοντες καταναλωτές.
- Η εχεμύθεια απέδειξε ότι τα θερμικά ενεργειακά συστήματα, όπως οι αποθήκες ψυκτικής αποθήκευσής τους και οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ αποτελεσματικά ως εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση έως και 8% του κανονικού κόστους ηλεκτρικής ενέργειας.

- **ΕΡΓΟ ΖΗΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (UK, 2007-11)**

Το έργο ζήτησης ενέργειας εξέτασε τις απαντήσεις περίπου 60.000 διαφορετικών νοικοκυριών σε διαφορετικές επιλογές παρουσίασης κατανάλωσης ενέργειας (έξυπνοι μετρητές και εσωτερικές οθόνες). Οι δοκιμές ξεκίνησαν το 2007 και ολοκληρώθηκαν προς το τέλος του 2010.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Αποτελέσματα

- Μια δοκιμή μεγάλης κλίμακας (18.000 νοικοκυριά με έξυπνες συσκευές μέτρησης) έδειξε εξοικονόμηση από έξυπνους μετρητές περίπου 3%, με μέγιστο το 11%.
- Οι αποταμιεύσεις βρέθηκαν γενικά ανθεκτικές και όχι βραχυπρόθεσμες.
- Δεν είναι εγγυημένη η απλή υλοποίηση ενός συγκεκριμένου μέτρου - ο αντίκτυπος εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής του.

- **GROW-DERS (EE, 2009-11)**

Το έργο GROW-DERS διερευνά την υλοποίηση (μεταφερόμενων) καταναμημένων συστημάτων αποθήκευσης στα δίκτυα.

Αποτελέσματα

- Στην τρέχουσα αγορά, η εφαρμογή συστημάτων αποθήκευσης είναι πολύ ελκυστική από τεχνική άποψη, αλλά δεν είναι ακόμη οικονομικά βιώσιμη.
- Η νομοθεσία αποτελεί εμπόδιο στην ανάπτυξη εφαρμογών αποθήκευσης που συνδέονται με το δίκτυο.
- Οι βιομηχανικοί παράγοντες πρέπει να επενδύσουν σε έργα πρόωρης επίδειξης προκειμένου να συμμετάσχουν μακροπρόθεσμα στην αγορά αυτή.
- Έχει αναπτυχθεί ένα νέο εμπορικό λογισμικό για την τεχνοοικονομική αξιολόγηση των συστημάτων αποθήκευσης που συνδέονται με το δίκτυο.

- **WEB2ENERGY (EE, 2010-12)**

Το έργο Web2Energy αποτελείται από τρεις πυλώνες:

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

1. Έξυπνη μέτρηση - ο καταναλωτής συμμετέχει στην ενεργειακή αγορά: 200 νοικοκυριά εφοδιάστηκαν με έξυπνους μετρητές και πρόσβαση σε μια πύλη πελατών.
2. Έξυπνη ενεργειακή διαχείριση - ομαδοποίηση μικρών παραγωγών ενέργειας.
3. Αυτοματοποίηση έξυπνης διανομής - μεγαλύτερη αξιοπιστία εφοδιασμού. ρυθμίζοντας την ισχύ από ένα βιομηχανικό VPP.

Και οι τρεις πυλώνες έξυπνης διανομής απαιτούσαν ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χρηστών του δικτύου (καταναλωτές, παραγωγοί, τερματικά, κέντρο ελέγχου του φορέα εκμετάλλευσης δικτύου, έμποροι και VPP).

Το έργο περιελάμβανε τρεις ζώνες τιμολογίων (πράσινο, κόκκινο και κίτρινο) που είχαν παραχθεί από την VPP, βάσει των προβλέψεων για τις τιμές των ηλεκτρικών ρευμάτων στην αγορά και της έντασης του ανέμου και της ηλιοφάνειας. Η υψηλότερη ζήτηση (σε σύγκριση με το προφίλ αναφοράς) εξασφαλίζεται κατά τις πράσινες περιόδους και τη μικρότερη ζήτηση κατά τη διάρκεια των κόκκινων περιόδων.

Αποτελέσματα

- Κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων μηνών συλλογής δεδομένων, οι παρατηρούμενες εξοικονομήσεις ενέργειας αντιπροσώπευαν κατά μέσο όρο το 3% της ημερήσιας κατανάλωσης των νοικοκυριών.
- Η ημερήσια μέγιστη φόρτιση μειώθηκε κατά περίπου 15% με τη μετατόπιση της έντονης ζήτησης από τις κόκκινες σε πράσινες φάσεις. Ορισμένες οικογένειες ακολουθούν και ανταποκρίνονται στις ερυθρές και πράσινες φάσεις σε καθημερινή βάση.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- **ΕΡΓΟ CELL-CONTROLLER (DK, 2004-11)**

Το έργο Cell Controller δημιούργησε ένα σύστημα ελέγχου ικανό να συντονίζει τους καταναλωμένους ενεργειακούς πόρους (DER) προκειμένου να υποστηρίξει τις επικουρικές υπηρεσίες με βάση το DER και να απομονώσει με ασφάλεια την περιοχή μελέτης, να διατηρήσει την αυτόνομη λειτουργία και να επανασυγχρονίσει με το κύριο δίκτυο.

Το σύστημα περιελάμβανε:

- ✓ έναν υποσταθμό 150/60 kV
- ✓ 13 υποσταθμούς (60/10 kV).
- ✓ πέντε μονάδες ΣΗΘ.
- ✓ 47 ανεμογεννήτριες, 69 τροφοδότες φορτίων και πολλά πρόσθετα στοιχεία (διακόπτες, SLC, SC κ.λπ.)

Αποτελέσματα

Το έργο παρείχε επίσης μια επιτυχημένη τεχνική επίδειξη:

- Ενεργός καταναμημένος έλεγχος ενός μεγάλου συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της υπάρχουσας υποδομής επικοινωνιών.
- Οι έλεγχοι τύπου AGC που επιτυγχάνονται μέσω αναβαθμίσεων λογισμικού χαμηλού κόστους σε υπάρχουσες μη νησιωτικές μηχανές.

- **PREMIO (FR, 2008-12)**

Το έργο PREMIO περιλαμβάνει ένα VPP που ενσωματώνει περίπου πενήντα καταναμημένους πόρους (καταναμημένη παραγωγή, τεχνολογίες αποθήκευσης και περιορισμένα φορτία πελατών). Είχαν ερευνηθεί δέκα τύποι πόρων, όπως μικρές μονάδες παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή ή βιοαέριο), συστήματα ελέγχου

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

θέρμανσης, αντλίες θερμότητας και δημόσιο φωτισμό ή / και λύσεις αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας ή θερμότητας.

Αποτελέσματα

- Κατά τη διάρκεια του έργου παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις φορτίου (έως και 40%).
- Η ανάλυση των συγκεντρωτικών αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι διαφορές μεταξύ των τύπων κατανεμημένων πόρων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη εάν τα αποτελέσματα πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως μοχλός για την ενίσχυση της απόδοσης: α) Οι διαδικασίες βελτιστοποίησης και διανομής της μονάδας ελέγχου επικυρώνονται και κάθε DR ανταποκρίνεται σε αιτήσεις μείωσης φορτίου κατά τη διάρκεια της περιόδου συναγερμού, (β) Οι μεταβολές φόρτωσης μέσα σε μερικές ώρες καταδεικνύουν την ικανότητα να παρέχεται υψηλή ευελιξία στην καμπύλη φορτίου βάσει πολλαπλών DRs.
- Απαιτούνται βελτιώσεις ελέγχου για πιο ευαίσθητη ανταπόκριση στη ζήτηση.
- Η ωριμότητα των τεχνολογιών κατανεμημένων πόρων δεν εγγυάται από μόνη της την επιτυχία του VPP. Οι ΤΠΕ είναι ζωτικής σημασίας.

• ΕΡΓΟ ΥΒΡΙΔΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΙΚΑΡΙΑΣ (EL, 2007-12)

Ένα ολοκληρωμένο δίκτυο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οικοδομήθηκε στο νησί της Ικαρίας, επιτρέποντας στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αποτελέσουν τη ραχοκοκαλιά του δημόσιου ενεργειακού εφοδιασμού. Το νησί έχει πληθυσμό 8 000 το χειμώνα και 20.000 το καλοκαίρι. Επί του παρόντος, το 94% της τροφοδοσίας καλύπτεται από ντίζελ (6.050 kW εγκατεστημένη ισχύς) και 6% από την αιολική ενέργεια (385 kW). Το έργο αποτελεί την πρώτη φάση ενός προγράμματος για την αντιστροφή αυτού του λόγου έτσι ώστε το 90% να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μόνο 10% από το ντίζελ. Μετά την πρώτη φάση, αναμένεται ότι η ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα καλύψει σχεδόν το 50% της ζήτησης.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Αποτελέσματα

- Επιτυχής εγκατάσταση του κύριου συστήματος ελέγχου έξυπνου δικτύου για την ενσωμάτωση της γεννήτριας ντίζελ, της γεννήτριας αιολικής ενέργειας και της υδροηλεκτρικής μονάδας. Το "έξυπνο" σύστημα (έξυπνος αποστολέας ισχύος) είναι ένα τεχνικό VPP που ρυθμίζει τη διαθεσιμότητα ενέργειας, τη συχνότητα, τη ρύθμιση της τάσης, την οικονομία καυσίμου, τη μείωση των εκπομπών και τη μείωση του θορύβου.
- Το έργο θα μπορούσε να αποτελέσει πιλοτικό έργο για την υλοποίηση υβριδικών συστημάτων (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που περιλαμβάνει τον καινοτόμο συνδυασμό αιολικής ενέργειας και υδροηλεκτρικής ενέργειας) σε άλλα νησιά με παρόμοια προβλήματα ενεργειακού εφοδιασμού.

- **PEGASE (EE, 2008-12)**

Το έργο PEGASE αποσκοπούσε στην άρση εμποδίων στην παρακολούθηση, προσομοίωση και βελτιστοποίηση πολύ μεγάλων συστημάτων ισχύος.

Αποτελέσματα

- Το έργο παρήγαγε ισχυρούς αλγόριθμους και πρωτότυπα πλήρους κλίμακας επικυρωμένα στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Μεταφοράς για την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των διαχειριστών συστημάτων μεταφοράς για τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο και τον επιχειρησιακό προγραμματισμό του συστήματος.
- Η έλλειψη επαρκών εργαλείων για την εκτίμηση του κράτους, τη δυναμική προσομοίωση και τις βελτιστοποιήσεις δεν φαίνεται πλέον να αποτελεί τεχνικό φραγμό στην πρόοδο προς ένα πιο ολοκληρωμένο πανευρωπαϊκό σύστημα ενέργειας.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- **REGMODHARZ (DE, 2008-12)**

Ο στόχος του έργου Regenerative Model Region Harz είναι η τεχνική και οικονομική ανάπτυξη και ολοκλήρωση των κατανεμημένων ενεργειακών πηγών με την ανάπτυξη της σύγχρονης τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών. Οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων, οι προμηθευτές ενέργειας, οι δημοτικές επιχειρήσεις, οι φορείς εκμετάλλευσης αιολικών πάρκων, τα πανεπιστήμια, τα ερευνητικά ιδρύματα και οι εταιρείες ΤΠΕ αναπτύσσουν εργαλεία, υποδομές και στρατηγικές για την παροχή πλήρους περιοχής με ηλεκτρική ενέργεια αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι διάφοροι παραγωγοί ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι ελεγχόμενοι καταναλωτές και οι συσκευές αποθήκευσης ενέργειας συνδέονταν με μια μεγάλη ποικιλία μέσων, όπως οι ηλεκτρονικές αγορές και οι κατανεμημένοι μηχανισμοί ελέγχου, σε ένα μεγάλο εικονικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής (VPP).

Αποτελέσματα

- Οι απαιτήσεις για την ενεργειακή αποθήκευση μπορούν να μειωθούν μέσω βραχυπρόθεσμων προβλέψεων για τον άνεμο.
- Οι μετατοπίσεις στην πλευρά των καταναλωτών βοηθούν στη βελτίωση της ρύθμισης της τάσης στο δίκτυο διανομής και αντισταθμίζουν τα σφάλματα πρόβλεψης.
- Στην ομαδοποίηση και την εμπορία της αποκεντρωμένης ηλεκτρικής ενέργειας, ο νέος συντονιστής της συγκέντρωσης θα διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στις νέες αγορές.

- **EDISON (DK, 2009-11)**

Ένας από τους κύριους στόχους του έργου EDISON ήταν η ανάπτυξη τεχνολογιών για τη βελτίωση της χρέωσης των ηλεκτρικών οχημάτων σύμφωνα με τις ανάγκες του συστήματος ηλεκτροδότησης.

Αποτελέσματα

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στα τεχνικά εμπόδια στη χρήση ΗΥ για την παροχή υπηρεσιών δικτύου (π.χ. συνδεδεμένοι μετατροπείς και μετατροπείς θα εκπέμπουν αρμονική παραμόρφωση στο σύστημα ισχύος, η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση της φόρτισης μπορεί να οδηγήσει σε γρήγορες αλλαγές τάσης που προκαλούν προβλήματα τρεμοπαίγματος).

3.3.2 Έργα 2012- παρόν

Περίπου 30 έργα έξυπνων δικτύων ξεκίνησαν το 2012 με συνολική επένδυση περίπου 300 εκατ. Ευρώ με τα θέματα που εξετάζουν να παρέχουν μια ένδειξη της τρέχουσας κατάστασης των έξυπνων δικτύων, των περιοχών που προσελκύουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον και των προκλήσεων που παραμένουν.

Τα κύρια έργα επικεντρώνονται στο επίπεδο του συστήματος και όχι σε επιμέρους στοιχεία ή εφαρμογές. Σχεδιάζονται ως επί το πλείστον για να δοκιμάσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα το οποίο συντονίζει την είσοδο από διάφορους πόρους: ευέλικτη ζήτηση, αποθήκευση και εναλλασσόμενη παραγωγή ΑΠΕ. Είναι επίσης μεγάλα ή πολύ μεγάλα σε μέγεθος, γεγονός που αποτελεί θετικό σημάδι όσον αφορά την ωριμότητα και την επεκτασιμότητα.

Δύο τομείς ενδιαφέροντος φαίνεται να ξεχωρίζουν ιδιαίτερα: η ανταπόκριση στη ζήτηση και η συμμετοχή των καταναλωτών και η χρήση της αποκεντρωμένης αποθήκευσης σε VPP.

Τέλος, υπάρχουν ορισμένα άλλα έργα που επικεντρώνονται περισσότερο στην πλευρά του δικτύου, ιδίως στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και εργαλείων δικτύου.[28]

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

Η ανταπόκριση στη ζήτηση και η εμπλοκή των καταναλωτών αποτελούν βασικά θέματα για τα έργα που ξεκινούν το 2012. Τα έργα στοχεύουν στους μηχανισμούς της αγοράς (με χρήση της απάντησης στη ζήτηση, των δυναμικών τιμολογίων και των ελεγκτών διαχείρισης της οικιακής ενέργειας) προκειμένου οι καταναλωτές να συμμετέχουν ενεργά στις πράξεις του δικτύου. Ο αριθμός των εμπλεκόμενων καταναλωτών (έως 1 000) είναι σύμφωνος με τις δοκιμές των προηγούμενων ετών, επομένως δεν υπάρχει αύξηση του μεγέθους των δοκιμών όσον αφορά τη συμμετοχή των καταναλωτών.

Στο σχέδιο Greenlys (FR), με βάση την έξυπνη υποδομή μέτρησης LINKY, 1000 οικιακοί πελάτες και 40 εμπορικοί χώροι (γραφεία, καταστήματα κ.λπ.) δοκιμάζουν ευέλικτες επιλογές ζήτησης. Στο έργο MILLENER, περίπου 1 000 πελάτες διαθέτουν ελεγκτή ενέργειας ο οποίος μπορεί να διαχειριστεί τη χρήση φωτοβολταϊκών και αποθηκευτικού εξοπλισμού και να βελτιστοποιήσει τη διαχείριση της οικιακής ενέργειας.

Οι πελάτες συμμετέχουν μέσω εθελοντικής πρόσληψης. Φαίνεται ακόμα δύσκολο να βρεθεί μια στατιστικά αμερόληπτη επιλογή καταναλωτών ανάλογα με τα διαφορετικά τμήματα των πελατών.

Το πρόγραμμα INCAP πραγματεύεται τον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές μπορούν να ενθαρρυνθούν να υιοθετήσουν διαφορετικά τιμολόγια και τεχνολογία αυτόματης απόκρισης για τις κοινές οικιακές συσκευές, με κόστος που να το καθιστά αυτό ελκυστικό. Το έργο περιλαμβάνει ένα πείραμα πεδίου μεγάλης κλίμακας χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή αυτόματης απάντησης για μια κοινή συσκευή (π.χ. ψυγεία). Ισχυρίζεται ότι χρησιμοποιεί μια νέα προσέγγιση που επιτρέπει την εκτίμηση της κατανομής των φραγμών υιοθεσίας σε ένα μεγάλο αντιπροσωπευτικό δείγμα καταναλωτών ενέργειας και τη μέτρηση της αποδοχής από τους καταναλωτές. Δεν υπάρχουν επιπλέον πληροφορίες σε αυτό το στάδιο.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Οι εφαρμογές απόκρισης ζήτησης για πελάτες μεγάλου φορτίου βρίσκονται σε πιο ώριμη φάση.

Το νέο έργο Thames Valley Vision υλοποιεί αυτοματοποιημένο σύστημα απόκρισης ζήτησης σε 30 εμπορικά και οικιστικά κτίρια (άνω των 200 KW) τα οποία ρίχνουν φορτία κατά τη διάρκεια των αιχμών. Τα αποτελέσματα ενός προηγούμενου πιλοτικού προγράμματος δείχνουν δυναμικό μείωσης περίπου 10-20%. Ένα άλλο μέρος του έργου είναι να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο οι οικιακοί και εμπορικοί πελάτες (1 000 οικιακοί πελάτες και 100 μικροί εμπορικοί πελάτες) θα χρησιμοποιήσουν ηλεκτρική ενέργεια στο μέλλον, οπότε η βιομηχανία μπορεί να προβλέψει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη ζήτηση.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα ιδέα είναι αυτή που αναπτύχθηκε στο έργο Capacity to Customers C2C. Οι πελάτες μεγάλου φορτίου (οι οικιακοί πελάτες δεν περιλαμβάνονται) ανταμείβονται αν δέχονται ευέλικτες απαιτήσεις όσον αφορά την αποκατάσταση των διακοπών. Με άλλα λόγια, εάν οι πελάτες αποδέχονται ότι έχουν λιγότερο κρίσιμα φορτία (π.χ. κλιματισμό) που θα αποκατασταθούν αργότερα μετά από διακοπή, έχουν οικονομικά οφέλη. Αυτό μειώνει την ανάγκη για φορτία έκτακτης ανάγκης μετά από διακοπή λειτουργίας και εξοικονομεί ικανότητα για κανονικές λειτουργίες. Ως αποτέλεσμα, ορισμένες επενδύσεις ενίσχυσης μπορούν να αναβληθούν παρά την αυξανόμενη ζήτηση.[34]

- ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Η ενσωμάτωση της αποθήκευσης για την ενίσχυση της ευελιξίας του δικτύου αποτελεί σημαντικό στοιχείο ορισμένων από τα κύρια έργα που ξεκινούν το 2012.

Το έργο MILLENER θα εγκαταστήσει σε τρεις τοποθεσίες (Κορσική, Γουαδελούπη και Ρεϋνιόν) 500 συστήματα αποθήκευσης (συνολικά 3 MWh ενέργειας) στους χώρους των πελατών μαζί με ελεγκτές φωτοβολταϊκών και ενεργειακών φορτίων. Οι ρυθμιστές ενεργειακού φορτίου, οι οποίοι συνδέονται μέσω ενός συνδέσμου επικοινωνίας με τον χειριστή του συστήματος, θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για τη βελτιστοποίηση της αποθήκευσης και της παραγωγής φωτοβολταϊκών σύμφωνα με τις απαιτήσεις

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

και τις συνθήκες δικτύου. Ο έλεγχος της τοπικής αποθήκευσης είναι να εξασφαλιστεί η ισορροπία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και της παραγωγής στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών.

Η χρήση της αποθήκευσης μαζί με την ανταπόκριση της ζήτησης, προκειμένου να διασφαλιστεί η ευελιξία της ζήτησης αποτελούν επίσης βασικό στοιχείο των έργων New Thames Valley Vision και Smart Grid Hyllie.

Στόχος του έργου INGRID είναι η χρήση αποθηκευτικών χώρων για την παροχή υπηρεσιών εξισορρόπησης δικτύου. Το έργο συνδυάζει την ηλεκτρόλυση, την αποθήκευση υδρογόνου και την παρακολούθηση και έλεγχο έξυπνου δικτύου, ώστε να εξισορροπηθεί η προσφορά και η ζήτηση ενέργειας σε ένα σενάριο υψηλής διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μια εγκατάσταση αποθήκευσης ενέργειας 39 MWh θα συνδυάσει έναν ηλεκτρολύτη υδρογόνου ισχύος 1,2 MW με χωρητικότητα αποθήκευσης υδρογόνου έως 1 τόννο χρησιμοποιώντας τεχνολογία στερεάς κατάστασης.

Το έργο VENTEEA θα μελετήσει επίσης τη χρήση της αποθήκευσης για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών στα δίκτυα διανομής (MV, 20 kV στη Γαλλία) σε αγροτικές περιοχές με ισχυρή παραγωγή αιολικής ενέργειας (αιολική χωρητικότητα 800 MW). Το έργο θα διερευνήσει πώς η εγκατάσταση αποθήκευσης κοντά σε αποκεντρωμένους παραγωγικούς πόρους μπορεί να προσφέρει βοηθητικές υπηρεσίες στο δίκτυο (σταθεροποίηση δικτύου, έλεγχος τάσης, έλεγχος της παραγωγής αιολικής ενέργειας).

- **ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ**

Ο σκοπός του έργου iTESLA είναι να αναπτύξει μια κοινή εργαλειοθήκη, επιτρέποντας να αυξήσουν το συντονισμό και να εναρμονίσουν τις λειτουργικές διαδικασίες. Η δέσμη εργαλείων θα υποστηρίξει τη μελλοντική λειτουργία του πανευρωπαϊκού δικτύου μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και θα εισαγάγει μια σημαντική καινοτομία: τη διεξαγωγή επιχειρησιακών δυναμικών προσομοιώσεων στο πλαίσιο μιας πλήρως πιθανολογικής

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

προσέγγισης, υπερβαίνοντας έτσι την τρέχουσα προσέγγιση «N-1» και βελτιστοποίηση των δυνατοτήτων διαμετακόμισης του δικτύου σε διάφορες περιοχές (εθνικές, περιφερειακές, πανευρωπαϊκές) και χρονοδιαγράμματα (διήμερη προθεσμία, ημερήσια, ενδοημερήσια, σε πραγματικό χρόνο).

Το πρόγραμμα "Ευέλικτα δίκτυα για ένα μέλλον με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα" στο Ηνωμένο Βασίλειο θα δοκιμάσει μέτρα ενεργειακής απόδοσης και μέτρα μείωσης της ζήτησης για τους βιομηχανικούς και εμπορικούς πελάτες σε συνεργασία με το ερευνητικό ίδρυμα, τις εταιρίες παροχής ενέργειας και ένα ανεξάρτητο μέρος. Αυτό θα επικεντρωθεί στη χρήση τεχνολογίας όπως η βελτιστοποίηση τάσης, η διόρθωση του συντελεστή ισχύος και οι συσκευές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας που δεν απαιτούν άμεση αλλαγή της συμπεριφοράς των πελατών. Η καινοτόμος τεχνολογία δικτύου που θα αναπτυχθεί θα περιλαμβάνει τη δυναμική αποτίμηση των περιουσιακών στοιχείων του δικτύου για τη δημιουργία πρόσθετου χώρου όπου είναι δυνατόν, τον ευέλικτο έλεγχο δικτύου για την επανεξισορρόπηση της φόρτωσης του δικτύου με τη χρήση γειτονικών ομάδων δικτύου για την υποστήριξη της ζήτησης και την ενσωμάτωση της ρύθμισης τάσης και του εξοπλισμού αντιστάθμισης ισχύος περιορισμένης ικανότητας τάσης. Στόχος είναι η αύξηση της χωρητικότητας δικτύου κατά 20%. [26]

3.3.3 Εμπόδια και εναπομένουσες προκλήσεις

Είναι πολύ σημαντικό να αναγνωριστούν τα εμπόδια ούτως ώστε να σχεδιαστούν οι κατάλληλες στρατηγικές σε επόμενα σχέδια. Για παράδειγμα υπάρχουν τα τεχνικά εμπόδια όπως η έλλειψη προτύπων επικοινωνίας για τα ηλεκτροκίνητα οχήματα (Concept Aware Electric Vehicle Charging με βάση τις τιμές ενέργειας σε πραγματικό χρόνο), τα εντελώς διαφορετικά πρότυπα επικοινωνίας των συσκευών έξυπνων δικτύων (PREMIO) ή η έλλειψη των προτύπων στη διαλειτουργικότητα των οικιακών πύλων με εφαρμογές έξυπνων δικτύων (Encourage). Ένα άλλο τεχνικό εμπόδιο είναι η τεχνολογική ανωριμότητα ορισμένων συστατικών στοιχείων έξυπνων δικτύων. Για παράδειγμα, αυτό ήταν ένα από τα εμπόδια που αντιμετωπίστηκαν στο σχέδιο Inovgrid.

Τα ρυθμιστικά εμπόδια είναι μεγάλα σε πολλά έργα, ιδίως η αβεβαιότητα μεταξύ των φορέων όσον αφορά τους ρόλους και τις ευθύνες στις νέες εφαρμογές έξυπνων δικτύων (π.χ. στις αγορές βοηθητικών υπηρεσιών για την προώθηση της συμμετοχής των χρηστών στη ρύθμιση του δικτύου) και την αβεβαιότητα όσον αφορά την κατανομή του κόστους και των οφελών μεταξύ διαφορετικών φορέων (π.χ. αγορά ενεργητικής ζήτησης), η οποία δημιουργεί αβεβαιότητα ως προς τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα και ενδέχεται να παρεμποδίζει τις επενδύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό μπορεί να είναι το σημαντικότερο εμπόδιο για την εκτεταμένη υλοποίηση των εφαρμογών που ελέγχθηκαν στα εξεταζόμενα έργα έξυπνου δικτύου.

Τέλος, ορισμένοι συντονιστές έργων αναφέρουν ότι ένα άλλο σημαντικό εμπόδιο στην υλοποίηση των έργων ήταν η δυσκολία προσέγγισης και πρόσληψης των καταναλωτών που επιθυμούν να συμμετάσχουν στις δοκιμές. Αυτά ήταν όλα τα έργα σε φάση επίδειξης που συμμετείχαν ενεργά σε δοκιμές που συνδέονταν κυρίως με την εφαρμογή απόκρισης ζήτησης. Αυτό συνέβη, για παράδειγμα, σε έργα όπως η διεύθυνση, η EDRP και η Isernia. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι η μελέτη αποτελεσματικών τρόπων συμμετοχής των

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

καταναλωτών είναι ένα από τα βασικά προβλήματα στην κοινότητα των έξυπνων δικτύων .

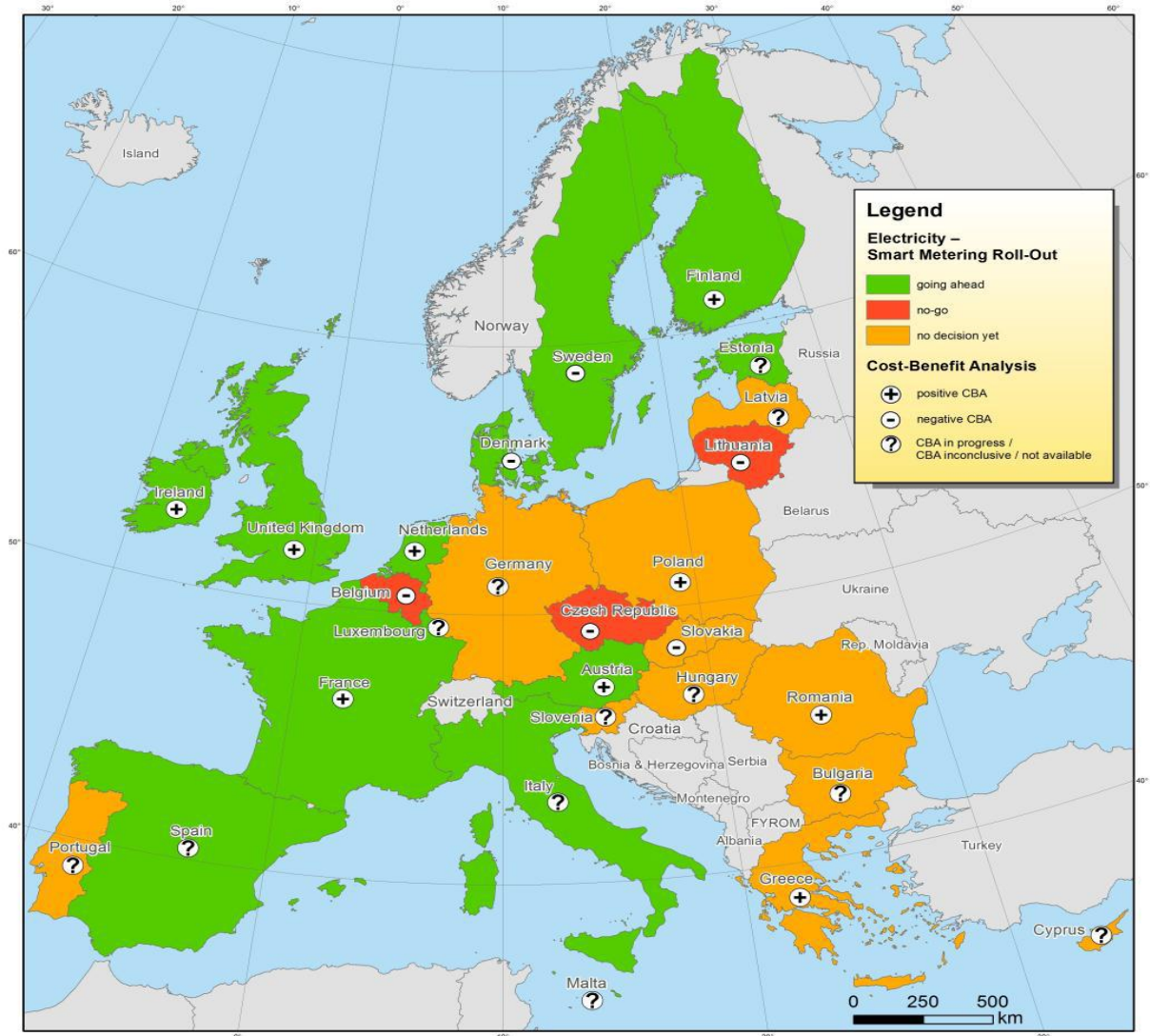
3.4 Smart metering

Η οδηγία 2009/72 / ΕΚ απαιτεί από τα κράτη μέλη να προχωρήσουν στην ανάπτυξη τουλάχιστον 80% των έξυπνων μετρητών στην επικράτειά τους έως το 2020, εάν η ανάλυση κόστους / ωφέλειας είναι θετική [ΕΚ 2012, ΕΕ 2009]. Η οδηγία αποτέλεσε σημαντικό κίνητρο για την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων μέτρησης.

Η βάση δεδομένων των έξυπνων μετρητών περιλαμβάνει περίπου 90 έργα που αφορούν την έξυπνη μέτρηση. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι έξυπνες μετρητικές εγκαταστάσεις διευθύνονται από τους διαχειριστές συστημάτων μεταφοράς / επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, εκτός από εκείνους στο Ηνωμένο Βασίλειο (με επικεφαλής τους λιανοπωλητές ενέργειας) και τη Βουλγαρία (υπό την ηγεσία μιας εταιρείας τηλεπικοινωνιών). Το μέγεθος των πιλότων ποικίλλει ευρέως από μερικές εκατοντάδες έως μερικές δεκάδες χιλιάδες μετρητές. Σε ένα αυξανόμενο αριθμό έργων, οι έξυπνες μετρητικές εγκαταστάσεις αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου έργου έξυπνου δικτύου, συνήθως σε συνδυασμό με νέα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου στην πλευρά του δικτύου ή με εφαρμογές απόκρισης ζήτησης και διαχείρισης ενέργειας στο έξυπνο σπίτι (π.χ. Smart City Malaga, Grid4EU, Inovgrid, Low Carbon London, Τιμή).

Ο αριθμός των πρωτοβουλιών που έχουν αναληφθεί στα κράτη μέλη είναι σημαντικός. Συχνά, πολλές τοπικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν εμπλακεί στην υλοποίηση ορισμένων μικρών έργων. Για παράδειγμα, η κυκλοφορία στη Σουηδία συνίστατο σε περίπου 150 διαφορετικά σχέδια έξυπνων μετρητών.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες



Εικόνα 5: Smart metering στην ΕΕ

3.4.1 Έξυπνη μέτρηση και καταναλωτές

Τα κύρια οφέλη για τους καταναλωτές από την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- ✓ Εξοικονόμηση ενέργειας: οι έξυπνοι μετρητές βοηθούν τους καταναλωτές να μειώσουν την κατανάλωσή τους και να εξοικονομήσουν ενέργεια

Οι δοκιμές συμπεριφοράς πελατών μέσω έξυπνων μετρήσεων στην Ιρλανδία έδειξαν ότι οι έξυπνοι μετρητές βοήθησαν το 82% των συμμετεχόντων να κάνουν κάποια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Χάρη στους έξυπνους μετρητές British Gas and First Utility στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 64% των καταναλωτών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα αναγνώρισε τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σε πολλά κράτη μέλη, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι τα κύρια οφέλη που προκύπτουν από την έξυπνη μέτρηση. Συνήθως, θεωρείται συντηρητικά ότι η έξυπνη μέτρηση θα αποφέρει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 2-3%.

Η χρήση οθονών προβολών στο σπίτι μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο συμπλήρωμα των έξυπνων μετρητών για την παροχή περαιτέρω κινήτρων για εξοικονόμηση ενέργειας και μετατόπιση φορτίου αιχμής. Για παράδειγμα, στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι εσωτερικές οθόνες εγκαθίστανται μαζί με έξυπνους μετρητές. Τα διαθέσιμα δεδομένα δείχνουν ότι η εγκατάσταση των οθονών στο σπίτι είναι χρήσιμη όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, εάν η συσκευή έχει περιορισμένο κόστος (της τάξης των λίγων δεκάδων ευρώ).

- ✓ Ενεργοποίηση της απόκρισης της ζήτησης μέσω των πραγματικών δεδομένων που ανακτώνται από το μετρητή και των δυναμικών τιμολογίων

Πιλοτικές μελέτες έχουν δείξει ότι η ανταπόκριση στη ζήτηση και οι δυναμικοί τιμοκαταλόγοι που καθίστανται δυνατοί από τους έξυπνους μετρητές μπορούν με τη σειρά τους να ενισχύσουν την επιχειρηματική περίπτωση των έξυπνων μετρητών. Ένας αυξανόμενος αριθμός έργων δοκιμάζει την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών μαζί με εσωτερικές οθόνες, ελεγκτές οικιακής ενέργειας και έξυπνες συσκευές για την εφαρμογή δυναμικών ρυθμών και αντίδρασης στη ζήτηση.

Οι έξυπνοι μετρητές σημαίνουν ότι πολλές νέες υπηρεσίες μπορούν να προσφερθούν στην αγορά. Πρώτα απ' όλα, ανοίγουν την πόρτα σε καινούργιους, δυναμικούς ρυθμούς. Τα έργα της E-Energy στη Γερμανία, για παράδειγμα, έχουν δοκιμάσει νέα ποσοστά ενέργειας, που κυμαίνονται από χρονικά μεταβλητά ποσοστά έως δυναμικά ποσοστά και ποσοστά συμβάντων (χρεώνονται εξαιρετικά υψηλές ή χαμηλές τιμές ανά kWh σε εξωτερικά γεγονότα). Τα έργα έχουν δείξει ότι τα τιμολόγια που αντανακλούν

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

περισσότερο το δίκτυο και τις συνθήκες της αγοράς μπορούν να επιφέρουν αισθητά επίπεδα ευελιξίας στη ζήτηση και στην πλευρά της προσφοράς.

Δεν είναι ακόμη δυνατή η ευελιξία μάρκετινγκ σε πρωτογενή και δευτερεύοντα αποθεματικά, αλλά μπορούν να προσφερθούν για σχεδόν εξισορροπητική ενέργεια σε πραγματικό χρόνο και για παροχή βοηθητικών υπηρεσιών (έλεγχος τάσης, έλεγχος συχνότητας, αντιστάθμιση αντλητικής ισχύος).

- ✓ Καινοτόμες υπηρεσίες για τους καταναλωτές: έξυπνοι μετρητές ανοίγουν την πόρτα για έξυπνες λύσεις στο σπίτι και καινοτόμες υπηρεσίες αυτοματισμού στο σπίτι

Χάρη στις καινοτόμες υπηρεσίες που παρέχουν οι έξυπνοι μετρητές (όπως η ενεργειακή διαχείριση στο σπίτι και η ανταπόκριση στη ζήτηση), οι έξυπνες συσκευές και η μικροπαραγωγή μπορούν να αποτελέσουν μια οικονομικά ελκυστική πρόταση για τους καταναλωτές, συμβάλλοντας στη μείωση των λογαριασμών ενέργειας και στην αύξηση της άνεσης.

Ένα σημείο ανησυχίας είναι ότι τα περισσότερα έργα όπου η έξυπνη μέτρηση συνδέεται με τη συμμετοχή των καταναλωτών εξακολουθούν να έχουν περιορισμένο πεδίο εφαρμογής αφού οι πιλότοι έξυπνων μετρητών με άμεση συμμετοχή των καταναλωτών συνήθως απασχολούν περίπου 2 000 καταναλωτές ή λιγότερους. Επίσης, οι καταναλωτές συνήθως εθελοντικά συμμετέχουν στο έργο και, ως εκ τούτου, δεν είναι απαραίτητως αντιπροσωπευτικοί του μεγαλύτερου πληθυσμού όσον αφορά το κίνητρο και την ευελιξία συμπεριφοράς.

- ✓ Ενδυνάμωση των καταναλωτών: οι έξυπνοι μετρητές θα βελτιώσουν τον ανταγωνισμό στις αγορές λιανικής

Οι έξυπνοι μετρητές μπορούν να βελτιώσουν τον ανταγωνισμό και να υποστηρίξουν την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών στις λιανικές αγορές με:

- ο διευκόλυνση της διαδικασίας αλλαγής προμηθευτή (π.χ. στο σχέδιο AMR (SE), ο χρόνος διεξαγωγής των μετρήσεων εξαγωγής μετρητών στους προμηθευτές μειώθηκε από 30 ημέρες σε πέντε).

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- να επιτρέπουν στους καταναλωτές να επιλέγουν από διαφορετικές προσφορές και διαφορετικούς προμηθευτές που προσαρμόζονται καλύτερα στα πρότυπα κατανάλωσης τους.
- να επιτρέψει στους καταναλωτές να λαμβάνουν πιο διαφανή και ακριβή τιμολόγια

3.4.2 Η πρόοδος της έξυπνης μέτρησης σε όλη την Ευρώπη

Σημαντικές επενδύσεις έχουν ήδη κινητοποιηθεί και μερικές χώρες έχουν ήδη προχωρήσει σε πλήρη ανάπτυξη έξυπνων μετρητών. Μια συντηρητική εκτίμηση είναι ότι τουλάχιστον 5 δισεκατομμύρια ευρώ έχουν δαπανηθεί μέχρι σήμερα για τους πιλότους έξυπνης μέτρησης και τα roll-outs.

Κατά τα έτη 2001-2008, η Ιταλία εγκατέστησε περίπου 36 εκατομμύρια έξυπνα μέτρα για συνολική επένδυση ύψους 2,1 δισ. Ευρώ. Κατά τα έτη 2003-2009, η Σουηδία ολοκλήρωσε την πλήρη ανάπτυξή της εγκαθιστώντας 5,2 εκατομμύρια έξυπνα μέτρα για μια συνολική επένδυση ύψους περίπου 1,5 δισ. Ευρώ. Η Μάλτα και η Φινλανδία θα ολοκληρώσουν την ανάπτυξη έξυπνων μετρητών μέχρι το 2013. Η Φινλανδία εγκαθιστά 5,1 εκατομμύρια μέτρα για συνολική επένδυση ύψους 600-900 εκατομμυρίων ευρώ. Η Μάλτα πρόκειται να ολοκληρώσει την εγκατάσταση περίπου 250 χιλιάδων μέτρων για συνολική επένδυση ύψους 86,5 εκατ. Ευρώ.

✓ Υποδομή επικοινωνίας

Τα έργα που εξετάστηκαν υπογραμμίζουν ότι τρεις επιλογές επικοινωνιακής υποδομής είναι συνήθως διαθέσιμες για έξυπνη μέτρηση: επικοινωνία μέσω του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, επικοινωνία μέσω τηλεφωνικών γραμμών και καλωδιακής υποδομής (ADSL, τηλεοπτικό καλώδιο διανομής) και ασύρματη επικοινωνία (κινητή τηλεφωνία, ραδιόφωνο Συχνότητα -RF).

Η ανάλυση των ερευνηθέντων έργων δείχνει σαφώς ότι η επιλογή μιας συγκεκριμένης επιλογής επικοινωνίας εξαρτάται έντονα από τις τοπικές συνθήκες. Ωστόσο, σύμφωνα με τις διαθέσιμες πληροφορίες, η πιο διαδεδομένη δυνατότητα επικοινωνίας είναι η συνδυασμένη χρήση PLC για τη

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

σύνδεση έξυπνου μετρητή-συμπυκνωτή στον δευτερεύοντα υποσταθμό και η χρήση του GSM / GPRS για τη σύνδεση του συστήματος διαχείρισης δεδομένων με συγκεντρωτές.

Ένα άλλο στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση των ερευνηθέντων έργων είναι ότι, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές επιλογές όσον αφορά την επικοινωνιακή υποδομή, τις λειτουργίες των έξυπνων μετρητών και τις τοπικές συνθήκες (π.χ. αστικές και αγροτικές εγκαταστάσεις, οικονομίες κλίμακας), αναμένεται ότι το κόστος ανά έξυπνο μετρητή μπορεί να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των χωρών και περιοχών. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα, το κόστος της υποδομής έξυπνης μέτρησης κυμαίνεται από λιγότερο από 100 ευρώ έως και περίπου 400 ευρώ ανά σημείο μέτρησης. Με απόλυτη συνέπεια στα έργα, οι έξυπνοι μετρητές υποτίθεται ότι έχουν μέση διάρκεια ζωής 15 ετών.[26]

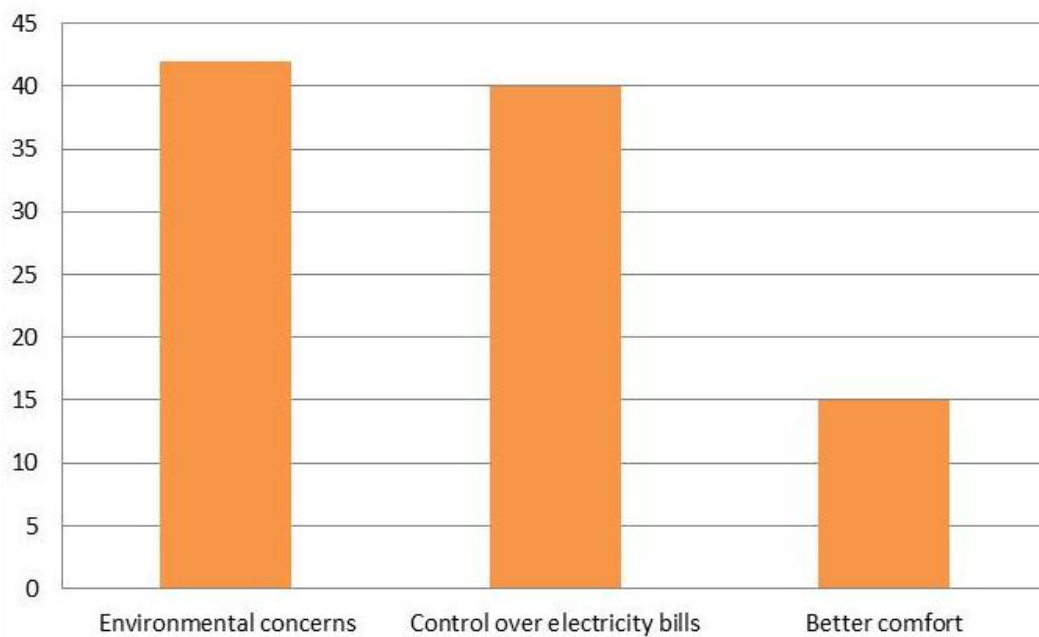
3.5 Προκλήσεις και στρατηγικές επιτυχίας

Δύο σημεία που συχνά αναφέρονται ως κρίσιμα είναι η έλλειψη εμπιστοσύνης των καταναλωτών και οι αβεβαιότητες σχετικά με τη χρήση διαφορετικών κινητήριων παραγόντων.

3.5.1 Παράγοντες κινήτρου

Η κατανόηση των αξιών που επηρεάζουν την επιλογή των καταναλωτών έχει ζωτική σημασία για την κατάτμηση των καταναλωτών βάσει μη παραδοσιακών παραγόντων, όπως οι στάσεις και τα κίνητρα όσον αφορά τη χρήση ενέργειας. Αυτοί οι παράγοντες διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στην πραγματική ενεργοποίηση της αλλαγής της συμπεριφοράς και χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο από τους φορείς παροχής ενέργειας ως κίνητρα για την τόνωση της συμμετοχής των καταναλωτών και την προώθηση των έργων έξυπνων δικτύων.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες



Εικόνα 6: Ενθαρρυντικοί παράγοντες

Όπως φαίνεται από το παραπάνω σχήμα οι ενθαρρυντικοί παράγοντες που χρησιμοποιούνται συνήθως από έργα ευφυών δικτύων στην Ευρώπη είναι: (i) περιβαλλοντικοί προβληματισμοί, (ii) έλεγχος λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος και (iii) καλύτερη άνεση. Τα περισσότερα από τα έργα χρησιμοποιούν περισσότερους από έναν παράγοντες, συνδυάζοντας συνήθως τις περιβαλλοντικές ανησυχίες με τη μείωση του κόστους. Αυτό δείχνει ότι οι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας δεν στοχεύουν ακόμη σε συγκεκριμένα τμήματα πελατών, αλλά ασχολούνται μαζικά με τους καταναλωτές, προσπαθώντας να τους προσελκύσουν με ένα συνδυασμό κινητήριων παραγόντων.

✓ Περιβαλλοντικές ανησυχίες

Προκύπτει ότι οι περιβαλλοντικοί προβληματισμοί είναι ο κινητήριος παράγοντας που χρησιμοποιείται περισσότερο στα έργα. Αρκετές μελέτες έχουν επισημάνει ότι οι περιβαλλοντικοί προβληματισμοί γίνονται μια σημαντική μεταβλητή στις επιλογές των καταναλωτών. Μια έρευνα καταναλωτών από την IBM, για παράδειγμα, διαπίστωσε ότι το 70% των ερωτηθέντων καταναλωτών ανέφερε περιβαλλοντικούς παράγοντες ως

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

σημαντικό παράγοντα στην επιλογή τους για ενέργεια και άλλα προϊόντα [Valocchi et al., 2009]. Μια άλλη πρόσφατη έρευνα επιβεβαιώνει ότι, ενώ οι καταναλωτές θεωρούν σημαντική την αξιοπιστία της προσφοράς και τα τιμολόγια, αποδίδουν εξίσου υψηλή αξία σε ευρύτερα περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα [Ngar-yin Mah et al., 2012]. Ωστόσο, μερικές μελέτες τονίζουν ότι μόνο οι περιβαλλοντικές ανησυχίες δεν επαρκούν για να εμπλακούν οι μη στοχευόμενοι καταναλωτές.

Μια πρόσφατη έρευνα της Accenture [Accenture, 2010b] αποκαλύπτει ότι, όταν αποφασίζει να υιοθετήσει ένα πρόγραμμα διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας, ο μέσος καταναλωτής αποδίδει σχετικά μικρότερη σημασία στην περιβαλλοντική επίπτωση σε σύγκριση με άλλα κίνητρα. Οι μελέτες αυτές δεν είναι συγκεκριμένες για την ευρωπαϊκή αγορά και ο βαθμός στον οποίο τα συμπεράσματά τους μπορούν να εφαρμοστούν στους ευρωπαίους πελάτες είναι ασαφής. Οι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας που καταστρώνουν σχέδια εμπλοκής των καταναλωτών στην Ευρώπη θεωρούν ότι οι περιβαλλοντικές ανησυχίες αποτελούν έναν ελκυστικό κινητήριο παράγοντα που χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με τη μείωση / τον έλεγχο των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος, υποδεικνύοντας μια κάποια έλλειψη εμπιστοσύνης στην αποτελεσματικότητά του όταν χρησιμοποιείται μόνη σε μη στοχοθετημένες πρωτοβουλίες .

✓ Μείωση / έλεγχος λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος

Η «μείωση / έλεγχος των λογαριασμών ηλεκτρικού ρεύματος» είναι ο δεύτερος πιο συχνός κινητήριο παράγοντας. Ωστόσο, ορισμένοι συντονιστές έργων επεσήμαναν μια δυσκολία εξαιτίας της αβεβαιότητας ως προς το αν οι καταναλωτές θα μπορέσουν πραγματικά να βιώσουν αυτά τα οφέλη. Ο κίνδυνος εδώ είναι ότι οι καταναλωτές που δεν κάνουν την εξοικονόμηση που αναμένεται από την αλλαγή της συμπεριφοράς τους θα μπορούσαν να θεωρήσουν ολόκληρη την εμπειρία απογοητευτική [Hargreaves et al., 2010]. Αυτή η αντίδραση θα αποτελούσε σημαντικό πλήγμα στη διαδικασία εμπλοκής των καταναλωτών και θα μπορούσε να βλάψει σοβαρά κάθε είδους εμπιστοσύνη που μπορεί να έχει ήδη αποδειχθεί.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

✓ Καλύτερη άνεση

Ο κινητήριος παράγοντας που αναφέρεται λιγότερο από τα έργα ήταν η «καλύτερη άνεση», δηλαδή η παροχή τεχνολογικών λύσεων που επιτρέπει την αυξημένη άνεση και τον μεγαλύτερο έλεγχο της χρήσης ενέργειας. Ο τομέας των καταναλωτών, τον οποίο μπορεί να προσελκύσει περισσότερο αυτός ο παράγοντας, είναι αυτός των ενθουσιωδών τεχνολογιών, δηλαδή των καταναλωτών που ενδιαφέρονται για την ίδια την τεχνολογία, είτε για επαγγελματικούς λόγους είτε επειδή αντιπροσωπεύει ένα άλλο gadget.

3.5.2 Επιτυχημένες στρατηγικές

✓ Καταστάσεις απόκρισης και κατανάλωσης των καταναλωτών

Η παρατήρηση των απαντήσεων των καταναλωτών σε νεοεισαχθέντες μηχανισμούς και τεχνικές λύσεις είναι απαραίτητη για να διερευνηθεί η βιωσιμότητά τους και η επίδρασή τους στο ενεργειακό σύστημα. Ορισμένα από τα έργα εξετάζουν τις απαντήσεις των καταναλωτών σε δυναμικά τιμολόγια και άλλα προγράμματα παροχής κινήτρων.

Στο EcoGrid EU οι καταναλωτές συμμετέχουν με ευέλικτη ανταπόκριση στη ζήτηση σε σήματα τιμών σε πραγματικό χρόνο. Οι συμμετέχοντες είναι εξοπλισμένοι με οικιακές συσκευές / συσκευές απάντησης ζήτησης με χρήση πύλης και έξυπνων ελεγκτών. Οι καταναλωτές μπορούν να δουν τιμές σε πραγματικό χρόνο και να προετοιμάσουν τις προτιμήσεις τους για αυτόματη ζήτηση-απόκριση, π.χ. μέσω διαφόρων συμβάσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Η αυτοματοποίηση και η επιλογή των πελατών αποτελούν βασικά στοιχεία του έργου.

Στο έργο Μίνι Βερολίνο περιλαμβάνονται 50 EV (Mini E) στο δρόμο με δημόσια πρόσβαση σε σημεία φόρτισης. Ελέγχει την αλληλεπίδραση των ηλεκτρικών οχημάτων σε καθημερινές συνθήκες και διερευνά την απόδοση των EV όχι μόνο από τεχνική άποψη, αλλά και παρακολουθώντας τα πρότυπα συμπεριφοράς και προτιμήσεων των χρηστών.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

✓ Στρατηγικές συμμετοχής των καταναλωτών

Η εγκατάσταση της κατάλληλης υποδομής (έξυπνοι μετρητές, εσωτερικές οθόνες) και η παροχή λεπτομερών πληροφοριών από μόνα τους δεν επαρκούν για τη συμμετοχή των καταναλωτών.

Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη των έργων έχουν αρχίσει να αναπτύσσουν διαφοροποιημένες στρατηγικές για να βρουν τον καλύτερο τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών στους καταναλωτές και ενδεχομένως σε διαφορετικούς καταναλωτικούς τομείς, καθώς και την τελειοποίηση των στρατηγικών υπό το πρίσμα των αντιδράσεων.

Στο έργο Ewz-Studie Smart Metering, η Ζυρίχη στοχεύει ταυτόχρονα να αξιολογήσει την ανταπόκριση των καταναλωτών σε διαφορετικούς τρόπους συμμετοχής τους, συμπεριλαμβανομένων των επιδείξεων στο σπίτι, των συμβουλών των εμπειρογνομόνων, του κοινωνικού ανταγωνισμού και της κοινωνικής σύγκρισης. Οι μεμονωμένες έρευνες διεξάγονται πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη δοκιμή για να εκτιμηθεί η ανταπόκριση και η ικανοποίηση των καταναλωτών.

Το πρόγραμμα Consumer to Grid στοχεύει στη δοκιμή και τη μέτρηση της αλλαγής συμπεριφοράς που προκαλείται από διαφορετικά μέσα ανατροφοδότησης, μηνιαία τιμολόγια, έναν ιστότοπο βελτιστοποιημένο για έξυπνο τηλέφωνο, οθόνες στο σπίτι και ένα ad-hoc gadget ανατροφοδότησης. Η αλλαγή συμπεριφοράς αξιολογείται μέσω επαλήθευσης δεδομένων (έξυπνοι μετρητές), ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων.

Πολλά έργα επικεντρώνονται μόνο σε μια λύση ανατροφοδότησης, συνήθως σε οθόνες, αλλά διερευνούν τη σημασία της χρήσης συμπληρωματικών μέσων για τη συμμετοχή του καταναλωτή.

Στο έργο ESB Smart Meter, οι εσωτερικές οθόνες συνδυάζονται με οπτικές ανακλήσεις όπως αυτοκόλλητα, μαγνήτες και δείκτες κατανάλωσης ενέργειας, οι οποίες αποδείχθηκαν αποτελεσματικά εργαλεία. Παραδείγματος χάριν, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαγνήτες και τα αυτοκόλλητα ψυγείου

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

επιτυγχάνουν το 80% ανάκλησης, με το 75% των χρηστών να βρίσκουν χρήσιμο τον μαγνήτη και το αυτοκόλλητο 63%.

Άλλα έργα διερευνούν το ρόλο των παιχνιδιών στην προώθηση της ευαισθητοποίησης και τη συμμετοχή των καταναλωτών. Το πρόγραμμα BeAware - Boosting Energy AWAREness περιλαμβάνει τους ενεργειακούς καταναλωτές ως ενεργούς παίκτες μέσω του συστήματος EnergyLife, το οποίο χρησιμοποιεί ασύρματο αισθητήρα και έξυπνο τηλέφωνο. Το σύστημα βασίζεται σε συμβουλές ευαισθητοποίησης και ανατροφοδότηση κατανάλωσης. Ο πρώτος σκοπός είναι να αυξηθεί η γνώση των καταναλωτών σχετικά με τις συνέπειες της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η τελευταία δείχνει την πραγματική κατανάλωση ενέργειας όσον αφορά την απόσταση από τον επιλεγμένο στόχο εξοικονόμησης. Προκειμένου να εμπλακεί ο καταναλωτής, το σύστημα λειτουργεί σαν παιχνίδι: η συνειδητοποίηση και η κατανάλωση εκφράζονται σε βαθμολογίες, οι στόχοι χωρίζονται σε υπο-στόχους και η κατανάλωση εκφράζεται σε βαθμολογίες που συνδέονται με διαφορετικά επίπεδα του παιχνιδιού, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένας στόχος σε ένα επίπεδο παρέχει πρόσβαση σε υψηλότερο επίπεδο. τα υψηλότερα επίπεδα έχουν μεγαλύτερο βαθμό δυσκολίας και πλουσιότερες λειτουργίες. Τέλος, η γνώση δοκιμάζεται μέσω κουίζ και βελτιώνεται μέσω συμβουλών, ενισχύοντας περαιτέρω την ευαισθητοποίηση [Jacucci et al., 2009]. Η δραστηριότητα εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να συζητηθεί με άλλους που συμμετέχουν στο ίδιο πρόγραμμα. Η συγκριτική ανατροφοδότηση μπορεί να οδηγήσει σε μια αίσθηση ανταγωνισμού, κοινωνική σύγκριση και κοινωνική πίεση, που μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν χρησιμοποιούνται και άλλες ως ομάδα αναφοράς [Abrahamse et al., 2005].

Το έργο Ecoffices βασίζεται σε μια «ενεργειακή πρόκληση στα γραφεία», ενθαρρύνοντας τους εργαζόμενους με ένα διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο να χρησιμοποιούν ενέργεια πιο έξυπνα. Οι εργαζόμενοι καλούνται να συμμετάσχουν σε μια συλλογική προσπάθεια να γίνει πιο «πράσινη» η εταιρεία τους μέσω διαγωνισμού βασισμένου σε δεδομένα χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Υπάρχει ανταμοιβή για τη νικήτρια ομάδα. Οι

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

εργαζόμενοι ενημερώνονται τακτικά για την οικολογική συμπεριφορά τους και για το πώς μπορούν να βελτιωθούν. Ένα από τα συμπεράσματα είναι ότι θα ήταν επωφελές να προστεθεί ένα σύστημα "push information", όπως ένα εβδομαδιαίο ηλεκτρονικό μήνυμα στους συμμετέχοντες, το οποίο θα συνοψίζει τις βασικές πληροφορίες από την διεπαφή ιστού.

Γενικά πολλοί συντονιστές έργων ανέφεραν υψηλό επίπεδο σκεπτικισμού του καταναλωτή. Οι πελάτες έχουν την τάση να αναζητούν σχέσεις με περισσότερη αμοιβαία εμπιστοσύνη και δέσμευση και είναι λιγότερο επιφυλακτικοί όταν εμπλέκονται στο έργο αξιόπιστοι οργανισμοί ή αριθμοί που θεωρούνται ουδέτεροι. Ορισμένα σχέδια άρχισαν να πραγματοποιούν άμεση και προσωπική επαφή με τον καταναλωτή, χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό μέσων που κυμαίνονται από επιστολές πληροφοριών έως προγραμματισμένες συναντήσεις ενός προς ένα. Άλλα έργα έχουν αρχίσει να προσεγγίζουν τους πελάτες με έναν οργανισμό ή ένα πρόσωπο εμπιστοσύνης («άνοιγμα πόρτας») και αυτό αποδείχθηκε μια επιτυχημένη στρατηγική.

3.6 Κοινωνικές επιπτώσεις των έξυπνων δικτύων

Η ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων παρουσιάζει την αβεβαιότητα καθώς και τον κίνδυνο, ιδίως σε σχέση με τους κοινωνικούς και πολιτιστικούς παράγοντες. Προκειμένου τα μελλοντικά έξυπνα δίκτυα να είναι επιτυχή, οι κοινωνικές και πολιτιστικές αντιλήψεις πρέπει να ενσωματωθούν σε κρίσιμες απαιτήσεις σε πρώιμο στάδιο.

Γενικότερα έχει διαπιστωθεί έλλειψη ιδιαίτερης προσοχής στις κοινωνικές επιπτώσεις των έξυπνων δικτύων. Ωστόσο θεωρείται ότι υπάρχουν κοινωνικές πτυχές που σχετίζονται με την επιτυχία των έξυπνων δικτύων (θέσεις εργασίας, εσωτερική κινητικότητα, γήρανση του εργατικού δυναμικού και έλλειψη νέων δεξιοτήτων και ικανοτήτων, ιδιωτικότητα, ευάλωτοι καταναλωτές, ασφάλεια).

Ορισμένα έργα ανέφεραν τις ανησυχίες των συμμετεχόντων σχετικά με τις επιπτώσεις στην υγεία των ασύρματων εκπομπών από τους αισθητήρες /

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

μετρητές που εγκαταστάθηκαν για το έργο (ECOFFICE). Ορισμένα άλλα έργα ανέφεραν ότι έχουν αντιμετωπίσει τη διαφάνεια και το άνοιγμα, παρέχοντας πληροφορίες και παρουσιάσεις στους τοπικούς κατοίκους που συμμετέχουν στο έργο (PREMIO, πιλοτική περιοχή του Βερολίνου-Πότσταμ για την ηλεκτρική κινητικότητα, «BeMobility 2.0»).

Αμερικανικό Τμήμα Ενέργειας - Πρόγραμμα ARRA Smart Grid

Ένα από τα μεγαλύτερα προγράμματα ανάπτυξης στον κόσμο μέχρι σήμερα είναι το Πρόγραμμα Smart Grid της Αμερικανικής Υπηρεσίας Ενέργειας που χρηματοδοτείται από τον Αμερικανικό νόμο. Συνολικά, περισσότερα από 9 δισεκατομμύρια δολάρια δημόσιων και ιδιωτικών κεφαλαίων επενδύθηκαν στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος. Οι τεχνολογίες περιελάμβαναν την προηγμένη υποδομή μέτρησης, η οποία περιλαμβάνει πάνω από 65 εκατομμύρια προηγμένους "έξυπνους" μετρητές, συστήματα διεπαφής πελάτη, αυτοματισμό διανομής και υποσταθμών, συστήματα βελτιστοποίησης Volt/VAR, πάνω από 1.000 συγχρονιστές, δυναμική βαθμολόγηση γραμμών και συστήματα και έργα ενσωμάτωσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Το πρόγραμμα αυτό αποτελείται από επενδυτικές επιχορηγήσεις, έργα επίδειξης, μελέτες αποδοχής καταναλωτών και προγράμματα εκπαίδευσης εργαζομένων.

Όστιν, Τέξας

Στις ΗΠΑ, η πόλη του Όστιν, Τέξας εργάζεται για την κατασκευή του έξυπνου δικτύου από το 2003, όταν η χρησιμότητά της αντικατέστησε για πρώτη φορά το 1/3 των μετρητών με έξυπνους μετρητές που επικοινωνούν μέσω ασύρματου δικτύου. Αυτή τη στιγμή διαχειρίζεται 200.000 συσκευές σε πραγματικό χρόνο (έξυπνοι μετρητές, έξυπνοι θερμοστάτες και αισθητήρες σε όλη την περιοχή εξυπηρέτησης) και αναμένει ότι θα υποστηρίξει 500.000 συσκευές σε πραγματικό χρόνο εξυπηρετώντας 1 εκατομμύριο καταναλωτές και 43.000 επιχειρήσεις.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Boulder, Κολοράντο

Η πόλη του Κολοράντο ολοκλήρωσε την πρώτη φάση του έργου έξυπνου δικτύου τον Αύγουστο του 2008. Και τα δύο συστήματα χρησιμοποιούν τον έξυπνο μετρητή ως πύλη στο δίκτυο αυτοματισμού οικιακής χρήσης που ελέγχει έξυπνες υποδοχές και συσκευές. Ορισμένοι σχεδιαστές προτιμούν τις λειτουργίες ελέγχου αποσύνδεσης από το μετρητή, εξαιτίας των μελλοντικών αναντιστοιχιών με τα νέα πρότυπα και τεχνολογίες που διατίθενται από το ταχέως κινούμενο επιχειρηματικό τμήμα των οικιακών ηλεκτρονικών συσκευών [99].

Hydro One

Η Hydro One, στο Οντάριο, βρίσκεται στον κόμβο μιας μεγάλης κλίμακας πρωτοβουλίας Smart Grid, αναπτύσσοντας μια υποδομή επικοινωνιών συμβατή με τα πρότυπα της Trilliant. Η πρωτοβουλία κέρδισε το Βραβείο "Καλύτερη AMR Πρωτοβουλία στη Βόρεια Αμερική" από το Δίκτυο Σχεδιασμού Χρησιμότητας [100].

Australia

Η Adelaide στην Αυστραλία σχεδιάζει επίσης να υλοποιήσει ένα τοπικό δίκτυο πράσινου Smart Grid στο δίκτυο ανασυγκρότησης του Tonsley Park. [102] Το Σύδνεϋ επίσης στην Αυστραλία, σε συνεργασία με την Αυστραλιανή Κυβέρνηση, εφάρμοσε το πρόγραμμα Smart Grid, Smart City. [103] [104]

Μασαχουσέτη

Μια από τις πρώτες απόπειρες υλοποίησης τεχνολογιών "έξυπνου δικτύου" στις Ηνωμένες Πολιτείες απορρίφθηκε το 2009 από ρυθμιστικές αρχές ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοινοπολιτεία της Μασαχουσέτης [108]. Σύμφωνα με άρθρο του Boston Globe, η θυγατρική εταιρεία της North Eastern Utilities Western Massachusetts Electric Co. προσπάθησε να δημιουργήσει ένα

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

πρόγραμμα "έξυπνου δικτύου" χρησιμοποιώντας δημόσιες επιδοτήσεις, με σκοπό να μεταπηδήσουν πελάτες χαμηλού εισοδήματος από την μεταπληρωμή στην προπληρωμή χρέωσης για την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται πάνω από ένα προκαθορισμένο ποσό. [108] Το σχέδιο αυτό απορρίφθηκε από τις ρυθμιστικές αρχές, καθώς «μείωσε σημαντικά προστατευτικά μέτρα για τους πελάτες χαμηλού εισοδήματος έναντι των διακοπών» [108]. Ένας εκπρόσωπος για μια περιβαλλοντική ομάδα που υποστηρίζει τα σχέδια έξυπνων δικτύων και το σχέδιο «έξυπνου δικτύου» της Western Massachusetts Electric, δήλωσε ειδικότερα ότι «εάν χρησιμοποιηθεί σωστά, η τεχνολογία έξυπνων δικτύων έχει πολλές δυνατότητες να μειώσει τη ζήτηση αιχμής, πράγμα που θα επιτρέψει να κλείσουν μερικά από τα παλαιότερα, πιο ρυπογόνα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής».[26]

eEnergy Vermont

Η κοινοπραξία eEnergy Vermont [109] είναι μια αμερικανική κρατική πρωτοβουλία στο Βερμόντ, η οποία χρηματοδοτείται εν μέρει μέσω του αμερικανικού νόμου ανάκτησης και επανεπένδυσης του 2009, όπου όλες οι επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στην πολιτεία υιοθέτησαν γρήγορα μια ποικιλία τεχνολογιών Smart Grid, με 90% ανάπτυξη προηγμένης υποδομής μέτρησης και σήμερα αξιολογούν μια ποικιλία δομών δυναμικού ρυθμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

4.1 Έξυπνο σπίτι

Ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας για το “έξυπνο σπίτι” στόχο έχει να μειώσει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας ικανοποιώντας παράλληλα τις ανάγκες των ατόμων που ζουν σε αυτό. Σε γενικές γραμμές ένα τέτοιο σύστημα λαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τις δραστηριότητες που βρίσκονται κάθε στιγμή σε εξέλιξη μέσα στην κατοικία και τις ανάγκες κατανάλωσης ενέργειας για την ασφαλή, άνετη και ανεμπόδιστη διενέργεια τους. Πιο συγκεκριμένα ένα τέτοιο σύστημα αναλαμβάνει να ελέγχει και να ρυθμίζει την κατανάλωση κάθε συνδεδεμένης συσκευής σύμφωνα με την διακύμανση της τιμής της σε πραγματικό χρόνο) λαμβάνοντας ωστόσο υπόψη του και τις ιδιαίτερες προτιμήσεις των ενοίκων του ώστε να τους εξασφαλίσει μια άνετη διαβίωση.

Όταν σχεδιάζεται μια τέτοια στρατηγική για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσα σε ένα κτίριο, είναι ιδιαίτερης σημασίας να κατανοηθεί που η ενέργεια αυτή έχει απώλειες. Έτσι πρέπει να ληφθεί υπόψη η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου πχ ενδοδαπέδια θέρμανση, η θερμομόνωση της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου που έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον, η ποιότητα και το υλικό κατασκευής των κουφωμάτων (πόρτες, παράθυρα, υαλοπίνακες), η φωτεινότητα, οι ώρες σκίασης ανά εποχή κλπ. Ένα τέτοιο έξυπνο σπίτι προτείνεται να είναι εξοπλισμένο επίσης με συσκευές αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες) ώστε σε ώρες που υπάρχει διαθέσιμη ενέργεια με χαμηλό κόστος (πχ αυξημένη ηλιοφάνεια, συγκεκριμένες ώρες με χαμηλότερη χρέωση κλπ) να αποθηκεύεται για μελλοντική χρήση όταν οι απαιτήσεις κατανάλωσης είναι αυξημένες και η τιμή της ενέργειας αυξημένη. Έχει αποδειχθεί ότι ένα τέτοιο σύστημα που ενσωματώνει τα παραπάνω χαρακτηριστικά μπορεί αφενός να μειώσει την κατανάλωση οικιακής ενέργειας

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

και άρα και το κόστος της, αφετέρου να εξασφαλίσει ένα βέλτιστο προγραμματισμό εργασιών και ένα άνετο τρόπο ζωής των χρηστών του.[35]

Έξυπνες συσκευές είναι οι ηλεκτρονικές συσκευές, οι οποίες έχουν την ικανότητα σύνδεσης με άλλες συσκευές ή δίκτυα μέσω διαφορετικών πρωτοκόλλων (Bluetooth, NFC, Wifi, 3G) και μπορούν να λειτουργούν ως ένα βαθμό διαδραστικά και αυτόνομα. Η ανάπτυξη των έξυπνων συσκευών τα τελευταία χρόνια έχει διαμορφώσει την «αγορά έξυπνων συσκευών» ή «αγορά έξυπνης τεχνολογίας». Αυτές οι συσκευές πιστεύεται ότι θα αντικαταστήσουν μακροπρόθεσμα τις συμβατικές οικιακές συσκευές ως βασικό χαρακτηριστικό στοιχείο «έξυπνων σπιτιών» και «έξυπνων νοικοκυριών». Η βασική ιδέα πίσω από τις έξυπνες συσκευές είναι η δυνατότητα που παρέχουν στον χρήστη να τις χειρίζονται τοπικά ή απομακρυσμένα μέσω ασύρματης επικοινωνίας. Η χρήση αισθητήρων εξυπηρετεί την διεπαφή της συσκευής με τον χρήστη (ή με άλλες συσκευές), αλλά και την προσαρμογή του συστήματος ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, το φορτίο που εξυπηρετείται ή τον ανθρώπινο παράγοντα.

4.2 Έξυπνα συστήματα εξοικονόμησης σε κτίρια

Σε αυτή την ενότητα θα μελετηθούν οι δυνατότητες εξοικονόμησης που προσφέρουν λύσεις έξυπνων τεχνολογιών για επιμέρους στοιχεία μας κατοικίας.

4.2.1 Κτιριακό κελύφος

Βασικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο είναι ο σωστός σχεδιασμός ή η αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους. Η πιο συνηθισμένη πρακτική είναι η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους.

Η θερμική προστασία του κελύφους είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή θερμική συμπεριφορά οποιουδήποτε κτιρίου. Η θερμομόνωση αποτελεί βασική αρχή θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Η θερμομόνωση συνίσταται από ένα σύνολο κατασκευαστικών-δομικών στοιχείων (υλικών και συστημάτων) και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων. Τα

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη). Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.

4.2.1.1 Έξυπνο κτιριακό κέλυφος

Η ραγδαία ανάπτυξη των λεγόμενων έξυπνων υλικών παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση ενός έξυπνου κτιριακού κελύφους. Ένα έξυπνο κτιριακό βασίζει τη λειτουργία του στη χρήση έξυπνων υλικών – συστημάτων, δηλαδή, που έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν την συμπεριφορά τους ή κάποια χαρακτηριστικά τους (σχήμα, ιδιοσυχνότητα, θερμική συμπεριφορά κλπ) με συγκεκριμένο και ελεγχόμενο τρόπο, μέσω μιας διέγερσης. [36]

4.2.1.2 Ευφυές κτιριακό κέλυφος

Τα έξυπνα υλικά συχνά ενσωματώνονται σε σύνθετα κτιριακά κελύφη, ο έλεγχος των οποίων πραγματοποιείται από εξειδικευμένα συστήματα θερμικής διαχείρισης. Ο συνδυασμός αυτών των δύο) καθιστά τα αντίστοιχα κτιριακά κελύφη «ευφυή».

Ο όρος «ευφυής» συνεπάγεται υψηλότερο βαθμό οργάνωσης και λειτουργικότητας από τον όρο «έξυπνος». Ένα ευφυές κτιριακό κέλυφος βελτιστοποιεί πολλαπλά συστήματα – μεταβλητές ενός κτιρίου, τα οποία σχετίζονται με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, την ενεργειακή εξισορρόπηση και την ανθρώπινη άνεση, συνήθως βασιζόμενο σε μοντέλα πρόβλεψης. Αυτό συχνά επιτυγχάνεται μέσω κτιριακών αυτοματισμών και φυσικά προσαρμοζόμενων στοιχείων όπως περσίδες, σκίαστρα, ανοίγματα στο κέλυφος ή εξειδικευμένων κατασκευών με χρήση έξυπνων υλικών.

Η ικανότητα ενός κτιριακού κελύφους να αλλάζει τη μορφή του και να προσαρμόζει τη λειτουργία του σε σχέση με την πορεία του ήλιου (ή τα επίπεδα φυσικού/τεχνητού φωτισμού) (είτε μπλοκάροντας τις ακτίνες του ήλιου για να αποτρέψει την υπερθέρμανση ή/και το έντονο φως είτε

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

επιτρέποντάς τις να διεισδύσουν στους εσωτερους χώρους με στόχο την παθητική αύξηση της θερμότητας ή/και του φυσικού φωτισμού) αποτέλεσε ύψιστη προτεραιότητα και πεδίο επιστημονικής έρευνας, στον τομέα των ευφυών κτιριακών κελυφών.[36]

4.2.1.3 Διαδραστικό –προσαρμοζόμενο κτιριακό κέλυφος

Ένα ανταποκρινόμενο (ή προσαρμοζόμενο) κτιριακό κέλυφος περιλαμβάνει λειτουργίες παρόμοιες με αυτές ενός ευφυούς (πραγματικός χρόνος ανίχνευσης, κινούμενα στοιχεία προσαρμοζόμενα στις περιβαλλοντικές συνθήκες, έξυπνα υλικά, αυτοματισμός και ικανότητα παράκαμψης του χρήστη). Ταυτόχρονα όμως, το προσαρμοζόμενο κέλυφος περιλαμβάνει διαδραστικά χαρακτηριστικά, όπως υπολογιστικούς αλγορίθμους, που επιτρέπουν στο Κτιριακό Σύστημα να αυτορυθμίζεται και να μαθαίνει με την πάροδο του χρόνου, ενώ επιτρέπει στους κατοίκους να ελέγχουν και οι ίδιοι στοιχεία/δομές του κελύφους προκειμένου να ελέγξουν τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η ευφυής «μάθηση» πραγματοποιείται σε σχέση με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς και τις προτιμήσεις των κατοίκων, έτσι ώστε ο αλγόριθμος να προβλέπει επιθυμητές μελλοντικές επιλογές – δράσεις. Ένα πραγματικά προσαρμοζόμενο κτιριακό κέλυφος, οπότε, δεν περιλαμβάνει μόνο μηχανισμούς ανίχνευσης παρουσίας και ανατροφοδότησης, αλλά «εκπαιδεύεται» και «εκπαιδεύει» τους κατοίκους του κτιρίου. Κατ' αυτόν τον τρόπο, κτίριο και κάτοικοι βρίσκονται σε μια διαρκή συζήτηση – διάδραση – επικοινωνία. [37]

4.2.2 Θέρμανση

Στην Ελλάδα η θέρμανση απορροφά μεγάλο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα και αφορούν ηλεκτρική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια και θέρμανση με στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Έξυπνες λύσεις εξοικονόμησης μπορεί να αποτελέσουν οι παρακάτω:

- **ΚΑΤΑΝΕΜΗΤΗΣ ΔΑΠΑΝΩΝ**

Χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες καθώς συλλέγουν τις μετρήσεις από ανεξάρτητα θερμαντικά σώματα.

- **ΕΞΥΠΝΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ**

Οι έξυπνοι κυκλοφορητές ελέγχουν τη διαφορική πίεση ανάλογα με τη ζήτηση του νερού με σκοπό να κυκλοφορήσει στο δίκτυο σωληνώσεων και το ζεστό νερό του λέβητα να φθάσει μέχρι τα θερμαντικά σώματα. Οι κυκλοφορητές αυτοί είναι εφοδιασμένοι με ηλεκτρονική κάρτα που περιλαμβάνει τα ηλεκτρονικά ισχύος και το μικροεπεξεργαστή, που εξασφαλίζουν το συνεχή έλεγχο των στροφών του ασύγχρονου ηλεκτρικού κινητήρα σε μία ευρεία περιοχή. Στον μικροεπεξεργαστή εισάγονται εκ των προτέρων τα σημεία ρύθμισης που αντιστοιχούν στις καμπύλες λειτουργίας του κυκλοφορητή. Ο μικροεπεξεργαστής μετρά συνεχώς την ταχύτητα του νερού και τη συγκρίνει με τα προκαθορισμένα σημεία. Αν η ταχύτητα διαφέρει από αυτά, ο μικροεπεξεργαστής μεταβάλλει τις στροφές του κινητήρα και επομένως την απόδοση, μέχρι η ταχύτητα λειτουργίας να αντιστοιχεί στο δεδομένο σημείο.

- **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**

Η ισχύς των σωμάτων που τοποθετούνται σε ένα χώρο υπολογίζεται ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες θέρμανσης, ακόμα κι αν στο περιβάλλον επικρατούν αντίξοες συνθήκες. Η αντιστάθμιση είναι ένα αυτόματο σύστημα το οποίο μέσω ενός ελεγκτή παρακολουθεί τις καιρικές συνθήκες, καθώς και τη θερμοκρασία νερού του λέβητα, ρυθμίζοντας κατάλληλα τη θερμοκρασία του νερού προσαγωγής. Η αντιστάθμιση εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με θερμαντικά σώματα, σε συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και σε εγκαταστάσεις συνδυαστικής λειτουργίας αυτών με ηλιακή ενέργεια. Επίσης εφαρμόζεται και σε εγκαταστάσεις ψύξης

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

με την ίδια λογική και φιλοσοφία λειτουργίας, με διαφοροποίηση στο κομμάτι των τερματικών μονάδων. Με την αντιστάθμιση, επιτυγχάνεται έως και 35% εξοικονόμηση στο κόστος λειτουργίας.

- **ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΕΣ ΚΕΦΑΛΕΣ**

Οι θερμοστατικές κεφαλές είναι εξαρτήματα (αυτορυθμιζόμενες βάνες με αισθητήρα θερμοκρασίας) ή ψηφιακές συσκευές που τοποθετούνται στα θερμαντικά σώματα και επιτρέπουν την ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω ενός αισθητήρα: όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία του χώρου, τόσο κλείνει η βάνα περιορίζοντας τη ροή ζεστού νερού στο σώμα. Η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση θερμοστατικών κεφαλών μπορεί να φτάσει το 20-30%, ενώ ταυτόχρονα παρέχουν ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας ενός χώρου.

- **ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ**

Ο θερμοστάτης είναι μια συσκευή ελέγχου που χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας σε κάποια συσκευή ή χώρο συνδέεται με μια μηχανή θέρμανσης ή ψύξης, της οποίας ρυθμίζει την έναυση και σβέση, καθώς και το επιθυμητό επίπεδο θερμοκρασίας. Χρησιμοποιούνται σε θερμαντικά σώματα, κλιματιστικά, καθώς και σε μεγάλο αριθμό σχετικών εγκαταστάσεων και είναι συσκευές ελέγχου που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία.

Υπάρχουν χειροκίνητοι και προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες. Οι προγραμματιζόμενοι θερμοστάτες έχουν ένα βαθμό αυτοματοποίησης, παρέχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού της επιθυμητής θερμοκρασίας ανά διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και ανά διάφορες ημέρες. Παρόλ' αυτά, δεν εξασφαλίζουν απαραίτητα εξοικονόμηση ενέργειας: σε μερικές περιπτώσεις, μάλιστα, παρατηρείται ελαφρά αυξημένη κατανάλωση στις κατοικίες.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- ΕΞΥΠΝΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΕΣ



Εικόνα 7: Έξυπνοι θερμοστάτες

Αποτελούν εξέλιξη των προγραμματιζόμενων θερμοστατών και εντάσσονται στις εφαρμογές του έξυπνου σπιτιού και του Internet των Πραγμάτων. Χρησιμοποιούν αισθητήρες κίνησης για να ανιχνεύσουν την παρουσία ανθρώπων σ' ένα χώρο, «μαθαίνουν» από τις προτιμήσεις του χρήστη αλλά και από τη συχνότητα παρουσίας βασισμένοι σε συγκεκριμένους αλγορίθμους, αυτοματοποιούνται διαχειριζόμενοι την ενεργειακή κατανάλωση σε συστήματα HVAC, μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του χώρου ακόμα κι αν ο χρήστης είναι χιλιόμετρα μακριά. Παράλληλα κλείνουν αυτόματα αν ένα σπίτι είναι άδειο, ενώ επιτρέπουν στον χρήστη να ελέγχει την ενεργειακή κατανάλωση μέσω wifi από το tablet ή το smartphone του (wifi θερμοστάτες). Οι συγκεκριμένοι θερμοστάτες μπορούν να ελέγχουν τη θέρμανση ενός χώρου, τον κλιματισμό ή/και το ζεστό νερό.

- ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι αντλίες θερμότητας αντλούν θερμότητα (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (αέρας περιβάλλοντος, υπόγεια νερά κλπ) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια.

- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΖΑΚΙ

Τα ενεργειακά τζάκια είναι εστίες καύσης ξύλου ή πελλέτ. Στα πλεονεκτήματα των ενεργειακών τζακιών έναντι των παραδοσιακών περιλαμβάνονται η αργή κατανάλωση ξύλων, η σύντομη και υψηλή απόδοση θερμότητας, οι χαμηλοί ρύποι απ' τα καυσαέρια, οι περιορισμένες οσμές απ' την καύση καθώς και η αποφυγή καπνού. Τα σύγχρονα ενεργειακά τζάκια διακρίνονται σε

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

θερμοδυναμικά, αερόθερμα και νερού (καλοριφέρ). Ο χρήστης μπορεί ακόμα να ελέγξει τη λειτουργία του ενεργειακού τζακιού μέσω wifi απ' το smartphone του.

4.2.3 Κλιματισμός

Οι απαιτήσεις κλιματισμού στον τριτογενή τομέα αυξάνονται συνεχώς, ιδιαίτερα λόγω των μεγαλύτερων απαιτήσεων θερμικής άνεσης και των υψηλότερων θερμοκρασιών που έχουν εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας.. Η εκτενής χρήση των ηλεκτρικών συστημάτων ψύξης με συμπίεση είναι υπεύθυνη για την αυξανόμενη ζήτηση αιχμής της ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι, η οποία φτάνει σε διάφορες περιπτώσεις στο ανώτατο όριο του δικτύου. Στον αντίποδα, υπάρχουν εφαρμογές ηλιακών τεχνολογιών ψύξης με αποδοτικότητα και αξιοπιστία, οι οποίες έχουν στην πλειονότητά τους μηδενικές εκπομπές CO₂.

Η αύξηση της αυτοματοποίησης των εξελιγμένων μορφών ελέγχου κλιματισμού συμβάλλει σε μεγάλα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας. Τα συστήματα αυτά προσαρμόζουν την λειτουργία τους ανάλογα με τις συνθήκες των χώρων, επιτρέποντας την εξοικονόμηση ενέργειας εξασφαλίζοντας παράλληλα την άνεση. [38]

- ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΟΓΚΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ

Το σύστημα κλιματισμού VRV είναι ενεργειακά αποδοτικό και συντελεί στην μείωση των εκπομπών CO₂. Επίσης λειτουργεί με το μηχανισμό λειτουργίας του συμπιεστή Inverter. Ο αισθητήρας που είναι ενσωματωμένος στην εσωτερική μονάδα του συστήματος ανιχνεύει τη θερμοκρασία του δωματίου και την ελέγχει δίνοντας οδηγίες στο σύστημα Inverter με την επιλογή κατάλληλης συχνότητας με βάση τη θερμοκρασία του χώρου.

- ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ DCV

Τα συστήματα εξαερισμού MVHR (Mechanical Ventilation Heat Recovery) είναι συστήματα μηχανικού αερισμού αυξημένης απόδοσης που χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας. Για τη βελτιστοποίηση των συστημάτων και την αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας παρέχεται η δυνατότητα παρακολούθησης και ρύθμισης της λειτουργίας μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων αυτοματισμού.

Το σύστημα DCV (Demand-Controlled Ventilation) περιλαμβάνει εξελεγμένους ρυθμιστές ανεμιστήρων σε συνδυασμό με αισθητήρες παρουσίας, βαλβίδες διπλής ροής, πρεσσοστάτες και αισθητήρες ποιότητας αέρα (CO₂) έτσι ώστε να καλύπτονται οι ακριβείς απαιτήσεις αερισμού του κτιρίου ανά πάσα στιγμή με χαμηλό λειτουργικό κόστος και χωρίς σπατάλη ενέργειας. Το σύστημα DCV υπερτερεί έναντι των συμβατικών συστημάτων κλιματισμού στο ότι βασίζεται σε έναν ή περισσότερους αισθητήρες παρουσίας και ποιότητας αέρα, οι οποίοι εντοπίζουν ποια σημεία του χώρου ή ποιοι χώροι – και για πόσο – απαιτούν εξαερισμό.

Το σύστημα εξαερισμού DCV μπορεί να συμβάλλει μέχρι και σε 49% εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού.

- ΕΞΥΠΝΟΣ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ

Οι έξυπνοι ανεμιστήρες ενσωματώνουν στη λειτουργία τους τεχνολογίες αισθητήρων μεταλλάσσοντας τους συμβατικούς ανεμιστήρες οροφής σε sensing συσκευές και έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης με κινητό τηλέφωνο για τον έλεγχο τους.

Η ρύθμιση των στροφών του ανεμιστήρα και της συνεπαγόμενης θερμοκρασίας γίνεται μέσω των αντίστοιχων αισθητήρων (αισθητήρες υπερύθρων – κίνησης/παρουσίας, αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας κλπ).

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Για παράδειγμα, ο ανεμιστήρας ξεκινάει ή σταματάει αυτόματα (ή αυξομειώνει τις στροφές) όταν ένα άτομο εισέλθει στην εμβέλεια ζώνης του ή εξέλθει απ' αυτήν.



Εικόνα 8: Έξυπνος ανεμιστήρας

4.2.4 Φωτισμός

Η κατανάλωση για τον φωτισμο μπορεί να αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου λόγω της χρήσης συμβατικών τεχνολογιών αλλά και του φαινομένου υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού.

Με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση κατανάλωσης κατά 10 – 50 % περίπου (στα υφιστάμενα κτίρια και τις μελλοντικές κατοικίες). Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ανάγκες φωτισμού εσωτερικών χώρων επιτυγχάνεται με καλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού και με διορθωτικές κινήσεις που σχετίζονται με την αναβάθμιση του τεχνητού φωτισμού. [38]

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Διαδεδομένες τεχνικές λύσεις για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτισμό σωμάτων είναι:

- Αντικατάσταση λαμπτήρων με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης (λάμπες φθορισμού, LED κλπ). Οι λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (6000 έως 15000 h) απ' τους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης (1000 h), ενώ ξοδεύουν το 1/4 έως 1/5 της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ενός συμβατικού λαμπτήρα.
- Ορθή επιλογή λαμπτήρων: Επιλογή λαμπτήρων με τον κατάλληλο συνδυασμό χρωματικής και φωτεινής απόδοσης.
- Διόρθωση του συντελεστή ισχύος: Είτε τοπικά στο φωτιστικό είτε στον πίνακα διανομής. Η χρήση των αντίστοιχων συσκευών διόρθωσης συντελεστή ισχύος ή/και του συντελεστή φάσης είναι αμφιλεγόμενη. Υποστηρίζεται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση 10-20%, ανάλογα την κατανάλωση.

Έξυπνοι αυτοματισμοί στον φωτισμό:

- ΕΞΥΠΝΟΙ ΦΕΓΓΙΤΕΣ



Εικόνα 9: Έξυπνος φεγγίτης

Θολωτές γυάλινες κατασκευές που χρησιμοποιούν συστήματα συλλογής/αντανάκλασης του ηλιακού φωτός για τον φωτισμό εσωτερικών

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

χώρων. Τοποθετούνται συνήθως σε οροφές κτιρίων. Περιλαμβάνουν trackers με συστήματα GPS που παρακολουθούν τον ήλιο, σύστημα φακών – καθρεφτών που συλλαμβάνει και μεγεθύνει το ηλιακό φως, ανακατευθύνοντάς το στον εσωτερικό χώρο.

- ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Ο φωτισμός μέσω φωτοβολταϊκών συστημάτων (PV lighting) είναι ο φωτισμός εσωτερικών ή εξωτερικών χώρων του οποίου η αντίστοιχη ενέργεια καλύπτεται εν μέρει ή ολοκληρωτικά από ηλιακούς συλλέκτες και φωτοβολταϊκά πάνελ. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία ενός φωτιστικού ή/και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός ολόκληρου διαμερίσματος ή κτηρίου.

- ΤΟΠΙΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν προς την κατεύθυνση αυτή είναι πολλές με τις πιο πολλές να στοχεύουν στην αρχιτεκτονική σχεδίαση και εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων) ή στη χρησιμοποίηση συστημάτων προσαγωγής του φωτός στους εσωτερικούς χώρους (οπτικοί σωλήνες, κάτοπτρα κ.λπ.) τα οποία αποτελούν αντικείμενο μείζονος αρχιτεκτονικής παρέμβασης.

Η πιο ρεαλιστική και υλοποιήσιμη σε υφιστάμενα κτίρια (κατοικίες, δημόσια κτήρια, επιχειρήσεις, βιομηχανίες) είναι η χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών στους επί μέρους χώρους. Το κόστος είναι λογικό και η επένδυση αποσβένεται αρκετά σύντομα.

Τέτοιοι αυτοματισμοί μπορεί να είναι αισθητήρες φωτισμού, χρονοδιακόπτες, αισθητήρες κίνησης και έξυπνοι λαμπτήρες.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- ΕΞΥΠΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Στην ουσία καθορίζουν τα επίπεδα φωτισμού σε ένα κτίριο χρησιμοποιώντας υπολογιστές με βάση διάφορους παράγοντες όπως ο φυσικός φωτισμός, η ώρα της ημέρα, η ανθρώπινη παρουσία στον χώρο κλπ.

- ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Τα Υβριδικά Συστήματα Φωτισμού (HLS) βασίζονται στην ταυτόχρονη αξιοποίηση φυσικού και τεχνητού φωτισμού σε εσωτερικούς χώρους. Σε αυτά τα συστήματα, το ηλιακό φως διοχετεύεται στον εσωτερικό χώρο όπου συνδυάζεται με τον ηλεκτρικό φωτισμό σε ειδικά διαμορφωμένα φωτιστικά (υβριδικά). Ερευνητικά προγράμματα ανέπτυξαν υβριδικά συστήματα φωτισμού, τα οποία, ανάλογα με το βαθμό ευφυΐας τους και συνδυαζόμενα με συστήματα BMS (κεντρικής ενεργειακής διαχείρισης), μπορούν να χαρακτηριστούν ως «ευφυή».

4.3 Έξυπνες συσκευές

. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ηλεκτρικών συσκευών εντάσσεται στα μέτρα ενεργειακής πολιτικής για τη μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO₂, καθώς και στην τεχνολογική εξέλιξη και ανάπτυξη της βιομηχανίας παραγωγής αποδοτικότερων συστημάτων.

- ΕΞΥΠΝΟ ΨΥΓΕΙΟ

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες



Εικόνα 10: Έξυπνο ψυγείο

Ο χρήστης μπορεί χειροκίνητα ή αυτόματα (εάν ένα προϊόν είναι εφοδιασμένο με barcode) να ενημερώσει το λειτουργικό πρόγραμμα με τα προϊόντα που είναι εξοπλισμένο το ψυγείο.

- ✓ Το έξυπνο ψυγείο, καταγράφοντας τις ημερομηνίες παραγωγής – λήξης των προϊόντων, παρακολουθεί κι ενημερώνει τον χρήστη μέσω της οθόνης του ψυγείου ή με mail πότε ένα τρόφιμο λήγει και αν πρέπει να αντικατασταθεί.
- ✓ Το έξυπνο ψυγείο μπορεί να διατυπώσει προτάσεις για συνταγές, με βάση τα διαθέσιμα προϊόντα, σε περίπτωση που ο χρήστης δεν ξέρει τι να τα κάνει.
- ✓ Ένα έξυπνο ψυγείο μπορεί να διαθέτει αισθητήρα φωτισμού που ανιχνεύει την φωτεινότητα, αισθητήρα θερμοκρασίας χώρου και εσωτερικής θερμοκρασίας. Στη συνέχεια στέλνει τις πληροφορίες που

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

συλλέγονται σε μικροεπεξεργαστή που παρέχει τις βέλτιστες συνθήκες. Με βάση τα δεδομένα δημιουργούνται χρονοδιαγράμματα των ενοίκων και επιλέγεται η λειτουργία με μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση.

- ΕΞΥΠΝΟ ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ



Εικόνα 11: Έξυπνο πλυντήριο

Σε αυτή επίσης την κατηγορία συσκευών χρησιμοποιούνται αισθητήρες για τη διαχείριση του φορτίου ανάλογα με τον όγκο των ρούχων και επιλέγει την καταλληλότερη λειτουργία για εξοικονόμηση ενέργειας και νερού. Ειδικότερα για την εξοικονόμηση νερού υπάρχουν και αισθητήρες στάθμης νερού αλλά και διαρροής.

Σχετικά με τα πλυντήρια πιάτων υπάρχουν επίσης αισθητήρες φορτίου αλλά και αισθητήρες που μετρούν την καθαρότητα των πιάτων.

Τέλος υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με smart phone.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- ΕΞΥΠΝΟ ΠΟΛΥΠΡΙΖΟ

Τα έξυπνα πολύπριζα χρησιμοποιούνται για να κλείνουν την τροφοδοσία στις ηλεκτρικές συσκευές που είναι stand by προκειμένου να σταματήσουν να καταναλώνουν ενέργεια και περιλαμβάνουν αισθητήρες παρουσίας, αισθητήρες φορτίου, χρονοδιακόπτες, remote controls κλπ. Ανάλογα την κατασκευή, μπορεί να παρέχουν στον χρήστη και δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου (on/off) μέσω κινητού τηλεφώνου ή ακόμα και να στέλνουν sms στον ίδιο (alarm).

- ✓ Οι αισθητήρες παρουσίας ανιχνεύουν την παρουσία ή όχι ενός ατόμου στον χώρο και αυτόματα ενεργοποιούν ή κλείνουν την τροφοδοσία.
- ✓ Τα έξυπνα πολύπριζα που έχουν ευαισθησία στο φορτίο (load sensing), ανιχνεύουν την απότομη πτώση του ρεύματος, όταν η συσκευή ελέγχου μπαίνει σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης.
- ✓ Τα πολύπριζα που περιλαμβάνουν διασύνδεση USB (ή wifi sensors) παρέχουν τη δυνατότητα της απομακρυσμένης σύνδεσης – επικοινωνίας – της συσκευής ελέγχου με αυτά.

4.4 Μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας

Οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα. Η διαφορά των έξυπνων από τους συμβατικούς μετρητές είναι ότι οι έξυπνοι υποστηρίζουν την αμφίδρομη επικοινωνία με τον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας.

Στον αντίποδα, οι οικιακοί μετρητές που προορίζονται για τον μέσο καταναλωτή είναι αυστηρά περιορισμένοι στην οικιακή διαχείριση (ο πιθανός απομακρυσμένος έλεγχος γίνεται μόνον από τον χρήστη).

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

- SMART METERS

Ο έξυπνος μετρητής είναι ένας μετρητής αμφίδρομης επικοινωνίας, ο οποίος καταγράφει σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και έχει δυνατότητα αποστολής δεδομένων και λήψης εντολών. Κύρια στοιχεία του έξυπνου μετρητή είναι: Επικοινωνεί με το διαχειριστή δικτύου διανομής (DSO) για τη λήψη μετρητικών δεδομένων, τη βελτιστοποίηση ελέγχου του δικτύου διανομής και τη διαχείριση σφαλμάτων. Επιτρέπει την εφαρμογή πολυζωνικών τιμολογίων από τον προμηθευτή. Ενημερώνει τον χρήστη για την κατανάλωσή του συμβάλλοντας στην πιο ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας. Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούν βασική συνιστώσα για την ανάπτυξη των ευφυών δικτύων. Δεν νοείται ευφύες δίκτυο χωρίς έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Σε Ευρωπαϊκή Ένωση και ΗΠΑ οι συμβατικοί μετρητές έχουν αρχίσει να αντικαθίστανται από έξυπνους.



Εικόνα 12: Έξυπνος μετρητής

- ΕΞΥΠΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Με την χρήση έξυπνων μετρητών κατανάλωσης οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται την κατανάλωση ενέργειας σε συνδυασμό με την χρήση εφαρμογής σε smart phone η οποία παράλληλα δίνει τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου.

4.5 Συστήματα διαχείρισης κτιρίων

Ένα σύστημα διαχείρισης κτιρίων (BMS), αλλιώς γνωστό και ως σύστημα αυτοματισμού κτιρίων (BAS), είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου που ελέγχει και παρακολουθεί τον μηχανικό και ηλεκτρικό εξοπλισμό του κτιρίου, όπως αερισμό, φωτισμό, συστήματα ισχύος, πυροσβεστικά συστήματα, και συστήματα ασφαλείας. Ένα BMS αποτελείται από λογισμικό και υλικό.

Τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σε μεγάλα έργα με εκτεταμένα μηχανικά, HVAC και ηλεκτρικά συστήματα και μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας αφού διαχειρίζονται μεγάλο ποσοστό της καταναλισκόμενης σε ένα κτίριο.

Ένας κατάλογος συστημάτων που μπορούν να παρακολουθούνται ή να ελέγχονται από ένα BMS παρουσιάζονται παρακάτω[39]:

- Έλεγχος φωτισμού
- Έλεγχος ηλεκτρικής ισχύος
- Θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός (HVAC)
- Ασφάλεια
- Έλεγχος πρόσβασης
- Σύστημα πυρόσβεσης
- Ανελκυστήρες
- Υδραυλικά
- Τηλεόραση κλειστού κυκλώματος (CCTV)
- Άλλα συστήματα μηχανικής
- Πίνακας Ελέγχου
- PA σύστημα
- Έλεγχος συναγερμού
- Αυτοματοποίηση ασφαλείας

4.6 Case study έξυπνων δικτύων σε διαμέρισμα

Σε αυτή την ενότητα θα υπολογιστεί η κατανάλωση ενός διαμερίσματος με τυπικές συσκευές και στη συνέχεια η εξοικονόμηση αυτής με την χρήση έξυπνων δικτύων. Οι συσκευές θα συνδέονται με έξυπνο σύστημα αυτοματισμών και ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να τις χειρίζεται απομακρυσμένα.

4.6.1 Υπολογισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Η κατανάλωση υπολογίστηκε χρησιμοποιώντας πληροφορίες από τη ΔΕΗ και στοιχεία από προσομοιωτή κατανάλωσης.

Στο σενάριο υπάρχουν οι παρακάτω ηλεκτρικές συσκευές ανά δωμάτιο[40]:

Σαλόνι

- Κλιματιστικό
- Τηλεόραση
- DVD Player
- Φώτα
- Στερεοφωνικό

Κουζίνα

- Ηλεκτρική κουζίνα
- Ψυγείο
- Πλυντήριο πιάτων
- Φώτα
- Καφετιέρα
- Μίξερ

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

Μπάνιο

- Φώτα

Υπνοδωμάτιο

- Κλιματιστικό
- Φώτα
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής
- Ανεμιστήρας

Παιδικό υπνοδωμάτιο

- Κλιματιστικό
- Φώτα
- Ανεμιστήρας

Άλλες συσκευές

- Σίδερο
- Πιστολάκι
- Πλυντήριο πιάτων

Έχουν τεθεί οι ακόλουθες παραδοχές σχετικά με τις ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται:

- ❖ Κατοικεί μια τετραμελής οικογένεια
- ❖ Υπάρχει ηλιακός θερμοσίφωνας.
- ❖ Στο παιδικό δωμάτιο δεν υπάρχει ηλεκτρονικός υπολογιστής

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά συσκευή με στοιχεία από την υπηρεσία του ΔΕΔΔΗΕ και με παραδοχές για τις ώρες λειτουργίας ανά έτος[41].

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (wh)	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΨΥΓΕΙΟ	24h	300	109,5
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟΥΖΙΝΑ	1 φαγητό	1800	657
ΠΟΛΥΜΙΞΕΡ	3min	9	0,63
ΤΟΣΤΙΕΡΑ	3min	50	18,25
ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	10min	900	328,5
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	1h	1000	832
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟΥΧΩΝ		1250	260
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΙΔΕΡΟ	1h	1000	156
ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ	1h	41	29,93
DVD PLAYER	1h	33	5,148
ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΚΟ	1h	30	1,56
Η/Υ	1h	250	208
ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ	1h	60	130,86
ΠΙΣΤΟΛΑΚΙ	5min	65	27,04
ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ	5min	30	6,24
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	1h	60	9,6
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΚΟΥΠΑ	1h	1000	104

Πίνακας 1: Λειτουργία ανά συσκευή

Η κατανάλωση ανά δωμάτιο με τις παραπάνω παραδοχές σχετικά με τις συσκευές φαίνεται ακολούθως

ΚΟΥΖΙΝΑ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΨΥΓΕΙΟ	109,5
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΟΥΖΙΝΑ	657
ΠΟΛΥΜΙΞΕΡ	0,63
ΤΟΣΤΙΕΡΑ	18,25
ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	328,5
ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ	6,24
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	130,86
ΣΥΝΟΛΟ	1250,98

Πίνακας 2: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας ανά συσκευή

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ΣΑΛΟΝΙ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	832
ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ	29,93
DVD PLAYER	5,148
ΣΤΕΡΕΟΦΩΝΙΚΟ	1,56
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	392,58
ΣΥΝΟΛΟ	1.261

Πίνακας 3: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας στο σαλόνι

ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	832
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	130,86
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	9,6
Η/Υ	208
ΣΥΝΟΛΟ	1180,46

Πίνακας 4: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας στο υπνοδωμάτιο

ΠΑΙΔΙΚΟ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ	832
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	130,86
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ	9,6
ΣΥΝΟΛΟ	972,46

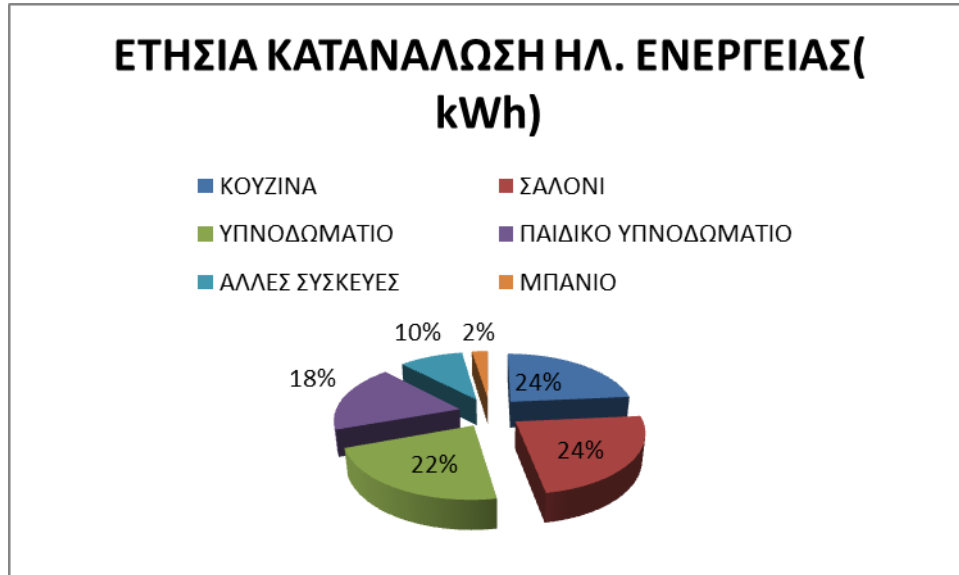
Πίνακας 5: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας στο παιδικό υπνοδωμάτιο

ΜΠΑΝΙΟ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΦΩΤΑ	130,86

Πίνακας 6: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας στο μπάνιο

ΑΛΛΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh)
ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟΥΧΩΝ	260
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΙΔΕΡΟ	156
ΠΙΣΤΟΛΑΚΙ	104
ΣΥΝΟΛΟ	520

Πίνακας 7: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας λοιπών συσκευών



Σχήμα 1: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας ανά δωμάτιο

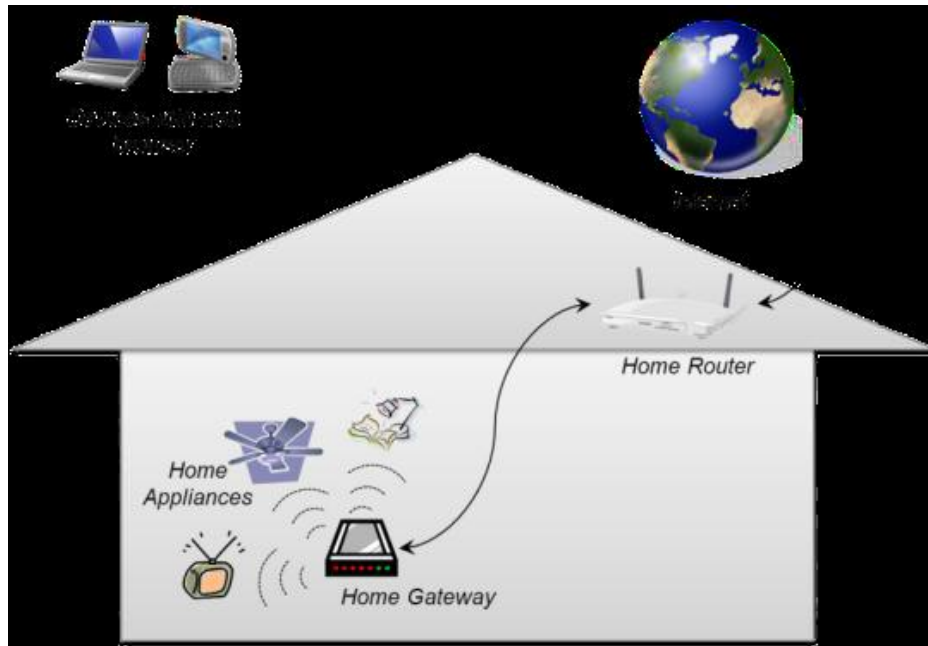
Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείται ότι το 50% περίπου της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας καταναλώνεται στην κουζίνα και το σαλόνι.

4.6.2 Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας με έξυπνα δίκτυα

Στο πείραμα που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των δεικτών εξοικονόμησης, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση σε τέσσερις κατοικίες τεσσάρων ενοίκων για όλες τις εποχές του χρόνου με μετρήσεις ανά δωμάτιο με σενάρια αρχικά για συμβατική κατοικία και στη συνέχεια για έξυπνο σπίτι. Συγκεκριμένα μετρήθηκε η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των συσκευών όταν είναι συνδεδεμένες στο smart gateway και όταν δεν είναι.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω το έξυπνο σπίτι έχει αυτόματα συστήματα διαχείρισης και έχει τη δυνατότητα να ρυθμίσει αυτόματα τη λειτουργία των συσκευών ανάλογα με τις συνήθειες των ενοίκων ενώ δίνει και τη δυνατότητα ρύθμισης μέσω κάποιου interface. Όλες οι συσκευές επικοινωνούν ασύρματα με ένα smart gateway. Σημαντικό στοιχείο είναι επίσης η χρήση αισθητήρων όπως είναι οι αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης και φωτός[40].

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες



Εικόνα 13: Έξυπνο σπίτι

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά δωμάτιο αλλά και η εξοικονόμηση της με την εφαρμογή έξυπνων δικτύων βασισμένη σε δείκτες που υπολογίστηκαν σε προσομοίωση για διάφορα σενάρια ανάλογα με την εποχή και την καταναλωτική συμπεριφορά που πραγματοποιήθηκαν με και χωρίς την χρήση έξυπνων δικτύων.

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

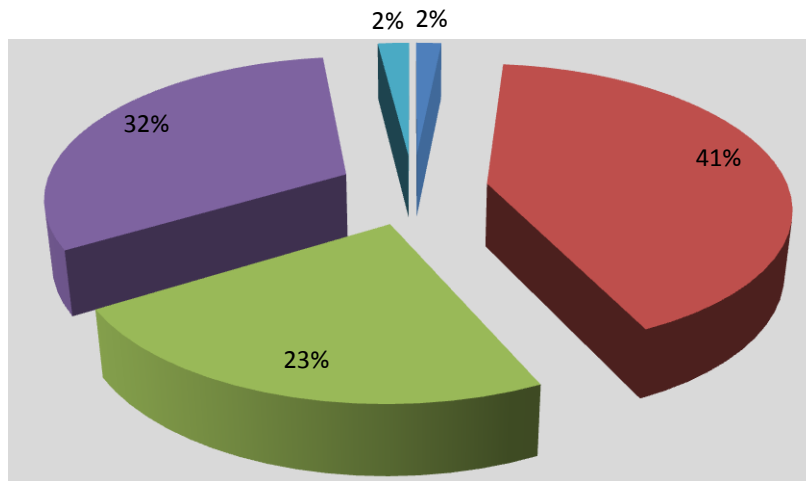
ΔΩΜΑΤΙΟ	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(kWh)	ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ (%)	ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ(kWh)	ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(kWh) ΜΕ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ
ΚΟΥΖΙΝΑ	1250,98	1,21	15,137	1235,843
ΣΑΛΟΝΙ	1261	31,26	394,189	866,811
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1180,46	18,71	220,864	959,596
ΠΑΙΔΙΚΟ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	972,46	30,95	300,976	671,484
ΜΠΑΝΙΟ	130,86	14,37	18,805	112,055
ΣΥΝΟΛΟ	4795,76		949,97	3845,79

Πίνακας 8:Εξοικονόμηση ηλ. Ενέργειας ανά δωμάτιο με χρήση έξυπνων δικτύων

Όπως παρατηρείται το ποσό της ενέργειας που εξοικονομείται σε ένα έξυπνο σπίτι είναι αρκετά σημαντικό με τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση να πραγματοποιείται στον χώρο του σαλονιού.

Εξοικονόμηση ηλ. ενέργειας ανά δωμάτιο

■ ΚΟΥΖΙΝΑ ■ ΣΑΛΟΝΙ ■ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ■ ΠΑΙΔΙΚΟ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ■ ΜΠΑΝΙΟ

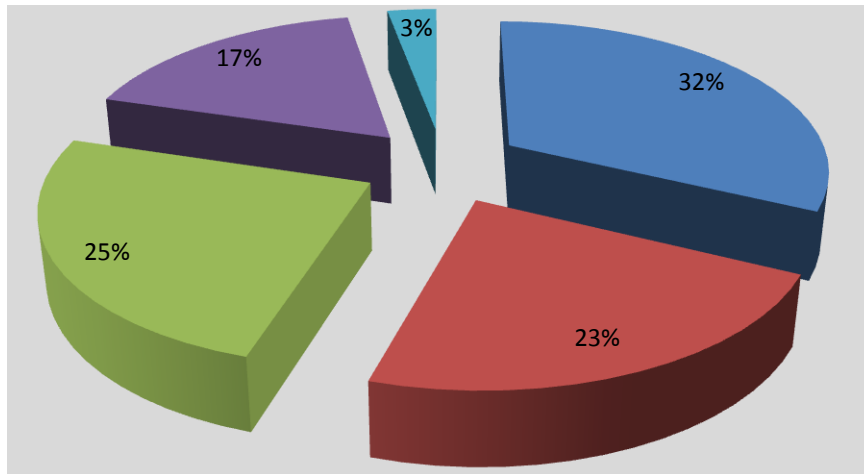


Σχήμα 2: Εξοικονόμηση ηλ. Ενέργειας ανά δωμάτιο

Τελικά με χρήση έξυπνων δικτύων η κατανάλωση μοιράζεται ως ακολούθως στα δωμάτια.

Κατανάλωση ηλ ενέργειας ανά δωμάτιο με έξυπνα δίκτυα

■ ΚΟΥΖΙΝΑ ■ ΣΑΛΟΝΙ ■ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ■ ΠΑΙΔΙΚΟ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ■ ΜΠΑΝΙΟ



Σχήμα 3: Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας ανά δωμάτιο με έξυπνα δίκτυα

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

5.1 Συμπεράσματα

Είναι φανερό ότι στη σύγχρονη κατάσταση που έχει διαμορφωθεί με τη σπατάλη ενέργειας αλλά και την παγκόσμια ανησυχία για τις περιβαλλοντικές και όχι μόνο επιπτώσεις, τα έξυπνα δίκτυα μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη ενεργειακή διαχείριση και παρατηρησιμότητα των ηλεκτρικών δικτύων. Δίνουν τη δυνατότητα στους απλούς καταναλωτές και στους αρμόδιους φορείς να παίρνουν πιο άμεσα αποφάσεις σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας χωρίς να θυσιάζουν άνεση αφού το καταναλωτικό κοινό εμφανίζεται ικανοποιημένο από τα αποτελέσματα σε πρακτικό και οικονομικό επίπεδο. Σε πρακτικό επίπεδο οι αλλαγές δεν είναι μεγάλες και διευκολύνουν τον καταναλωτή εφόσον μπορούν να χειριστούν τις συσκευές απομακρυσμένα ενώ επιπρόσθετα με την χρήση αισθητήρων τα συστήματα μπορούν να δράσουν αυτόνομα με βάση τις ανάγκες και το πρόγραμμα των ενοίκων. Όπως μελετήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο τα ποσοστά εξοικονόμησης σε μια κατοικία με έξυπνα δίκτυα είναι αρκετά σημαντικά και μπορούν να αποτελέσουν κίνητρο για την υιοθέτηση τους.

Τα έξυπνα δίκτυα προωθούνται και από τα κράτη και αρμόδιους φορείς μέσω προγραμμάτων ενημέρωσης αλλά και χρηματοδότησης προκειμένου να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των καταναλωτών και να διεισδύσουν στην αγορά. Το ενδιαφέρον είναι παγκόσμιο ενώ και η Ευρωπαϊκή οργανώνει ερευνητικά προγράμματα και καμπάνιες πληροφόρησης συμβάλλοντας στην υιοθέτηση και ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων μέσω για παράδειγμα την προσφορά έξυπνων μετρητών και της έρευνας για πρακτικά θέματα που αφορούν τα ηλεκτρικά οχήματα.

5.2 Προοπτικές

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα τα έξυπνα δίκτυα προωθούνται καθώς δίνουν τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας και είναι ανερχόμενες τεχνολογίες αλλά υπάρχουν και κάποια εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν όπως για παράδειγμα ο φόβος της ασφάλειας των δικτύων και ο φόβος των καταναλωτών ότι θα χάσουν τον έλεγχο της οικίας τους με τις έξυπνες συσκευές. Επίσης εκκρεμούν κάποιοι ρυθμιστικοί κανόνες καθώς εμπλέκονται πολλοί φορείς με αποτέλεσμα να μην είναι ξεκάθαρα τα πεδία ευθύνης του καθένα. Όσον αφορά κάποιες τεχνολογίες που δεν έχουν ωριμάσει, ήδη εξετάζονται από ερευνητικά προγράμματα. Συνεπώς αντιμετωπίζοντας τα εμπόδια που προκύπτουν και με την τεχνολογική εξέλιξη, θα είναι πιο εύκολη η υιοθέτηση τους αλλά και η μεγαλύτερη εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων τους από τους καταναλωτές με την ενσωμάτωσή τους στα δίκτυα ξεπερνώντας τους φόβους του κοινού.

Βιβλιογραφία

1. "The History of Electrification: The Birth of our Power Grid". Edison Tech Center, 2013
2. Berger, Lars T.; Iniewski, Krzysztof, eds. (April 2012). Smart Grid - Applications, Communications and Security. John Wiley and Sons
3. Yih-Fang Huang; Werner, S.; Jing Huang; Kashyap, N.; Gupta, V., "State Estimation in Electric Power Grids: Meeting New Challenges Presented by the Requirements of the Future Grid," Signal Processing Magazine, IEEE , vol.29, no.5, pp.33,43, Sept. 2012
4. Tomoiagă, B.; Chindriș, M.; Sumper, A.; Sudria-Andreu, A.; Villafafila-Robles, R. Pareto Optimal Reconfiguration of Power Distribution Systems Using a Genetic Algorithm Based on NSGA-II. Energies 2013
5. Pilz, Matthias; Al-Fagih, Luluwah; Pfluegel, Eckhard (2017). "Energy storage scheduling with an advanced battery model : a game-theoretic approach"
6. N. A. Sinitsyn; S. Kundu; S. Backhaus (2013). "Safe Protocols for Generating Power Pulses with Heterogeneous Populations of Thermostatically Controlled Loads". Energy Conversion and Management
7. Pilz, Matthias; Al-Fagih, Luluwah; Pfluegel, Eckhard (2017). "Energy storage scheduling with an advanced battery model : a game-theoretic approach"
8. Pilz, Matthias; Nebel, Jean-Christophe; Al-Fagih, Luluwah (2018). "A Practical Approach to Energy Scheduling: A Game Worth Playing?". IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe.
9. Energy Future Coalition, "Challenge and Opportunity: Charting a New Energy Future," Appendix A: Working Group Reports, Report of the Smart Grid Working Group.
10. Zhang, Xiao; Hug, G.; Kolter, Z.; Harjunkoski, I. (2015-10-01). "Industrial demand response by steel plants with spinning reserve provision". North American Power Symposium (NAPS), 2015
11. Zhang, X.; Hug, G. (2015-02-01). "Bidding strategy in energy and spinning reserve markets for aluminum smelters' demand response". Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT), 2015 IEEE Power Energy Society
12. Utility Perspective: Why Partner With Google PowerMeter?: Cleantech News and Analysis «. Earth2tech.com (2009-05-20). Retrieved on 2011-05-14.
13. E-Commerce News: Deals: Utility Companies Plug In to Google PowerMeter. Ecommercetimes.com. Retrieved on 2011-05-14.
14. U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, Modern Grid Initiative, http://www.netl.doe.gov/moderngrid/opportunity/vision_technologies.html Archived July 11, 2007
15. "Federal Energy Regulatory Commission Assessment of Demand Response & Advanced Metering" (PDF)

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

16. Patrick Mazza (2005-04-27). "Powering Up the Smart Grid: A Northwest Initiative for Job Creation, Energy Security, and Clean, Affordable Electricity"
17. Buevich, Maxim; Zhang, Xiao; Schnitzer, Dan; Escalada, Tristan; Jacquiau-Chamski, Arthur; Thacker, Jon; Rowe, Anthony (2015-01-01). "Short Paper: Microgrid Losses: When the Whole is Greater Than the Sum of Its Parts"
18. "Smart Wire Grid Distributed Power Flow Control". arpa-e.energy.gov. 2014
19. Klimstra, Jakob; Hotakainen, Markus (2011). Smart Power Generation
20. Toomas Hõbemägi, Baltic Business News
21. "Report: Smart Grid Market Could Double in Four Years". Zpryme Smart Grid Market.
22. "Future of Electricity Report Calls for Huge Investments".
23. Wikipedia
24. Werbos (2006). "Using Adaptive Dynamic Programming to Understand and Replicate Brain Intelligence: the Next Level Design". arXiv:q-bio/0612045
25. Bilal Masood, Sobia Baig, Abd-ur-Rehman Raza, Role of ICT in Smart Grid
26. European Commission, Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments
27. EC Smart Grid Task Force, 2010. Task Force for Smart Grids, Vision and work programme. European Commission.
28. ENTSOE (European Network of Transmission System Operators for Electricity), 2010. 'The European Electricity Grid Initiative (EEGI) Roadmap 2010-18 and Detailed Implementation Plan 2010-12
29. ENERGINET.DK,2012. 'The ForskEL-programme: Support for research and development of environmentally friendly power generation technologies'
30. European Commission, Joint Research Centre 2011. 'Smart Grid projects in Europe: lessons learned and current developments', Joint Research Centre Reference Report,
31. European Commission, 2011. 'Smart Grids: From Innovation to Deployment', Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions
32. European Commission, Directorate-General for Research, 2007. 'Strategic research agenda for Europe's electricity networks of the future'
33. SmartRegions, 2012.'Europea Smart Metering Landscape Report 2012', Smart Regions Report
34. SmartGrid Consumer Collaborative, 2011. 'Excellence in Consumer Engagement Study'. SmartGrid Consumer Collaborative
35. Anvari-Moghaddam, A., Monsef, H., & Rahimi-Kian, A. (2015). Optimal smart home energy management considering energy saving and a comfortable lifestyle. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 6(1), 324-332
36. Kathy Velikov, Geoffrey Thun, Responsive Building Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms / Design and Construction of High-Performance Homes – Building Envelopes, Renewable Energies and Integrated Practice, Routledge, 2013
37. <http://www.oaa.on.ca>
38. www.cres.gr

Έξυπνα δίκτυα και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας σε κατοικίες

39. https://en.wikipedia.org/wiki/Building_management_system
40. Energy Conservation in a Smart Home, Dhiren Tejani, Ali Mohammed A. H. Al-Kuwari, Vidyasagar Potdar, Digital Ecosystems and Business Intelligence Institute, Curtin University
41. <https://www.helppost.gr/dei/ypologismos-reuma-katanalosi>