

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΞΥΨΗΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ



Όνομα σπουδαστή : Δυσσεάκης Ιωάννης

Επιβλέπων Καθηγητής : Σακκάς Νίκος

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2015

[1]

Εισαγωγή

Ενέργεια – Ενεργειακή μετάβαση

Η επέκταση των ανθρώπινων αναγκών αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό κάθε σύγχρονης κοινωνίας με τις ενεργειακές απαιτήσεις να αυξάνονται ολοένα και περισσότερο. Είναι γενικά γνωστό και αποδεκτό, ότι ο πλανήτης μας ξοδεύει-καταναλώνει την αποθηκευμένη εδώ και πολλούς αιώνες ενέργεια, γνωστή και ως Μαύρο χρυσό.

Η αποσύνδεση της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος από τα ορυκτά καύσιμα είναι ξεκάθαρα ορατή, είναι αναπόφευκτη, είναι μια αυτονόητη αλήθεια εδώ και δεκαετίες. Διαφορές απόψεων και εκτιμήσεων υπάρχουν μόνο για το πόσο θα επαρκέσει η αποθηκευμένη στο έδαφος της γης ηλιακή ενέργεια, δηλαδή το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και ο άνθρακας. Όλα τα παραπάνω αποτελούν λογούς οι οποίοι υπαγορεύουν σε νέες μεθόδους παράγωγης ενέργειας.

Η ενεργειακή μετάβαση από τα ορυκτά καύσιμα σαν βασικές πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) έρχεται γρήγορα και γι αυτό δεν υπάρχει πλέον καμία αμφιβολία.

Η ενεργειακή αυτή μετάβαση συνδέεται με πολλά ηλεκτρολογικά θέματα και τομείς. Μερικά από αυτά είναι τα έξυπνα κτίρια, τα έξυπνα συστήματα καταμέτρησης και τα έξυπνα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία δεν είναι και τόσο γνωστά ηλεκτρολογικά στην Ελλάδα. Όλα αυτά διασυνδέονται ηλεκτρικά και επικοινωνιακά, με βασικό σκοπό την καλύτερη και οικονομικότερη αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Γενικά για τα Έξυπνα κτίρια

Ένα κτίριο είναι έξυπνο όταν διαθέτει έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση. Η έξυπνη ηλεκτρική εγκατάσταση φροντίζει ώστε λειτουργίες του κτιρίου, όπως θέρμανση, ψύξη, αερισμός, έλεγχος σκίασης και φωτισμός να ελέγχονται αυτόματα, εύκολα και απλά, χωρίς σπατάλες ενέργειας και χωρίς απώλειες ευκολιών χρήσης και άνεσης.

Ένα έξυπνο κτίριο μπορεί να εξοικονομεί ενέργεια όχι μόνο σήμερα αλλά και μελλοντικά. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να έχουν προβλεφθεί δομικά στοιχεία-υλικά στην έξυπνη ηλεκτρική του εγκατάσταση και βέβαια η επικοινωνιακή και λογική διασύνδεσή τους.

Σήμερα, μπορεί ένα έξυπνο, δηλαδή ένα αυτοματοποιημένο κτίριο να συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας από την ηλεκτρική του εγκατάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Ανάλυση των συνθηκών λειτουργίας της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας - παρουσίαση των βασικών στόχων του προτεινόμενου ρυθμιστικού πλαισίου

Σύντομη αναδρομή

Η επιλογή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και ανάπτυξη μιας ενοποιημένης εσωτερικής αγοράς, βασίστηκε στην εκτίμηση ότι, με τον τρόπο αυτό, θα επιτευχθεί υγιές επενδυτικό πλαίσιο που θα επέτρεπε την αδιάκοπη χρηματοδότηση των αναγκαίων επενδύσεων στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας, με την προσέλκυση πλέον και ιδιωτικών κεφαλαίων, δίνοντας από την άλλη πλευρά, τη δυνατότητα στον Ευρωπαίο πολίτη να απολαμβάνει ανάλογης ποιότητας και τιμής προϊόντα ενέργειας στην ενιαία εσωτερική αγορά, εξασφαλίζοντας με τον τρόπο αυτό συνθήκες ανταγωνισμού και στους υπόλοιπους τομείς της οικονομίας, οι οποίοι στηρίζονται σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία τους.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει κοινό πρότυπο (μοντέλο) για το σχεδιασμό των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας που θα πρέπει να εφαρμόσουν όλα τα Κράτη-Μέλη, με στόχο αφενός τη μεγαλύτερη δυνατή ελευθερία στη διακίνηση ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των κρατών, και αφ' ετέρου την καλύτερη και αποτελεσματικότερη χρήση των ήδη εγκατεστημένων υποδομών και πόρων κάθε χώρας ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα νέα κεφάλαια που απαιτούνται για την περαιτέρω ανάπτυξη του ενεργειακού τομέα, και κυρίως, να διασφαλίζεται η παροχή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τη στήριξη της οικονομικής ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Βέβαια, η πολυπλοκότητα του εγχειρήματος της ανάπτυξης της εσωτερικής αγοράς και η ανάγκη προσαρμογής του θεσμικού πλαισίου στις εξελίξεις που παρατηρήθηκαν και παρατηρούνται στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας των μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι δεδομένα, διότι το σημείο εκκίνησης ως προς την απελευθέρωση των ενεργειακών αγορών και την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου της ανάπτυξης της ενιαίας αγοράς, διέφερε σημαντικά σε κάθε χώρα.

Συνεπώς, για την επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου, ήταν απαραίτητη η σταδιακή εφαρμογή διαφόρων ρυθμιστικών μέτρων, στη βάση συγκεκριμένων αρχών, που θα επέτρεπαν, δίνοντας στα Κράτη-Μέλη τον απαιτούμενο χρόνο προσαρμογής, να διαμορφώσουν τις αναγκαίες συνθήκες στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, σαν συνθήκες πραγματικού ανταγωνισμού, που θα επέτρεπαν και τελικά την ενοποίησή τους.

Οι οδηγίες από την Ευρωπαϊκή Ένωση πάνω στις οποίες θα έπρεπε να αναπτυχθούν οι αγορές ηλεκτρικής ενέργειας, επέτρεπαν σε κάθε χώρα να επιλέξει από μόνη της τα αναγκαία ρυθμιστικά μέτρα και το σχεδιασμό ως προς τη λειτουργία των αγορών τους, αναλόγως των ιδιαίτερων δομικών και λειτουργικών συνθηκών.

Οι οδηγίες αυτές θέτουν με μεγάλη ακρίβεια και σε μεγάλη λεπτομέρεια, τους όρους και τις προϋποθέσεις για την οργάνωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε χώρα περιορίζοντας σημαντικά τους βαθμούς ελευθερίας κάθε χώρας ως προς την επιλογή του σχεδιασμού αγοράς που θα

επιλέξουν, και θέτοντας υποχρεωτικά χρονοδιαγράμματα ως προς τις απαιτούμενες δομικές προσαρμογές.

Από τα παραπάνω, το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι από το 1996 μέχρι το χρονικό όριο του 2015 μπορεί να θεωρηθεί ως περίοδος προσαρμογής για όλες τις χώρες, για να προετοιμάσουν τις κατάλληλες συνθήκες, τόσο ως προς τη δομική αναδιοργάνωσή τους, όσο και ως προς το λειτουργικό σχεδιασμό των αγορών τους, ώστε να μπορέσουν να υιοθετήσουν το Ενιαίο Μοντέλο Αγοράς με αποτελεσματικό τρόπο, προς όφελος των καταναλωτών και διασφάλισης αδιάκοπου εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας.

1.2 Παρούσες συνθήκες της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα

Κατά την παρούσα οικονομική συγκυρία, η οποία επηρεάζει τόσο τη βραχυπρόθεσμη, αλλά ιδίως τη μεσοπρόθεσμη εξέλιξη της αγοράς του ηλεκτρισμού, καθίσταται κρίσιμη η σταδιακή άρση των συνθηκών που ενδεχομένως οδηγούν σε αστοχία στην αγορά, η οποία αδυνατεί να χρηματοδοτήσει σε βάθος χρόνου τις επενδύσεις και υποδομές που χρειάζονται. Η άρση των συνθηκών αυτών έγκειται από τη μια στο ύψος των επενδύσεων που απαιτούνται, και από την άλλη στην κατανομή των εσόδων και της προστιθέμενης αξίας της αγοράς ηλεκτρισμού, τόσο μεταξύ των συμμετεχόντων που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια, όσο και των συμμετεχόντων που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, σύμφωνα με τα στοιχεία κόστους του καθενός. Μέχρι σήμερα, ο τρόπος αντιμετώπισης της αστοχίας της αγοράς ήταν η εφαρμογή συγκεκριμένων ρυθμιστικών μέτρων, τα οποία όμως δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι θα συνεχίσουν να υφίστανται με την ίδια μορφή ενόψει της σύνδεσης και εν τέλει σύζευξης των ευρωπαϊκών αγορών ηλεκτρικής ενέργειας. Η αντιμετώπιση αστοχιών της αγοράς, πέραν αυτών που προκαλούνται από την ιδιαίτερος δυσχερή οικονομική κατάσταση της χώρας μας, θα πρέπει να βασίζεται στην ανάπτυξη πραγματικών συνθηκών ανταγωνισμού. Οι συνθήκες αυτές σταδιακά θα επιφέρουν την αναγκαία βελτίωση στον τρόπο κατασκευής, λειτουργίας και χρήσης των υποδομών, όπου οι αποτελεσματικότερες αυτών θα παραμένουν στο σύστημα ενώ οι λιγότερο αποτελεσματικές θα εξέρχονται σταδιακά από αυτό. Η ανάπτυξη των συνθηκών αυτών θα επιτρέψει την ομαλοποίηση των επενδυτικών κύκλων και την είσοδο κάθε φορά των κατάλληλων τεχνολογιών για την επίτευξη της ασφάλειας εφοδιασμού με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Η εγχώρια αγορά ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζεται από δομικές ασυμμετρίες. Η ΔΕΗ Α.Ε είναι συμμετέχων με μερίδιο στην παραγωγή 80% επί του συνόλου καθαρής παραγωγής από συμβατικές μονάδες στο σύστημα και μερίδιο προμήθειας 98% επί του συνόλου ενέργειας που διακινήθηκε στη χονδρεμπορική αγορά. Επιπλέον, η ΔΕΗ κατέχει αποκλειστική πρόσβαση στα λιγνιτικά κοιτάσματα της χώρας και στη διαχείριση των υδάτινων αποθεμάτων. Η αποκλειστική αυτή πρόσβαση της ΔΕΗ στους λιγνιτικούς και υδάτινους πόρους, οι οποίοι αποτελούν οικονομικότερους πόρους ηλεκτροπαραγωγής σε σχέση με άλλα συμβατικά καύσιμα, της προσδίδει κρίσιμο συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των δυνητικών ανταγωνιστών της στην χονδρεμπορική αγορά, οι οποίοι έχουν ως μόνη επιλογή το φυσικό αέριο ως καύσιμο των σταθμών τους. Το συγκριτικό αυτό πλεονέκτημα της ΔΕΗ μετακυλύεται και στη λιανική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργώντας έτσι σημαντικά εμπόδια εισόδου νέων προμηθευτών στην αγορά.

Διαπιστώνεται επίσης, ασυμμετρία όσον αφορά τα σταθερά και μεταβλητά κόστη των μονάδων φυσικού αερίου σε σχέση με τα αντίστοιχα των λιγνιτικών και υδροηλεκτρικών μονάδων. Οι σταθμοί φυσικού αερίου έχουν μεν χαμηλότερο κατασκευαστικό κόστος από αυτό των λιγνιτικών, αλλά αυτό το συγκριτικό τους πλεονέκτημα δεν τους καθιστά σήμερα ανταγωνιστικούς, καθώς μεγάλο μέρος

του κεφαλαιουχικού κόστους ορισμένων μονάδων της ΔΕΗ έχει ήδη αποσβεστεί. Επιπρόσθετα, η τιμή του φυσικού αερίου διαμορφώνεται σε επίπεδο παγκόσμιας αγοράς, σε αντίθεση με το λιγνίτη και το νερό που η αξία τους αποτιμάται σε εθνικό επίπεδο, επιτρέποντας ελάχιστη μεταβλητότητα των τιμών τους.

Η τρέχουσα οργάνωση της αγοράς χαρακτηρίζεται από την υποχρεωτική συμμετοχή όλων των συμμετεχόντων στην προ-ημερήσια αγορά. Όλη η ενέργεια συναλλάσσεται στην Οριακή Τιμή Συστήματος, αποδίδοντας έτσι σημαντικά οφέλη για τους παραγωγούς λιγνιτικών και υδροηλεκτρικών σταθμών, αφού το οριακό τους κόστος είναι πολύ χαμηλότερο συγκριτικά με την Οριακή Τιμή Συστήματος, η οποία καθορίζεται από την οικονομικότερη διαθέσιμη προσφορά και η οποία είναι συνήθως προσφορά μονάδας φυσικού αερίου. Ωστόσο, τα τρέχοντα τιμολόγια προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ βασίζονται στο μέσο κόστος (και όχι στο οριακό) επομένως, σε ένα βαθμό, τα οφέλη των παραγωγών λιγνιτικών και υδροηλεκτρικών σταθμών επιστρέφουν στον τελικό καταναλωτή.

Η κατάσταση στην εγχώρια αγορά τα τελευταία χρόνια υπήρξε αρκετές φορές κρίσιμη, κυρίως λόγω της συνεχιζόμενης έλλειψης ρευστότητας και της γενικότερης δύσκολης οικονομικής συγκυρίας. Η έλλειψη Φορέα Κάλυψης, η ιδιαίτερη θέση της ΔΕΗ στην αγορά ως επιχείρηση με υψηλά μερίδια αλλά και η αύξηση των ανείσπρακτων λογαριασμών των πελατών της, προκάλεσαν σημαντική επιδείνωση σε όλη την αλυσίδα συναλλαγών της αγοράς με αρνητικές επιπτώσεις και στο κεφάλαιο κίνησης όλων των συμμετεχόντων. Ταυτόχρονα, η συνεχιζόμενη ταμειακή στενότητα του χρηματοπιστωτικού τομέα επηρέασε άμεσα την αγορά ηλεκτρισμού, οδηγώντας σε αύξηση του κόστους δανεισμού (βραχυχρόνιου και μακροχρόνιου). Ως συνέπεια, δημιουργήθηκε σημαντική αβεβαιότητα και αστάθεια στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας με μειωμένα εργαλεία διαχείρισης και αντιστάθμισης του χρηματοπιστωτικού κινδύνου. Υπό αυτές τις συνθήκες, προτεραιότητα για κάθε πιθανό επενδυτή είναι η διαχείριση του κινδύνου και η μείωση της αβεβαιότητας, και όχι τόσο το περιθώριο κέρδους.

Μικρής κλίμακας διείσδυση νεοεισερχόμενων στην αγορά προμήθειας μπορεί να επιτευχθεί μόνο σε ορισμένες κατηγορίες καταναλωτών εξαιτίας των στρεβλώσεων που εξακολουθούν να υφίστανται σε κάποιες περιπτώσεις. Η σταδιακή κατάργηση των στρεβλώσεων αυτών απαιτεί μια μεταβατική περίοδο δύο-τριών ετών, δεδομένου ότι τυχόν απότομες διακυμάνσεις στα τιμολόγια προμήθειας ενδέχεται να έχουν σημαντικές αρνητικές κοινωνικές επιπτώσεις, ειδικότερα κατά τη διάρκεια της οικονομικής κρίσης που διανύουμε.

Η διακύμανση των τιμών δικαιωμάτων εκπομπής αερίων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα μειώνει σημαντικά για το δυνητικό επενδυτή τη βεβαιότητα για το ποιος τύπος καυσίμου θα παραμείνει ανταγωνιστικός τα επόμενα πέντε με έξι έτη, λαμβάνοντας υπόψη τις παγκόσμιες αλλαγές στην αγορά ενέργειας, ιδίως τις αλλαγές στον κλάδο του φυσικού αερίου και των αποτελεσμάτων της χρήσης νέων τεχνολογιών για την εξόρυξή του.

Λόγω της οικονομικής κρίσης, οι προοπτικές για τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι αισιόδοξες. Το ποσοστό των ατόμων ή επιχειρήσεων που δεν είναι σε θέση να πληρώσουν το λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος έχει αυξηθεί σημαντικά. Ειδικά οι επιχειρήσεις οι οποίες αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα χρηματοδότησης και ισχυρό ανταγωνισμό από τις ξένες αγορές, δεν είναι σε θέση να παραμείνουν ανταγωνιστικές, και ως συνέπεια, αποσύρονται από την αγορά οδηγώντας σε περαιτέρω πτώση της ζήτησης.

Παράλληλα, η μαζική διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) δημιουργεί πλεονάζουσα ισχύ και μειώνει τη δυνατότητα για τις συμβατικές μονάδες να αποσβέσουν τις

επενδύσεις τους, μιας και συμπιέζεται περαιτέρω το μέγεθος της αγοράς στην οποία δραστηριοποιούνται. Ωστόσο, η επιπλέον ισχύς των σταθμών ΑΠΕ δεν συνεισφέρει σημαντικά στην ασφάλεια εφοδιασμού εξαιτίας της διακοπτόμενης φύσης στη λειτουργία τους. Η διαθεσιμότητα των σταθμών αυτών δεν θεωρείται αξιόπιστη στο βαθμό που θεωρείται αντίστοιχη ισχύς συμβατικών μονάδων και επομένως δεν είναι εφικτή η απόσυρση ισόποσης ισχύος συμβατικών μονάδων.

1.3 Αναδιοργάνωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας

Υποχρεωτική είναι η εφαρμογή των απαιτήσεων του Ενιαίου Μοντέλου Ευρωπαϊκής Αγοράς, οι οποίες προδιαγράφονται σε μια σειρά από Κώδικες. Στους κώδικες αυτούς, ως πρώτο βήμα για τη δημιουργία της ενιαίας αγοράς, προβλέπεται και η σύζευξη τιμών γειτονικών χωρών. Προκειμένου να επιτευχθεί η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του Ενιαίου Μοντέλου Ευρωπαϊκής Αγοράς, σημαντικές πρόσθετες μεταρρυθμίσεις θα πρέπει να λάβουν χώρα. Η εγχώρια χονδρεμπορική αγορά ηλεκτρισμού θα πρέπει να αναδιοργανωθεί ώστε να περιλαμβάνει τη λειτουργία προθεσμιακής αλλά και ενδο-ημερήσιας αγοράς, καθώς επίσης και μηχανισμούς για διακριτή αγορά επικουρικών υπηρεσιών και υπηρεσιών εξισορρόπησης. Σημειώνεται ότι η τρέχουσα οργάνωση της αγοράς δεν επιτρέπει την αποτελεσματική σύζευξη με τις γειτονικές αγορές και, σε συνδυασμό με τις πραγματικές συνθήκες και περιορισμούς του ηλεκτρικού τομέα της χώρας, δεν μπορεί να αναπτυχθεί ουσιαστικός διασυνοριακός ανταγωνισμός.

Η δεύτερη δρομολογημένη δομική αλλαγή είναι η πώληση του 30% της εγκατεστημένης ισχύος της ΔΕΗ σε τρίτους. Λόγω των υφιστάμενων συνθηκών στην ελληνική αγορά ενέργειας, ο υποψήφιος επενδυτής είναι δύσκολο να διαμορφώσει τα μακροπρόθεσμα επενδυτικά του σχέδια βασίζόμενος στα αναμενόμενα κέρδη που, βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα, θα λάβει στην ελληνική αγορά. Οι εκτιμήσεις του θα λαμβάνουν υπόψη τυχόν αναμενόμενες συνέργειες από την πώληση συμπληρωματικών υπηρεσιών (πχ λιανική πώληση φυσικού αερίου), τη στρατηγική τοποθέτηση στη γεωγραφική περιοχή ή, στην περίπτωση των εγχώριων επενδυτών και συμμετεχόντων στην αγορά, τη δημιουργία συνεργειών με την υφιστάμενη δραστηριότητά τους είτε στην παραγωγή είτε στην προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, η ρυθμιστική σταθερότητα, για μια περίοδο τουλάχιστον τριών-τεσσάρων ετών, κρίνεται ως απαραίτητη προϋπόθεση για την ανάπτυξη αξιόπιστου επιχειρηματικού πλάνου της Νέας Καθετοποιημένης Εταιρείας Ηλεκτρικής Ενέργειας, στη βάση εκτιμήσεων για το αναμενόμενο έσοδο από τη λιανική αγορά, το επίπεδο των τιμολογίων προμήθειας και το χαρτοφυλάκιο των πελατών που πρόκειται να μεταφερθεί. Μακροχρονίως, ευκαιρίες θα δημιουργηθούν κυρίως λόγω του συγκριτικού πλεονεκτήματος στην πλευρά της παραγωγής, ενδεχομένως της καλύτερης διαχείρισης του κινδύνου και της σταδιακής δημιουργίας ενός χαρτοφυλακίου πελατών που να φέρει μεγαλύτερες αποδόσεις σε σχέση με τις σημερινές.

Με στόχο την επίτευξη της σταδιακής εναρμόνισης της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας με αυτές των γειτονικών χωρών, και έως ότου ολοκληρωθεί και η διαδικασία πώλησης της Νέας Καθετοποιημένης Εταιρείας Ηλεκτρικής Ενέργειας, κρίνεται αναγκαία η βραχυ/μεσοπρόθεσμη υιοθέτηση πρόσβασης τρίτων σε συγκριτικά οικονομικότερους πόρους ηλεκτροπαραγωγής. Ο σχεδιασμός που προτείνεται εφαρμόζεται ήδη στη Γαλλική ενεργειακή αγορά. Ο γαλλικός νόμος προβλέπει μηχανισμό ρυθμιζόμενης πρόσβασης τρίτων. Ο μηχανισμός αυτός χαρακτηρίζεται ως συμβατός με τη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, εφόσον πρόκειται για μεταβατικό μηχανισμό στο πλαίσιο της εν εξελίξει απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία και καθώς συνοδεύεται από δεσμεύσεις για ριζική αναδιοργάνωση των συνθηκών ανταγωνισμού στην αγορά προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας στη Γαλλία. Αντίστοιχος μηχανισμός,

προσαρμοσμένος στην ελληνική αγορά, θα μπορούσε να εφαρμοστεί για μια μεταβατική περίοδο μέχρι την πλήρη εφαρμογή του Ενιαίου Μοντέλου Ευρωπαϊκής Αγοράς. Συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός που προτείνεται για την Ελληνική αγορά προβλέπει την υποχρεωτική πώληση ενέργειας μέσω προθεσμιακών προϊόντων, η οποία αντιστοιχεί σε μέρος της λιγνιτικής και υδροηλεκτρικής παραγωγής της χώρας, με υποχρέωση των αγοραστών να εξυπηρετούν εγχώριους πελάτες λιανικής κατ' αναλογία της κατανάλωσής τους και της κατηγορίας που ανήκουν, όπως αυτή προσδιορίζεται από τα καταναλωτικά χαρακτηριστικά τους. Ο προτεινόμενος μηχανισμός ουσιαστικά εισάγει νέο ρυθμιστικό πλαίσιο μεταξύ προμηθευτών και παραγωγών κατόχων λιγνιτικής και υδροηλεκτρικής παραγωγής για την αγορά και πώληση προθεσμιακών προϊόντων. Το νέο ρυθμιστικό πλαίσιο θα αφορά προϊόντα κάλυψης της ζήτησης, τα οποία θα δομηθούν ώστε να αντιστοιχούν σε κατανάλωση βάσης, ενώ θα είναι δυνατό να έχουν διαφορετικό χρονικό ορίζοντα ωρίμανσης. Σημειώνεται ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός, και ιδίως ο χρονικός ορίζοντας εφαρμογής του, θα πρέπει να είναι συμβατός με την δημιουργία της Νέας Καθετοποιημένης Εταιρείας Ηλεκτρικής Ενέργειας.

1.4 Στόχοι των δομικών αλλαγών

Λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες της αγοράς σήμερα και στο άμεσο μέλλον, η δημιουργία ρυθμιζόμενης προθεσμιακής αγοράς για την πρόσβαση προμηθευτών σε λιγνιτική και υδροηλεκτρική παραγωγή κρίνεται απαραίτητη, καθώς έχει σαν στόχο τα εξής:

- 1) Την τόνωση του υγιούς ανταγωνισμού, τόσο σε επίπεδο χονδρεμπορικής, ιδίως όμως σε επίπεδο λιανικής αγοράς. Επιπλέον, οι ανταγωνιστικές πιέσεις στην κάθετη αλυσίδα (μεταξύ δηλαδή των παραγωγών και προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας) αναμένεται να οδηγήσουν στην αναδιανομή του συνολικού πλεονάσματος της αλυσίδας. Η ενίσχυση των συνθηκών ανταγωνισμού συνάδει με τη μείωση των εμποδίων εισόδου νέων συμμετεχόντων στη χονδρεμπορική αγορά και τη δημιουργία ευκαιριών δυνητικής εισόδου εγχώριων και ξένων συμμετεχόντων στη λιανική αγορά, με τελικό όφελος τη βελτίωση της ποιότητας της παρεχόμενης υπηρεσίας και τον εξορθολογισμό της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας που απολαμβάνει ο τελικός καταναλωτής, συγκριτικά με αυτή που θα είχε σε μονοπωλιακό καθεστώς.
- 2) Την εξασφάλιση πρόσβασης των προμηθευτών, με ισοδύναμο τρόπο, στους διαθέσιμους ενεργειακούς πόρους της χώρας, ώστε να δημιουργηθούν χαρτοφυλάκια αντίστοιχου κόστους ενέργειας.
- 3) Την άρση των στρεβλώσεων και σταυροειδών επιδοτήσεων στα τιμολόγια προμήθειας, με ορθολογική κατανομή του κόστους μεταξύ των διαφόρων κατηγοριών καταναλωτών, ώστε να διασφαλίζεται η μακροχρόνια ανάπτυξη του ηλεκτρικού τομέα, στη βάση της οικονομικής βιωσιμότητας των σχετικών επενδύσεων και υποδομών, οι οποίες θα πρέπει να αναπτύσσονται και να χρησιμοποιούνται με τον πλέον αποδοτικό τρόπο.
- 4) Τη συμπίεση, κατά το δυνατόν, του κόστους παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω της ανάπτυξης των αναγκαίων ανταγωνιστικών πιέσεων σε όλη την αλυσίδα παραγωγής/μεταφοράς/διανομής, έτσι ώστε να συγκρατηθούν οι αυξήσεις τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας στους τελικούς καταναλωτές και να βελτιωθεί η ανταγωνιστικότητα της ελληνικής οικονομίας.

- 5) Τη δημιουργία κατάλληλου πλαισίου ώστε να επιτευχθεί η συμμετοχή της χώρας στην Ενιαία Ευρωπαϊκή Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την επακόλουθη αναβάθμιση της δραστηριότητας της χώρας μέσω διασυνοριακού εμπορίου και τη δημιουργία ευκαιριών για εξαγωγή της πλεονάζουσας δυναμικότητας/παραγωγής.

Οι ανωτέρω στόχοι θα πρέπει να επιτευχθούν αποφεύγοντας τις απότομες μεταβολές στις συνθήκες της αγοράς, οι οποίες θα οδηγούσαν σε αυξημένη μεταβλητότητα, με αντίκτυπο τόσο στις τιμές του καταναλωτή όσο και στην οικονομική σταθερότητα των συμμετεχόντων στην αγορά. Τα ρυθμιστικά μέτρα θα πρέπει, για μια περίοδο τριών-τεσσάρων ετών, να επιτύχουν ένα «ουδέτερο» περιβάλλον λειτουργίας, στο οποίο το σύνολο των συμμετεχόντων θα γνωρίζει με βεβαιότητα τους κανόνες της αγοράς και θα είναι προετοιμασμένο να αντιμετωπίσει τη «νέα πραγματικότητα», η οποία αναμένεται και θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από ηπιότερες ρυθμιστικές παρεμβάσεις. Επομένως, θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι δεν θα δημιουργηθούν λανθασμένα σήματα στην αγορά, δημιουργώντας υψηλότερες ή χαμηλότερες προσδοκίες από αυτές που η ελληνική αγορά μπορεί να υποστηρίξει υπό τις τρέχουσες οικονομικές συνθήκες. Οι προσδοκίες για χαμηλότερα κέρδη θα πρέπει να αντισταθμίζονται με ρυθμιστική σταθερότητα και σαφήνεια αναφορικά με τα μεταρρυθμιστικά σχέδια στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, η είσοδος νέων συμμετεχόντων θα πρέπει να βασίζεται σε μακροπρόθεσμες στρατηγικές και όχι σε καιροσκοπική συμπεριφορά χωρίς μακροπρόθεσμη προοπτική στην αγορά.

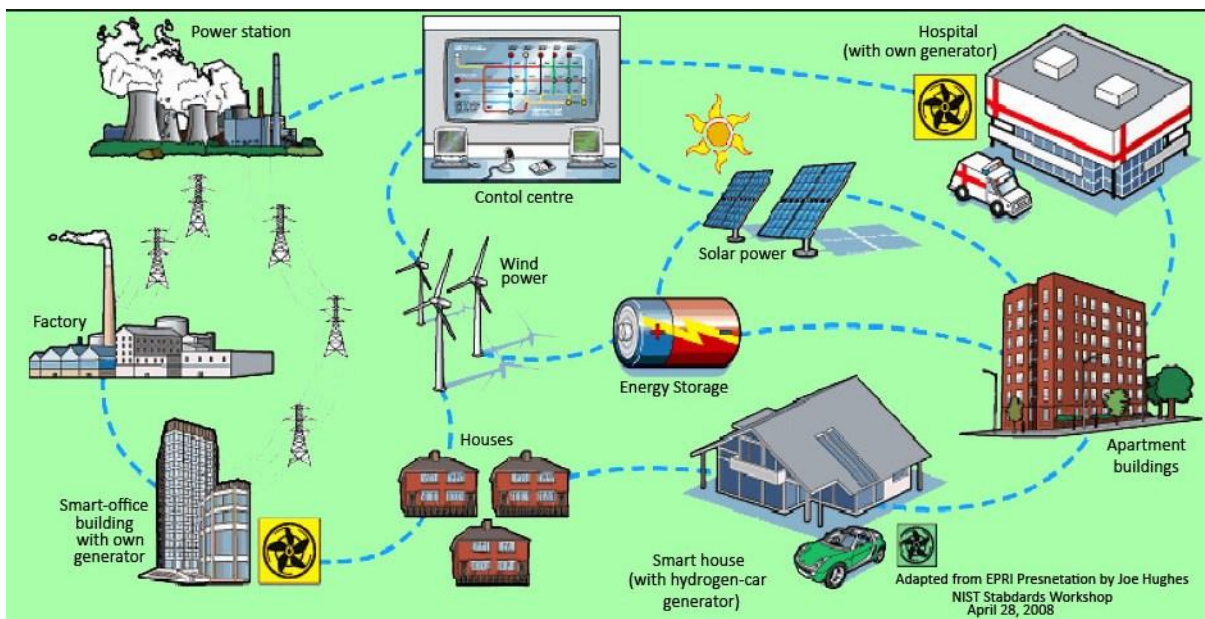
Επιμέρους στόχοι του προτεινόμενου σχεδιασμού για την πρόσβαση προμηθευτών σε οικονομικούς εγχώριους πόρους ηλεκτροπαραγωγής (πάντα με σκοπό την αύξηση του ανταγωνισμού και την απελευθέρωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας) είναι οι εξής:

- 1) Παροχή πρόσβασης σε όλους τους κατόχους άδειας προμήθειας (εκτός της ΔΕΗ) σε προθεσμιακά προϊόντα εντός ρυθμιζόμενου συμβατικού πλαισίου, η υποκείμενη αξία του οποίου σχετίζεται με λιγνιτική και υδροηλεκτρική παραγωγή. Με τον τρόπο αυτό, το οικονομικό πλεόνασμα του παραγωγού που διαθέτει λιγνιτική και υδροηλεκτρική παραγωγή (λόγω του χαμηλού κόστους παραγωγής) αναμένεται να μεταφερθεί στους τελικούς εγχώριους καταναλωτές, με τη μορφή χαμηλότερων τιμολογίων προμήθειας.
- 2) Βελτίωση της χρηματοοικονομικής ρευστότητας στη χονδρεμπορική αγορά και ελάφρυνση του χρηματοπιστωτικού κινδύνου που αναλαμβάνει ο Λειτουργός της Αγοράς, μέσω της εισαγωγής του προτεινόμενου ρυθμιστικού πλαισίου προθεσμιακών προϊόντων, παράλληλα με την ημερήσια εκκαθάριση και τον εβδομαδιαίο διακανονισμό της προ-ημερήσιας αγοράς. Για τον σκοπό αυτό, προβλέπεται οικονομικός συμψηφισμός των ποσοτήτων που αντιστοιχούν στα προθεσμιακά προϊόντα και των λοιπών ποσοτήτων ενέργειας του Ημερήσιου Ενεργειακού Προγραμματισμού. Η ένταξη των προθεσμιακών προϊόντων στην προ-ημερήσια αγορά γίνεται μετά από έλεγχο αναφορικά με τη δυνατότητα του προμηθευτή να χρησιμοποιεί τα προϊόντα αυτά, βάσει των περιορισμών που τίθενται, ιδίως αναφορικά με τα καταναλωτικά χαρακτηριστικά των πελατών που αυτός εκπροσωπεί. Στόχος της διαδικασίας αυτής είναι η μεταφορά του πλεονάσματος του παραγωγού από τους φθηνότερους εγχώριους πόρους κατευθείαν στους πελάτες λιανικής.

- 3) Δυνατότητα τόνωσης της διαπραγματευτικής δύναμης των καταναλωτών, τουλάχιστον των μεγαλύτερων από αυτούς, στον καθορισμό των τιμολογίων και λοιπών όρων προμήθειας, εφόσον τα καταναλωτικά χαρακτηριστικά τους προσδιορίζουν και τις ποσότητες προθεσμιακών προϊόντων, που μπορεί να αγοράσει ο προμηθευτής τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Εισαγωγή στα Έξυπνα Δίκτυα



2.1 Εισαγωγή στα έξυπνα δίκτυα

Τα κύρια στοιχεία ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας είναι η παραγωγή, η μετάδοση, η διανομή και τα φορτία. Η ενέργεια παράγεται από μεγάλους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής και τροφοδοτείται σε ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο μεταφοράς υψηλής τάσης. Η μεταφερόμενη πάνω από μεγάλες αποστάσεις ισχύς μεταβιβάζεται, μέσω μιας σειράς μετασχηματιστών διανομής, στα τελικά κυκλώματα για τη διανομή στους καταναλωτές.

Το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει προοδευτικά αναπτυχθεί πάνω από έναν αιώνα, από το αρχικό σχέδιο των τοπικών DC δικτύων χαμηλής τάσης, στα τριφασικά AC δίκτυα υψηλής τάσης και τελικά στα μοντέρνα ογκώδη διασυνδεδεμένα δίκτυα με διάφορα επίπεδα τάσης και πολλαπλά, πολύπλοκα ηλεκτρικά συστατικά στοιχεία.

Τα σημερινά συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, που μας εξυπηρετούν για δεκαετίες, στηρίζονται κατά βάση στα ορυκτά καύσιμα, συμπεριλαμβανομένου του πετρελαίου, του άνθρακα και του φυσικού αερίου ως πηγές ενέργειας. Αυτά τα ορυκτά καύσιμα είναι μη ανανεώσιμα και τα αποθέματά τους στη γη καταναλώνονται ταχύτατα. Η αναδυόμενη ενεργειακή κρίση καλεί την παγκόσμια προσοχή να στραφεί στην ανεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας που μπορούν να στηρίξουν μια μακροπρόθεσμη ανάπτυξη της βιομηχανίας. Οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας που έχουν προσδιοριστεί περιλαμβάνουν την αιολική, την ηλιακή, την παλιρροιακή, τη γεωθερμική, την υδροηλεκτρική ενέργεια και τη βιομάζα, οι οποίες ονομάζονται επίσης πράσινη ενέργεια γιατί δεν απελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν σημαντικά συμπληρώματα και αντικαταστάτες των ορυκτών καυσίμων λόγω της διάρκειας εκμετάλλευσής τους και τη φιλικότητα προς το περιβάλλον.

Η αυξανόμενη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια, μαζί με την πολύπλοκη φύση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στο ήδη καταπονημένο δίκτυο, όπως διακοπές ρεύματος, βυθίσεις τάσης και υπερφορτίσεις, τα οποία μειώνουν σημαντικά την ποιότητα ρεύματος και την αξιοπιστία.

Το υπάρχον δίκτυο, λοιπόν, βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση από τις διάφορες προκλήσεις και ανάγκες που προκύπτουν από το περιβάλλον, τους καταναλωτές, την αγορά αλλά και από θέματα της υπάρχουσας υποδομής. Αυτές οι προκλήσεις και ανάγκες είναι περισσότερο σημαντικές και επείγουσες από ποτέ και θα οδηγήσουν το δίκτυο σε επέκταση αλλά και σε ενίσχυση των λειτουργιών

του προς εξυπνότερα χαρακτηριστικά, με τη βοήθεια των ταχύτατα αναπτυσσόμενων τεχνολογιών. Έτσι προβάλλει η έννοια του ηλεκτρικού δικτύου επόμενης γενιάς, του έξυπνου δικτύου.

2.2 Οφέλη έξυπνων δικτύων

Τα αναμενόμενα οφέλη από ένα σύγχρονο ηλεκτρικό δίκτυο είναι πολλά καθώς ένα έξυπνο δίκτυο:

- Βελτιώνει την αξιοπιστία και την ποιότητα της ενέργειας
- Βελτιστοποιεί την αξιοποίηση των εγκαταστάσεων και αποτρέπει την κατασκευή εφεδρικών (για φορτία αιχμής) σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Ενισχύει τη χωρητικότητα και την αποδοτικότητα των υφιστάμενων ηλεκτρικών δικτύων
- Βελτιώνει την ανθεκτικότητα προς βλάβες/διακοπές
- Επιτρέπει την προληπτική συντήρηση και την αυτό-αποκατάσταση σε περίπτωση διαταραχών του συστήματος
- Διευκολύνει την ευρεία ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Χρησιμοποιεί καταναλωμένες πηγές ενέργειας
- Αυτοματοποιεί τη συντήρηση και τη λειτουργία
- Μειώνει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα επιτρέποντας τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων και νέων πηγών ενέργειας
- Μειώνει την κατανάλωση πετρελαίου, μειώνοντας την ανάγκη για ανεπαρκή παραγωγή κατά τις περιόδους χρήσης αιχμής
- Παρουσιάζει ευκαιρίες για τη βελτίωση της ασφάλειας του δικτύου
- Δίνει τη δυνατότητα μετάβασης σε plug-in ηλεκτρικά οχήματα και νέων επιλογών αποθήκευσης της ενέργειας
- Αυξάνει τις επιλογές των καταναλωτών
- Δίνει τη δυνατότητα για νέα προϊόντα, υπηρεσίες και αγορές και επιτρέπει την πρόσβαση των καταναλωτών σε αυτά.

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για το έξυπνο δίκτυο. Αυτοί περιλαμβάνουν:

Η Ευρωπαϊκή Πλατφόρμα Τεχνολογίας το ορίζει ως:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο που μπορεί έξυπνα να ενοποιήσει τις δράσεις όλων των συνδεδεμένων σε αυτό χρηστών- παραγωγούς, καταναλωτές και αυτούς που κάνουν και τα δύο- με σκοπό την αποδοτική διανομή βιώσιμων, οικονομικών και ασφαλών ηλεκτρικών προμηθειών.

Σύμφωνα με το Τμήμα Ενέργειας των ΗΠΑ:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο χρησιμοποιεί την ψηφιακή τεχνολογία για να βελτιώσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας-

από τη μεγάλη παραγωγή, μέσω των συστημάτων μεταφοράς, έως τους καταναλωτές- και έναν αυξανόμενο αριθμό μέσων αποθήκευσης και καταναλωμένης παραγωγής.

Σε άλλη αναφορά το έξυπνο δίκτυο ορίζεται:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο χρησιμοποιεί αισθητήρες, ενσωματωμένη επεξεργασία και ψηφιακές επικοινωνίες για να καταστήσει το ηλεκτρικό δίκτυο παρατηρήσιμο, ελέγξιμο, αυτοματοποιημένο, πλήρως διασυνδεδεμένο.

Επιπλέον ορισμοί αναφέρονται σε ένα Έξυπνο Δίκτυο που:

-Συνεπάγεται τη μετατροπή σε ένα ικανό για μετάδοση πληροφοριών και άκρως διασυνδεδεμένο δίκτυο μεταξύ των καταναλωτών και των παρόχων ηλεκτρικής ενέργειας, που περικλείει την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή.

-Δημιουργεί την πλατφόρμα για την ανάπτυξη έξυπνων τεχνολογιών που βελτιώνουν τη διαχείριση φορτίου και την απόκριση ζήτησης.

-Θα κάνει τα συστήματα μεταφοράς ενέργειας των χωρών πιο αποδοτικά, θα ενθαρρύνει τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και θα παρέχει στους καταναλωτές καλύτερο έλεγχο της χρήσης και του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας.

- Είναι μια ακριβή μοντερνοποίηση του ηλεκτρικού δικτύου που περιλαμβάνει την υποστήριξη πραγματικού-χρόνου, αμφίδρομης ψηφιακής επικοινωνίας μεταξύ των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού και των όλο και πιο συνειδητοποιημένων ενεργειακά καταναλωτών.

- Είναι μια συλλογή ιδεών/σχεδίων για την παροχή ενέργειας επόμενης γενιάς, που περιλαμβάνει νέα στοιχεία παροχής ισχύος, παρακολούθηση και έλεγχο σε όλο το δίκτυο ενέργειας και περισσότερες και πιο ενημερωμένες επιλογές για τους καταναλωτές.

-Είναι ένα σύγχρονο, βελτιωμένο, ανθεκτικό και αξιόπιστο ηλεκτρικό δίκτυο που στηρίζει την περιβαλλοντική διαχείριση, είναι ασφαλές, οικονομικά αποδοτικό και είναι ένας κύριος μοχλός για την οικονομική σταθερότητα και ανάπτυξη.

-Είναι ένα σύγχρονο ηλεκτρικό σύστημα. Χρησιμοποιεί αισθητήρες, παρακολούθηση, επικοινωνίες, αυτοματισμό και υπολογιστικά συστήματα για να βελτιώσει την ευελιξία, την ασφάλεια, την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού συστήματος.

-Είναι μια υποδομή που δίνει έμφαση στον ενεργό αντί στον παθητικό έλεγχο.

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι ο όρος Έξυπνο Δίκτυο αναφέρεται σε ένα τελείως εκσυγχρονισμένο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο παρακολουθεί, προστατεύει και βελτιστοποιεί τη λειτουργία των διασυνδεδεμένων σε αυτό στοιχείων από άκρο σε άκρο. Πρόκειται για μια υποδομή που στόχο έχει την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας μέσω αυτόματου ελέγχου, μετατροπών υψηλής ισχύος, σύγχρονης δομής επικοινωνιών, τεχνολογιών αισθητήρων/μετρητών και σύγχρονων τεχνικών διαχείρισης ενέργειας βασισμένων στη βελτιστοποίηση της ζήτησης, τη διαθεσιμότητα της

ενέργειας και του δικτύου κ.α. Το σύστημα περιλαμβάνει κεντρικές και κατακεντρωμένες ηλεκτρικές γεννήτριες μέσω του δικτύου υψηλής τάσης και σύστημα διανομής χαμηλής τάσης σε βιομηχανικούς χρήστες ή συστήματα αυτοματισμού οικιακών κτιρίων, σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης ενέργειας και σε τελικούς καταναλωτές. Το έξυπνο δίκτυο χαρακτηρίζεται από αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας και πληροφοριών για τη δημιουργία ενός αυτοματοποιημένου, ευρέως κατακεντρωμένου δικτύου διανομής ενέργειας. Ενσωματώνει στο δίκτυο τα πλεονεκτήματα των κατακεντρωμένων υπολογιστικών συστημάτων και των επικοινωνιών, για τη μεταφορά σε πραγματικό χρόνο πληροφοριών με σκοπό την εξισορρόπηση της παροχής και της ζήτησης ρεύματος.

2.3 Προκλήσεις και ανάγκες

Οι προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει και οι ανάγκες του μελλοντικού έξυπνου δικτύου συνοψίζονται σε τέσσερις κατηγορίες:

α) Περιβαλλοντικές προκλήσεις. Η παραδοσιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όντας η μεγαλύτερη δημιουργημένη από τον άνθρωπο πηγή εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, πρέπει να αλλάξει ώστε να συμβάλει η κλιματική αλλαγή. Παράλληλα, έχει προβλεφθεί ανεπάρκεια ορυκτών καυσίμων στις επόμενες δεκαετίες. Φυσικές καταστροφές, όπως θύελλες, σεισμοί και τυφώνες μπορούν εύκολα να καταστρέψουν το δίκτυο μεταφοράς. Τέλος, ο διαθέσιμος και κατάλληλος χώρος για τη μελλοντική επέκταση του δικτύου έχει μειωθεί δραματικά.

β) Ανάγκες αγοράς/καταναλωτών. Χρειάζεται να αναπτυχθούν ολοκληρωμένες τεχνολογίες λειτουργίας του συστήματος αλλά και πολιτικές για την αγορά ενέργειας, ώστε να στηρίξουν τη διαφάνεια και την ελευθερία της ανταγωνιστικής αγοράς. Η ικανοποίηση των πελατών από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να βελτιωθεί με την παροχή υψηλού λόγου ποιότητας/τιμής και με τη δυνατότητα των καταναλωτών να αλληλεπιδρούν με το δίκτυο.

γ) Προκλήσεις Υποδομής. Η υπάρχουσα υποδομή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας περιέχει στοιχεία που γερνούν γρήγορα. Με την πίεση των αυξανόμενων απαιτήσεων φορτίου, η συμφόρηση του δικτύου γίνεται όλο και χειρότερη. Τα γρήγορα εργαλεία online ανάλυσης, η ευρεία ζώνη παρακολούθησης, οι μετρήσεις και ο έλεγχος, και η γρήγορη και ακριβής προστασία κρίνονται ως απαραίτητα στοιχεία για να βελτιωθεί η αξιοπιστία των δικτύων.

δ) Καινοτόμες Τεχνολογίες. Από τη μια πλευρά, οι καινοτόμες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων νέων υλικών, προηγμένων ηλεκτρονικών ισχύος και τεχνολογιών επικοινωνιών, δεν είναι ακόμα ώριμες ή εμπορικά διαθέσιμες για την επανάσταση των δικτύων μεταφοράς. Από την άλλη, στο υπάρχον δίκτυο υπάρχει έλλειψη συμβατότητας για να δεχθεί την εφαρμογή spear-point τεχνολογιών στα πρακτικά δίκτυα.

2.4 Πλαίσιο και χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων μεταφοράς

Αξιοπιστία και Ευστάθεια

Με τον όρο αξιοπιστία αναφερόμαστε στην ικανότητα ενός συστήματος ή και στοιχείων αυτού να εκτελούν τις απαιτούμενες λειτουργίες υπό δεδομένες συνθήκες για καθορισμένο χρονικό διάστημα. Η αξιοπιστία έχει ένα χαρακτηριστικό ανθεκτικότητας. Σε γενικές γραμμές, ερμηνεύει τη λειτουργική υγεία και το βαθμό μεταβλητότητας όλου του συστήματος. Επιπλέον, παρουσιάζει την κατάσταση υψηλής συνοχής, επαναληψιμότητας και φερεγγυότητας που το έξυπνο δίκτυο θα διατηρήσει σύμφωνα με αποτελεσματικές μετρήσεις και εκτιμήσεις. Με την αξιοπιστία απαιτούμε οι βλάβες του συστήματος να συμβαίνουν με μικρή πιθανότητα, ενώ σε περίπτωση που κάτι πάει στραβά, η επίπτωσή του στο συνολικό σύστημα να είναι ελάχιστη και το δυσλειτουργικό στοιχείο να αντικατασταθεί ή επιδιορθωθεί όσο το δυνατόν συντομότερα. Η αξιοπιστία εξαρτάται από την επίτευξη άλλων καθοριστικών παραγόντων, που περιγράφονται παρακάτω.

Η ευστάθεια ενός συστήματος καθορίζει το επίπεδο αξιοπιστίας που το χαρακτηρίζει. Το έξυπνο δίκτυο πρέπει να εγγυάται σταθερότητα της τάσης και του ρεύματος, να περιορίζει τη ζήτηση αιχμής και τη μεταβλητότητα του φορτίου, με την εφαρμογή κατανεμημένης ηλεκτροπαραγωγής και αποθήκευση ενέργειας σε μεγάλες εκτάσεις, και να αποκλείει διάφορα ανεπιθύμητα περιστατικά.

Μετρησιμότητα και Ελεγχιμότητα

Η διακοπή υπηρεσιών και οι βλάβες είναι περιστατικά σοβαρά και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να συμβούν. Είναι σημαντικό να είναι μετρήσιμα και ελέγξιμα με τρόπο ώστε να μπορούν να πραγματοποιηθούν σκόπιμες εκτιμήσεις και αξιολογήσεις. Το έξυπνο δίκτυο είναι σε θέση να εντοπίζει και να διορθώνει λειτουργικές διαταραχές μέσω δυναμικών μετρήσεων και παρακολούθηση πραγματικού χρόνου. Παράλληλα, θα πρέπει να υπάρχει κάποιος βαθμός παρατηρησιμότητας και διαφάνειας με στόχο την αποτελεσματική ανάλυση, διαχείριση, καθώς και την πρόβλεψη και αντίδραση στις μεταβαλλόμενες καταστάσεις του δικτύου. Ο πλούτος πληροφοριών των δεδομένων, που ουσιαστικά καθιστά το δίκτυο έξυπνο πρέπει επίσης να είναι μετρήσιμος, παρατηρήσιμος και διαχειρίσιμος.

Ευελιξία και Κλιμάκωση

Το δίκτυο κινείται από μια κεντρική δομή σε πολλαπλά αποκεντρωμένα μικροδίκτυα. Η κλιμάκωση του έξυπνου δικτύου είναι σημαντικό να οριστεί καλά. Μέσω της νησιδοποίησης, τα μικροδίκτυα προσπαθούν να ενσωματώσουν την κατανεμημένη παραγωγή και την αποθήκευση ενέργειας για να συνεισφέρουν ενέργεια στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας σε περιόδους ζήτησης αιχμής. Η λειτουργία της νησίδας εισάγει μια έννοια ενός γιγάντιου έξυπνου δικτύου που αποτελείται από πολλαπλά μικρά έξυπνα δίκτυα. Κάθε τοπικό δίκτυο μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα ως προς τη Διαχείριση της Ζήτησης, το μοντέλο ποιότητας και αξιοπιστίας, τη διαχείριση προβλημάτων και τη διαχείριση ασφάλειας.

Η ευελιξία επιτρέπει στο έξυπνο δίκτυο να παρέχει πολλαπλές εναλλακτικές διαδρομές για τη ροή της ενέργειας και των δεδομένων, ενώ επίσης παρέχει επιλογές για να είναι εφικτός ο έλεγχος και η λειτουργία όποτε χρειάζεται. Παρουσιάζει τέσσερις πτυχές: α) επεκτασιμότητα για μελλοντική ανάπτυξη με τη διεύθυνση καινοτόμων και διαφορετικών τεχνολογιών παραγωγής, β) προσαρμοστικότητα στις ποικίλες γεωγραφικές τοποθεσίες και τα κλίματα, γ) πολλαπλές στρατηγικές ελέγχου για το συντονισμό των αποκεντρωμένων συστημάτων ελέγχου ανάμεσα στους υποσταθμούς και τα κέντρα ελέγχου, δ) απρόσκοπτη συμβατότητα με τα διάφορα στύλ λειτουργίας της αγοράς και plug-and-play ικανότητα να φιλοξενήσει σταδιακή αναβάθμιση, με συστατικά υλικού και λογισμικού, της τεχνολογίας.

Η ευελιξία μπορεί ακόμη να εφαρμοστεί σε ένα σύνολο προτύπων που λειτουργούν στο δίκτυο, ούτως ώστε να είναι διαθέσιμα και αναβαθμίσιμα σε όλο τον κόσμο.

Διαθεσιμότητα

Η διαθεσιμότητα της ενέργειας και των επικοινωνιών είναι ουσιώδης για τη ζήτηση ενέργειας και πληροφοριών από τους καταναλωτές και βασίζεται στη διαθεσιμότητα των δεδομένων που ανταλλάσσονται στο δίκτυο. Ο βαθμός διαθεσιμότητας πόρων που απαιτείται, ειδικά όταν πρόκειται για θέματα που σχετίζονται με την καθυστέρηση ή την ασφάλεια, είναι υψηλός. Για παράδειγμα, στα συστήματα προστασίας και ελέγχου της γραμμής η καθυστέρηση χρειάζεται να είναι της τάξης των χιλιοστών του δευτερολέπτου, αλλά μια επίθεση άρνησης υπηρεσίας μπορεί να επιδεινώσει την επίδοση του δικτύου κάνοντας τους servers ή τις υπηρεσίες προσωρινά μη διαθέσιμες. Ο πλεονασμός θα μπορούσε να είναι ένα μέτρο επίλυσης του προβλήματος. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά του θα εξαρτηθεί από το πώς θα σχεδιαστεί το σύστημα για να αποφεύγει παράλληλα το επακόλουθο κόστος της μεγάλης πολυπλοκότητας δικτύου, καθώς και από το θέμα της κλιμάκωσης.

Ανθεκτικότητα

Ο βαθμός της ανθεκτικότητας καθορίζει πόσο πραγματικά αξιόπιστο είναι το έξυπνο δίκτυο

όταν συμβαίνουν διάφορα περιστατικά. Γενικά, το δίκτυο θα πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στους πελάτες με ασφάλεια και αξιοπιστία παρά τους οποιουδήποτε εσωτερικούς ή εξωτερικούς κινδύνους. Ειδικά από τη σκοπιά της ασφάλειας, η ανθεκτικότητα αναπαριστά την ικανότητα ανάκτησης και αποκατάστασης μετά από τις οποιεσδήποτε διαταραχές ή δυσλειτουργίες, μέσω μιας εύρωστης διαδικασίας γρήγορης απόκρισης. Η ικανότητα αυτή της αυτό-θεραπείας καθιστά το δίκτυο ικανό να επαναπροσδιορίζεται δυναμικά ώστε να ανακάμψει από επιθέσεις, διακοπές ρεύματος, φυσικές καταστροφές, κακόβουλες δραστηριότητες και βλάβες των κατασκευαστικών στοιχείων του. Τα ευάλωτα ηλεκτρικά στοιχεία είναι πιθανότατα οι γραμμές μεταφοράς και οι σταθμοί, οι μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας, καθώς και οι πυρηνικοί σταθμοί με διαρροή. Σχέδια έκτακτης ανάγκης απαιτούνται για την αντιμετώπιση των παραπάνω δυσμενών περιπτώσεων.

Δυνατότητα συντήρησης

Η συντηρησιμότητα αντανάκλα ουσιαστικά τη μακροβιότητα και την αξιοπιστία ενός συστήματος. Συνήθως δείχνει την ικανότητά του να εκτελεί αποτελεσματικά και αποδοτικά μια σειρά δράσεων για εργασίες συντήρησης. Οι διαδικασίες που γίνονται ειδικά κατά τη συντήρηση περιλαμβάνουν την επιθεώρηση, την αντιμετώπιση προβλημάτων και την αντικατάσταση. Το έξυπνο δίκτυο θα πρέπει να σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο που να διευκολύνει τη συντήρηση, έτσι ώστε τα διάφορα στοιχεία ενέργειας και επικοινωνιών να επιδιορθώνονται γρήγορα και με τρόπο οικονομικά αποδοτικό. Παρομοίως, η υψηλή αποδοτικότητα εργατοώρας, καθώς και των εργαλείων και του εξοπλισμού αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το σύστημα συντήρησης του δικτύου.

Βιωσιμότητα

Η άνοδος της ανησυχίας για το περιβάλλον αλλά και οι κίνδυνοι από τη ζήτηση αιχμής καθιστούν κρίσιμη απαίτηση για τη λειτουργία του έξυπνου δικτύου μεταφοράς τη βιωσιμότητα, η οποία παρουσιάζεται ως επάρκεια, αποδοτικότητα και φιλικότητα προς το περιβάλλον. Η αύξηση της ζήτησης για ηλεκτρική ενέργεια θα πρέπει να ικανοποιηθεί με την εφαρμογή προσιτών εναλλακτικών ενεργειακών πόρων, την αύξηση εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της τεχνολογίας στη λειτουργία του συστήματος παροχής και μετριασμό της συμφόρησης δικτύου. Οι καινοτόμες τεχνολογίες που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να προκαλούν λιγότερη μόλυνση ή εκπομπές και να είναι απ' εξαρτημένες από τον άνθρακα, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές και κλιματικές αλλαγές.

Διαλειτουργικότητα

Η αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα της συνολικής επίδοσης του συστήματος θα εξαρτηθεί κατά κύριο λόγο από τη διαλειτουργικότητα που παρουσιάζει η υποδομή. Τα κατασκευαστικά στοιχεία του έξυπνου δικτύου προϋποθέτουν την ύπαρξη ενός συνόλου κοινών και διαλειτουργικών προτύπων για τη διασύνδεση τόσο της ενέργειας όσο και των επικοινωνιών. Αυτή η δυνατότητα απαιτείται κατά την ενσωμάτωση και σύγκλιση διαφόρων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων επικοινωνιών, προκειμένου να γίνονται κατανοητά το ένα στο άλλο και να παρέχουν αδιάλειπτη μεταφορά ενέργειας και δεδομένων. Αδέξια αλληλεπίδραση και ενοποίηση μεταξύ των ποικιλόμορφων μερών θα επιβράδυνε το χρόνο απόκρισης και θα υποβάθμιζε τη λειτουργία του συνολικού συστήματος καθώς και την αποδοτικότητα.

Ασφάλεια

Η έννοια της ασφάλειας απευθύνεται στις δυσλειτουργίες του συστήματος που οφείλονται σε ανθρώπινα αίτια, όπως εσκεμμένες επιθέσεις και μη εξουσιοδοτημένες τροποποιήσεις. Μια ασφαλής και σίγουρη συνδεσιμότητα μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών παρέχει προστασία για τις κρίσιμες εφαρμογές και τα δεδομένα αλλά και άμυνες ενάντια σε παραβιάσεις της ασφάλειας. Διάφορα υπάρχοντα μέτρα και εργαλεία ασφαλείας αποτελούν στοιχειώδεις απαιτήσεις για το έξυπνο δίκτυο, όπως τα συστήματα firewall, τα συστήματα ανίχνευσης και αποτροπής εισβολών, τα εικονικά ιδιωτικά δίκτυα, τα εικονικά τοπικά δίκτυα και ο έλεγχος πρόσβασης.

Βελτιστοποίηση

Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας και των στοιχείων ενεργητικού του έξυπνου δικτύου είναι επιτακτική ανάγκη. Μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια των προηγμένων τεχνολογιών και των έξυπνων ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και με ευφυή διαχείριση και αυτοματισμό, εξισορροπώντας ταυτόχρονα μια ποικιλομορφία μεταβλητών και tradeoffs. Το έξυπνο δίκτυο καλείται να βελτιστοποιηθεί σύμφωνα με όρους α) αξιοπιστίας της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας β) αποδοτικότητας μετατροπής και χρήσης της ενέργειας γ) ποιότητας παραγωγής και διανομής

ενέργειας δ) διαθεσιμότητας για τη μεταφορά ενέργειας και δεδομένων ε) αποτελεσματικότητας και ακρίβειας των δεδομένων και των επικοινωνιών στ) χρονικής απόκρισης και διαχείρισης σφαλμάτων ζ) οικονομικό κέρδος. Εν τω μεταξύ, η μείωση του κόστους κεφαλαίου, η πολυπλοκότητα του δικτύου και η χρήση των πόρων είναι αποφασιστικής σημασίας για το έξυπνο δίκτυο που θα αναπτυχθεί στην πράξη.

Εκτός από όσα απεικονίζονται και αναλύθηκαν παραπάνω, ως επιπλέον ιδιότητες ενός μελλοντικού έξυπνου δικτύου θα μπορούσαμε να σημειώσουμε και τα εξής:

Ψηφιοποίηση

Το έξυπνο δίκτυο θα χρησιμοποιεί μια μοναδική, ψηφιακή πλατφόρμα για γρήγορη και αξιόπιστη ανίχνευση, μέτρηση, επικοινωνία, υπολογισμό, έλεγχο, προστασία, απεικόνιση και συντήρηση ολόκληρου του συστήματος μεταφοράς. Πρόκειται για θεμελιώδες χαρακτηριστικό που θα διευκολύνει την υλοποίηση άλλων έξυπνων λειτουργιών. Αυτή η πλατφόρμα χαρακτηρίζεται από φιλική προς το χρήστη απεικόνιση για ενημέρωση ευαίσθητων καταστάσεων αλλά και από υψηλή ανοχή προς ανθρωπογενή λάθη.

Ευφυΐα

Ευφυείς τεχνολογίες και ανθρώπινη τεχνογνωσία θα ενσωματωθούν στο έξυπνο δίκτυο μεταφοράς. Αυτό-επίγνωση της κατάστασης λειτουργίας του συστήματος θα είναι διαθέσιμη με την βοήθεια online ανάλυσης στο πεδίο του χρόνου, όπως ανάλυση της σταθερότητας τάσης/γωνίας και της ασφάλειας. Θα υπάρχει, επίσης αυτό-θεραπεία για να ενισχύσει την ασφάλεια του δικτύου μεταφοράς μέσω συντονισμένων σχημάτων προστασίας και ελέγχου.

2.5 ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα έξυπνα δίκτυα περιλαμβάνουν μια ποικιλία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ηλιακή φωτοβολταϊκή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ενέργεια από βιομάζα, συγκεντρωμένη ηλιακή ενέργεια, περιλαμβάνονται σε αυτές τις πηγές.

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

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

Τα πλεονεκτήματα αυτού του είδους πηγών ενέργειας είναι:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι δωρεάν – δε χρειάζεται κανένα καύσιμο και δεν παράγει κανένα απόβλητο ή μόλυνση.

- Στις ώρες με αυξημένη ηλιοφάνεια, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε τόπους όπου δεν είναι εύκολο να φτάσει το ηλεκτρικό ρεύμα λόγω αποστάσεων.
- Είναι εξυπηρετικές για χρήσεις χαμηλής ισχύος όπως τα ηλιακά φώτα κήπου και τους φορτιστές μπαταρίας.

Μειονεκτήματα:

- Δε δουλεύουν νύχτα.
- Μπορούν να φανούν αναξιόπιστα, εκτός και αν ζεις σε ένα πολύ ηλιόλουστο κλίμα.

Συγκεντρωμένη Ηλεκτρική Ισχύς(CSP): Η Συγκεντρωμένη Ηλεκτρική Ισχύς

χρησιμοποιεί κάτοπτρα για τη συγκέντρωση των ηλιακών ακτινών σε έναν αγωγό ή δοχείο.

Αυτά περιέχουν ένα αέριο ή υγρό που θερμαίνεται σε 400 ° C περίπου και στη συνέχεια χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει τους συμβατικούς στροβίλους ατμού. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του CSP είναι ότι το μέσο που θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να αποθηκευτεί σε δοχεία για να κρατήσει τους στροβίλους σε λειτουργία τη νύχτα.

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

Συνδυασμένος Ηλεκτρισμός και Θερμότητα(ΣΗΘ): Τα συστήματα αυτού του

είδους παράγουν ηλεκτρισμό και χρήσιμη θερμική ενέργεια, μέσω ενός μοναδικού, ενοποιημένου συστήματος. Η θερμική ενέργεια που εξασφαλίζεται από ένα σύστημα Συνδυασμένης Θερμότητας και Ισχύος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή την ψύξη βιομηχανιών ή κτιρίων.

Επειδή τα συστήματα ΣΗΘ εγκλωβίζουν τη θερμότητα που διαφορετικά θα αποβαλλόταν στην παραδοσιακή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η συνολική

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

Πλεονεκτήματα:

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

Μειονεκτήματα:

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

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

Πλεονεκτήματα:

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

Μειονεκτήματα:

- Η λειτουργία τους απαιτεί αντικαταστάσιμη παροχή καυσίμου.

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

Ο αεριοστρόβιλος είναι μια αξιόπιστη, περιβαλλοντικά ευεργετική λύση για την παραγωγή ενέργειας.

2.6 Έξυπνοι μετρητές.

Οι έξυπνοι μετρητές αποτελούν μια ηλεκτρονική συσκευή μέτρησης με δυνατότητα επικοινωνίας με άλλες συσκευές. Η συσκευή μετράει την ενέργεια που χρησιμοποιείται και στέλνει τις πληροφορίες στο σύστημα και από κει καταλήγουν στον πελάτη, ενημερώνοντας τον για την εκάστοτε κατανάλωση του και το αντίστοιχο κόστος αυτής, χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία φυσικού προσώπου. Οι έξυπνοι μετρητές έχουν τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας, συνήθως, δυνατότητα δηλαδή εκτός από την αποστολή δεδομένων, και την λήψη εντολών. Αποτελούν ένα οικονομικό τρόπο για μέτρηση και παρακολούθηση της κατανάλωσης, που επιτρέπει στην καλύτερη ρύθμιση της παραγωγής βασισμένη σε ημερήσια δεδομένα πραγματικού χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Τεχνολογίες επικοινωνιών και Έξυπνο Δίκτυο

Ένα επικοινωνιακό σύστημα είναι το βασικό στοιχείο για μια υποδομή έξυπνου δικτύου. Για να πετύχουμε αυτή την έξυπνη συμπεριφορά του, θα χρησιμοποιηθούν προηγμένες τεχνολογίες και εφαρμογές από τις οποίες θα παράγεται ένας πολύ μεγάλος αριθμός δεδομένων, τα οποία με τη σειρά τους θα διατίθενται για περαιτέρω ανάλυση, έλεγχο και εξυπηρέτηση των διαφόρων λειτουργιών. Συνεπώς, είναι κρίσιμο για τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας να προσδιορίσουν τις απαιτήσεις για τις επικοινωνίες και να βρουν την καλύτερη επικοινωνιακή δομή που θα χειρίζεται τα παραγόμενα δεδομένα και θα παρέχει αξιόπιστες, ασφαλείς και οικονομικά αποδοτικές υπηρεσίες σε ολόκληρο το σύστημα.

Την επικοινωνιακή δομή ενός έξυπνου ηλεκτρικού δικτύου συνθέτουν στην ουσία τέσσερις τομείς δικτύωσης: ο πυρήνας ή αλλιώς κορμός, ο τομέας μεσαίων μιλίων, ο τομέας τελευταίων μιλίων ή πρόσβαση/διανομή καθώς και τα σπίτια και τα κτίρια.

Το δίκτυο πυρήνα στηρίζει τη σύνδεση μεταξύ των πολυάριθμων υποσταθμών και των εδρών των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Το δίκτυο WAN απαιτεί υψηλή χωρητικότητα και διαθεσιμότητα εύρους ζώνης για να διαχειριστεί τα «βουνά» δεδομένων που μεταφέρονται από άλλους τομείς, καθώς και από τους πολλαπλούς μεσολαβητές. Το δίκτυο κορμού είναι συνήθως χτισμένο σε οπτικές ίνες.

Ο τομέας μεσαίων μιλίων συνδέει τους συγκεντρωτές δεδομένων στο AMI με τον αυτοματισμό υποσταθμών/διανομής και τα κέντρα ελέγχου που σχετίζονται με τη λειτουργία των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Αυτός ο τομέας όχι μόνο χρειάζεται να παρέχει ευρυζωνικά μέσα, αλλά απαιτεί η εγκατάσταση του δικτύου του να είναι όσο το δυνατόν πιο εύκολη και αποδοτική οικονομικά. Επιπλέον, οι διαδρομές και οι συνδέσεις μέσω των οποίων θα ρέουν τα δεδομένα πρέπει να είναι ευέλικτες και αδιάλειπτες. Το πιο σημαντικό είναι η συνολική απόδοση να είναι προβλέψιμη για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων πριν την είσοδο στον κορμό.

Ο τομέας τελευταίων μιλίων είναι υπεύθυνος τόσο για τη συλλογή δεδομένων από τους έξυπνους μετρητές όσο και για τη μεταφορά τους στους συγκεντρωτές. Υπάρχει ποικιλία ασύρματων και ενσύρματων τεχνολογιών που είναι διαθέσιμες για να εφαρμοστούν στον τομέα αυτό, οι οποίες θα πρέπει όμως να παρέχουν ευρυζωνική ταχύτητα και ασφάλεια.

Το δίκτυο των κτιρίων κερδίζει μεγαλύτερη προσοχή όντας ο τελευταίος τομέας του έξυπνου δικτύου. Οι τεχνολογίες επικοινωνιών που υποστηρίζουν Home Area Networks (HAN) καθώς και τον σχετιζόμενο αυτοματισμό κτιρίων θα βασιστούν κατά κύριο λόγο στα πρότυπα IEEE 802.15.4, IEEE 802.11 και PLC. Η διαχείριση της ενέργειας του σπιτιού που θα συμβαίνει στα HAN θα ρυθμίζει αρκετά στοιχεία, όπως θερμοστάτες, θέρμανση, εξαερισμό, κλιματισμό, έξυπνες συσκευές, έλεγχο φωτισμού, οικιακό αυτοματισμό. Η συλλογή και μεταφορά δεδομένων από αυτόν τον τομέα πρέπει να χαρακτηρίζονται από σταθερότητα, ακρίβεια και ασφάλεια.

3.1 Προϋποθέσεις για το σύστημα επικοινωνιών

Τα κατάλληλα επικοινωνιακά δίκτυα για εφαρμογές διαχείρισης ενέργειας χρειάζεται να παρέχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και υπηρεσίες, που είναι στενά συνδεδεμένα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής και τα διαχωρίζουν από άλλα δίκτυα.

1. Η υψηλή αξιοπιστία και διαθεσιμότητα είναι τυπικές απαιτήσεις σχεδόν για κάθε σύστημα επικοινωνίας. Δεδομένου ότι θα διασυνδέεται ένας μεγάλος αριθμός συσκευών και θα χρησιμοποιούνται διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνίας, η διασφάλιση της αξιοπιστίας ενός τέτοιου ετερογενούς και μεγάλου δικτύου δεν είναι τετριμμένη υπόθεση. Ακόμη, οι κόμβοι πρέπει να είναι προσπελάσιμοι υπό οποιοσδήποτε συνθήκες. Ενώ συνήθως αυτό δεν είναι πρόβλημα σε ένα ενσύρματο δίκτυο, μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για ασύρματες ή powerline υποδομές, γιατί τα κανάλια επικοινωνίας μπορεί να αλλάξουν κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Στην ειδική περίπτωση των συστημάτων μέσω γραμμών ηλεκτρικής ισχύος, μια τέτοια αλλαγή μπορεί να εισαχθεί κατά τη διαχείριση του δικτύου διανομής το οποίο εξισορροπεί το φορτίο κατανάλωσης ενέργειας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, ιδίως στο επίπεδο μέσης τάσης. Οι δράσεις μεταγωγής ξεκινούν μέσω διαφόρων

συστημάτων και συστημάτων ελέγχου χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας, τα οποία δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Οπότε, δεν υπάρχει άμεσος τρόπος να ενημερωθεί το σύστημα διαχείρισης της επικοινωνίας σχετικά με τις αλλαγές τοπολογίας. Λόγω αυτού, το ίδιο το σύστημα θα πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι εύρωστο.

2. Η αυτόματη διαχείριση των πλεονασμών σχετίζεται στενά με την προηγούμενη προϋπόθεση. Καθώς μερικές εφαρμογές είναι χρονο-κρίσιμες, οι πραγματικού χρόνου ιδιότητες του δικτύου πρέπει να διατηρηθούν ακόμα και κατά τις αλλαγές τοπολογίας. Όπως προαναφέρθηκε, οι αλλαγές αυτές δε θα πρέπει να θεωρηθούν ως έκτακτες καταστάσεις που οφείλονται σε συνθήκες σφάλματος, αλλά εμφανίζονται κατά την κανονική λειτουργία.
3. Υψηλή κάλυψη και αποστάσεις. Προφανώς, οι κόμβοι που θα συνδέονται μέσω του δικτύου επικοινωνιών είναι διανεμημένοι σε μια ευρεία περιοχή. Το σύστημα επικοινωνίας πρέπει να είναι, λοιπόν, ευρέως διαθέσιμο και ικανό να παρέχει μεγάλη κάλυψη.
4. Μεγάλος αριθμός των κόμβων επικοινωνίας. Αν υποθέσουμε ότι είναι συνδεδεμένος μόνο ένας μετρητής ενέργειας/καταναλωτή, ένας πρωτεύων σταθμός μπορεί να εφοδιάσει έως και 10.000 κόμβων, ιδίως σε περιοχές με μεγάλη συγκέντρωση πολυκατοικιών. Παρότι τα πακέτα εντολών και δεδομένων είναι συνήθως μικρά, ο συνολικός όγκος δεδομένων προς μετάδοση στο δίκτυο είναι ουσιαστικός και η επιβάρυνση της επικοινωνίας μπορεί να γίνει ζήτημα.
5. Κατάλληλη καθυστέρηση επικοινωνίας και απόκριση του συστήματος. Η διαχείριση της ποιότητας υπηρεσίας χρειάζεται να φροντίσει για διάφορες κατηγορίες δεδομένων, όπως δεδομένα μετρήσεων, ελέγχου, ή δεδομένα συναγερμού. Το σύστημα επικοινωνίας πρέπει να υποστηρίξει την απαιτούμενη ποιότητα υπηρεσίας για κάθε εφαρμογή. Ιδιαίτερη σημασία απαιτούν τα κρίσιμα δεδομένα, τα οποία πρέπει να παραδοθούν άμεσα. Έτσι, ίσως χρειαστεί να προβλεφθεί για τη μετάδοση ένα κανάλι για γρήγορα γεγονότα, όπως πληροφορίες για την κατάσταση του δικτύου ή συναγερμοί από τους μετρητές στο σημείο ελέγχου.
6. Ασφάλεια επικοινωνίας. Τα δεδομένα που σχετίζονται με τη διανομή ενέργειας θεωρούνται κρίσιμα, ιδιαιτέρως όταν σχετίζονται με θέματα τιμολόγησης ή ελέγχου του ηλεκτρικού δικτύου. Για το λόγο αυτό, η ασφαλής επικοινωνία είναι σημαντική. Έρευνες μεταξύ των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας έδειξαν ότι η ακεραιότητα και η αυθεντικότητα είναι οι πιο σημαντικοί στόχοι για την ασφάλεια των δικτύων διανομής, ενώ το θέμα του απορρήτου δεν θεωρείται πρωτεύον ζήτημα.

7. Ευκολία εγκατάστασης και συντήρησης. Για κάθε καταναμημένο σύστημα επικοινωνίας, πρέπει να έχει γίνει πρόβλεψη για μηχανισμούς που διευκολύνουν όχι μόνο την αρχική εγκατάσταση, αλλά ιδίως τη συντήρηση της υποδομής κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Χαρακτηριστικά όπως ο εντοπισμός σφάλματος και η ανάλυση της κατάστασης σφάλματος, η εύκολη ενημέρωση των επιχειρήσεων και του λογισμικού και η απομακρυσμένη ρύθμιση των παραμέτρων είναι ουσιώδη.

3.2 Προκλήσεις

Η μεγαλύτερη πρόκληση για την τεχνολογία των επικοινωνιών είναι να παρέχει εύρωστα, ασφαλή και διαλειτουργικά δίκτυα.

- **Διαλειτουργικότητα:** Το Έξυπνο Δίκτυο θα συνδέει ένα μεγάλο αριθμό στοιχείων από ανόμοια δίκτυα μεταφοράς και διανομής, πηγές παραγωγής και καταναλωτές. Περαιτέρω, το Έξυπνο Δίκτυο θα αποτελείται από ετερογενείς αρχιτεκτονικές δικτύου, τεχνολογίες και πρότυπα. Για παράδειγμα, μικρής εμβέλειας ασύρματα και ενσύρματα δίκτυα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διασύνδεση συσκευών σε τοπικό επίπεδο, ενώ οι κυψελωτές, οι 4G τεχνολογίες ή οι ενσύρματες ευρυζωνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δικτύωση ευρείας περιοχής. Η επίτευξη της διαλειτουργικότητας των συστημάτων επικοινωνιών και των αρχιτεκτονικών που υποστηρίζουν τα Έξυπνα Δίκτυα απαιτεί συμφωνία ως προς τη χρήση, μια ερμηνεία των διεπαφών και των μηνυμάτων που μπορεί να γεφυρώσει αρμονικά τα διαφορετικά πρότυπα και τις τεχνολογίες.
- **Ασφάλεια και εμπιστευτικότητα:** Στο Έξυπνο Δίκτυο οι λειτουργίες του δικτύου ενσωματώνουν τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών για να διευκολύνεται η αποτελεσματική παρακολούθηση, ο έλεγχος και η διαχείριση των συστημάτων, πάνω από αμφίδρομες ζεύξεις επικοινωνίας. Οι κίνδυνοι ασφάλειας στα Έξυπνα Δίκτυα δεν προέρχονται απλά από φυσικά τρωτά σημεία, όπως στην περίπτωση των παραδοσιακών δικτύων, αλλά συνδέονται και με τα συστήματα επικοινωνιών. Παρουσιάζεται η δυνατότητα σε εισβολείς να χειριστούν υπηρεσίες σε σπίτια και επιχειρήσεις αποκτώντας, για παράδειγμα, τον έλεγχο των έξυπνων μετρητών και διαταράσσοντας την εξισορρόπηση του φορτίου με την ξαφνική αύξηση ή μείωση της ζήτησης ενέργειας. Για αυτό το λόγο, τα δίκτυα επικοινωνιών ενός Έξυπνου Δικτύου απαιτούν ουσιαστικά προληπτικά μέτρα ασφάλειας. Ένα ακόμα σημαντικό σημείο είναι το θέμα του απορρήτου, ιδίως αναφορικά με τα δεδομένα της χρήσης ενέργειας του κάθε καταναλωτή, αυτά δηλαδή που συλλέγονται από τους έξυπνους μετρητές. Αν και τα δεδομένα που προέρχονται από τους αισθητήρες και τους μετρητές θα μπορούσαν να ωφελήσουν κατά πολύ τις λειτουργίες του δικτύου για τη βελτιωμένη αποδοτικότητα της κατανάλωσης ενέργειας, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ικανών

μηχανισμών προστασίας αυτών, για τη διασφάλιση της ιδιωτικής ζωής και ταυτόχρονα της εμπορικής αξίας των σχετικών με την ενέργεια δεδομένων.

3.3 Αρχιτεκτονική του Δικτύου Επικοινωνιών

Η υποδομή επικοινωνίας στο Έξυπνο Δίκτυο πρέπει να υποστηρίζει τις αναμενόμενες λειτουργικές δυνατότητες και να ικανοποιεί τις απαιτήσεις επίδοσης. Καθώς η υποδομή αυτή συνδέει ένα τεράστιο αριθμό ηλεκτρικών συσκευών και διαχειρίζεται την περίπλοκη επικοινωνία τους, είναι οργανωμένη σε μια ιεραρχική υποδομή με διασυνδεδεμένα επιμέρους υποδίκτυα, το καθένα από τα οποία είναι υπεύθυνο για ξεχωριστή γεωγραφική περιοχή. Γενικά, τα δίκτυα επικοινωνιών μπορούν να ταξινομηθούν σε 3 κατηγορίες: δίκτυα WAN, δίκτυα FAN και δίκτυα HAN.

3.3.1 Wide Area Networks (WAN)

Τα δίκτυα WAN σχηματίζουν τη ραχοκοκαλιά που συνδέει τα κατανεμημένα, μικρότερα δίκτυα που εξυπηρετούν τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορες θέσεις. Όταν τα κέντρα ελέγχου βρίσκονται μακριά από τους υποσταθμούς ή τους τελικούς καταναλωτές, οι μετρήσεις πραγματικού χρόνου που λαμβάνονται από τις ηλεκτρικές συσκευές μεταφέρονται στα κέντρα ελέγχου μέσω των δικτύων WAN και, κατά την αντίστροφη κατεύθυνση, τα WAN αναλαμβάνουν τη μεταφορά εντολών από τα κέντρα ελέγχου προς τις συσκευές.

Για βέλτιστη επίγνωση των συνθηκών σε μια ευρεία περιοχή, οι φορείς RTO χρειάζονται πολλές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση του ηλεκτρικού δικτύου. Η επίγνωση αυτή επιτυγχάνεται με τη χρήση στους υποσταθμούς γρήγορων, χρονικά σφραγισμένων και πραγματικού χρόνου πληροφοριών για το σύστημα, που προέρχονται από εξειδικευμένους ηλεκτρικούς αισθητήρες. Οι συσκευές PMU καταγράφουν πληροφορίες για το διάνυσμα του ρεύματος και της τάσης με συχνότητα δειγμάτων ως 60 Hz. Οι πληροφορίες, κατόπιν, χρησιμοποιούνται από τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας στα κέντρα ελέγχου για την παροχή βελτιωμένης εκτίμησης, παρακολούθησης, ελέγχου και προστασίας της κατάστασης λειτουργίας.

Τα δίκτυα WAN, επίσης, συντελούν στην επικοινωνία μεταξύ των IEDs και των κέντρων ελέγχου. Οι έξυπνες ηλεκτρικές συσκευές εγκαθίστανται κατά μήκος των γραμμών μεταφοράς και στους υποσταθμούς για να καταγράφουν τις πληροφορίες από τα συστήματα SCADA και να ενεργούν βάσει των εντολών ελέγχου και προστασίας που στέλνουν τα κέντρα ελέγχου. Επιπλέον, για να υποστηριχθεί στα κέντρα ελέγχου η λήψη της υψηλής ταχύτητας δεδομένων από τα στοιχεία PMU, απαιτείται ένα δίκτυο υψηλού εύρους ζώνης.

Οι υποσταθμοί επικοινωνούν με τα κέντρα ελέγχου χρησιμοποιώντας τηλεφωνικές ή μικροκυματικές ζεύξεις. Έτσι, υπό την απουσία ενός δικτύου υψηλής ταχύτητας, τα ψηφιακά δεδομένα από τις μονάδες PMU περιορίζονται εντός των υποσταθμών και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά από τα κέντρα ελέγχου, γεγονός που επισημαίνει την ανάγκη ενός υψηλού εύρους ζώνης δικτύου WAN στο σύστημα του έξυπνου δικτύου.

3.3.2 Field Area Networks (FAN)

Τα δίκτυα FAN συνιστούν τη μονάδα επικοινωνίας για τα συστήματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες στα τροφοδοτικά και τους μετασχηματιστές της διανομής, οι έξυπνες ηλεκτρικές συσκευές ικανές να εκτελούν εντολές ελέγχου από τα συστήματα DMS, οι καταναμημένοι ενεργειακοί πόροι στα συστήματα διανομής, οι σταθμοί φόρτισης plug-in ηλεκτρικών οχημάτων και οι έξυπνοι μετρητές στις εγκαταστάσεις των πελατών αποτελούν τις κύριες πηγές πληροφοριών προς παρακολούθηση και έλεγχο από τα συστήματα DMS στα κέντρα ελέγχου. Οι εφαρμογές του συστήματος ενέργειας στον τομέα της διανομής χρησιμοποιούν δίκτυα FAN για να μοιράζονται και να ανταλλάσσουν πληροφορίες.

Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν είτε με βάση τον τομέα, οπότε είναι αυτές που σχετίζονται με τις γραμμές μεταφοράς, τους αισθητήρες, τους ρυθμιστές τάσης κτλ, είτε με βάση τους καταναλωτές, οπότε σχετίζονται γενικά με τους τελικούς καταναλωτές, όπως σπίτια, κτίρια, βιομηχανικούς χρήστες κτλ. Οι δυο κατηγορίες εφαρμογών που λειτουργούν στον τομέα της διανομής έχουν διαφορετικές κρίσιμες απαιτήσεις. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές βασισμένες στους καταναλωτές απαιτούν το δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ της επιχείρησης κοινής ωφέλειας και του καταναλωτή να είναι επεκτάσιμο, κάτι που θα επέτρεπε την προσθήκη περισσότερων εφαρμογών και καταναλωτών στο μέλλον, ενώ η ευαισθησία ως προς τον χρόνο δεν είναι μεγάλο θέμα για αυτές. Από την άλλη, οι βασισμένες στον τομέα εφαρμογές είναι πιο ευαίσθητες φύσεως όσον αφορά το χρόνο. Έτσι, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας μπορούν να επιλέξουν να υιοθετήσουν είτε αφιερωμένα δίκτυα επικοινωνίας σε κάθε κατηγορία εφαρμογών, είτε ένα ενιαίο και κοινόχρηστο δίκτυο για τις δυο κατηγορίες. Ένα κοινόχρηστο δίκτυο θα ελαχιστοποιήσει το κόστος ανάπτυξης, ενώ τα ξεχωριστά δίκτυα έχουν το πλεονέκτημα της δυνατότητας επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο και της πρόσθετης ασφάλειας.

3.3.3 Home Area Networks (HAN)

Τα οικιακά δίκτυα απαιτούνται στον τομέα του καταναλωτή, για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των έξυπνων συσκευών στο χώρο των πελατών και για την εφαρμογή νέων λειτουργιών όπως DR και AMI.

Τα πρώτα HAN εμφανίστηκαν προς τα τέλη της δεκαετίας του '90 και άρχισαν να εξαπλώνονται από τις αρχές του 2000 με την ανάπτυξη του Διαδικτύου. Πλέον, με την εμφάνιση και ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου, τα de facto πρότυπα δικτύωσης HAN θα πρέπει να αναμένουν και νέες αφίξεις στον τομέα αυτό, με τις κύριες διαφορές τους να στρέφονται γύρω από τους ρυθμούς δεδομένων και την κατανάλωση ενέργειας. Το Διαδίκτυο και οι τεχνολογίες γύρω από αυτό αναπτύχθηκαν με στόχο τη μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω ενός δικτύου σε διακοπτόμενα διαστήματα. Οι ανάγκες ενός έξυπνου δικτύου, όμως, είναι αρκετά διαφορετικές, απαιτώντας σχετικά χαμηλό εύρος ζώνης αλλά τακτική και αδιάλειπτη επικοινωνία. Εντός σπιτιού, για παράδειγμα, συσκευές όπως θερμοστάτες, συστήματα HVAC, συστήματα οικιακού αυτοματισμού ή διαχείρισης οικιακής ενέργειας, μετρητές νερού και μετρητές ηλεκτρικού ρεύματος θα διασυνδέονται και θα επικοινωνούν, επιτρέποντας στους ιδιοκτήτες να αντιλαμβάνονται και να διαχειρίζονται καλύτερα την κατανάλωση ενέργειας.

Οι συσκευές αυτές έχουν μικρότερες απαιτήσεις εύρους ζώνης, αλλά προϋποθέτουν τακτική και συνεχή ροή δεδομένων.

Γενικά, υπάρχει πληθώρα προτύπων και πρωτοκόλλων που ανταγωνίζονται για την κυριαρχία στην αγορά των έξυπνων δικτύων. Με τόσες πολλές συσκευές που χρειάζεται να συνδεθούν στο δίκτυο,

επαφίεται στο συμφέρον των καταναλωτών και των κατασκευαστών να καθορίσει τα πιο αξιόλογα από αυτά και να επιλέξει όποια υπερτερούν ως προς τη διαλειτουργικότητα, την κλίμακα οικονομίας και την ευκολία υιοθέτησης.

Φαίνεται να υπάρχουν δυο διαφορετικές σκέψεις για την αρχιτεκτονική HAN και τον τρόπο που σχετίζεται με την επιχείρηση κοινής ωφέλειας. Η πρώτη είναι πως η επιχείρηση, που παραδοσιακά ελέγχει το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής υποδομής, θα είναι σε θέση να ελέγχει όλες τις συσκευές ενός σπιτιού για να διαχειρίζεται καλύτερα το δίκτυο. Η δεύτερη προβλέπει πως η επιχείρηση θα έχει πρόσβαση σε μια πύλη εντός σπιτιού αλλά ο καταναλωτής ελέγχει τι συμβαίνει μέσα στο σπίτι ή το αναθέτει σε τρίτους. Αυτή η επιλογή είναι πιο βολική γιατί ταιριάζει τόσο στους καταναλωτές, που θα νιώθουν άβολα να μπορεί η επιχείρηση να χειρίζεται τις συσκευές μέσα στο ίδιο τους το σπίτι, όσο και στους παρόχους και τους κατασκευαστές, που ασχολούνται με την διαλειτουργικότητα.

Τα πρότυπα για τα δίκτυα HAN μπορούν να διαχωριστούν σε 3 κατηγορίες, αυτά που χρειάζονται νέα καλώδια, αυτά που δεν απαιτούν νέα καλώδια και τα ασύρματα, με κάθε κατηγορία να έχει πλεονεκτήματα αλλά και αδυναμίες. Στην ενσύρματη δικτύωση το πλέον διαδεδομένο, και χωρίς ανταγωνισμό, πρότυπο είναι το Ethernet. Στην περίπτωση που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την υπάρχουσα καλωδίωση αντί να εγκαταστήσουμε ένα νέο δίκτυο, οι επιλογές που υπάρχουν σχεδόν σε κάθε σπίτι είναι οι τηλεφωνικές γραμμές και οι γραμμές ηλεκτρικού ρεύματος. Υπάρχουν πρότυπα και τεχνολογίες και για τις δυο περιπτώσεις, αλλά δεδομένου ότι ένας από τους κύριους στόχους του έξυπνου δικτύου είναι να παρακολουθεί και να ελαχιστοποιεί τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, η χρήση των γραμμών ρεύματος έχει το προβάδισμα. Ένας επιπλέον λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η περιορισμένη κάλυψη των τηλεφωνικών γραμμών στην κατασκευή του σπιτιού. Το HomePlug είναι το πιο διαδεδομένο πρότυπο για επικοινωνία μέσω ηλεκτρικών γραμμών, το HomePNA χρησιμοποιεί τις τηλεφωνικές γραμμές ή ομοαξονικά καλώδια, ενώ το G.hn είναι ένα ITU πρότυπο για δικτύωση μέσω γραμμών ρεύματος, τηλεφωνικών γραμμών ή ομοαξονικών καλωδίων. Από την άλλη μεριά, μεγάλο ενδιαφέρον κερδίζει συνεχώς η ασύρματη σύνδεση των συσκευών, μια τάση που αναμένεται να συνεχιστεί.

3.4 Τεχνολογίες επικοινωνιών για εφαρμογές Έξυπνων Δικτύων

Οι δύο πιο σημαντικοί παράγοντες που χρειάζεται να ληφθούν υπόψη είναι η απόδοση του καναλιού, που συχνά αναφέρεται και ως ταχύτητα ή εύρος ζώνης και η καθυστέρηση καναλιού. Αν οι στόχοι που τίθενται για αυτούς τους παράγοντες δεν επιτευχθούν, το σύστημα δεν έχει καμία πιθανότητα επιτυχίας. Παράγοντες που είναι επίσης σημαντικοί είναι η αξιοπιστία και η ασφάλεια. Η απόδοση του καναλιού καθορίζει πόση πληροφορία είναι δυνατό να σταλεί από ένα σημείο σε ένα άλλο σε δεδομένο χρόνο. Σε αναλογικά συστήματα η απόδοση είναι ανάλογη του εύρους ζώνης.

Πολλές τεχνολογίες δικτύου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα έξυπνο δίκτυο στους τομείς της μεταφοράς, της διανομής και στο τελικό επίπεδο των καταναλωτών, αλλά καμία από αυτές δεν ταιριάζει απόλυτα σε όλες τις εφαρμογές. Κάποια τεχνολογία ή ακόμα καλύτερα ένα υποσύνολο τεχνολογιών θα ταιριάζει περισσότερο σε εφαρμογές συγκεκριμένου τομέα ή σε εφαρμογές που έχουν παρόμοιες επικοινωνιακές ανάγκες.

Η υιοθέτηση των διάφορων τεχνολογιών για τις επικοινωνίες των έξυπνων δικτύων θα εξαρτηθεί τελικά από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δικτύου και τις καθορισμένες απαιτήσεις. Μικρές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, για παράδειγμα, μπορεί να εκμεταλλευθούν τα πλεονεκτήματα που

προσφέρουν τα υπάρχοντα κυψελωτά δίκτυα και να συνεργαστούν με άλλους ώστε να μειώσουν το κεφαλαιουχικό και λειτουργικό κόστος. Αντιθέτως, οι μεγάλες επιχειρήσεις θα είναι σε θέση να φτιάξουν το δικό τους δίκτυο για να αποφύγουν την κοινή χρήση εύρους ζώνης, με στόχο να έχουν μεγαλύτερα κέρδη από το επενδυμένο κεφάλαιο. Επιπλέον, οι γεωγραφικές ανάγκες, οι στόχοι του έργου αλλά και οι εφαρμογές και οι υπηρεσίες που θα διατίθενται στους καταναλωτές θα επηρεάσουν τις επιλογές των τεχνολογιών που θα εφαρμοστούν.

3.4.1 Ασύρματες Τεχνολογίες

Γενικά τα σήματα στις ασύρματες επικοινωνίες υφίστανται σημαντική εξασθένηση λόγω μετάδοσης και αντιμετωπίζουν παρεμβολές από το περιβάλλον. Κατά συνέπεια, τα ασύρματα δίκτυα συνήθως παρέχουν συνδέσεις μικρών αποστάσεων με συγκριτικά χαμηλούς ρυθμούς δεδομένων.

Η εφαρμογή ασύρματων τεχνολογιών προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις ενσύρματες, όπως μικρό κόστος εγκατάστασης, κινητικότητα, κάλυψη απομακρυσμένων περιοχών, γρήγορη εγκατάσταση κ.α. Ωστόσο, για κάθε τεχνολογία υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις που πρέπει να διευθετηθούν πριν τη χρήση τους στο περιβάλλον των έξυπνων δικτύων. Κοινές ανησυχίες για τις ασύρματες τεχνολογίες είναι: 1) Οι ασύρματες τεχνολογίες που λειτουργούν σε μη αδειοδοτημένο φάσμα συχνοτήτων είναι πιο ευάλωτες σε φαινόμενα θορύβου και παρεμβολής, 2) Οι ασύρματες τεχνολογίες με αδειοδοτημένο φάσμα αντιμετωπίζουν λιγότερες παρεμβολές, αλλά είναι συγκριτικά μια δαπανηρή λύση, 3) η ασφάλεια για τα ασύρματα μέσα επικοινωνίας είναι μικρότερη.

3.4.2 Ασύρματα Τοπικά Δίκτυα

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (LAN) παρέχουν εύρωστη, υψηλής ταχύτητας επικοινωνία σημείου-προς-σημείο και σημείου-προς-πολλαπλά σημεία. Στο πρότυπο αυτό υιοθετήθηκε τεχνολογία απλωμένου φάσματος που επιτρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια ζώνη συχνοτήτων από πολλούς χρήστες με ελάχιστη παρεμβολή σε άλλους χρήστες.

Η εφαρμογή ασύρματων LAN πλεονεκτεί σε σχέση με τα ενσύρματα γιατί είναι εύκολο να εγκατασταθούν, λιγότερο ακριβά και παρέχουν κινητικότητα των συσκευών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως στον αυτοματισμό και την προστασία υποσταθμών διανομής και στην απεικόνιση και τον έλεγχο των κατανεμημένων ενεργειακών πόρων, ειδικά σε περιπτώσεις απομακρυσμένων, μικρών υποσταθμών, όπου οι απαιτήσεις για ρυθμούς μετάδοσης και ασύρματες παρεμβολές είναι συγκριτικά χαμηλότερες.

3.4.3 WiMAX

Κύριος στόχος του WiMAX είναι να επιτύχει διαλειτουργικότητα σε παγκόσμιο επίπεδο για μικροκυματική πρόσβαση.

Μερικές από τις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων όπου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί το WiMAX είναι: 1) Ασύρματα Αυτόματα Συστήματα Ανάγνωσης Μετρητών, 2) Τιμολόγηση σε πραγματικό χρόνο, 3) Ανίχνευση και αποκατάσταση διακοπής λειτουργίας.

Στα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας WiMAX συμπεριλαμβάνονται το μικρότερο κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας, η ομαλή επικοινωνία, οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης, το επαρκές εύρος ζώνης και η επεκτασιμότητα.

Ένα από τα αρνητικά του WiMAX είναι ότι το εύρος ζώνης διαμοιράζεται με τους χρήστες. Ειδικά για αστικές περιοχές, οι χαμηλότερες συχνότητες είναι πιο χρήσιμες, όμως έχουν ήδη αδειοδοτηθεί. Άρα, ο πιο πιθανός τρόπος να χρησιμοποιήσουν οι πάροχοι των έξυπνων δικτύων αυτή την τεχνολογία είναι να τη μισθώσουν από άλλον.

3.4.4 Κυβελωτές Επικοινωνίες

Το υπάρχον δίκτυο κυβελωτών επικοινωνιών είναι μια καλή επιλογή τόσο για την επικοινωνία μεταξύ των έξυπνων μετρητών και των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας, όσο και μεταξύ απομακρυσμένων κόμβων. Χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα υποδομή επικοινωνιών, οι επιχειρήσεις αποφεύγουν σημαντικό κόστος και χρόνο που θα απαιτούνταν για τη δημιουργία μιας νέας και αποκλειστικής υποδομής.

Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα, το σημαντικότερο είναι ότι τα κυβελωτά δίκτυα υπάρχουν ήδη. Έτσι, οι πάροχοι δε θα επιβαρυνθούν με κόστος κατασκευής. Επίσης, παρέχεται επαρκές εύρος ζώνης για αρκετές εφαρμογές, ενώ ο ρυθμός δεδομένων και η ποιότητα υπηρεσίας βελτιώνονται πολύ γρήγορα, χάρη στην πρόσφατη ανάπτυξη των τεχνολογιών.

Από την άλλη, μερικές κρίσιμες εφαρμογές των έξυπνων δικτύων χρειάζονται αδιάλειπτη διαθεσιμότητα επικοινωνιών. Ωστόσο, το κυβελωτό δίκτυο θα χρησιμοποιείται παράλληλα και από την αγορά των καταναλωτών, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε συμφόρηση του δικτύου ή μείωση της επίδοσης σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Ακόμη, οι κυβελωτές επικοινωνίες είναι πιθανόν ακατάλληλες για εφαρμογές που σχετίζονται με πολλά δεδομένα και απαιτούν πολύ μεγάλο εύρος ζώνης.

3.4.5 ZigBee

Το ZigBee είναι μια αξιόπιστη, αποτελεσματική ως προς το κόστος, ασύρματη τεχνολογία επικοινωνιών, σχετικά χαμηλή σε κατανάλωση ισχύος, ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, κόστος εφαρμογής και πολυπλοκότητα. Είναι ιδανική τεχνολογία για έξυπνο φωτισμό, παρακολούθηση της ενέργειας, οικιακό αυτοματισμό κλπ. Έχει αναγνωριστεί ως το πιο κατάλληλο πρότυπο για εφαρμογές έξυπνου δικτύου στον οικιακό τομέα.

Θεωρείται πολύ καλή επιλογή για μετρήσεις και διαχείριση ενέργειας και είναι ιδανικό για εφαρμογές έξυπνων δικτύων χάρη στην απλότητα, την κινητικότητα που παρέχει, την ευρωστία, τις χαμηλές απαιτήσεις εύρους ζώνης, τη λειτουργία του σε μη αδειοδοτημένο φάσμα και την ευκολία εφαρμογής του.

Υπάρχουν, όμως, κάποιοι περιορισμοί στη χρήση του ZigBee σε πρακτικές εφαρμογές, όπως οι μικρές ικανότητες επεξεργασίας, το μικρό μέγεθος μνήμης, οι μικρές απαιτήσεις καθυστέρησης και οι παρεμβολές από άλλες συσκευές που μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης.

3.4.6 Ασύρματα Δίκτυα Πλέγματος

Ένα δίκτυο πλέγματος είναι ένα ευέλικτο δίκτυο αποτελούμενο από μια ομάδα κόμβων, όπου νέοι κόμβοι μπορούν να ενταχθούν στην ομάδα και κάθε κόμβος μπορεί να δράσει ως ανεξάρτητος δρομολογητής. Τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος συχνά αποτελούνται από πελάτες πλέγματος, δρομολογητές πλέγματος και πύλες. Οι πελάτες είναι συχνά φορητοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και άλλες ασύρματες συσκευές, ενώ οι δρομολογητές πλέγματος προωθούν κίνηση από και προς τις πύλες, οι οποίες μπορούν να είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο.

Τα δίκτυα αυτά είναι αξιόπιστα και προσφέρουν πλεονασμό. Αυτού του είδους τα δίκτυα έχουν, επίσης, την ιδιότητα της αυτό-θεραπείας, που επιτρέπει στα σήματα επικοινωνιών να βρίσκουν εναλλακτική διαδρομή μέσω των ενεργών κόμβων, σε περίπτωση που οποιοσδήποτε κόμβος εγκαταλείψει το δίκτυο.

Τα ασύρματα δίκτυα πλέγματος και τα δίκτυα χαμηλής ισχύος και χαμηλού ρυθμού παίζουν σημαντικό ρόλο στην επικοινωνιακή υποδομή των έξυπνων δικτύων. Αρχικά σχεδιασμένα για επικοινωνία σε επίπεδο κοινότητας ή γειτονιάς, θεωρούνται μια από τις προβλεπόμενες προσεγγίσεις για να υποστηρίξουν τα έξυπνα δίκτυα. Παρέχουν αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική δικτύωση πλέγματος, με εύκολη εγκατάσταση και εφαρμογή και αποτελούν μια προσιτή επένδυση. Μπορούν να διαχειρίζονται αποδοτικά εφαρμογές των έξυπνων δικτύων, ταυτόχρονα με άλλες χρήσεις που δεν αφορούν έξυπνα δίκτυα.

3.4.7 Δορυφορικές επικοινωνίες

Οι δορυφορικές επικοινωνίες είναι μια καλή λύση για τον απομακρυσμένο έλεγχο και την παρακολούθηση, αφού παρέχουν παγκόσμια κάλυψη και γρήγορη εγκατάσταση. Όπου δεν υπάρχει υποδομή επικοινωνίας, ιδιαίτερα σε απομακρυσμένους υποσταθμούς και παραγωγή, οι δορυφορικές επικοινωνίες είναι μια οικονομικά αποδοτική λύση. Τέτοιου είδους επικοινωνία μπορεί εύκολα να εγκατασταθεί και απαιτεί μόνο την απόκτηση του απαραίτητου εξοπλισμού δορυφορικής επικοινωνίας. Εδώ, αξ σημειωθεί ότι ορισμένες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν ήδη εγκαταστήσει τέτοιον εξοπλισμό για την παρακολούθηση των αγροτικών υποσταθμών.

Επιπλέον, μια αποκλειστικά επίγεια αρχιτεκτονική είναι ευάλωτη σε καταστροφές ή βλάβες του συστήματος επικοινωνίας. Κατά συνέπεια, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφαλής λειτουργία και η παράδοση της κρίσιμης κίνησης δεδομένων σε περιπτώσεις καταστροφών ή βλαβών του επίγειου συστήματος επικοινωνιών, οι δορυφόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εφεδρικό σύστημα για τα υπάρχοντα δίκτυα επικοινωνιών.

Τα μειονεκτήματα των δορυφορικών επικοινωνιών είναι: 1) ένα δορυφορικό σύστημα επικοινωνίας έχει σημαντικά υψηλότερη καθυστέρηση από αυτή ενός επίγειου συστήματος, 2) τα χαρακτηριστικά ενός δορυφορικού καναλιού ποικίλλουν ανάλογα με την επίδραση της εξασθένησης και τις καιρικές συνθήκες. Αυτή η ιδιότητα μπορεί να μειώσει σε μεγάλο βαθμό την επίδοση ολόκληρου του συστήματος επικοινωνίας.

3.4.8 Άλλες πιθανές Ασύρματες Τεχνολογίες

i) MBWA

Το MBWA παρέχει υψηλό εύρος ζώνης, μεγάλη κινητικότητα και χαμηλή καθυστέρηση στις αδειοδοτημένες ζώνες συχνοτήτων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές έξυπνων δικτύων, όπως ευρυζωνική επικοινωνία για plug-in ηλεκτρικά οχήματα, για απεικόνιση ή στα συστήματα SCADA. Καθώς όμως, είναι μια αναδυόμενη τεχνολογία, δεν υπάρχουν άμεσα διαθέσιμες υποδομές επικοινωνίας για αυτή και έτσι η χρήση της μπορεί να είναι μια δαπανηρή επιλογή.

ii) Ψηφιακή Τεχνολογία Μικροκυμάτων

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα έξυπνα δίκτυα για να υποστηρίξει επικοινωνία σημείου προς σημείο, αλλά είναι επιρρεπής σε δυο είδη εξασθένησης σήματος, παρεμβολές λόγω πολλαπλών διαδρομών και λόγω ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων. Τέλος, η κρυπτογράφηση, για λόγους ασφαλείας, μπορεί να επιφέρει πρόσθετη καθυστέρηση καθώς χρειάζεται μεγαλύτερου μεγέθους μηνύματα.

iii) Ελεύθερου χώρου οπτική επικοινωνία

Η οπτική επικοινωνία ελεύθερου χώρου είναι μια τεχνολογία οπτικής επικοινωνίας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει το φως που μεταδίδεται στον ελεύθερο χώρο για τη μετάδοση δεδομένων από σημείο σε σημείο. Παρέχει υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης με χαμηλό ρυθμό σφαλμάτων. Επιπρόσθετα, είναι πολύ ασφαλής λόγω της υψηλής κατευθυντικότητας και της στενότητας των ακτινών. Πέρα από την παροχή μεγάλων αποστάσεων σημείου-προς-σημείο επικοινωνίας σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές, οι ασύρματες οπτικές τεχνολογίες παρέχουν επίσης λύσεις για χρήση σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές, όπου οι λύσεις μικροκυμάτων δεν είναι πρακτικές από τη σκοπιά της παρεμβολής. Η οπτική επικοινωνία ελεύθερου χώρου είναι τεχνολογία οπτικής επαφής και έτσι τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα της επικοινωνίας επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα εμπόδια και από περιβαλλοντικούς περιορισμούς.

iv) Bluetooth

Είναι πρότυπο χαμηλής ισχύος και μικρού εύρους φάσματος. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να διευκολύνει τόσο την επικοινωνία σημείου προς σημείο, όσο και σημείου προς πολλαπλά σημεία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τοπικές, online εφαρμογές απεικόνισης ως μέρος των συστημάτων αυτοματισμού των υποσταθμών. Το Bluetooth προσφέρει επίσης ασθενή ασφάλεια συγκριτικά με άλλα πρότυπα.

3.5 Ενσύρματες Τεχνολογίες

Οι ενσύρματες τεχνολογίες μπορεί να προτιμηθούν από τις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας όταν είναι ήδη διαθέσιμες στις εξυπηρετούμενες περιοχές και όταν μπορούν να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις επίδοσης. Βέβαια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή επικοινωνιακών δικτύων και αφιερωμένα καλώδια που είναι διαφορετικά από τις ηλεκτρικές γραμμές. Αυτά τα ειδικά αφιερωμένα δίκτυα απαιτούν επιπλέον επένδυση για την εγκατάσταση των καλωδίων, αλλά μπορούν να προσφέρουν μεγαλύτερη χωρητικότητα και μικρότερη καθυστέρηση για την επικοινωνία.

Το DSL και τα ομοαξονικά καλώδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόσβαση στο Διαδίκτυο.

3.5.1 PLC

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο PLC είναι κυρίως στενού εύρους ζώνης που λειτουργούν σε χαμηλές συχνότητες και ευρυζωνικές που λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες. Σε ένα τυπικό PLC δίκτυο, οι έξυπνοι μετρητές συνδέονται στο συγκεντρωτή δεδομένων μέσω ηλεκτρικών γραμμών μεταφοράς και τα δεδομένα μεταφέρονται στο κέντρο δεδομένων με τεχνολογίες κυψελωτών δικτύων. Για παράδειγμα, οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή, όπως ένας έξυπνος μετρητής με βάση πομποδέκτη, μπορεί να συνδεθεί στη γραμμή μεταφοράς και να χρησιμοποιηθεί για να μεταφέρει τα δεδομένα των μετρήσεων σε μια κεντρική τοποθεσία.

Το PLC μπορεί να θεωρηθεί μια υποσχόμενη τεχνολογία για τις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων εξαιτίας του γεγονότος ότι η υπάρχουσα υποδομή μειώνει το κόστος εγκατάστασης μιας επικοινωνιακής υποδομής. Οι προσπάθειες προτυποποίησης στα PLC δίκτυα, η αποδοτικότητα ως προς το κόστος, η παρουσία τους παντού και η ευρέως διαθέσιμη υποδομή των PLC είναι οι λόγοι που το κάνουν δυνατό και δημοφιλές. Βέβαια, το στοιχείο της ασφάλειας είναι κρίσιμο. Η εμπιστευτικότητα, ο έλεγχος ταυτότητας-αυθεντικότητας, η ακεραιότητα, η παρέμβαση του χρήστη είναι μερικά από τα κρίσιμα θέματα στις επικοινωνίες των έξυπνων δικτύων.

Η χρήση σε οικιακά δίκτυα (HAN) είναι η μεγαλύτερη εφαρμογή για την PLC τεχνολογία. Ακόμη, μπορεί να φανεί κατάλληλη σε αστικές περιοχές για εφαρμογές όπως έξυπνες μετρήσεις, παρακολούθηση και έλεγχος, μιας και η PLC υποδομή καλύπτει ήδη τις περιοχές που είναι στο εύρος της επικράτειας υπηρεσιών των εταιρειών κοινής ωφελείας.

Παρόλα αυτά, το PLC αντιμετωπίζει προβλήματα εξασθένησης, θορύβου και παραμόρφωσης, που συναντώνται στις RF επικοινωνίες όταν υλοποιούνται μέσω των καλωδίων ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ηλεκτρικές γραμμές δεν είχαν αρχικά σχεδιαστεί για μετάδοση δεδομένων, οπότε πρέπει να αντιμετωπιστεί ένας αριθμός σημαντικών θεμάτων και προκλήσεων στο PLC.

-Διαφορετική αντίσταση και κατάσταση καναλιού

-Μη-λευκός θόρυβος στη φύση

- Εξασθένηση εξαρτώμενη από τη συχνότητα που σχετίζεται με τη θέση των εξόδων, τις γεωγραφικά διαφορετικές δομές καλωδίωσης και τον αριθμό/τύπο των συνδεδεμένων ηλεκτρικών συσκευών

-Αλλαγή φάσης μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών αρχιτεκτονικών.

Γενικά, οι ηλεκτρικές γραμμές μεταφοράς ως μέσο μετάδοσης είναι αντίξοο και θορυβώδες περιβάλλον που κάνει δύσκολη τη μοντελοποίηση του καναλιού. Το χαρακτηριστικό του χαμηλού εύρους ζώνης για δίκτυα σε επίπεδο γειτονιάς περιορίζει την PLC τεχνολογία ως προς τις εφαρμογές που χρειάζονται μεγαλύτερο εύρος. Επιπλέον, η τοπολογία του δικτύου, ο αριθμός και τύπος των συνδεδεμένων συσκευών στις ηλεκτρικές γραμμές, η απόσταση καλωδίωσης μεταξύ πομπού και δέκτη, όλα επηρεάζουν δυσμενώς την ποιότητα του σήματος που μεταδίδεται πάνω από τις γραμμές. Η ευαισθησία του PLC στις διαταραχές και η εξάρτηση από την ποιότητα του σήματος είναι τα μειονεκτήματα που το καθιστούν ακατάλληλο για μεταφορά δεδομένων.

3.5.2 DSL

Πρόκειται για μια τεχνολογία υψηλής ταχύτητας μεταφοράς ψηφιακών δεδομένων που χρησιμοποιεί τα καλώδια του τηλεφωνικού δικτύου. Η ήδη υπάρχουσα υποδομή των DSL γραμμών μειώνει το κόστος εγκατάστασης. Έτσι, πολλές επιχειρήσεις επιλέγουν το DSL για τα έργα των έξυπνων δικτύων τους. Ωστόσο, η απόδοση της DSL σύνδεσης εξαρτάται από το πόσο μακριά είναι ο συνδρομητής από το τηλεφωνικό κέντρο που τον εξυπηρετεί και κάτι τέτοιο δυσκολεύει τον χαρακτηρισμό της επίδοσης της DSL τεχνολογίας.

Η ευρεία διαθεσιμότητα, το χαμηλό κόστος και η υψηλού εύρους μετάδοση δεδομένων αποτελούν τους πιο σημαντικούς λόγους που θέτουν το DSL στις πρώτες θέσεις των υποψήφιων τεχνολογιών για τους παρόχους ηλεκτρισμού στην εφαρμογή της ιδέας των έξυπνων δικτύων.

Από την άλλη, η αξιοπιστία και ο πιθανός χρόνος μη-λειτουργίας της DSL τεχνολογίας πιθανόν να μην είναι αποδεκτοί για κρίσιμες εφαρμογές. Η εξάρτηση από την απόσταση και η έλλειψη προτυποποίησης μπορεί να προκαλέσουν επιπλέον προβλήματα. Τα επικοινωνιακά συστήματα που βασίζονται σε DSL απαιτούν την εγκατάσταση και τακτική συντήρηση καλωδίων και συνεπώς δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε αγροτικές περιοχές εξαιτίας του κόστους εγκατάστασης καθορισμένης υποδομής για περιοχές χαμηλής πυκνότητας.

3.6 Ενεργειακό- πράσινο σπίτι

Ενεργειακό- πράσινο σπίτι είναι το σπίτι που κατασκευάζεται και λειτουργεί με σεβασμό προς το περιβάλλον και τα προτερήματα που μας χαρίζει η φύση.

Έχει διαπιστωθεί ότι ο κτιριακός τομέας καταναλώνει 30-40% της συνολικής ενέργειας που παράγεται στην Ευρώπη, ενώ ευθύνεται για το 40-45% των επιβλαβών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα «πράσινο» σπίτι μπορεί να εξασφαλίσει ελάχιστη έως και μηδενική κατανάλωση ενέργειας προσφέροντας παράλληλα σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Η κατασκευή ενός πράσινου σπιτιού αρχίζει από το σωστό σχεδιασμό. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές και κλιματολογικές συνθήκες, αξιοποιεί τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές: τον ήλιο, τον αέρα, το νερό, το έδαφος και εξασφαλίζει τις καλύτερες δυνατές εσωκλιματικές συνθήκες, συμβάλλοντας σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας της κατοικίας. Ο σωστός προσανατολισμός, τα αποδοτικά σχεδιασμένα ανοίγματα, οι κατάλληλες μέθοδοι σκίασης και πολλοί ακόμη παράγοντες ενδείκνυται να μελετηθούν σχολαστικά από τη φάση του σχεδιασμού.

Όσον αφορά τις πρώτες ύλες της κατασκευής, κυκλοφορούν οικοδομικά υλικά, φιλικά προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Γενικότερα, πρόκειται για υλικά που δεν περιέχουν επικίνδυνα χημικά συστατικά και τα οποία διασφαλίζουν, εκτός των άλλων, και την ποιότητα της υγείας μας.

Η επιλογή των υλικών για τη μόνωση στην ταράτσα, τα δάπεδα και τους τοίχους παίζει επίσης ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο, καθώς από εκεί χάνεται το 50% της θερμότητας του χώρου. Η σωστή θερμομόνωση, καθώς και η απαραίτητη συντήρησή της, εξασφαλίζει δροσιά το καλοκαίρι και ζεστή το χειμώνα μειώνοντας σημαντικά τα έξοδα για θέρμανση και ψύξη. Επίσης, η μόνωση της ταράτσας με κατάλληλα ανακλαστικά υλικά στην τελική επιφάνεια παίζει σημαντικό ρόλο στην σωστή θερμομόνωση. Μια επιλογή για μόνωση της ταράτσας είναι η φύτευση στη στέγη. Όσον αφορά τα

εξωτερικά κουφώματα, πρέπει να γνωρίζουμε ότι είναι υπεύθυνα για το 30% περίπου των θερμικών απωλειών μιας κατοικίας. Τοποθετώντας ,έτσι, κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες, διπλά ενεργειακά τζάμια, εξοικονομούμε ενέργεια και απολαμβάνουμε πολλαπλά οικονομικά οφέλη.

Τα μέσα θέρμανσης και ψύξης αποτελούν επίσης έναν σημαντικό παράγοντα στην κατανάλωση ενέργειας. Η τοποθέτηση καυστήρα χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης θα εξασφαλίσει σημαντικό κέρδος. Οι καυστήρες φυσικού αερίου όπως και οι ανεμιστήρες αποτελούν μια πιο οικονομική λύση αλλά και τα κλιματιστικά ,χάρη στις νέες τεχνολογίες κατασκευής τους, εξασφαλίζουν υψηλές ενεργειακές αποδόσεις. Ακόμη, τα ενεργειακά τζάκια με μικρό κόστος σε καύσιμο μπορούν να αποδώσουν επαρκώς.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας πλέον μπορούμε όχι μόνο να εξοικονομούμε ενέργεια για την κατοικία μας, αλλά και να εκμεταλλευόμαστε άμεσα την ενέργεια φυσικών πηγών, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, το έδαφος. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας εκμεταλλεύεται την ενέργεια του ήλιου δίνοντάς μας ζεστό νερό. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Αντίστοιχα, ηλεκτρική ενέργεια παράγεται με τις οικιακές ανεμογεννήτριες, οι οποίες αξιοποιούν την αιολική ενέργεια. Τέλος, η γεωθερμία αποτελεί μια εξελιγμένη μέθοδο που εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασία του υπεδάφους για θέρμανση και ψύξη.

Σε κάθε περίπτωση πάντως, βασική παράμετρος για την ενεργειακή απόδοση και οικονομία ενός «πράσινου» σπιτιού, είναι η δική μας οικολογική συμπεριφορά κατά τη χρήση του (η χρησιμοποίηση ενεργειακών συσκευών και τρόπων) ώστε να επιτύχουμε σημαντική οικονομία και πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Γενική εικόνα των έξυπνων δικτύων στην Ευρώπη και άλλες χώρες.

Παγκοσμίως, το τοπίο όσον αφορά τα Έξυπνα δίκτυα είναι ιδιαίτερα δυναμικό και ταχέως μεταβαλλόμενο με τις αναδυόμενες οικονομίες ως σημαντικούς παράγοντες στις επενδύσεις Έξυπνων δικτύων.

Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή στοχεύουν σε μια επισκόπηση των κύριων εκτιμήσεων των συνολικών επενδύσεων στο ηλεκτρικό σύστημα και ένα στιγμιότυπο των επενδύσεων που έχουν ήδη δεσμευθεί για την ανάπτυξη Έξυπνων δικτύων (βλέπε πίνακα I).

Ευρωπαϊκή Ένωση: Μια πρόσφατη έκθεση από την Pike Research προβλέπει ότι κατά τη διάρκεια της περιόδου από το 2010 έως 2020, αθροιστικά οι ευρωπαϊκές επενδύσεις στις τεχνολογίες Έξυπνων δικτύων

θα φτάσουν € 56.5 δισεκατομμύρια , καταμέτρηση για το 37% του συνολικού ποσού. Η έκθεση αναφέρει επίσης ότι από το 2020 σχεδόν 240 εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές θα έχουν υλοποιηθεί στην Ευρώπη.

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), Η Ευρώπη απαιτεί επενδύσεις των € 1.5 τρισεκατομμυρίων κατά το 2007-2030 για την ανανέωση του ηλεκτρικού συστήματος από την παραγωγή σε μεταφορά και διανομή . Αυτό το ποσό περιλαμβάνει επενδύσεις για την εφαρμογή

Έξυπνων δικτύων , καθώς και για τη διατήρηση και την επέκταση της ισχύον σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας.

Ηνωμένες Πολιτείες: Η πλήρης εφαρμογή των Έξυπνων δικτύων στις Ηνωμένες Πολιτείες θα απαιτήσει επενδύσεις μεταξύ \$ 338 και \$ 476 δισεκατομμυρίων μέσα στα επόμενα 20 χρόνια. Οι δαπάνες που διατίθενται για τη μετάδοση και τους υποσταθμούς είναι μεταξύ 19 και 24% του συνολικού κόστους,

ενώ οι δαπάνες που διατίθενται για τη διανομή είναι μεταξύ 69 και 71% και το κόστος για τα συστήματα των καταναλωτών είναι μεταξύ 7 και 10%. Οι δαπάνες αυτές είναι επιπλέον επενδύσεις που απαιτούνται για να διατηρηθεί το υφιστάμενο σύστημα και πληρούν την ανάπτυξη του ηλεκτρικού φορτίου.

€ 1.06 τρισεκατομμύρια είναι αναγκαία για την ενημέρωση του δικτύου έως το 2030 (σύμφωνα με τις τρέχουσες τάσεις και πολιτικές) των οποίων (€ 395) δισεκατομμύρια απαιτούνται για νέα και αντικατάσταση μονάδων παραγωγής και (€ 635) δισεκατομμύρια για τη μετάδοση και τη διανομή. Η έκθεση προσθέτει ότι τα οφέλη από την Έξυπνα δίκτυα θα μπορούσαν να ανέλθουν σε (€ 160) δισεκατομμυρίων ευρώ για τα επόμενα 40 χρόνια .

Σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, περισσότεροι από οκτώ εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές έχουν αναπτυχθεί από τις υπηρεσίες των Ηνωμένων πολιτειών με 60 εκατομμύρια να αναμένεται να είναι σε χρήση μέχρι το 2020.

Κίνα : Η κρατική οργάνωση δικτύων της Κίνας (SGCC) είναι η κινητήρια δύναμη πίσω από την προσπάθεια της Κίνας να χτίσει ένα διεθνούς επιπέδου Έξυπνο δίκτυο. SGCC σχεδιάζει να επενδύσει στην

περίοδο 2009-2020 συνολικά € 423 δισεκατομμύρια σε ένα πανεθνικό δίκτυο μεταφοράς με € 71 δισεκατομμύρια των κεφαλαίων αυτών να είναι αφιερωμένη στην ανάπτυξη τεχνολογιών Έξυπνων δικτύων. Το 2010 η Κίνα ξεκίνησε το πρόγραμμα των έξυπνων δικτύων επενδύοντας πάνω από € 5,1 δισεκατομμύρια .

Το δίκτυο διανομής στην Κίνα είναι λιγότερο ώριμο από τις περισσότερες ανεπτυγμένες χώρες και η διείσδυση των

μικρής κλίμακας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι περιορισμένη προς το παρόν. Ωστόσο, σύμφωνα με μια έκθεση του Παρατηρητηρίου Καινοτομίας , η Κίνα σκοπεύει να διαθέσει 360 εκατομμύρια έξυπνους μετρητές μέχρι το 2030 και επενδύει σημαντικά σε αποτελεσματικότερους μετατροπείς διανομής.

Νότια Κορέα: Η κυβέρνηση της Νότιας Κορέας σχεδιάζει να δημιουργήσει ένα εθνικό έξυπνο δίκτυο, έχοντας σκοπό να δαπανήσει € 16,8 δισεκατομμύρια για τις επόμενες δύο δεκαετίες για έξυπνα δίκτυα ώστε να κάνει τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας πιο αποδοτική, να μειώσει τις εκπομπές αερίων των θερμοκηπίων και την εξοικονόμηση € 18,2 δισεκατομμυρίων στις εισαγωγές ενέργειας. Το 2010 η Νότια Κορέα επένδυσε € 580 εκατομμύρια ευρώ για το ξεκίνημα των έξυπνων δικτύων.

Το κρατικό μονοπώλιο ηλεκτρικής ενέργειας Korea Electric Power Corp (KEPCO) σχεδιάζει να εγκαταστήσει 500.000 έξυπνους μετρητές το 2010, 750.000 το 2011 και πλήρη εφαρμογή έως 2020 με συνολικά 24 εκατομμύρια έξυπνους μετρητές να έχουν εγκατασταθεί. Η εταιρεία αναμένεται να καλύψει όλα τα έξοδα μέτρησης και να κάνει απόσβεση μέσω των τακτικών λογαριασμών ρεύματος.

Αυστραλία: Το 2010 η Αυστραλία επένδυσε € 253 εκατομμύρια στη χρηματοδότηση ξεκινήματος έξυπνων δικτύων. Οι Αυστραλές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας έχουν εντολή για την εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών. Σύμφωνα με την πρωτοβουλία Έξυπνο δίκτυο, Έξυπνη πόλη η αυστραλιανή κυβέρνηση έχει δεσμεύσει AUS \$ 74,6 (€ 52,5) εκατομμύρια για αναπτύξει, σε συνεργασία με τον ενεργειακό τομέα, ένα πρόγραμμα επίδειξης που θα προσφέρει ανάλυση σχετικά με το κόστος-όφελος όσον αφορά την τεχνολογία έξυπνων δικτύων. Η πολιτεία της Victoria έχει διαμοιράσει 2.4 εκατομμύρια έξυπνους μετρητές μέχρι το 2013.

Ινδία: Σύμφωνα με το Υπουργείο της δύναμης, της Ινδίας οι απώλειες μεταφοράς και διανομής είναι από τις υψηλότερες στον κόσμο, με μέσο όρο 26% της συνολικής παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με μερικές πολιτείες να φτάνουν το 62%. ενώ μη τεχνικές απώλειες, όπως η κλοπή ενέργειας περιλαμβάνονται στο σύνολο, κατά μέσο όρο οι απώλειες φτάνουν μέχρι και 50%. Η ανάγκη για μείωση των απωλειών και της κλοπής ενέργειας, μαζί με την νέα τάση για αύξηση στην ενεργειακή απόδοση και το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι σημαντικό είναι σημαντικοί παράγοντες για τη σημασία ανάπτυξης έξυπνων δικτύων. Μια πρόσφατη έκθεση του Παρατηρητηρίου Καινοτομίας κατατάσσει την Ινδία την τρίτη θέση μεταξύ των δέκα κορυφαίων χωρών όσον αφορά την επένδυση σε έξυπνα δίκτυα και αναφέρει ότι η Ινδία έχει ανακοινώσει σχέδια για μαζική διαμοίραση πάνω από 130 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών μέχρι το 2020.

Βραζιλία: Το 2010 η Βραζιλία επένδυσε € 143,6 εκ στη χρηματοδότηση έναρξης έξυπνων δικτύων. Ενώ η Βραζιλία προχώρησε σιγά-σιγά στο να θέσει κατευθυντήριες γραμμές για διατάξεις έξυπνων δικτύων, υπάρχει μαζική ανάπτυξη ήδη από το 2012, και θα μπορούσε να γίνει μια από τις μεγαλύτερες έξυπνες αγορές του κόσμου, από το δεύτερο μισό της δεκαετίας. Η Βραζιλία έχει

ανακοινώσει μαζική διαμοίραση έξυπνων μετρητών και σχεδιάζει να αντικαταστήσει 63 εκατομμύρια μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας με ευφυείς μετρητές έως το 2021.

Ως μία από τις πρώτες χώρες της Νότιας Αμερικής που υλοποίησε σε εθνικό επίπεδο την έξυπνη μέτρηση, η Βραζιλία θα μπορούσε επίσης αποτελέσει σημαντικό πεδίο δοκιμών για την ανάπτυξη στην

υπόλοιπη ήπειρο. Όπως και με τις αναδυόμενες οικονομίες, όπως η Ινδία, το σταμάτημα της κλοπής ρεύματος και οι πολύ συχνές διακοπές ρεύματος αποτελούν βασικούς λόγους που οι επιχειρήσεις τις λατινικής Αμερικής θα επωφελούνταν από τα δίκτυα έξυπνων μετρητών.

Ιαπωνία: Το 2010 η Ιαπωνία επένδυσε € 143,6 εκ στη χρηματοδότηση ξεκινήματος για έξυπνα δίκτυα. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η Ιαπωνία σχεδιάζει να αυξήσει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στο νέο ενεργειακό σχέδιο της και εξετάζει τη χρήση των τεχνολογιών έξυπνων δικτύων στη θέσπιση ενός νέου συστήματος ενέργειας μετά την πυρηνική κρίση της Φουκουσίμα .

Country / Region	Forecast Smart Grid investments (€/€)	Funding for Smart Grid development (€/€)	Number of smart meters deployed and/or planned
European Union	€56 billion by 2020 [47]* <i>(estimated Smart Grid investments)</i>	€184 million (FP6 and FP7 European funding for projects in the JRC catalogue) About €200 million from European Recovery Fund, ERDF, EERA. National funding: n/a	45 million already installed (JRC catalogue, 2011) 240 million by 2020 [47]
USA	\$338 (€238) to 476 (€334) billion by 2030 [16] <i>(estimated investments for implementation of fully functional Smart Grid)</i>	\$7 (€4.9) billion in 2009 [49]	8 million in 2011 [50] 60 million by 2020 [50]
China	\$101 (€71) billion [65] <i>(Smart Grid technology development)</i>	\$7.3 billion in 2009 (€5.1) [49]	360 million by 2030 [31]
South Korea	\$24 (€16.8) billion by 2030 [40] <i>(estimated Smart Grid investments)</i>	\$824 (€580) million in 2009 [49]	500,000 in 2010, 750,000 in 2011 and 24 million by 2020
Australia	n/a	\$360 (€253) million in 2009 [49]	2.4 million by 2013 in State of Victoria
India	n/a	n/a	130 million by 2020 [31]
Brazil	n/a	\$204 (€143.6) million in 2009 [49]	63 million by 2020 [31]
Japan	n/a	\$849 (€143.6) millions in 2009 [49]	n/a

4.2 Έργα και κατανομή του προϋπολογισμού σε όλες τις χώρες και θεματικές κατηγορίες

Η Γεωγραφική κατανομή των έργων και τα επενδυτικά σχέδια, δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλη την Ευρώπη. Η πλειοψηφία από αυτά βρίσκονται σε Κράτη μέλη της ΕΕ15, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ΕΕ12 ακόμα υστερεί. Το Σχήμα 1 δείχνει τη θέση των έργων και την κατανομή τους μεταξύ της ΕΕ15 και ΕΕ12.

Για τα έργα επίδειξης και ανάπτυξης, το έργο ανατέθηκε στη χώρα όπου η επίδειξη ή εφαρμογή έλαβε πράγματι χώρα, ενώ στην περίπτωση των προγράμματα R & D, στο έργο προσμετρήθηκαν όλες τις συμμετέχουσες χώρες.

Τα περισσότερα από τα προγράμματα είναι συγκεντρωμένα σε λίγες χώρες. Η Δανία, η Γερμανία, η Ισπανία και το Ηνωμένο Βασίλειο αντιπροσωπεύουν περίπου το ήμισυ του συνολικού αριθμού των προγραμμάτων.

EU15 countries

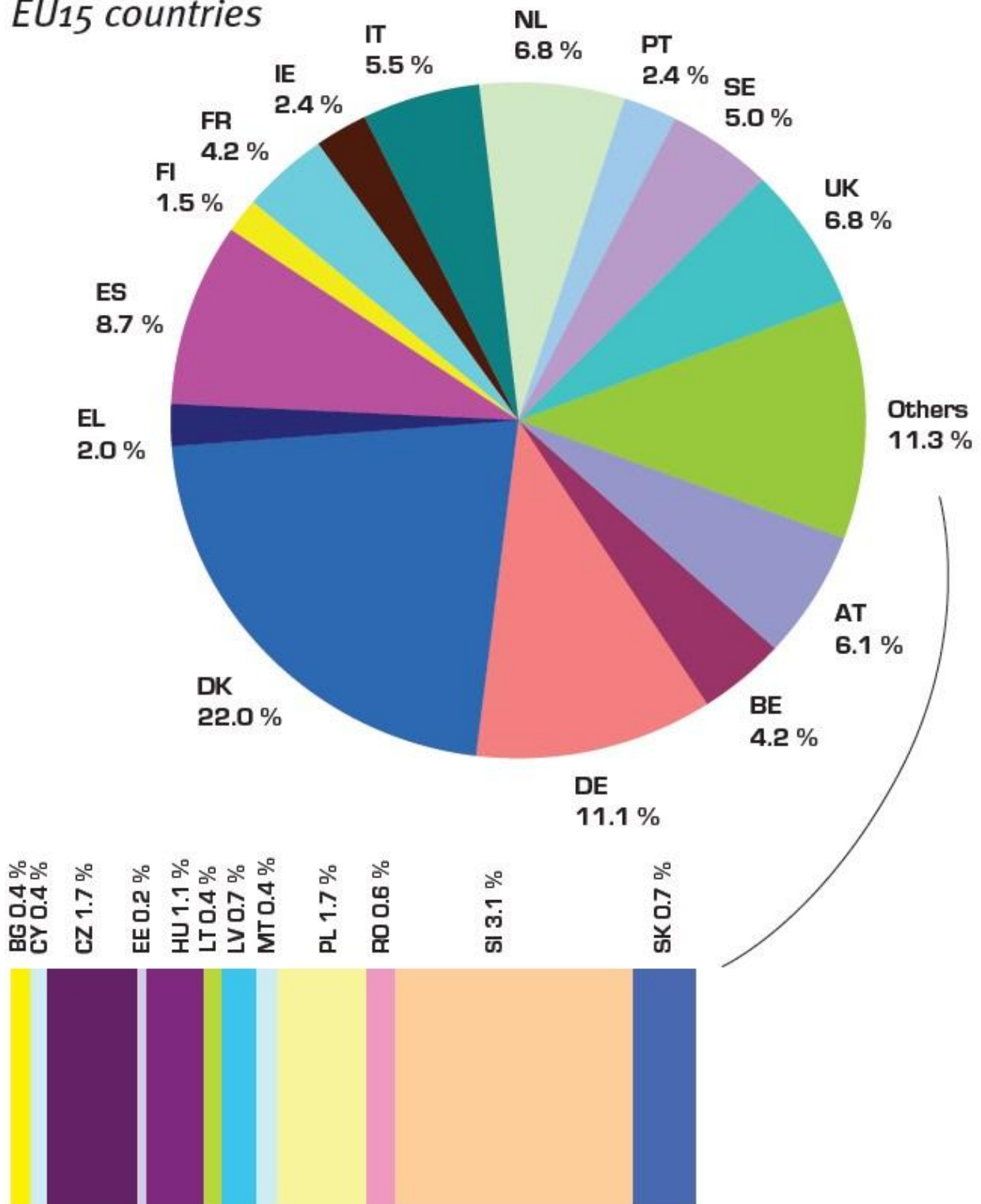


Figure 1. Distribution of projects between EU15 and EU12 Countries

Όσον αφορά τις επενδύσεις , το σχήμα 2 δείχνει την κατανομή του προϋπολογισμού στις διάφορες χώρες και περιοχές έργου. Στην περίπτωση έργων επίδειξης και ανάπτυξης, ο προϋπολογισμός μοιράστηκε στην χώρα η χώρες όπου το πρόγραμμα είχε τουλάχιστον μία περιοχή εφαρμογής. Όταν ένα πρόγραμμα είχε διαφορές περιοχές εφαρμογής που βρίσκονταν σε διαφορετικές χώρες , ο προϋπολογισμός προγράμματος μοιραζόταν ισόμορφα μεταξύ τους.

Κάποιες χώρες ξεχώρισαν όσον αφορά τις δαπάνες. Με ένα προϋπολογισμό της τάξης των 2 δισεκατομμυρίων , η Ιταλία αντιπροσωπεύει σχεδόν τις μισές από τις συνολικές δαπάνες στον κατάλογο μας. Η πλειοψηφία του προϋπολογισμού αυτού παρόλα αυτά διατέθηκε σε ένα μόνο πρόγραμμα , το Telegestore, το συνίστατο στην εθνική εφαρμογή των έξυπνων μετρητών στην Ιταλία. Λόγω γραφικών περιορισμών, η αντίστοιχη μπάρα στο σχήμα 2 έπρεπε να κοπεί ώστε να μπορεί να γίνει παρουσίαση χωρίς να επισκιαστούν οι άλλες χώρες. Σε γενικές γραμμές, οι ΕΕ 12 χώρες δείχνουν ένα πολύ μικρότερο επίπεδο επενδύσεων σε σύγκριση με τις ΕΕ15 χώρες (βλέπε σχήμα 3), το οποίο εξηγείται με τον μικρότερο αριθμό προγραμμάτων και γενικά καθυστερημένο ξεκίνημα στην ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων. Μια αξιοσημείωτη εξαίρεση είναι η Μάλτα , η οποία επενδύει πάνω από 80 εκατομμύρια ευρώ στην εφαρμογή ενός απομακρυσμένου συστήματος διαχείρισης.

4.3 Διανομή προγραμμάτων μεταξύ κατηγοριών.

Το σχήμα 2 δείχνει αξιοσημείωτες διαφορές στην κατανομή προγραμμάτων ανάμεσα στις κατηγορίες στην Ευρώπη. Γενικά μιλώντας, το επενδυτικό μοτίβο και η κάλυψη των προγραμμάτων στις διαφορές χώρες επηρεάζεται κυρίως από του κανονισμούς , την παράγωγη και κατανάλωση τις κάθε χώρας. Στον κατάλογο μας, οι πιο αντιπροσωπευτικές κατηγορίες όργανα οποία προσελκύουν επίσης το υψηλότερο επίπεδο των επενδύσεων, είναι έξυπνοι μετρητές και Ολοκληρωμένα Συστήματα (Σχήμα 2).

Περίπου 27 % από τα προγράμματα που εμφανίζονται στον κατάλογο πέφτουν στην κατηγορία των έξυπνων μετρητών, όπως φαίνεται και αργότερα. Αυτά τα προγράμματα περιλαμβάνουν την εγκατάσταση περίπου 40 εκατομμυρίων συσκευών για μια συνολική επένδυση της τάξεως των 3 δισεκατομμυρίων. Αυτά τα πόσα είναι ιδιαίτερα σημαντικά , αλλά χρειάζονται ακόμα περισσότερα σε αυτό το πεδίο , καθώς οι έξυπνοι μετρητές ανοίγουν νέες δυνατότητες για άλλες έξυπνες εφαρμογές. υπολογισμοί προβλέπουν περίπου 240 εκατομμύρια έξυπνοι μετρητές πρόκειται να εγκατασταθούν μέχρι το 2020.

Η χώρα με τις μεγαλύτερες επενδύσεις σε έξυπνους μετρητές είναι η Ιταλία, όπου το πρόγραμμα telegestore ολοκληρώθηκε επιτυχώς. Άλλες 2 χώρες , η Γαλλία και η Φινλανδία , έχουν επενδύσει μεγάλο κομμάτι στους έξυπνους μετρητές. η γαλλία με το πρόγραμμα Pilot Linky έχει επενδύσει περίπου το 75% των συνολικών δαπανών , ενώ η Φινλανδία με το πρόγραμμα Smart Meters από την εταιρία Fortum έχει διαθέσει σχεδόν το 80 % του προϋπολογισμού.

Όσον αφορά τα ολοκληρωμένα συστήματα , το σχέδιο 2 δείχνει ότι σχεδόν σε όλες τις χώρες , ένα σημαντικό ποσό επενδύσεων έχει αφιερωθεί σε προγράμματα , τα όποια απευθύνονται στην

ενσωμάτωση διαφορετικών έξυπνων τεχνολογιών και εφαρμογών. τα ολοκληρωμένα συστήματα εκπροσωπούν περίπου το 35% των προγραμμάτων και 15 % του συνολικού προϋπολογισμού.

Προσθέτοντας όλες τις επενδύσεις στην Ευρώπη όσον αφορά τα έξυπνα δίκτυα , μπορούμε να υπολογίσουμε ότι έχουν δαπανηθεί περίπου 5.5 δισεκατομμύρια μέχρι τώρα. Αυτά τα νούμερα δείχνουν ότι σημαντικές προσπάθειες έχουν ήδη γίνει , αλλά βρισκόμαστε ακόμα στην αρχή της μετάβασης στα έξυπνα δίκτυα. Συντηρητικές προβλέψεις αναφέρουν ότι οι επενδύσεις που θα έχουν γίνει ως το 2020 θα είναι τουλάχιστον 56 δισεκατομμύρια.

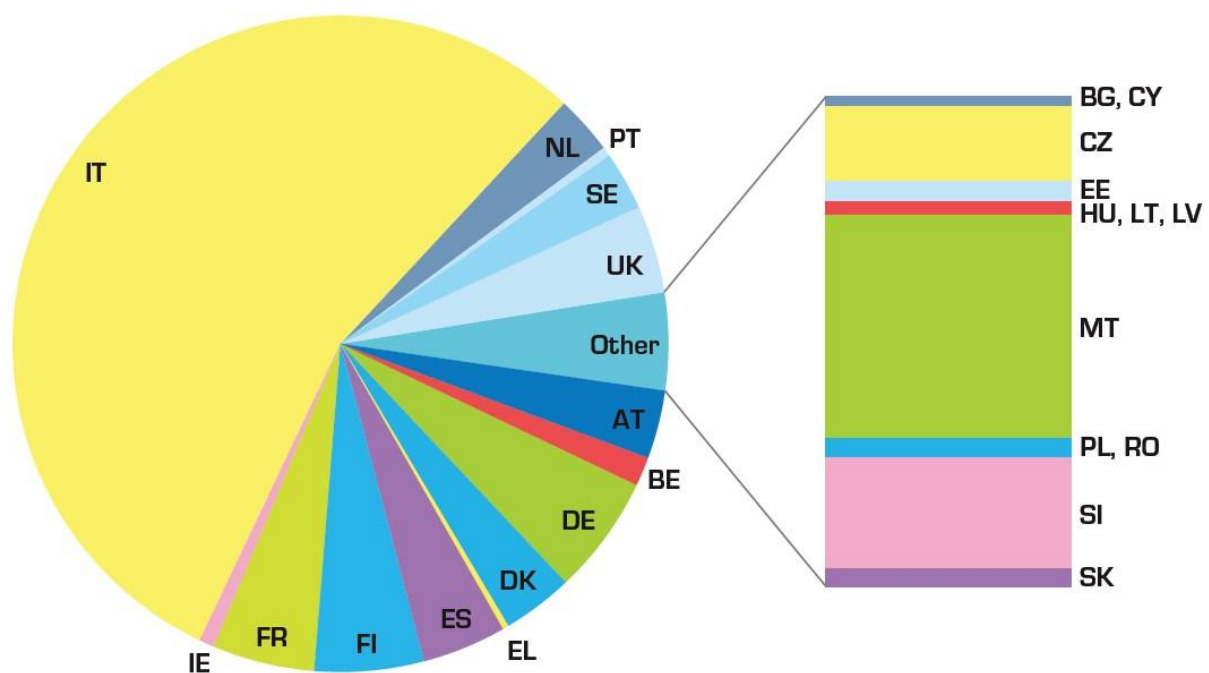


Figure 3. Distribution of investments between EU15 and EU12 countries

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Επίλογος

Τα Έξυπνα Δίκτυα είναι μια καινοτόμος ιδέα των σύγχρονων και εξελισσόμενων τεχνολογιών που σκοπό έχουν την χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας από τους καταναλωτές με το όσο γίνεται χαμηλότερο οικονομικό κόστος και με τα πολλαπλά περιβαλλοντικά οφέλη. Έχουν εφαρμογή σε πολλές και ποικίλες τεχνολογίες όπως για παράδειγμα οι έξυπνες συσκευές που χρησιμοποιούνται στον οικιακό τομέα αλλά και στις επιχειρήσεις.

Βάση των Έξυπνων Δικτύων, κατασκευάζονται και τα ενεργειακά (πράσινα) σπίτια, των οποίων η κατασκευή είναι τέτοια ώστε να δαπανάται όσο το δυνατόν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια, ώστε να αποκομίζουν τα νοικοκυριά όσο το δυνατόν μικρότερο οικονομικό κόστος και πολλά περιβαλλοντικά οφέλη.

Στη σημερινή εποχή, όπου το περιβάλλον μολύνεται συνεχώς από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και από διάφορες άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, είναι επιτακτική ανάγκη να το προστατεύσουμε όσο μπορούμε, ο καθένας από εμάς ξεχωριστά, και να αξιοποιήσουμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τον φυσικό μας πλούτο, τις φυσικές πηγές ενέργειας, για να ικανοποιήσουμε τις καθημερινές μας ανάγκες με σεβασμό πάντα όμως προς το περιβάλλον και φυσικά με το λιγότερο οικονομικό κόστος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

www.4myhouse.gr

www.greentechmedia.com

www.electricenergyonline.com

www.energylab.gr

www.econews.gr

www.thefreedictionary.com

www.wikipedia.org

ΆΛΛΕΣ ΠΗΓΕΣ

- 1) Fangxing Li, Wei Qiao, Hongbin Sun, Hui Wan, Jianhui Wang, Yan Xia, Zhao Xu, Pei Zhang, “Smart Transmission Grid: Vision and Framework”, IEEE Transactions on Smart Grid, Sep. 2010
- 2) V.K. Sood, D. Fischer, J.M Eklund, T.Brown “Developing a Communication infrastructure for the Smart Grid”, IEEE Electrical Power & Energy Conference, 22-23 Oct., 2009
- 3) Zhou Xue-song, Cui Li-qiang, Ma You-jie, “Research on Technology of Smart Grid”, IEEE International Conference on Intelligent Systems, 2010
- 4) Wenye Wang, Yi Xu, Mohit Khanna, “A survey on the communication architectures in smart grid”, Computer Networks, Oct., 2011
- 5) Sooriyabandara, M., Ekanayake, J., “Smart Grid- Technologies for its realization”, IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies, Dec., 2010
- 6) V.C Gungor, D. Sahin, T. Kocak, S. Ergut, C. Buccella, C. Cecati, G. P. Hancke, “Smart Grid Technologies: Communication Technologies and Standards”, IEEE Transactions on Industrial Informatics, Nov., 2011
- 7) Chun-Hao Lo, Nirwan Ansari, “The Progressive Smart Grid System from both Power and Communications Aspects”, IEEE Communications Surveys and Tutorial, 2012
- 8) Sauter, T., Lobashov, M., “End-to-End Communication Architecture for Smart Grids”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, April 2011
- 9) Aggarwal, A., Kunta, S., Verma, P.K., “ A Proposed Communications Infrastructure for the Smart Grid”, Innovative Smart Grid Technologies, Jan. 19-20, 2010
- 10) Parikh, P.P., Kanabar, M.G., Sidhu, T.S., “Opportunities and Challenges of Wireless Communication Technologies for Smart Grid Applications”, IEEE Power and Energy Society General Meeting, Jul. 25-29, 2010

- 11) Simoes, M.G., Roche, R., Kyriakides, e., Miraoui, A., Blunier, B., McBee, K., Suryanarayanan, S., Nguyen, P., Ribeiro, P., “Smart Grid Technologies and Progress in Europe and the USA”, IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, Sept. 17-22, 2011
- 12) Lauby, M.G., “Reliability Considerations for Application of Smart Grid Technologies”, IEEE Power and Energy Society General Meeting, Jul. 25-29, 2010
- 13) National Instruments, “The Basics of ZigBee Transmitter Testing”, 07 Nov., 2009
- 14) Lavery, D.M., Morrow, D.J., Best, R., Crossley, P.A., “Telecommunications for Smart Grid: Backhaul solutions for the Distribution Network”, IEEE Power and Energy Society General Meeting, Jul. 25-29, 2010
- 15) Pathak, P.H., Dutta, R., “A Survey of Network Design Problems and Joint Design Approaches in Wireless Mesh Networks”, IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενέργεια- Ενεργειακή μετάβαση -Γενικά για τα Έξυπνα Κτίριασελ. 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Ανάλυση των συνθηκών λειτουργίας αγοράς.....σελ. 2
1.2 Παρούσες συνθήκες της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.....σελ. 3
1.3 Αναδιοργάνωση της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.....σελ. 5
1.4 Στόχοι των δομικών αλλαγών.....σελ.6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 Εισαγωγή στα έξυπνα δίκτυα.....σελ. 8
2.2 Οφέλη έξυπνων δικτύων.....σελ. 10
2.3 Προκλήσεις και ανάγκεςσελ. 12
2.4 Πλαίσιο και χαρακτηριστικά των έξυπνων δικτύων μεταφοράς.....σελ.13
2.5 Μονάδες έξυπνων δικτύωνσελ.18
2.6 Έξυπνοι μετρητέςσελ.21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Τεχνολογίες επικοινωνιών και έξυπνο δίκτυο.....σελ. 22
3.1 Προϋποθέσεις για το σύστημα επικοινωνιών.....σελ. 23
3.2 Προκλήσεις.....σελ. 25
3.3 Αρχιτεκτονική του δικτύου επικοινωνιών.....σελ. 25
3.4 Τεχνολογίες επικοινωνιών για εφαρμογές έξυπνων δικτύων.....σελ. 28
3.5 Ενσύρματες Τεχνολογίες.....σελ. 32
3.6 Ενεργειακό-Πράσινο σπίτι.....σελ. 34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 Γενική εικόνα των έξυπνων δικτύων στην Ευρώπη και άλλες χώρες.....σελ. 36
4.2 Έργα και κατανομή του προϋπολογισμού σε όλες τις χώρες.....σελ. 40
4.3 Διανομή προγραμμάτων μεταξύ κατηγοριώνσελ. 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....σελ. 46

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 47

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....σελ. 49

