

Τμήμα
Μηχανικών
Πληροφορικής τ.ε.

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δυτικής Ελλάδας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗ
ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΣΕ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

ΠΑΥΛΟΣ ΚΑΝΕΛΛΟΣ (ΑΜ 0996)

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΕΥΚΑΡΠΙΔΗΣ(ΑΜ 0967)

Επιβλέπων καθηγητής:: Γ.ΤΖΗΜΑΣ

ΑΝΤΙΡΡΙΟ 2017

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αντίρριο, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1.Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

2.Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

3.Ονοματεπώνυμο, Υπογραφή

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	9
ABSTRACT.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΙΑ ΕΥΦΥΩΝ ΠΟΛΕΩΝ.....	1111
1.1 Εισαγωγή.....	11
Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
1.2 Εξέλιξη πόλεων.....	13
1.3 Στόχοι και προσεγγίσεις των ευφυών πόλεων.....	14
Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
1.4 Χαρακτηριστικά ευφυών πόλεων.....	17
17	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ.....	20
2.1 Τα βασικά στοιχεία του έξυπνου σπιτιού.....	20
2.1.1 Δίκτυο LAN του σπιτιού.....	20
2.1.2 Καλωδίωση.....	20
2.1.3 Ασφάλεια.....	21
2.1.4 Φωτισμός.....	21
2.1.5 Εξωτερικές ανάγκες.....	22
2.1.6 Χώρος στάθμευσης.....	22
2.1.7 Υπηρεσίες.....	22
2.1.8 Τηλέφωνα.....	22
2.1.9 Σύνοψη.....	23
2.2 Σχεδίαση του έξυπνου σπιτιού.....	23
2.2.1 Πρότυπα.....	24
2.2.1.1 X10.....	24
2.2.1.1.1. Απλώνοντας τις διευθύνσεις X10.....	26

2.2.1.1.2 Όρια- προβλήματα.....	26
2.2.2 Σύνδεση.....	28
2.2.2.1 IP και έξυπνο σπίτι.....	28
2.2.2.2 Σχήμα διευθύνσεων IP.....	29
2.2.2.3 Ομοαξωνικό καλώδιο.....	31
2.2.2.4 Καλώδιο twisted pair.....	34
2.2.2.5 Προδιαγραφές της καλωδίωσης.....	35
2.2.2.6 Υποδοχές.....	36
2.2.2.7 Οπτικές ίνες.....	37
2.2.2.8 Όλα- σε- ένα.....	37
2.2.2.9 RF σύνδεση.....	38
2.2.2.10 802.11x σήματα.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΞΥΠΝΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ.....	39
3.1 Τι είναι οι έξυπνες μεταφορές (smart transportation).....	40
3.1.1 Το ενεργειακό δίλημμα.....	40
3.2 Το έξυπνο δίκτυο.....	44
3.2.1 Τεχνολογία όχημα- προς- δίκτυο (V2G).....	44
3.2.1.1 Ανανεώσιμη ενέργεια.....	4545
3.2.1.2 V2G προκλήσεις.....	46
3.3 Έρευνα για την Ηλεκτροκίνηση στην Αυτοκίνηση σε περιβάλλον «έξυπνου» δικτύου.....	47
3.3.1 Εισαγωγή.....	4747
3.4 Υποδομή φόρτισης και τεχνολογία μπαταρίας PHEV/PEV.....	49
3.4.1 Υποδομή φόρτισης.....	49
3.4.2 Τεχνολογία μπαταρίας PHEV / PEV.....	52
3.5 Απαιτήσεις Επικοινωνίας.....	54
3.5.1 Ανάγκες της Επικοινωνίας.....	55

3.5.2	Πιθανά Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	56
3.5.2.1	HomePlug.....	56
3.5.2.2	Zigbee.....	56
3.5.2.3	Cellular Network.....	57
3.5.3	Θέματα Ασφαλείας.....	58
58		
3.5.3.1	Ανάλυση ευαισθησιών.....	5858
3.5.3.1.1	Πρόληψη.....	58
3.5.3.1.2	Ανίχνευση.....	5959
3.5.3.1.3	Προστασία της ιδιωτικής ζωής των πελατών.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΗΜΑΤΩΝ.....6060

4.1	Παγκόσμια αγορά έξυπνης διαχείρισης αποβλήτων.....	60
4.1.1	Τάσεις, κατανομή και ανάπτυξη.....	6060
4.1.2	Οδηγοί και περιορισμοί.....	60
4.2	World Bank.....	61
4.3	RFID.....	62
4.3.1	Κόστος.....	62
62		
4.4	Αισθητήρες.....	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ5: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....66

5.1	Μικροδίκτυα.....	66
5.2	Εισαγωγή.....	66
5.3	Ορισμός μικροδικτύου.....	67
5.3.1	Πλεονεκτήματα μικροδικτύου.....	68
5.3.2	Τρόπος λειτουργίας μικροδικτύου.....	69

5.3.2.1	Συνδεδεμένο με το δίκτυο.....	69
5.3.2.2	Αυτόνομη λειτουργία.....	70
5.3.3.	Τομείς εφαρμογής.....	71
5.3.4	Κατανεμημένη παραγωγή στο μικροδίκτυο.....	72
5.3.5	Προκλήσεις στην ανάπτυξη των μικροδικτύων.....	73
5.3.6	Το μικροδίκτυο στο πλαίσιο του έξυπνου δικτύου.....	75
5.4	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	77
5.4.1	Η αβαθής γεωθερμία σε έξυπνα ενεργειακά συστήματα.....	77
5.4.2	Ηλιακή ενέργεια.....	80
5.4.2.1	Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	80
5.4.2.1.1	Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	80
5.4.2.2	Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.....	82
5.4.3	Αιολική ενέργεια.....	83
5.4.4	Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού- θερμότητας.....	84
5.4.4.1	Βιομάζα.....	85
5.4.5	Υδραυλική ενέργεια.....	87
5.4.6	Αποθήκευση ενέργειας.....	87
5.4.6.1	Εφαρμογές.....	88
5.4.6.1.1	Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	88
5.4.6.1.2	Στρεφόμενη εφεδρεία.....	88
5.4.6.1.3	Εξομάλυνση φορτίου.....	88
5.4.6.1.4	Βελτίωση ποιότητας ενέργειας.....	89
5.4.6.1.5	Αύξηση αξιοπιστίας.....	89
5.4.6.2	Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας.....	89
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....		91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		92

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Το HomeSeer επιτρέπει να παρακολουθείται το έξυπνο σπίτι μέσω του δικτύου Ιντερνετ...	23
Εικόνα 2: Το σήμα της συσκευής X10 κινείται μέσω της ηλεκτρικής καλωδίωσης του σπιτιού για να ελέγξει τις διάφορες συσκευές που συνδέονται με το X10 σύστημά.....	25
Εικόνα 3: Παραδείγματα συσκευών συνδεδεμένων με τον αυτόνομο ελεγκτή συσκευής X10.....	26
Εικόνα 4: Παράδειγμα καλωδίωσης με breaking box σε δύο φάσεις.....	27
Εικόνα 5: Οικιακό δίκτυο.....	29
Εικόνα 6: Διάφορες συσκευές συνδεδεμένες σε δίκτυο.....	31
Εικόνα 7: Ομοαξονικό καλώδιο.....	32
Εικόνα 8: Ομοαξονικό καλώδιο με έναν F connector.....	33
Εικόνα 9: Παράδειγμα καλωδίου όλα- σε- ένα.....	37
Εικόνα 10: Μεσοπρόθεσμο σενάριο για την παγκόσμια ενέργεια.....	42
Εικόνα 11: Παγκόσμιες πηγές ενέργειας.....	43

Εικόνα 12: Ragone plots.....	52
Εικόνα 13: Αισθητήρας υπερήχων.....	64
Εικόνα 14: Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.....	79
Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκά πάνελ.....	82
Εικόνα 16: Αιολικό πάρκο.....	84
Εικόνα 17: Βιομάζα.....	86

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί μια βιβλιογραφική μελέτη σχετικά με την αξιοποίηση των δικτυακών υπηρεσιών στις λεγόμενες «έξυπνες» πόλεις. Σκοπός της είναι να καταδειχθεί η απαραίτητη συμβολή των δικτυακών υπηρεσιών στην εύρυθμη λειτουργία των έξυπνων πόλεων. Όπως γίνεται φανερό αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εξέλιξης καθώς και της ομαλής λειτουργίας των υπηρεσιών που προσφέρει μια έξυπνη πόλη. Με άλλα λόγια το δίκτυο μιας έξυπνης πόλης αποτελεί τον κεντρικό πυρήνα γύρω από τον οποίο περιστρέφονται όλες οι λειτουργίες της. Είναι λοιπόν σαφές ότι η κατανόηση των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στις έξυπνες πόλεις, προϋποθέτει την κατανόηση των δικτυακών υποδομών και των υπηρεσιών που προσφέρουν. Η εργασία αυτή περιλαμβάνει πέντε μεγάλα κεφάλαια που το καθένα αφορά έναν ξεχωριστό τομέα των υπηρεσιών στις έξυπνες πόλεις. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη θεωρία των έξυπνων πόλεων. Περιλαμβάνει μια συνοπτική ιστορική αναδρομή σχετικά με την δημιουργία και εξέλιξη των έξυπνων πόλεων. Επίσης παραθέτονται στοιχεία που αφορούν τους στόχους των πόλεων καθώς επίσης και τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για το έξυπνο σπίτι. Πιο συγκεκριμένα αναφέρεται στα βασικά στοιχεία που το απαρτίζουν, στη σχεδίασή του και στη σύνδεση που χρησιμοποιείται. Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με τον τομέα των έξυπνων μεταφορών. Περιλαμβάνει μια σχετική εισαγωγή στο θέμα και την περιγραφή του απαραίτητου δικτύου για την ομαλή λειτουργία των μεταφορών. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στη διαχείριση των απορριμμάτων, ένα σημαντικό θέμα που αφορά όλο και περισσότερο τις σύγχρονες πόλεις. Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με την υποστήριξη του έξυπνου δικτύου στις έξυπνες πόλεις.

ABSTRACT

The present research thesis concerns the development of the network services in smart cities. It aims to show the important contribution of the network services for the smooth functioning of the smart cities. This network appears to be absolutely necessary part of the evolution and the smooth function for the services that a smart city can provide. In other words the network constitutes the cornerstone of a smart city. So it is clear that in order to comprehend the processes that take part in the smart cities, one should first comprehend the infrastructure and the services that a network is able to provide. This thesis includes five main chapters, each relate to a special separate segment of the services in smart cities. The first chapter refers to the theory of smart cities. It concludes a brief history about smart cities as well as their basic features. The second chapter focuses on smart home. In particular it refers to its basic features, manufacture and the network it uses. The third chapter is related to the smart transportations. It concludes a brief synopsis of the topic and the description of the basic network services that are essential for its use. The fourth chapter is related to waste management, a crucial issue concerns most of modern cities. Finally, the fifth chapter refers to alternative forms of energy that can be used with the support of the smart cities network.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΘΕΩΡΙΑ ΕΥΦΥΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

1.1 Εισαγωγή

Ο όρος «ευφυείς πόλεις» έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται από τις αρχές του 1990 στο πλαίσιο διάφορων ενεργειών για την ανάπτυξη της πόλης του Πόρτλαντ, οι οποίες σηματοδοτούν την αρχή της «ευφυούς ανάπτυξης». Η στρατηγική της «ευφυούς ανάπτυξης» ξεκίνησε μόλις το 2005 να εφαρμόζεται από μεγάλες εταιρείες τεχνολογίας (Cisco, 2005-IBM, 2009-Siemens, 2004) προκειμένου να υλοποιηθεί ένα αρκετά περίπλοκο σύστημα πληροφοριών σχετιζόμενο με τις υλικές υποδομές και τις υπηρεσίες των πόλεων. Ενδεικτικά το σύστημα αυτό περιελάμβανε τις κτιριακές υποδομές, τις δημόσιες μεταφορές, τον ηλεκτρισμό, την ύδρευση καθώς και τις υπηρεσίες που αφορούν τη δημόσια ασφάλεια. Οι ιδέες για τις «ευφυείς πόλεις» και οι στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να επιτευχθεί βιώσιμη ανάπτυξη καθώς και να γίνει η αξιολόγηση των ήδη υλοποιούμενων έργων, εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα. Όπως γίνεται λοιπόν σαφές, οι δραστηριότητες που ήδη υπήρχαν δεν έπαψαν να υλοποιούνται. Αντίθετα διορθώθηκαν και εμπλουτίστηκαν. Αυτό οφείλεται στην συνεργασία των διάφορων εταιρειών που είχαν αναλάβει αυτά τα έργα, καθώς προσέφεραν μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στο ζήτημα.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη θέσει στόχους που αφορούν την αποτελεσματικότητα των ευφυών πόλεων σε σχέση ιδίως με το ενεργειακό ζήτημα. Πιο συγκεκριμένα επιθυμεί την μείωση της ενεργειακής ζήτησης και της κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων έως το 2020. Καθίσταται επομένως κατανοητό ότι η υλοποίηση των ευφυών πόλεων αποτελεί άμεσο στόχο της πολιτικής των δυτικών κοινωνιών ώστε να επιτευχθεί η κοινωνία και οικονομία της γνώσης.

Περιγράφουν περιβάλλοντα που βελτιώνουν τις ανθρώπινες ικανότητες δημιουργικότητας, μάθησης και καινοτομίας. Δημιουργούνται από την σύνδεση τοπικών συστημάτων καινοτομίας που λειτουργούν μέσα στις πόλεις με ψηφιακά δίκτυα και εφαρμογές της κοινωνίας της πληροφορίας. Η αξία τους βρίσκεται στη δυνατότητα να συγκεντρώνουν και να συνδυάζουν τρεις μορφές ευφυΐας: ανθρώπινη του πληθυσμού των πόλεων, συλλογική των θεσμών καινοτομίας, και τεχνητή των ψηφιακών δικτύων και εφαρμογών. Οι «έξυπνες πόλεις» δημιουργούνται από τη σύγκλιση δύο μεγάλων ρευμάτων της σύγχρονης σκέψης για την πόλη και την αστική ανάπτυξη: αφενός του επαναπροσδιορισμού της πόλης μέσα από τις τεχνολογίες επικοινωνίας, την ψηφιακή δικτύωση και αναπαράστασή της, και αφετέρου από την κατανόηση της πόλης ως περιβάλλοντος δημιουργικότητας και καινοτομίας (Κομηνός, 2006).

«Τα ευφυή περιβάλλοντα μπορούν να οριστούν ως κοινωνικές, τεχνολογικές και φυσικές διατάξεις που έχουν ως στόχο τη συνεργατική οικοδόμηση γνώσης, τη λήψη αποφάσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων σε διάφορους τομείς» και «εκμεταλλεύονται τις σύγχρονες δυνατότητες δικτύωσης και το Web 2.0 για να δημιουργήσουν περιοχές γνώσης, όπου το περιεχόμενό τους χαρακτηρίζεται συστηματικά από ομάδες ανθρώπων ή (ημί)αυτόματους μηχανισμούς» (Μακρής, 2008).

Τα ευφυή περιβάλλοντα εξυπηρετούν τον σχεδιασμό και την λειτουργία των ευφυών πόλεων, καθώς προσφέρουν τα απαραίτητα δεδομένα, βοηθούν στην ανάπτυξη νέων εφαρμογών και παρέχουν τη δυνατότητα δυναμικής επικοινωνίας και ανταλλαγής πληροφοριών. Οι ευφυείς πόλεις είναι εξοπλισμένες με τελευταίας τεχνολογίας εργαλεία με τα οποία επιτυγχάνεται η παρατήρηση του τρόπου που οι κάτοικοι εκμεταλλεύονται την πόλη και θεωρίες για νέα προσέγγιση των πόλεων. Φυσικά είναι μία συνεχής διαδικασία κατά την οποία πρέπει να εντοπίζονται οι συνέπειες του μέλλοντος σε βάθος ακόμα και εικοσαετίας.

Σύμφωνα με τον Batty (2008) η μορφή του δομημένου περιβάλλοντος μπορεί να παραλληλιστεί με τον τρόπο που αναπτύσσονται τα οικοσυστήματα. Μέσα από την παρατήρηση των πολύπλοκων συμπεριφορών των συστημάτων αυτών προκύπτει πως αν και τα συστήματα προσαρμόζονται στις νέες συνθήκες, εντοπίζεται κάποια συνέπεια στα πρότυπα που ακολουθούν. Εάν η ενασχόληση με τις πόλεις θεωρηθεί πειραματική επιστήμη, τότε εκλείπουν υποθέσεις που μπορούν να εξεταστούν σε μικρο-επίπεδο, όπου και οι άμεσες παρεμβάσεις είναι δυνατές.

Όσον αφορά στη μεταφορά της ιδεολογίας των ευφυών πόλεων, σύμφωνα με τον Κομνηνό (2007) χρειάζεται ένας συνδυασμός ικανοτήτων:

Αντίληψης, για την πρόσληψη και επεξεργασία αισθητής πληροφορίας,

Επικοινωνίας, για την ανταλλαγή των πληροφοριών

Μάθησης και μνήμης, για την αποθήκευση και αναπαράσταση των συλλεγμένων πληροφοριών

Προγραμματισμού και ανάδρασης, για τη διατύπωση των στόχων και την αξιολόγηση της προόδου.

Επιπλέον, η ανθρώπινη ευφυΐα παίζει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη των ευφυών πόλεων και ιδιαίτερα για τις διαπροσωπικές σχέσεις με τους άλλους ανθρώπους.

Ο ορισμός των ευφυών πόλεων περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των πόλεων με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών. Παράλληλα, σημαντική θεωρείται και η δυναμική συνεργασία των κατοίκων της πόλης. Ο πολεοδομικός σχεδιασμός εστιάζει στην εφαρμογή των θεωριών της αρχιτεκτονικής στην κλίμακα της πόλης. Συγγενεύει με τη χωροταξία, προσφέροντας μια ευρύτερη πολιτική με την οποία υλοποιούνται οικονομικές, κοινωνικές, θεσμικές, οργανωτικές και άλλες συνθήκες. Οι εξελίξεις σε τοπικό επίπεδο συναρτώνται με τις αντίστοιχες πολιτικές καθώς και με τον σχεδιασμό στο επίπεδο της περιφέρειας και των ακόμα ευρύτερων χώρων.

Η πόλη τόσο σήμερα όσο και στο μέλλον έχει απόλυτη ανάγκη την υπολοποίηση μιας τεχνικής υποδομής, η οποία πρέπει να ανταποκρίνεται στις ανάγκες του πληθυσμού και στην αύξηση της ανταγωνιστικότητάς της στα πλαίσια της αειφορίας (Βλαστός κα,2007). Έτσι, γίνεται αντιληπτή η

αναγκαιότητα για ένα νέο είδος πόλης και πολεοδομικού σχεδιασμού που να ικανοποιεί όλες τις ανάγκες, να διαμορφώνει πιο υγιές και ανταγωνιστικό περιβάλλον και να ενδυναμώνει μία περιβαλλοντική 'ηθική'.

1.2 Εξέλιξη πόλεων

Οι ευρωπαϊκές πόλεις εξελίχθηκαν με βάση τα ανθρωπολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής. Σε κάθε περίοδο της ιστορίας και σε κάθε οικονομική κατάσταση (ανάπτυξη ή ύφεση), ο αστικός σχεδιασμός προσαρμοζόταν στις αλλαγές που προκαλούνταν εξαιτίας των διαφοροποιήσεων στο φυσικό στοιχείο καθώς και στις διάφορες κοινωνικές ομάδες. Παρόλο που οι περισσότερες πόλεις διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους, φαίνεται πως οι σημερινές ευρωπαϊκές πόλεις παρουσιάζουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά στο σύνολό τους. Εξαιτίας των διαφορών στη μορφολογία τους, όσον αφορά τις ήδη διαμορφωμένες συνθήκες μέσω των οποίων έχουν εξελιχθεί, παρατηρούνται θετικές επιδράσεις στην κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με αμερικάνικες πόλεις, ιδιαίτερα με την εξάπλωση του Ι.Χ. αυτοκινήτου και τη χρήση του φθηνού πετρελαίου.

Ιδιαίτερα σημαντικά γεγονότα όπως ο Α' και Β' Παγκόσμιος Πόλεμος επηρέασαν σε μεγάλο βαθμό την διαμόρφωση των πόλεων όπως αυτές είναι σήμερα. Πολλές πόλεις καταστράφηκαν ολοσχερώς και σε άλλες πόλεις κατεδαφίστηκαν τα κτίσματά τους εξαιτίας των σοβαρών ζημιών που είχαν υποστεί. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην κατασκευή εξολοκλήρου νέων οικοδομικών τετραγώνων και την πλήρη ανακαίνιση μεγάλων αστικών περιοχών κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1950 και 1960. Πολλά από αυτά τα κτίρια και ορισμένοι ελεύθεροι χώροι που εντάχθηκαν τότε, δεν άλλαξαν σημαντικά μέχρι και σήμερα, ενώ πολλές πόλεις ακολούθησαν τον ίδιο τρόπο σχεδιασμού για τις επεκτάσεις τους στις ίδιες δεκαετίες.

Συνεπώς, η μορφή που έχουν οι σημερινές ευρωπαϊκές πόλεις είναι ιδιαίτερη και δεν έχει ένα συγκεκριμένο μοντέλο χρήσης των κτιριακών αποθεμάτων της εκάστοτε πόλης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το δομημένο περιβάλλον υπερβαίνει τα 50 χρόνια και αφορά τις τότε ενεργειακές ανάγκες (άλλες συνθήκες περιβάλλοντος και φθηνή ενέργεια). Γενικότερα, η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από έντονη οικοδομική δραστηριότητα τόσο στη Δυτική όσο και στην Ανατολική Ευρώπη, χωρίς αυτό όμως να έχει συμβεί με την μελέτη ενός επαρκούς και κατάλληλου αστικού σχεδιασμού που να περιλαμβάνει την πρόβλεψη των αναγκών των κατοίκων σε ενέργεια.

Στο δεύτερο μισό του 19ου αιώνα, η έντονη εκβιομηχανοποίηση και η αστικοποίηση έπαιξαν σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών του αστικού χώρου και ο σχεδιασμός της πόλης απέκτησε άλλη μορφή. Παρατηρείται δηλαδή η στροφή στον νεοκλασικισμό (Κομνηνός, 1982). Εντοπίζεται επομένως ασυμβατότητα όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των πόλεων, με την έννοια της αδυναμίας να εντάξουν το φυσικό χώρο στις νέες μεθόδους του αστικού σχεδιασμού. Συνεπώς, η περίοδος αυτή χαρακτηρίζεται από την αντίφαση της πολεοδομικής πρακτικής στη ρύθμιση των λειτουργιών της πόλης ακόμη και στην οργάνωση του φυσικού χώρου.

Οι κανονισμοί που αφορούν τη θερμική μόνωση των κτιρίων εισήχθησαν μετά τη δεκαετία του 1960, ξεκινώντας από τη Γαλλία και τη Γερμανία, ιδιαίτερα μετά τις πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 και 1979. Οι σύγχρονες εγκαταστάσεις επιτρέπουν στα νέα ή ανακαινισμένα κτίρια να περιορίσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση κάτω των 15kWh/m² το χρόνο, ενώ εκείνες οι εγκαταστάσεις που συμμορφώνονταν στους πρώτους κανονισμούς ξεπερνούν συχνά τις 100kWh/m² το χρόνο (Leal κ.α., 2011).

Οι σύγχρονες ευρωπαϊκές πόλεις έχουν να αντιμετωπίσουν μεγάλες προκλήσεις σχετικά με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών τους και την ανακαίνιση των ήδη υπάρχοντων κτιρίων. Οι μικρές επεμβάσεις στις πόλεις οι οποίες δεν απαιτούν μεγάλες δαπάνες και κρατικές επενδύσεις δεν έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Προσφάτως, η νέα Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων (91/2002) μέσα από τις νέες αλλαγές που έχει προτείνει είναι πολλά υποσχόμενη σχετικά με τον έλεγχο της απόδοσης του κτιριακού αποθέματος της ΕΕ όσον αφορά την ενέργεια και το περιβάλλον (συμπεριλαμβανομένων και των αρνητικών συνεπειών στην υγιεινή των κατοίκων). Στόχος της Οδηγίας αυτής είναι να διαθέτουν όλα τα κτίσματα τα ίδια επίπεδα ενεργειακής κατανάλωσης με διαφορετικές μονώσεις ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος της κάθε πόλης (πάχους 20cm για τις βόρειες πόλεις και 5-10 cm για τις νότιες).

Σχετικά με τον τομέα των μεταφορών και των μετακινήσεων εντός πόλεως, οι τοπικές αρχές έχουν αναλάβει τον ρόλο της εξασφάλισης των απαραίτητων συνθηκών με το σωστό σχεδιασμό και την κατάλληλη διαχείριση ήπιων μέσων μεταφοράς (τραμ, μετρό, ποδήλατο) καθώς και των κλασικών Μέσων Μαζικής Μεταφοράς. Παράλληλα παρατηρούνται στρατηγικές που στόχο έχουν την αποθάρρυνση της χρήσης του Ι.Χ. (παρκινγκ επί πληρωμή, διόδια).

Η Ευρώπη 2020 έχει θέσει τρεις αλληλοενισχυόμενες προτεραιότητες (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2010):

Έξυπνη ανάπτυξη, βασισμένη στη γνώση και την καινοτομία.

Διατηρήσιμη ανάπτυξη, με αποδοτική χρήση των πόρων, πιο πράσινη κι ανταγωνιστική οικονομία.

Ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς, με υψηλή απασχόληση που θα επιτυγχάνει την κοινωνική και εδαφική συνοχή.

1.3 Στόχοι και προσεγγίσεις των ευφυών πόλεων

Ο ορισμός των ευφυών πόλεων περιλαμβάνει νέες καινοτομίες που αφορούν την τεχνολογική ανάπτυξη, τον σχεδιασμό και τη λειτουργία των πόλεων. Επιπλέον, θέτει ως στόχους την εξοικονόμηση ενέργειας, την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και φυσικά την αειφόρο ανάπτυξη (SMART CITY DYNAMICS, 2011), λαμβάνοντας υπόψη τους πολιτιστικούς, κοινωνικούς και πολιτικούς παράγοντες της κάθε πόλης.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας της πληροφορικής στις έξυπνες πόλεις προσφέρει πολλά πελονεκτήματα όπως:

Μείωση της κατανάλωσης μη ανανεώσιμων πηγών και ως εκ τούτου μείωση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, το οποίο είναι ένα κρίσιμο παγκόσμιο πρόβλημα,

Βελτίωση χρησιμοποίησης των υπαρχουσών υποδομών, και συνεπώς της ποιότητας ζωής και μείωση των αναγκών των παραδοσιακών υποδομών,

Προσφορά νέων υπηρεσιών, όπως λήψη οδηγιών και πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο για την επιλογή του βέλτιστου μέσου μεταφοράς, στους πολίτες,

Βελτίωση εμπορικών επιχειρήσεων, μέσω της δημοσίευσης πληροφοριών, σχετικά με τη λειτουργία των δημόσιων υπηρεσιών, σε πραγματικό χρόνο,

Εξομάλυνση των απαιτήσεων σε ενέργεια, νερό και μεταφορές στις πόλεις και μεγαλύτερη ελαστικότητα στις υπηρεσίες αυτές.

Οι βασικοί στόχοι των έξυπνων πόλεων αποτελούν τους κύριους τομείς της πολεοδομίας, στους οποίους φαίνεται να εντοπίζονται οι περισσότερες θετικές επιρροές από τις νέες τεχνολογίες. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να υπάρχει καλή συνεργασία μεταξύ των διαφόρων φορέων αλλά και των τοπικών αρχών διαφορετικών πόλεων, ώστε να υλοποιηθούν δραστικές παρεμβάσεις στις κύριες δραστηριότητες τους (συνεργασία για τη διαχείριση υδάτων, απορριμμάτων, εδαφικών εκτάσεων, συνδυασμένες μεταφορές). Επιπλέον, οι δήμοι θα πρέπει να είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση των κτιριακών αποθεμάτων των πόλεων τους και να ελέγχουν την απόδοσή τους.

Οι πόλεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δοκιμαστική αγορά για τις νέες τεχνολογίες και την εφαρμογή πολιτικών, για να διαπιστωθεί η κοινωνική ανταπόκριση σε συγκεκριμένες καινοτομίες, όπως τα ηλεκτρικά οχήματα και οι ευφυείς μετρήσεις. Έτσι, τα αποτελέσματα των εφαρμογών αυτών θα αξιολογηθούν και θα συνεισφέρουν στη δημιουργία πολιτικών μεγάλης κλίμακας και καινοτόμων κανονισμών. Βέβαια, η 'ευφυΐα' στηρίζεται στη δυνατότητα απόδοσης και κατανόησης των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της εκάστοτε πόλης ή περιοχής (Heidy van Beurden, 2011).

Αυτές οι προσεγγίσεις έγιναν εφικτές χάρις στην πρόσφατη πρόοδο της τεχνολογίας:

Την ευρεία χρήση αισθητήρων και ψηφιακών συστημάτων για τον έλεγχο και τη λειτουργία των κοινωνικών υποδομών (αισθητήρες για τα δίκτυα μεταφορών, την προστασία των κτιρίων, ψηφιακοί μετρητές κτλ).

Την αυξανόμενη διείσδυση των ασύρματων δικτύων, η οποία επιτρέπει τη σύνδεση των αισθητήρων με τα συστήματα για τη μεταφορά των πληροφοριών που συλλέγονται στα κέντρα διαχείρισης των πληροφοριών.

Την ανάπτυξη των τεχνικών διαχείρισης της πληροφορίας, ιδιαίτερα των τυποποιημένων μοντέλων για την ερμηνεία των αρχικών πληροφοριών που συλλέχθηκαν.

Την εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων και των νέων αλγορίθμων που επιτρέπουν τη διάχυση της επεξεργασμένης πληροφορίας σε πραγματικό χρόνο, για να παρέχει λειτουργικά δεδομένα και ιδέες.

Οι τεχνολογίες αυτές που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας διαιρούνται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις καινοτομίες για την παροχή δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας για να παρακινήσει τους πολίτες να εξοικονομούν ενέργεια. Η δεύτερη κατηγορία δεν αφορά μόνο την παρακολούθηση της κατανάλωσης, αλλά ελέγχει και την τροφοδοσία με διαδραστικό τρόπο (Sung Ah Kim κ.α., 2011).

Η πόλη, ως ένα περίπλοκο σύστημα, απαιτεί την αξιοποίηση και την εξέλιξη των πληροφοριακών συστημάτων. Πολλές διαφορετικές ειδικότητες επιστημόνων συνεργάζονται για τη σύνθεση τεράστιων δικτύων κόμβων καθώς και εργαλείων για τη διαχείρισή τους. Συνεπώς στις ευφυείς πόλεις εντοπίζεται η καινοτομία και η ικανότητα παρατήρησης των φαινομένων σε πραγματικό χρόνο. Απαιτούνται

γνώσεις σχετικά με τη συχνότητα επανάληψης συμπεριφορών των πόλεων και μια κύρια θεωρία που χρειάζεται να φέρει αρχιτέκτονες, σχεδιαστές, αναπτυξιολόγους, πολεοδόμους κ.ο.κ σε συνεργασία.

Για το σχεδιασμό και την υλοποίηση των ευφυών πόλεων (αστικό σύστημα) πρέπει να κατανοηθούν τα δίκτυα και η λειτουργία τους, είτε πρόκειται για πολύπλοκες οντότητες που αποτελούνται από απλούστερες είτε για στοιχειώδεις οντότητες. Εισάγεται, άρα, η έννοια του Αστικού Μοντέλου Πληροφοριών ως μέσου για τη δόμηση και ταξινόμηση όλων των τύπων πληροφοριών που ρέουν στα εν λόγω δίκτυα. Το μοντέλο αυτό συνήθως αποθηκεύεται μέσω των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Βέβαια όλο και περισσότερα εργαλεία κοινωνικής δικτύωσης θέτουν νέες κατευθύνσεις στο αστικό αυτό μοντέλο.

Τα διαφορετικά επίπεδα που απαιτούνται για τη δημιουργία το αστικού μοντέλου πληροφοριών είναι:

Το φυσικό περιβάλλον που περιλαμβάνει την τοπογραφία, τη χλωρίδα και την πανίδα, τους φυσικούς πόρους, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά,

Το επίπεδο των υποδομών συμπεριλαμβανομένου και του δομημένου περιβάλλοντος (δρόμοι, γέφυρες, τούνελ, κτίρια, αγωγοί, ηλεκτρικά και επικοινωνιακά δίκτυα) καθώς και κινητών αντικειμένων (τρένα, πλοία, λεωφορεία κτλ), το οποίο επίπεδο δομείται πάνω στο φυσικό περιβάλλον,

Το επίπεδο των πόρων που αντιπροσωπεύουν αντικείμενα που προέρχονται και καταλήγουν στο φυσικό περιβάλλον, αφού περάσουν από διάφορες διαδικασίες, και υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται και καταναλώνονται προσωρινά, όπως το πέρασμα ενός αυτοκινήτου από μία γέφυρα,

Το επίπεδο υπηρεσιών που περιλαμβάνει όλα τα είδη υπηρεσιών, μεταφορών, ενέργειας, εμπορίου, παροχής ιατρικής φροντίδας (πολλές υπηρεσίες καταναλώνουν πηγές από το αντίστοιχο επίπεδο των πόρων),

Το επίπεδο κοινωνικών συστημάτων στο οποίο περιλαμβάνονται οι ενέργειες των ανθρώπων όπως οι εμπορικές συναλλαγές, η κουλτούρα-παράδοση, οι νόμοι και κανονισμοί και η διακυβέρνηση, που χρησιμοποιούν τόσο τις υπηρεσίες όσο και τους πόρους των αντίστοιχων επιπέδων. Το ανώτερο αυτό επίπεδο αποτελεί το πιο ενδιαφέρον και περιέχει τους ανθρώπους κατά κύριο λόγο.

Σε επίπεδο πόλεων είναι πιο εύκολη η εφαρμογή εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως η χρήση ηλιακών συλλεκτών για την εξασφάλιση ζεστού νερού στις οικίες καθημερινά, η χρήση φυσικού αερίου για θέρμανση αλλά και άλλων τεχνολογιών που είναι ωφέλιμο να τοποθετούνται στα όρια των κατοικημένων περιοχών, όπως μεγάλα ηλιακά πάρκα και ανεμογεννήτριες. Η καταλληλότητα του κάθε συστήματος διαφέρει ανάλογα με τις πηγές που διατίθενται στην περιοχή. Για παράδειγμα, η χρήση της βιομάζας είναι εποικοδομητική μόνο στις κοινότητες ή στους δήμους που αυξάνονται τα αποθέματά της, ενώ η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μείωση των ενεργειακών αναγκών των συμβατικών κτιρίων για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και εξασφάλιση ζεστού νερού στα σπίτια σε περιοχές που διαθέτουν τους αναγκαίους φυσικούς πόρους.

Οι ευφυείς πόλεις διακρίνονται από την ενασχόλησή τους με 6 κύριους άξονες:

- Έξυπνη οικονομία, δηλαδή πιο ανταγωνιστική σε διεθνές επίπεδο αλλά και τοπικό.
- Ευφυείς μεταφορές, δίκτυα με έξυπνες τεχνολογίες και εξυπηρέτηση όλων των κατοίκων χωρίς διακρίσεις.

- Έξυπνο περιβάλλον, αστικό και φιλικό προς τους πολίτες.
- Έξυπνοι πολίτες, τοπική ευφυΐα και αξιοποίηση πόρων.
- Έξυπνη διαβίωση, δηλαδή προσέγγιση βιώσιμων πόλεων.
- Ευφυής διακυβέρνηση, συμμετοχικές διαδικασίες και κοινωνική ανάπτυξη.

Αυτοί οι άξονες συνδέονται με τις παραδοσιακές και τις νέες θεωρίες της αστικής ανάπτυξης και εξέλιξης. Για να υπάρξει μία έξυπνη πόλη θα πρέπει να είναι ανταγωνιστική, να εξασφαλίζει καλές μεταφορές, να σέβεται τους φυσικούς πόρους, να αξιοποιεί κατάλληλα το ανθρώπινο και κοινωνικό υπόβαθρό της, να διασφαλίζει καλή ποιότητα ζωής και να συμμετέχουν οι πολίτες στη διακυβέρνηση όσο το δυνατό πιο ενεργά. Επιπλέον, οι νέες τεχνολογίες-καινοτομίες θα βοηθούν στην υψηλή ποιότητα ζωής παράλληλα με τη βιώσιμη οικονομική άνθιση της περιοχής αυτής. Όμως, είναι αναγκαίο να αντιμετωπιστεί η ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων (clustering) στο χώρο, όπως συμβαίνει σήμερα με τις περισσότερες πόλεις στις οποίες γεωγραφικά συγκεντρώνεται ενός είδους δραστηριότητα μόνο.

Σχετικά με την ευφυή διακυβέρνηση, πρέπει να τονιστεί πως είναι απαραίτητη η ψηφιακή διακυβέρνηση για μια πιο ανοικτή και διαφανή δημόσια διοίκηση. Δεν στοχεύει μόνο στην επικοινωνία της διοίκησης με τους πολίτες και τις επιχειρήσεις, αλλά στηρίζει την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων φορέων, πολιτών, των κοινωνικών ομάδων και στηρίζει τη δημοκρατική συμμετοχή των πολιτών (Θωίδου, 2008). Είναι φυσικό, βέβαια, ότι η ψηφιακή διακυβέρνηση βασίζεται στη ραγδαία ανάπτυξη των ΤΠΕ, χρειάζεται υποδομές (δίκτυα, υπολογιστές κτ) και πρόσβαση όλων των πολιτών.

1.4 Χαρακτηριστικά ευφυών πόλεων

Οι τοπικές και κοινωνικές συνθήκες της κάθε πόλης επιδρούν σημαντικά στα κτίρια καθώς επίσης και στον τρόπο οργάνωσης των υπηρεσιών. Αυτά με τη σειρά τους επιδρούν στο κλίμα και το αστικό περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτόν δημιουργούνται μικροκλίματα με υψηλά επίπεδα ρύπανσης ατμοσφαιρικού αέρα. Η ρύπανση του αέρα με τη σειρά της οδηγεί στην διαμόρφωση της τοπικής θερμοκρασίας και σε συνδυασμό με τον θόρυβο που προκαλείται, οδηγεί στην κλιματική αλλαγή. Όπως γίνεται επομένως σαφές, η ανάπτυξη των υποδομών και η χρήση των δικτύων συμβάλλουν στην οικονομική, πολιτισμική και αστική ανάπτυξη και δημιουργούν το μοντέλο ανάπτυξης της κάθε πόλης.

Κύριο στοιχείο των παραγόντων που αναφέρθηκαν πιο πάνω αποτελεί η βιωσιμότητα και η εξασφάλισή της σε όλα τα επίπεδα της ζωής στην πόλη. Η ηλεκτρονική συμμετοχή των πολιτών στη διακυβέρνηση και τον σχεδιασμό, η πληροφόρηση σχετικά με την εκμετάλλευση των διαθέσιμων πόρων, η γνώση σχετικά με την ικανότητα της κάθε περιοχής αναφορικά με την οργάνωση των διάφορων δραστηριοτήτων και η δημιουργία ασύρματων δικτύων και κόμβων αισθητήρων συναποτελούν τις κεντρικές παραμέτρους που μπορούν να οδηγήσουν σε μια βιώσιμη και αειφόρο ανάπτυξη.

Μεγάλη σημασία στην ανάπτυξη μίας ευφυούς πόλης παίζει βέβαια και ο ψηφιακός χώρος, ο οποίος περιλαμβάνει τους βασικούς ηγέτες και τους απλούς πολίτες, εργαλεία, τεχνικές υποδομές και θεσμικά πλαίσια (Κομνηνός, 2007). Ο όρος χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε χωρικές ενότητες που το τοπικό σύστημα καινοτομίας υποστηρίζεται και αναβαθμίζεται μέσω ψηφιακών δικτύων και εφαρμογών. Η πόλη, έτσι, κερδίζει σε ικανότητα καινοτομίας, που μεταφράζεται σε ανταγωνιστικότητα και ευημερία (Κομνηνός, 2006). Εννοείται όμως πως βασική προϋπόθεση είναι η εξασφάλιση των απαραίτητων διαδικασιών όπως για παράδειγμα μια αποτελεσματικότερη οικονομική του μάρκετινγκ,

περισσότερη ανάπτυξη και καλύτερη κατάρτιση του εργατικού δυναμικού, καθώς επίσης και τα συστήματα που χρειάζονται (ευρυζωνικές επικοινωνίες για τις επιχειρήσεις, κρατικές υπηρεσίες και διαμονή) από τις τοπικές αρχές.

Είναι γεγονός πως πολλές επιχειρήσεις και οργανισμοί χρησιμοποιούν την τεχνολογία οδικού χάρτη (TRM) για την υποστήριξη της έρευνας και της ανάπτυξης των τεχνολογιών του μέλλοντος. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον στο οποίο θα διερευνηθεί η πιθανή σύγκλιση των προϊόντων και των υπηρεσιών και θα αντιμετωπίζονται οι αβεβαιότητες με τον κατάλληλο στρατηγικό σχεδιασμό, για την προσέλκυση τέτοιων επιχειρήσεων (Jung Hoon Lee κ.ά, 2013). Είναι λοιπόν εμφανές πως οι αποφάσεις που αφορούν την τεχνολογία και την εφαρμογή της αποτελούν έναν καθοριστικής σημασίας παράγοντα για την εξέλιξη μιας επιχείρησης. Γεγονός που μπορεί να της εξασφαλίσει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, στην περίπτωση ιδίως που οι καινοτομίες ενσωματωθούν με την κατάλληλη στρατηγική. Με την τεχνολογία roadmapping (οδικού χάρτη), οι επιχειρήσεις που προσελκύουν μεγάλο αριθμό ακαδημαϊκών και επαγγελματιών διάφορων τομέων σε διάφορα τμήματα (βιομηχανιών ή και οργανώσεων), οδηγούνται στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αναφορικά με τις δραστηριότητες καινοτομίας.

Οι ευφυείς πόλεις συγχέονται συχνά με τα έξυπνα συστήματα-δίκτυα. Με την εφαρμογή των ευφυών δικτύων στα ηλεκτροδοτικά συστήματα για την αλληλεπίδραση μεταξύ προμηθευτών και καταναλωτών, επιτυγχάνεται ταυτόχρονα ο αποτελεσματικότερος έλεγχος της κατανάλωσης ενέργειας και η μείωση της ζήτησης. Παράλληλα, βοηθούν τους καταναλωτές στην παραγωγή ενέργειας και χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση των ευφυών πόλεων ακόμη και στην αντικατάσταση προϊόντων με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε άνθρακα. Παρόλο που αποτελούν δύο διαφορετικές έννοιες, συνδέονται άρρηκτα και ακολουθούν παράλληλη εξέλιξη.

Η ευφυής πόλη είναι ένα περιβάλλον γνώσεων και καινοτομίας, στο οποίο βελτιώνονται οι γνωστικές ικανότητες, η δημιουργικότητα και η πιθανότητα καινοτομίας. Είναι, δηλαδή, ένα πολυεπίπεδο περιοχικό σύστημα καινοτομίας, το οποίο συνδυάζει τις ανθρώπινες ικανότητες, την τεχνολογική μάθηση, τους ψηφιακούς χώρους επικοινωνίας που μεγιστοποιεί τα οφέλη τους. Αποτελεί, συνεπώς, μία μορφή συστήματος καινοτομίας, μία 'Τρίτη' γενιά συστήματος, μετά το cluster και τις μαθησιακές περιφέρειες (Κομνηνός, 2007).

Τα τρία Α:

Το επίπεδο της βάσης, που περιλαμβάνει τις δραστηριότητες έντασης γνώσεων και αφορά στις δραστηριότητες μεταποίησης και υπηρεσιών που συνήθως οργανώνονται σε clusters. Είναι αναγκαία η εγγύτητα μεταξύ των επιμέρους μονάδων και οργανισμών και βασίζεται στην εξειδίκευση, στην ατομική δημιουργικότητα και τη συνεργασία. Ταυτίζεται με μία δημιουργική τάξη επιστημόνων, καλλιτεχνών, επιχειρηματιών, επενδυτών και άλλων δημιουργικών ατόμων.

Το δεύτερο επίπεδο περιλαμβάνει τους θεσμούς της κοινωνικής συνεργασίας για μάθηση και καινοτομία (στρατηγικής πληροφόρησης, συγκριτικής αξιολόγησης, χρηματοδότησης κινδύνου, μεταφοράς τεχνολογίας, συνεργατικής ανάπτυξης νέων προϊόντων). Σχετίζεται κυρίως με τη συλλογική ευφυΐα σε καθημερινές διαδικασίες.

Το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει τα ψηφιακά εργαλεία και τις εφαρμογές υποστήριξης και καινοτομίας, που δημιουργούν ένα εικονικό περιβάλλον για το χειρισμό της πληροφορίας και των γνώσεων. Το

επίπεδο αυτό αφορά στην τεχνική ευφυΐα που είναι στη διάθεση του πληθυσμού για τις ατομικές επιλογές του, τη συλλογική επικοινωνία και τη συνεργασία. Πρόκειται για το δημόσιο σύστημα ψηφιακής επικοινωνίας, με ψηφιακά δίκτυα και υπηρεσίες, εφαρμογές τεχνητής ευφυΐας, ψηφιακούς χώρους και εργαλεία επίλυσης προβλημάτων, την επικοινωνία σε εικονικά περιβάλλον, το δημόσιο ψηφιακό περιεχόμενο που είναι στη διάθεση του πληθυσμού της πόλης.

Αναφορικά με τους διάφορους τομείς που επηρεάζουν τις ευφυείς πόλεις, η κατανάλωση της ενέργειας, όπως προαναφέρθηκε, οδηγεί στις μεταβολές αυτές αλλά οι δήμοι και οι τοπικές αυτοδιοικήσεις είναι υπεύθυνοι να λάβουν μέτρα για την αποφυγή των αρνητικών επιπτώσεων. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να ελέγχεται η ενεργειακή κατανάλωση σε επίπεδο εθνικό και τοπικό καθώς και να προσδιορίζονται οι πηγές από τις οποίες παράγεται. Για παράδειγμα, συγκρίνοντας δύο πόλεις εκ των οποίων η μία παράγει ηλεκτρική ενέργεια από ορυκτά καύσιμα ενώ η άλλη χρησιμοποιεί υδροηλεκτρική ενέργεια, είναι λογικό να παράγονται διαφορετικά επίπεδα εκπομπών CO₂ στην κάθε μία. Επομένως, είναι απαραίτητο να αναλύεται το ενεργειακό ισοζύγιο μεταξύ των εκπομπών CO₂ ανά άτομο σε σχέση με την τελική ενέργεια και να εντοπίζονται τυχόν προβλήματα. Με αυτόν τον τρόπο θα υιοθετηθούν πολιτικές που αρμόζουν στην κάθε περίπτωση καθώς και καταλληλότερες πρακτικές για τη βιώσιμη χρήση της ενέργειας.

Οι αστικές μεταφορές έρχονται να επιβαρύνουν κι άλλο την ήδη επιβαρυνόμενη κατάσταση του περιβάλλοντος. Η δόμηση της πόλης επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή ρύπων γιατί όσο λιγότερο συμπαγής είναι, τόσο αυξάνονται οι εκπομπές από τις μεταφορές. Δηλαδή, χρειάζονται πόλεις με μικρές αποστάσεις που να έχουν παράλληλα ένα αποτελεσματικό και συλλογικό σύστημα μεταφορών. Για όλα αυτά προαπαιτείται αποτελεσματικός αστικός σχεδιασμός ο οποίος θα καθορίζει τη ζήτηση για μετακινήσεις, μέσω του καθορισμού των διαφόρων ζωνών χρήσεων και των συνθηκών που επικρατούν σε αυτές. Όμως η καταλληλότητα των διαφορετικών τρόπων μετακίνησης εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους και τις διαστάσεις της κάθε πόλης.

Όσον αφορά τα ασύρματα δίκτυα, είναι απαραίτητα για την εύρυθμη λειτουργία των έξυπνων πόλεων καθώς είναι αναγκαία για τη συλλογή στοιχείων και την καλύτερη διακυβέρνηση από τις τοπικές αρχές. Παράλληλα μπορούν να αποτελέσουν μια σημαντική προσθήκη στις ζωές των πολιτών, καθώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση των κατοίκων σε πραγματικό χρόνο (μείωση κυκλοφοριακών προβλημάτων και αναβάθμιση ποιότητας ζωής).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ

2.1 Τα βασικά στοιχεία του έξυπνου σπιτιού

2.1.1 Δίκτυο LAN του σπιτιού

Ο πυρήνας του έξυπνου σπιτιού είναι το δίκτυο υπολογιστών του. Για την μετατροπή του σπιτιού σε δίκτυο τοπικής περιοχής (Local Area Network, LAN) χρειάζεται μόνο η από κοινού σύνδεση δύο υπολογιστών. Το LAN είναι επίσης χρήσιμο να μοιραστεί τους πόρους των υπολογιστών, η δυνατότητα δηλαδή να μοιραστεί μια σύνδεση με το διαδίκτυο, σκληρό δίσκο, αρχεία και φακέλους πρόσβασης που βρίσκονται σε κάθε υπολογιστή.

Για τον πλήρη εξοπλισμό του έξυπνου σπιτιού χρησιμοποιείται το καλώδιο της σειράς X10. Αυτή η σειρά χρησιμοποιείται σε διάφορες συσκευές, στο φωτισμό και σε άλλες εφαρμογές των υπολογιστών ή του τοπικού δικτύου LAN.

2.1.2 Καλωδίωση

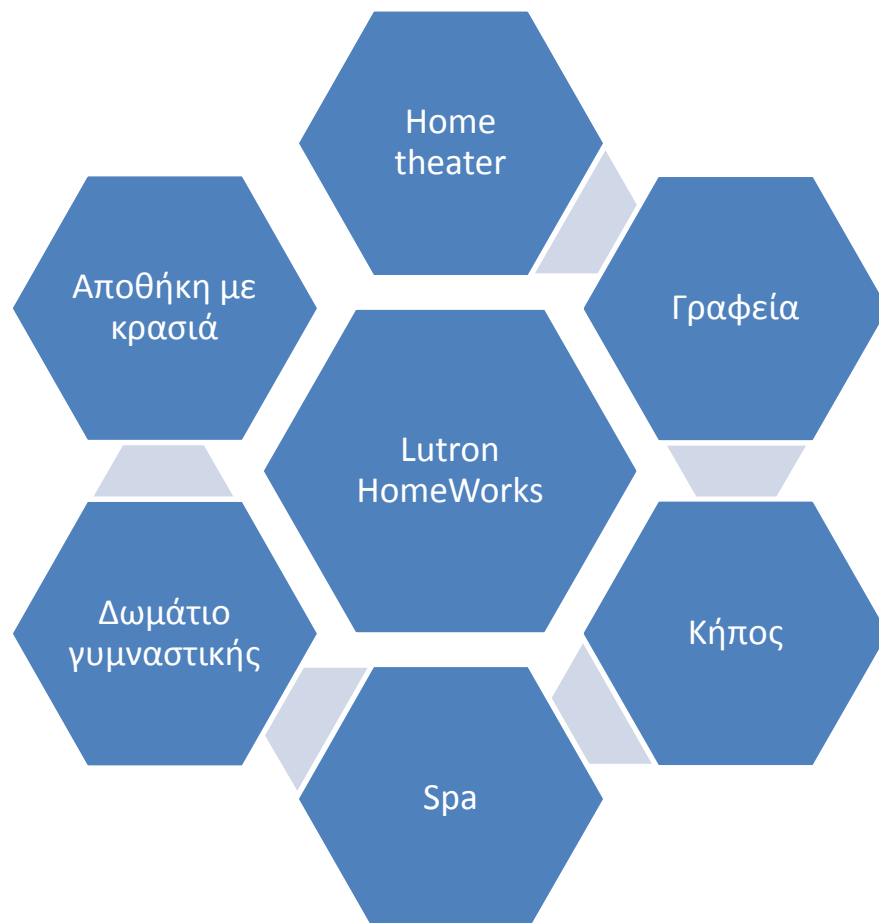
Η ήδη υπάρχουσα καλωδίωση του σπιτιού είναι κατάλληλη για τα νέα προγράμματα που θα εγκατασταθούν. Μόνο σε περιπτώσεις εξειδικευμένων προγραμμάτων θα χρειαστεί αλλαγή στην καλωδίωση. Παραδείγματος χάριν, για την χρήση ολόκληρου οπτικοακουστικού συστήματος στο σπίτι χρειάζεται να εγκατασταθεί κάποιο ομοαξονικό καλώδιο και το καλώδιο ομιλίας ανάμεσα στο κέντρο εγχώριας ψυχαγωγίας και στα δορυφορικά δωμάτια που πρόκειται να συνδεθούν. Ο συνυπολογισμός της νέας καλωδίωσης βελτιώνει μερικά προγράμματα, απλά επειδή δεν υπάρχει καμία απώλεια σημάτων και η καλωδίωση παρέχει μια καλύτερη σύνδεση.

2.1.3 Ασφάλεια

Τα συστήματα ασφαλείας συνήθως είναι σχεδιασμένα ως αυτόνομες μονάδες, παρ' όλα αυτά αποτελούν ένα τμήμα της σχεδίασης του έξυπνου σπιτιού. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος να έχει πρόσβαση στα συστήματα ασφαλείας του σπιτιού χρησιμοποιώντας συσκευές με τις οποίες μπορεί να συνδεθεί στο internet (κινητό, tablet, laptop), ακόμα κι αν βρίσκεται σε άλλο μέρος. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να χειριστεί τις συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο του έξυπνου σπιτιού (κάμερες, φώτα, κλειδαριές, πόρτες, παράθυρα) αποτρέποντας επίδοξους εισβολείς.

2.1.4 Φωτισμός

Το σπίτι χρησιμοποιεί ένα καλωδιομένο Lutron HomeWorks σύστημα και ένα ασύρματο σύστημα Lutron HomeServe, που λειτουργούν διαδοχικά, για να ελέγχουν περισσότερα από 300 φώτα σε όλο το σπίτι εξυπηρετώντας τις ανάγκες του ιδιοκτήτη:



Τα ασύρματα μέρη του σπιτιού έχουν ρυθμιστεί για ασύρματο έλεγχο, χρησιμοποιώντας σήματα ραδιοσυχνότητας. Έτσι δίνεται η δυνατότητα να ελέγχονται τα επίπεδα φωτισμού μέσα στο έξυπνο σπίτι. Παρέχεται δηλαδή η δυνατότητα ρύθμισης επιπέδου του φωτισμού των δωματίων σε συγκεκριμένη ένταση ανάλογα με την ώρα.

2.1.5 Εξωτερικές ανάγκες

Το έξυπνο σπίτι προσφέρει τη δυνατότητα διαχείρισης εργασιών που αφορούν και τον εξωτερικό χώρο του σπιτιού. Για παράδειγμα, ο αυτόματος φωτισμός μπορεί να ρυθμιστεί για να προσθέσει ένα επιπλέον επίπεδο ασφάλειας και προστασίας. Επίσης, μπορεί να οριστεί μια ώρα κατά την οποία να λειτουργεί το αυτόματο πότισμα, χωρίς να χρειάζεται η παρουσία του ιδιοκτήτη. Με τον τρόπο αυτό και οι εξωτερικές εργασίες που αφορούν ένα σπίτι, εκτελούνται «έξυπνα».

2.1.6 Χώρος στάθμευσης

Ο χώρος στάθμευσης του σπιτιού ανήκει στην κατηγορία των εξωτερικών αναγκών. Οι πόρτες μπορούν να ρυθμιστούν να κλειδώνουν αυτόματα παρέχοντας ασφάλεια και σιγουριά. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να εκτελούνται συνδυασμένες εργασίες. Με το αυτόματο άνοιγμα του χώρου στάθμευσης, δηλαδή, μπορούν να ενεργοποιηθούν τα φώτα της εισόδου.

2.1.7 Υπηρεσίες

Συνδέοντας το έξυπνο σπίτι με ένα σύστημα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού εξοικονομούνται χρήματα αλλά και το σπίτι μετατρέπεται σε ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον για διαβίωση. Σχεδόν οποιαδήποτε υπηρεσία του σπιτιού - από τον αέρα μέχρι και το νερό - μπορεί να ρυθμιστεί από το έξυπνο σπίτι.

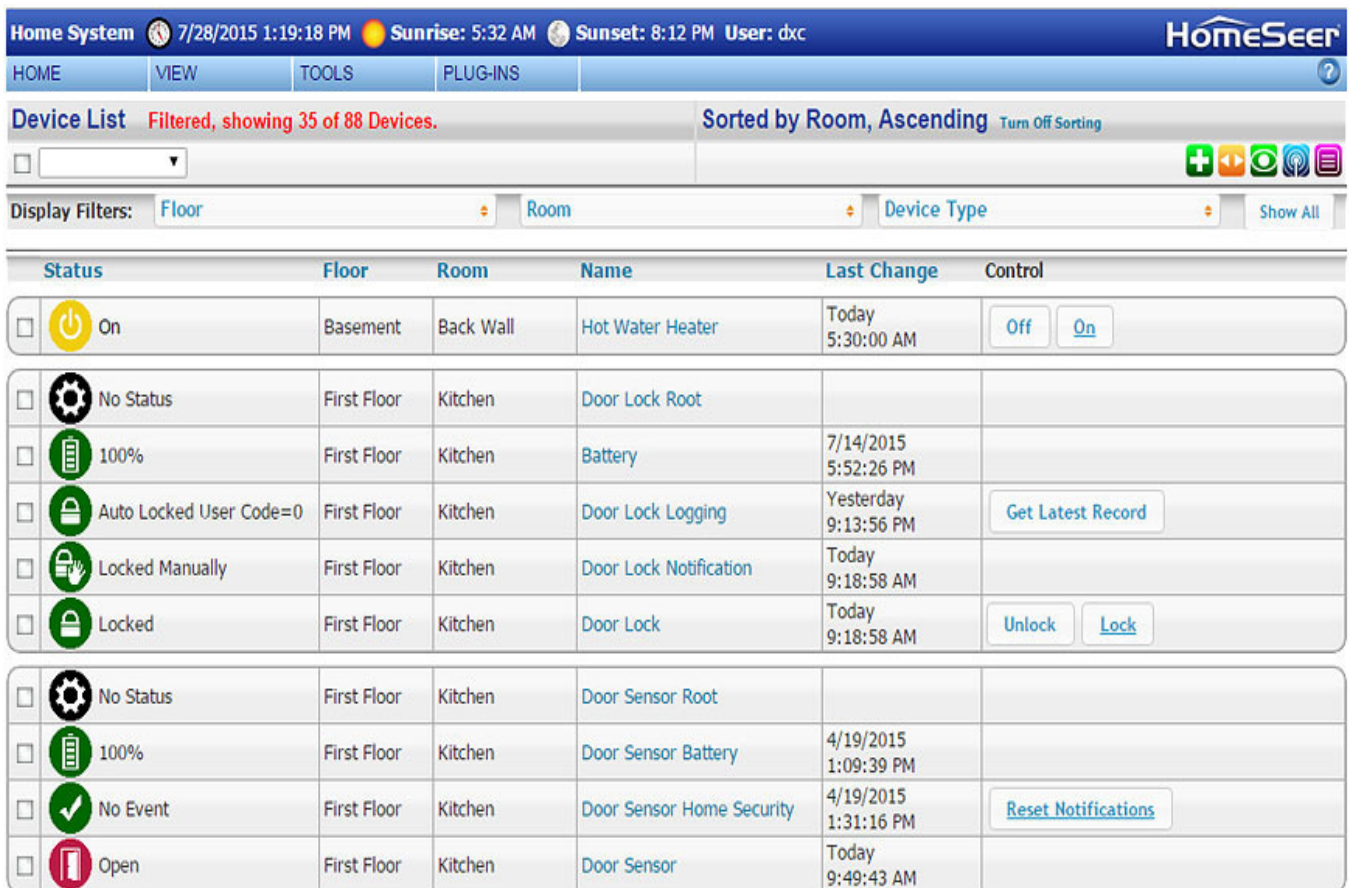
2.1.8 Τηλέφωνα

Όσο ακέραιες και αν είναι αυτές οι συσκευές στην καθημερινότητα υπάρχει ακόμα κάποιο εμπόδιο για να συζητηθεί όσον αφορά την τηλεφωνία και τα έξυπνα σπίτια. Πολλά έξυπνα συστήματα σπιτιού

μπορούν να ρυθμιστούν χρησιμοποιώντας το τηλέφωνο ως διεπαφή. Στην πραγματικότητα το δίκτυο της τηλεφωνίας είναι ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά που εξυπηρετούν την ομαλή λειτουργία ενός έξυπνου σπιτιού.

2.1.9 Σύνοψη

Το πλεονέκτημα που προσφέρουν οι υπηρεσίες ενός έξυπνου σπιτιού είναι ότι μπορούν να εκτελεστούν απλώς με το πάτημα ενός κουμπιού. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να ρυθμίσει όλες τις εργασίες από μια εξωτερική συσκευή (κινητό, tablet, laptop, pc) η οποία συνδέεται στο διαδίκτυο. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με εξειδικευμένες εφαρμογές που αφορούν τη λειτουργία του έξυπνου σπιτιού, όπως το HomeSeer, το οποίο φαίνεται στην εικόνα 1.



Status	Floor	Room	Name	Last Change	Control
<input type="checkbox"/> On	Basement	Back Wall	Hot Water Heater	Today 5:30:00 AM	Off On
<input type="checkbox"/> No Status	First Floor	Kitchen	Door Lock Root		
<input type="checkbox"/> 100%	First Floor	Kitchen	Battery	7/14/2015 5:52:26 PM	
<input type="checkbox"/> Auto Locked User Code=0	First Floor	Kitchen	Door Lock Logging	Yesterday 9:13:56 PM	Get Latest Record
<input type="checkbox"/> Locked Manually	First Floor	Kitchen	Door Lock Notification	Today 9:18:58 AM	
<input type="checkbox"/> Locked	First Floor	Kitchen	Door Lock	Today 9:18:58 AM	Unlock Lock
<input type="checkbox"/> No Status	First Floor	Kitchen	Door Sensor Root		
<input type="checkbox"/> 100%	First Floor	Kitchen	Door Sensor Battery	4/19/2015 1:09:39 PM	
<input type="checkbox"/> No Event	First Floor	Kitchen	Door Sensor Home Security	4/19/2015 1:31:16 PM	Reset Notifications
<input type="checkbox"/> Open	First Floor	Kitchen	Door Sensor	Today 9:49:43 AM	

Εικόνα 1: Το HomeSeer επιτρέπει να παρακολουθείται το έξυπνο σπίτι μέσω του δικτύου Ιντερνετ.

2.2 Σχεδίαση του έξυπνου σπιτιού

Το κεφάλαιο αυτό εστιάζει σε δύο σημαντικούς τομείς λειτουργίας των έξυπνων σπιτιών. Πρώτα απ' όλα γίνεται λόγος για τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αυτοματοποίησης των κτιρίων.

Αυτό καλύπτει βασικά στοιχεία όπως η σειρά X10 και μια περιγραφή των ποικίλων τρόπων καλωδίωσης. Η δεύτερη περιοχή καλύπτει τον καλύτερο σχεδιασμό και την οργάνωση για το έξυπνο σπίτι καταστεί σαφές ποιος είναι ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη λειτουργία του.

2.2.1 Πρότυπα

2.2.1.1 X10

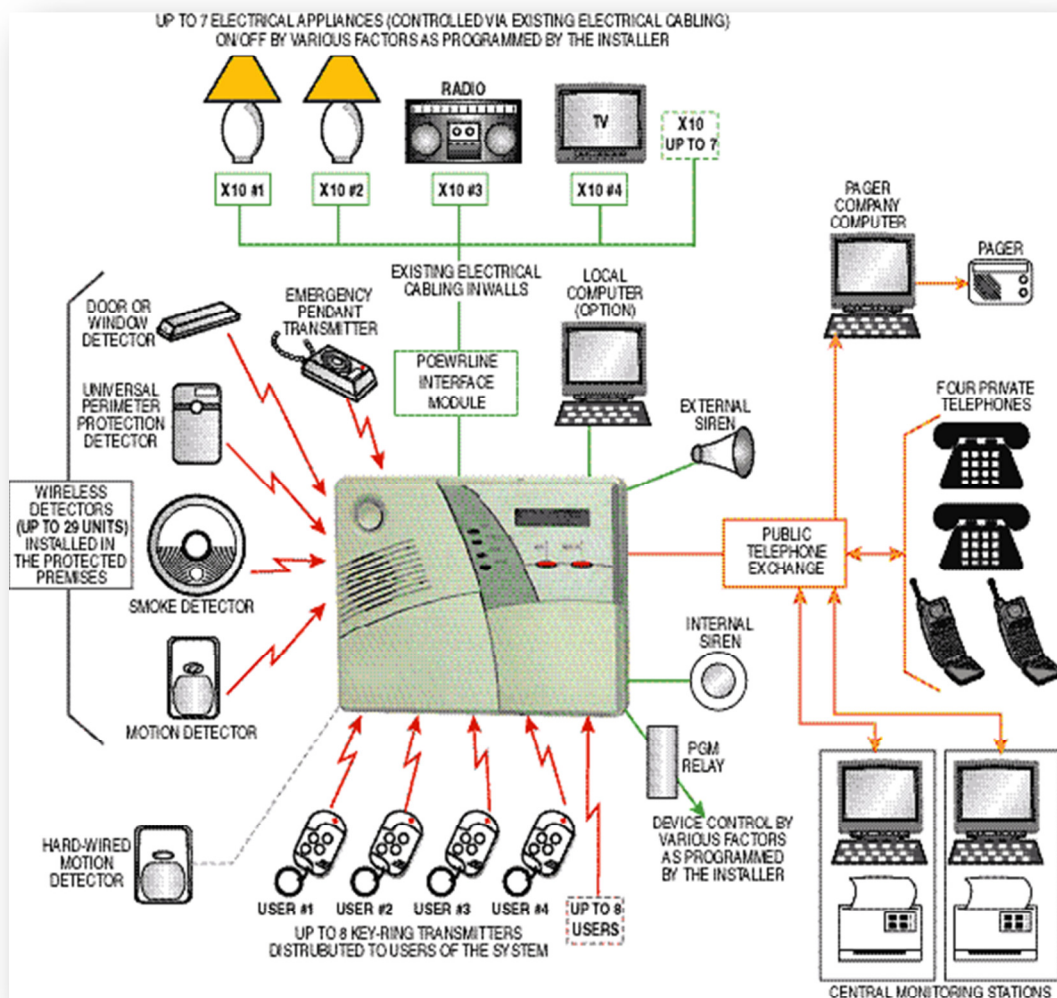
Το X10 είναι μια γλώσσα επικοινωνιών που επιτρέπει στις συσκευές του έξυπνου σπιτιού να ρυθμιστούν μέσω της υπάρχουσας ηλεκτρικής καλωδίωσης, χωρίς να χρειάζεται να συνδεθεί με νέα καλωδίωση.

Το X10 επικοινωνεί μέσω του σπιτιού με ένα ηλεκτρικό σύστημα καλωδίωσης 110V. Η συσκευή X10 απλά μπαίνει σε μια ηλεκτρική έξοδο ή ενώνονται με το σύστημα καλωδίωσης του σπιτιού, όπως εκείνες οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τους διακόπτες φωτισμού. Έπειτα, ένας X10 πομπός συνδέεται με μια ηλεκτρική έξοδο. Αυτός ο πομπός σημάτων χρησιμοποιείται για να στείλει τις πληροφορίες ελέγχου στη συσκευή X10. Η συσκευή αποστολής σημάτων μπορεί να είναι κάτι πολύ βασικό ή εάν χρειάζεται πιο σύνθετος έλεγχος του έξυπνου σπιτιού και ο ελεγκτής έχει συγκεκριμένες ενέργειες να εκτελέσει, μπορεί να συνδεθεί με έναν υπολογιστή. Ένας X10 ελεγκτής USB που

συνδέεται με έναν υπολογιστή επιτρέπει στον υπολογιστή να διαχειριστεί τις X10 συσκευές.



Εικόνα 2: Το σήμα της συσκευής X10 κινείται μέσω της ηλεκτρικής καλωδίωσης του σπιτιού για να ελέγξει τις διάφορες συσκευές που συνδέονται με το X10 σύστημα.



Εικόνα 3: Παραδείγματα συσκευών συνδεδεμένων με τον αυτόνομο ελεγκτή συσκευής X10.

Το πρόβλημα όμως που προκύπτει είναι η διατήρηση της σταθερότητας των συσκευών σε ένα σπίτι γεμάτο με εξοπλισμό X10. Είναι λογικό να σκεφτεί κανείς πως ο υπολογιστής στέλνοντας σήμα για να ανοίξει τη συσκευή X10, μπορεί να το κάνει και με τις υπόλοιπες συσκευές. Για τον λόγο αυτό σε κάθε X10 δέκτη υπάρχει ένα ζευγάρι μετρητών. Ένας μετρητής επιλέγει γράμματα από το A - P (αποκαλούμενο κώδικα σπιτιού), οι άλλοι αριθμοί από 1-16 (αποκαλούμενος κώδικας μονάδας). Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα να έχει κάποιος 256 (16 x 16) διαφορετικές X10 συσκευές.

2.2.1.1.1 Απλώνοντας τις διευθύνσεις X10

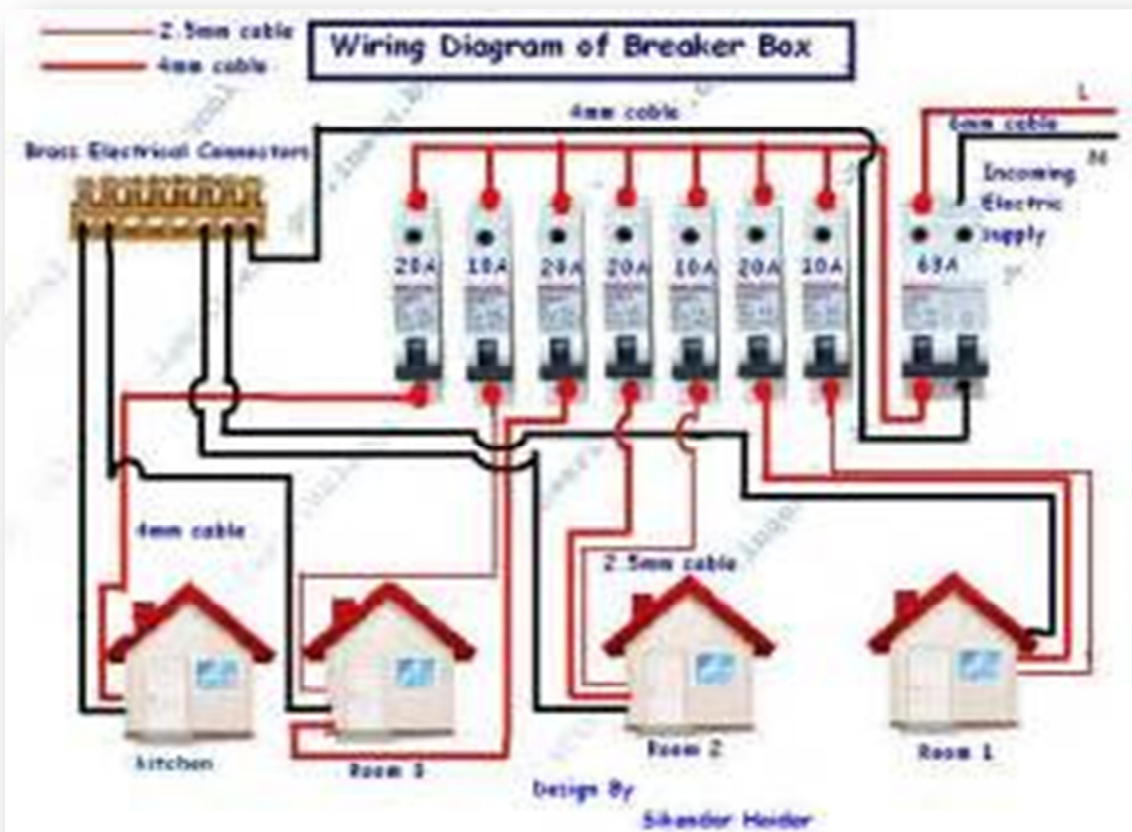
Βέβαια ακόμα κι αν υπάρχουν 256 μοναδικές διευθύνσεις X10, αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι υπάρχουν μόνο 256 συσκευές X10. Εάν χρειάζεται να λειτουργήσουν δύο ή περισσότερες συσκευές δηλαδή να ανοίξουν, να κλείσουν, ή να αλλάξουν τον φωτισμό ταυτόχρονα, το μόνο που πρέπει να γίνει είναι να ρυθμιστούν οι διευθύνσεις X10 έτσι ώστε είναι ίδιες. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η διακλάδωση των X10 διευθύνσεων και λύνονται διάφορα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν σχετικά με την οργάνω και τη διαχείριση. Για παράδειγμα αν είναι επιθυμητό οι λαμπτήρες στο καθιστικό να είναι συγχρονισμένοι, χρειάζεται απλά να τεθούν στην ίδια διεύθυνση. Επίσης εάν υπάρχουν δύο ανεξάρτητοι λαμπτήρες ο ένας δίπλα στον άλλον και χρειάζεται να λειτουργούν ταυτόχρονα, δεν είναι απαραίτητο να αγοραστεί καινούργιος εξοπλισμός συσκευών X10. Μπορούν απλά να συνδεθούν σε μια ηλεκτρική γραμμή η οποία συνδέεται με το X10 δέκτη.

2.2.1.1.2 Όρια- προβλήματα

Υπάρχουν μερικά ζητήματα που μπορούν να εμποδίσουν τη λειτουργία των X10. Κυρίως επειδή αυτές οι συσκευές επικοινωνούν πέρα από την σπιτική ηλεκτρική καλωδίωση, υπάρχουν μερικά προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν:

Ο θόρυβος. Το πρώτο εμπόδιο που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα με τις συσκευές X10 είναι ο θόρυβος στην καλωδίωση. Αυτός ο θόρυβος προέρχεται από τη λειτουργία διαφόρων εφαρμογών, ιδιαίτερα εκείνες που αφορούν τις μηχανές. Τέτοιες εφαρμογές περιλαμβάνουν τις ηλεκτρικές σκούπες, τον εξοπλισμό γυμναστικής, ψυγεία, στεγνωτήρες, και λοιπά. Άλλες πηγές θορύβου των γραμμών είναι συσκευές υψηλής τεχνολογίας όπως παροχές ηλεκτρικού ρεύματος σε lap-top, μεγάλες οθόνες τηλεοράσεων, και άλλα. Για να βελτιωθούν τα προβλήματα θορύβου, ένα απλό φίλτρο μπορεί να συνδεθεί μεταξύ της εξόδου και της συσκευής.

Οι πλευρές επιλογής. Το άλλο ζήτημα σχετίζεται περισσότερο με το πώς έχει καλωδιωθεί το σπίτι, παρά μια έμφυτη ρωγή με την X10. Το σπίτι έχει καλωδιωθεί σε δύο διαφορετικές φάσεις - δηλαδή υπάρχουν δύο διαφορετικές "πλευρές" των 110V του ηλεκτρικού συστήματος του σπιτιού. Εάν ο πομπός X10 είναι σε μια πλευρά και ο δέκτης είναι σε μια άλλη πλευρά, το X10 σήμα δεν μπορεί να ληφθεί. Συχνά, το σήμα γεφυρώνεται μέσω μιας συσκευής 220V (όπου δύο κυκλώματα των 110V ενώνονται). Όταν αυτή η κατάσταση δεν είναι εφικτή, υπάρχει μια συσκευή υπό μορφή ενός συζευκτήρα φάσης με ονομασία SignalLink, η οποία ενεργεί ως γέφυρα μεταξύ των δύο φάσεων του σπιτιού, και λύνει το πρόβλημα, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Παράδειγμα καλωδίωσης με breaking box σε δύο φάσεις.

Ένα άλλο ζήτημα το οποίο απαιτεί προσοχή είναι εάν οι γείτονες έχουν εξοπλισμό X10. Τότε εμφανίζεται ο κίνδυνος να διαχειρίζονται τις X10 συσκευές του ενός σπιτιού οι γείτονες και αντίστροφα. Μια λύση για αυτό το πρόβλημα είναι η εγκατάσταση ενός φράγματος θορύβου λίγο πριν από τον διακόπτη του κυκλώματος IP.

2.2.2 Σύνδεση

2.2.2.1 IP Διεύθυνση και έξυπνο σπίτι

Όλες οι συσκευές που συνδέονται σε ένα οποιοδήποτε δίκτυο, αποκτούν μία διεύθυνση IP. Μια αριθμητική διεύθυνση, μοναδική για τη συγκεκριμένη συσκευή στο συγκεκριμένο δίκτυο. Αυτό ισχύει για οποιαδήποτε συσκευή συνδέεται σε δίκτυο (υπολογιστής, router, κινητό, tablet, PlayStation, δικτυακός εκτυπωτής, servers). Στόχος της είναι να βεβαιώσει την αποκλειστική επικοινωνία δύο συσκευών που βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο. Στην περίπτωση που ένας υπολογιστής θέλει να συνδεθεί στο internet είναι απαραίτητη η ύπαρξη της IP για να μπορέσει να συνδεθεί σε οποιαδήποτε σελίδα, καθώς τα δεδομένα πρέπει να δρομολογηθούν στην μοναδική IP του υπολογιστή. Η μορφή της IP διεύθυνσης περιλαμβάνει τέσσερα σύνολα ψηφίων που χωρίζονται από δεκαδικά σημεία. Αυτές είναι οι διευθύνσεις μέσω των οποίων οι υπολογιστές σε ένα έξυπνο σπίτι, μπορούν να συνδεθούν σε ένα δίκτυο.

Σε ένα έξυπνο σπίτι υπάρχει το τοπικό δίκτυο (LAN) και κάθε συσκευή συνδεδεμένη σε αυτό διαθέτει μια εσωτερική IP διεύθυνση. Τις διευθύνσεις αυτές τις διαχειρίζεται το router και έχουν τρεις πιθανές μορφές:

192.168.XXX.XXX

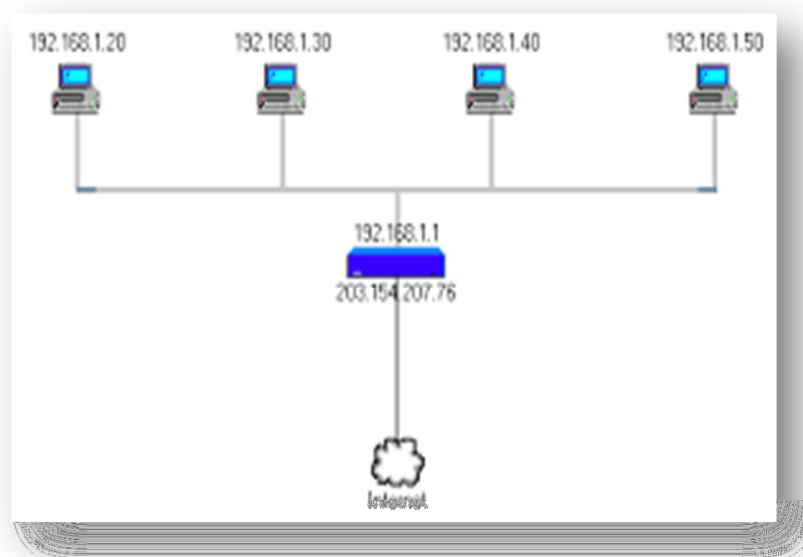
172.16-31.XXX.XXX

10.XXX.XXX.XXX

Οι διευθύνσεις αυτές είναι ιδιωτικές και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση στο Internet. Επίσης, η αποκλειστικότητα των διευθύνσεων αφορά μόνο κάθε συγκεκριμένο τοπικό δίκτυο. Δεν γίνεται δηλαδή δύο υπολογιστές σε ένα LAN να έχουν την ίδια IP (Κυρίτσης, 2014).

2.2.2.2 Σχήμα διευθύνσεων IP

Κάθε συσκευή στο τοπικό LAN πρέπει να έχει μια μοναδική διεύθυνση IP. Οι διευθύνσεις IP έχουν 32 bits μήκος και χωρίζονται σε τέσσερα τμήματα, που έχουν μήκος 8 bits.

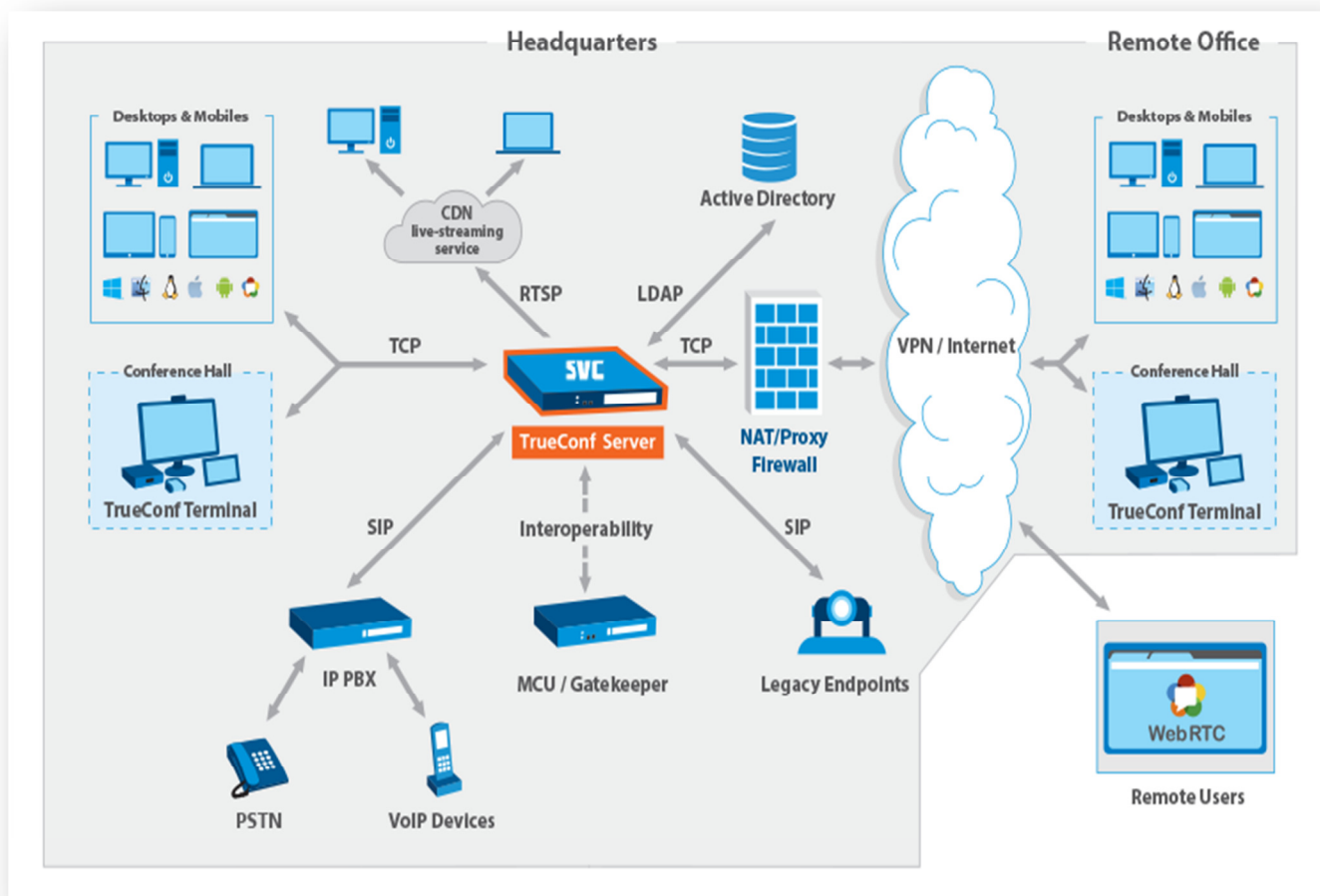


Εικόνα 5: Οικιακό δίκτυο.

Στο διαδίκτυο, οι διευθύνσεις IP είναι μοναδικές. Δηλαδή κάθε δίκτυο έχει μοναδική διεύθυνση καθώς και όλες οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε αυτό. Ακόμα και στην περίπτωση του τοπικού δίκτυο LAN, οι μεμονωμένες συσκευές έχουν μοναδικές διευθύνσεις IP. Βέβαια σε ένα άλλο τοπικό δίκτυο μπορεί να υπάρχουν οι ίδιες IP.

Βέβαια, δύο διαφορετικά τοπικά δίκτυα μπορεί να έχουν τις ίδιες IP. Οι συσκευές στα δύο ξεχωριστά δίκτυα μπορούν να έχουν τις ίδιες διευθύνσεις IP, το ίδιο και οι κεντρικοί υπολογιστές (servers), οι εκτυπωτές, και οι υπολογιστές. Μόνο στην περίπτωση του δρομολογητή (router) δεν μπορεί να υπάρχει ίδια IP. Εξαιτίας του ότι είναι ιδιωτικά δίκτυα και δεν αλληλεπιδρούν άμεσα, δεν υπάρχει καμία σύγκρουση συσκευών. Κανένα από τα LAN δεν αντιλαμβάνεται την ύπαρξη του άλλου, επομένως δεν μπορεί να παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα.

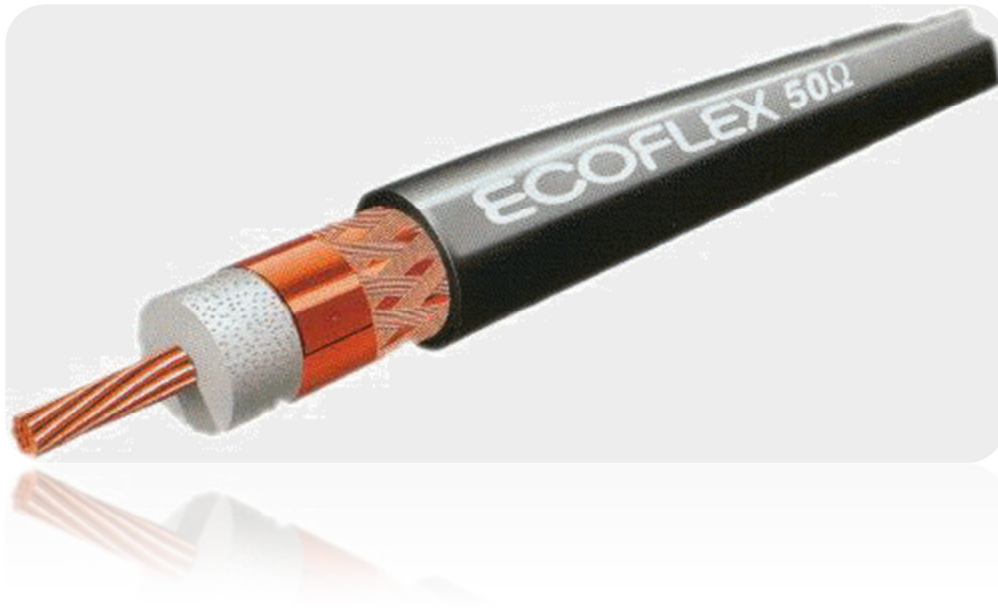
Οι routers, όμως, εξαιτίας του γεγονότος ότι πρέπει να συνδεθούν στο διαδίκτυο, είναι απαραίτητο να έχουν ξεχωριστές IP διευθύνσεις. Εντούτοις, δύο συσκευές στο ίδιο δίκτυο, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 6, δεν μπορούν να έχουν την ίδια IP διεύθυνση. Αυτό συμβαίνει γιατί εάν δύο συσκευές μοιραστούν την ίδια IP διεύθυνση, θα υπάρξει σύγκρουση και η συσκευή που προστίθεται στο δίκτυο στο τέλος δεν θα αναγνωριστεί.



Εικόνα 6: Διάφορες συσκευές συνδεδεμένες σε δίκτυο.

2.2.2.3 Ομοαξονικό καλώδιο

Το ομοαξονικό καλώδιο βρίσκεται στο πίσω μέρος του dvd player ή της τηλεόρασης. Χρησιμοποιείται για να μεταδώσει σήματα ραδιοσυχνότητας (RF), όπως σήματα τηλεόρασης και τα ραδιοσήματα. Όπως φαίνεται στην εικόνα 7, υπάρχουν δύο τμήματα στο χοντρό μέρος του ομοαξονικού καλωδίου.



Εικόνα 7: Ομοαξονικό καλώδιο.

Στο κέντρο υπάρχει ένα κομμάτι χάλκινου καλωδίου που περιβάλλεται από ένα μονωτικό υλικό. Αυτό εσωκλείεται έπειτα από μια ασπίδα πλέγματος. Τέλος, όλο αυτό καλύπτεται από ένα τελικό στρώμα μόνωσης.

Υπάρχουν δυο κυρίως τύποι ομοαξονικού καλωδίου που χρησιμοποιούνται στα σπίτια :

RG-59. Στις περισσότερες τηλεοπτικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται αυτός ο τύπος ομοαξονικού καλωδίου. Είναι εύρηστος, αλλά όχι ο ιδανικός για τα τηλεοπτικά δίκτυα, και τις δορυφορικές συνδέσεις τηλεόρασης.

RG-6. Αυτός ο τύπος καλωδίου είναι η υψηλότερη βαθμίδα και ποιότητα ομοαξονικού καλωδίου. Προσφέρει καλύτερη προστασία από παρεμβολές και είναι καλύτερη για τις ανάγκες διανομής του βίντεο. Η RG-6 είναι παχύτερη και βαρύτερη από την RG – 59 καλωδίωση, αλλά προσφέρει λιγότερες απώλειες σημάτων σε υψηλότερες και χαμηλότερες συχνότητες, το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό κατά τη σύνδεση με ψηφιακό καλώδιο σε δορυφορικές εφαρμογές.

Η μεγάλη διαφορά μεταξύ RG-59 και RG-6 καλωδίωσης είναι θέμα ποιότητας σημάτων και δυνατότητας καλωδίωσης. Βασικά, το καλώδιο RG -6 είναι ικανό να μεταφέρει καθαρότερα σήματα βίντεο για μεγαλύτερες αποστάσεις.

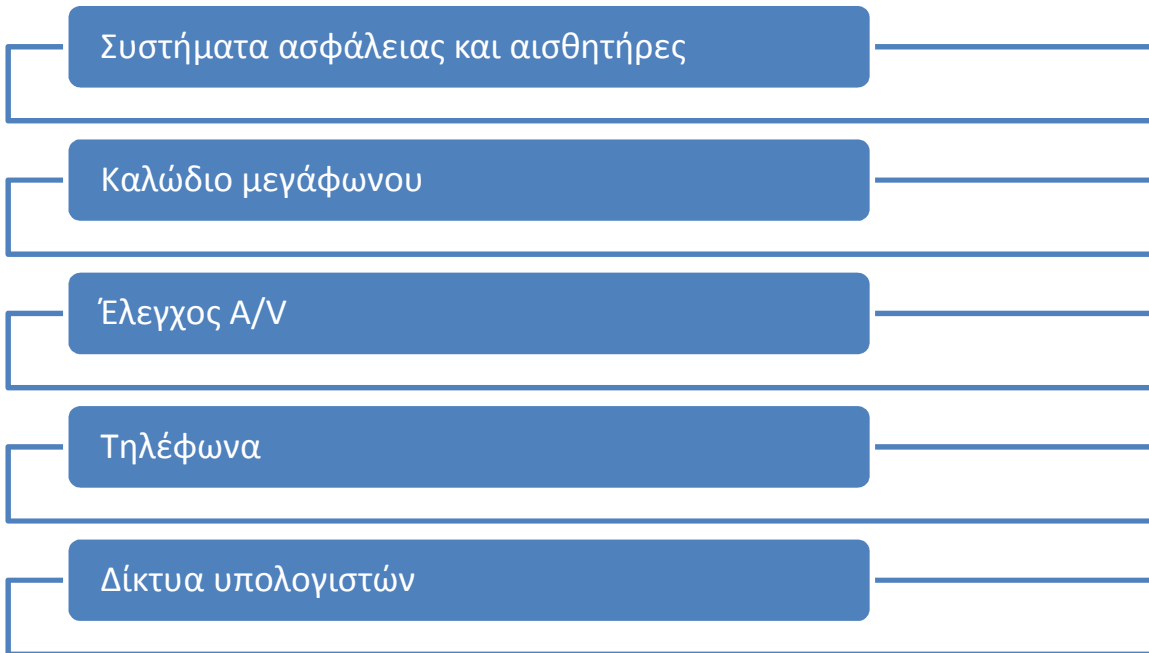
Για να συνδεθούν τα ομοαξονικά καλώδια στις διάφορες συσκευές, απαιτείται η χρήση ενός F connector. Ο F connector βγαίνει σε αρσενικές ή θηλυκές εκδόσεις. Ο θηλυκός connector είναι ο τύπος που φαίνεται στο πίσω μέρος της τηλεόρασης ή του DVD player, και ο αρσενικός connector είναι ο τύπος στον οποίο βιδώνονται ή συνδέονται στην ομοαξονική τύπου σύνδεσης συσκευής. Στην εικόνα 8 παρουσιάζεται ένας τύπος ομοαξονικού καλωδίου συνδεδεμένο με έναν F connector.



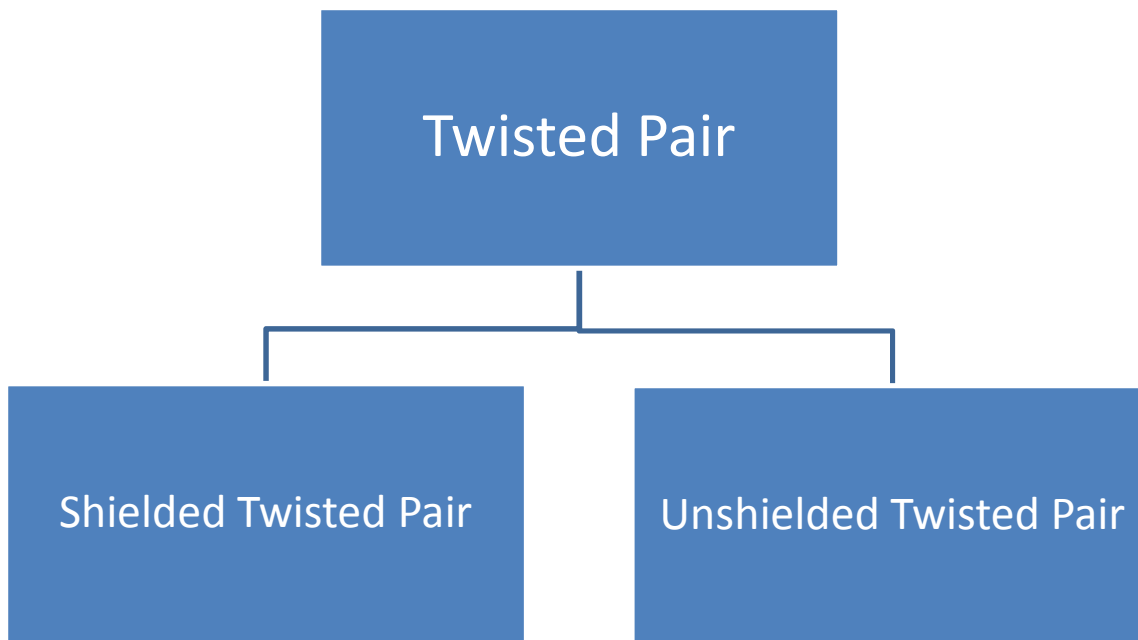
Εικόνα 8: Ομοαξονικό καλώδιο με έναν F connector.

2.2.2.4 Καλώδιο twisted pair

Η γενική κατηγορία καλωδίου τύπου twisted pair χρησιμοποιείται για δυο δίκτυα, τηλεφώνου και υπολογιστών. Είναι απλά ζευγάρια καλωδίων που στρίβονται μεταξύ τους και που καλύπτονται από μια μονωτική θήκη. Το καλώδιο twisted pair χρησιμοποιείται για διάφορες έξυπνες σπιτικές λειτουργίες όπως:



Το καλώδιο twisted pair βγαίνει με διαφορετικούς αριθμούς συρμάτων. Ο αριθμός συρμάτων στο καλώδιο εξαρτάται από τα πόσα συστήματα χρειάζεται να συνδεθούν. Υπάρχουν δυο κατηγορίες καλωδίου twisted pair:



STP (twisted pair με θωράκιση). Διπλό ζευγάρι καλωδίων μεσαίας επικάλυψης με μονωτικό υλικό για να περιορίσει τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές των σημάτων.

UTP (twisted pair χωρίς θωράκιση). Τετραπλό ζευγάρι καλωδίων χωρίς προστατευτικό κάλυμμα. Το UTP χρησιμοποιείται στα περισσότερα δίκτυα υπολογιστών.

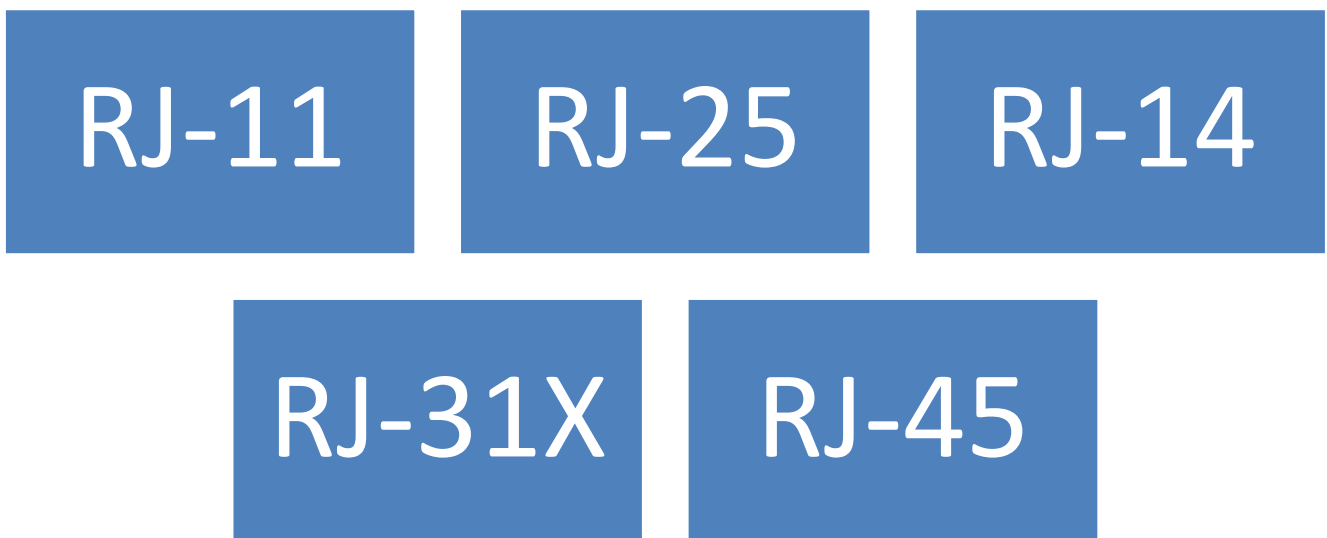
2.2.2.5 Προδιαγραφές της καλωδίωσης

Υπάρχουν πέντε κατηγορίες του καλωδίου twisted-pair χωρίς θωράκιση που έχουν καθοριστεί από μια οργάνωση διεθνών προτύπων αποκαλούμενη TIA / EIA (Ένωση Βιομηχανίας Τηλεπικοινωνιών / Ένωση Βιομηχανίας Ηλεκτρονικής). Αυτές οι προδιαγραφές καλωδίωσης είναι σημαντικές, δεδομένου ότι το ποσοστό στο οποίο τα δεδομένα μπορούν αξιόπιστα να μεταδοθούν καθορίζεται από έναν συνδυασμό παραγόντων:

- Πόσο γερά είναι στριμμένο το χάλκινο καλώδιο.
- Η ποιότητα του χαλκού του καλωδίου.
- τύπος μόνωσης που χρησιμοποιείται για να περιβάλλει το καλώδιο.
- Το σχέδιο και η ποιότητα των συσκευών που ενώνουν τα καλώδια μεταξύ τους.

2.2.2.6 Υποδοχές

Οι καταχωρημένες υποδοχές (RJ) έχουν την ίδια βασική εξωτερική εμφάνιση με τις τηλεφωνικές υποδοχές. Στην πραγματικότητα, η κοινή, καθημερινή τηλεφωνική υποδοχή καλείται υποδοχή RJ- 11. Οι ακόλουθοι τύποι υποδοχών είναι αυτοί που θα χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή ενός έξυπνου σπιτιού:



- RJ-11: Αυτός ο τύπος υποδοχής προσαρμόζει τέσσερα καλώδια, αν και μόνο δύο καλώδια χρησιμοποιούνται για μια ενιαία σύνδεση τηλεφωνικών γραμμών.
- RJ-14: Αυτή η υποδοχή προσαρμόζει τέσσερα καλώδια, για μια τηλεφωνική σύνδεση δύο-γραμμών.
- RJ-25: Αυτή η υποδοχή προσαρμόζει έξι καλώδια, για μια τηλεφωνική σύνδεση τριών-γραμμών.
- RJ-31X: Αυτή η υποδοχή προσαρμόζει οκτώ καλώδια και χρησιμοποιείται στα συστήματα ασφάλειας.

- RJ-45: Αυτή η υποδοχή προσαρμόζει οκτώ καλώδια και χρησιμοποιείται για τα δίκτυα υπολογιστών.

2.2.2.7 Οπτικές ίνες

Οι οπτικές ίνες είναι πολύ λεπτά νήματα από πλαστικό ή γυαλί, με διάμετρο μικρότερη των 8μm. Από μέσα τους μεταδίδονται ψυφιακά σήματα υπό τη μορφή φωτός. Η καλωδίωση αυτού του τύπου χρησιμοποιείται στα υψηλής ισχύος δίκτυα υπολογιστών και τηλεφώνων.

2.2.2.8 Όλα-σε-ένα

Το καλώδιο όλα-σε-ένα αποτελείται από μια δέσμη 6 καλωδίων, δυο από κάθε τρεις διαφορετικούς τύπους. Αυτός ο τύπος καλωδίου περιλαμβάνει:

- δύο καλώδια Cat 5E (για τον υπολογιστή, το τηλέφωνο, και ταωδίκτυα ασφάλειας).
- δύο ομοαξονικά καλώδια RG-6 (για την μεταφορά ήχου και εικόνας).
- δύο καλώδια οπτικών ινών (για μελλοντικές εφαρμογές).

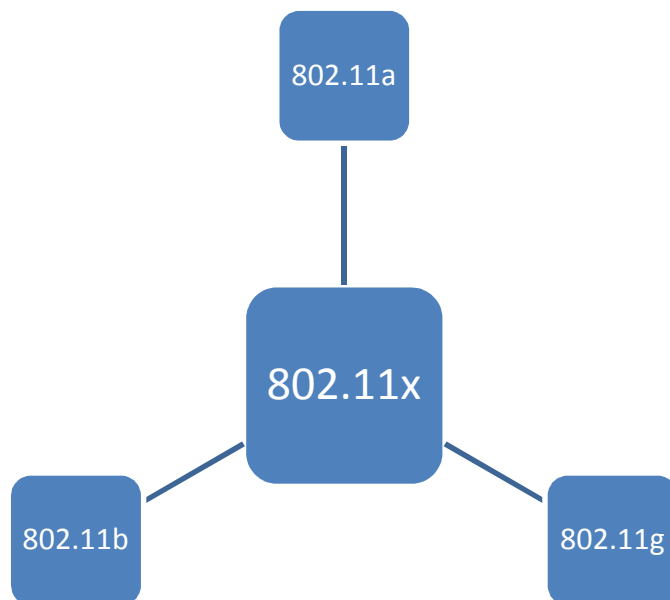


Εικόνα 9:Παράδειγμα καλωδίου όλα- σε- ένα.

2.2.2.9 RF σύνδεση

Τα ασύρματα δίκτυα υπολογιστών χρησιμοποιούν κυρίως ένα πρωτόκολλο που λέγεται 802.11, με διαφορετικές παραλλαγές του πρωτόκολλου για διαφορετικές ταχύτητες. Το 802.11x LAN είναι βασισμένο σε μια αρχιτεκτονική που είναι παρόμοια με τη σχεδίαση κυψελοειδών τηλεφωνικών δικτύων. Ασύρματα LAN s (WLANs) λειτουργούν συνδέοντας ένα σημείο πρόσβασης με τον κεντρικό υπολογιστή (server), ενώ οι υπολογιστές πελατών εγκαθίστανται με ασύρματες κάρτες δικτύων. Αυτές οι κάρτες μπορούν να εγκατασταθούν είτε σε έναν υπολογιστή γραφείου είτε σε έναν laptop υπολογιστή. Μερικοί υπολογιστές έχουν ασύρματες ικανότητες από την κατασκευή τους.

2.2.2.10 802.11x σήματα



Τα 802.11x σήματα μπορούν να λειτουργήσουν σε αποστάσεις 300 ποδιών. Υπάρχουν τρεις τύποι των 802.11x δικτύων που είναι σχετικοί με το θέμα μας:

- 802.11a Χρησιμοποιώντας αυτήν την προδιαγραφή, οι συσκευές εκπέμπουν στα 5 GHz και στέλνουν δεδομένα μέχρι και στα 54 Mbps. Αν και η ταχύτητα είναι πολύ καλή, η ακτίνα μιας 802.11a συσκευής υποφέρει, επειδή περιορίζονται σε μια ακτίνα 60 ποδιών.
- 802.11b Χρησιμοποιώντας αυτήν την προδιαγραφή, οι συσκευές εκπέμπουν στα 2,4 GHz και στέλνουν δεδομένα μέχρι και στα 11 Mbps - αυτό ήταν πρώτο εμπορικά διαθέσιμο ασύρματο δίκτυο. Η ταχύτητα δεν ήταν μεγάλη, αλλά την κατέστησε ικανή να συνδέεται με συσκευές χωρίς Cat 5 καλωδίωση.
- 802.11g Αυτή είναι η πιο πρόσφατη ενσάρκωση της ασύρματης προδιαγραφής. Χειρίζεται τις μεταδόσεις δεδομένων με ταχύτητες μέχρι και 54 Mbps και χρησιμοποιεί την ίδια συχνότητα με τις συσκευές 802.11b.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: «ΕΞΥΠΝΕΣ» ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

3.1 Τι είναι οι «έξυπνες» μεταφορές (smart transportation).

Το καίριο ζήτημα που απασχολεί τις κοινωνίες του 21ου αιώνα είναι η ρύθμιση της ενεργειακής κατανάλωσης. Πιο συγκεκριμένα, η μετάβαση από μια ρυπογόνα και απόλυτα καταστροφική παγκόσμια οικονομία σε μια καθαρή και βιώσιμη, ιδίως όσον αφορά τον τομέα των μεταφορών. Σχεδόν το 1/3 της συνολικής παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης χρησιμοποιείται σήμερα για τις καθημερινές μεταφορές ανθρώπων και αγαθών. Αποτελεί όμως σοβαρό πρόβλημα το γεγονός ότι για το 90% αυτής της μεταφοράς χρησιμοποιούνται ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα. Η ταχύρυθμη μείωση των ορυκτών πόρων και η ραγδαία αύξηση της ζήτησης έχουν ως αποτέλεσμα αφενός την αύξηση των τιμών αφετέρου την αναπόφευκτη δραματική μείωση των προμηθειών. Γεγονός που οδηγεί σε ολοένα και πιο ακριβά καύσιμα (πετρέλαιο, βενζίνη, κ.τ.λ.).

Η λύση στο πρόβλημα αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή πιο «καθαρών» συστημάτων μεταφοράς, βασισμένα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Λύση που κρίνεται απαραίτητη εξαιτίας του διαρκώς αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού που έχει ανοδική ζήτηση για δημόσια και ιδιωτική μεταφορά. Τα αποθέματα των περισσότερων καυσίμων μειώνονται ή δεν είναι απολύτως διαθέσιμα, όπως για παράδειγμα τα βιοκαύσιμα και το υδρογόνο. Επιπλέον, προκαλούνται σοβαρά ποσοστά ρύπανσης και ταυτόχρονα η απόδοση του κινητήρα καύσης δεν μπορεί να αποδώσει τα μέγιστα. Ως αποτέλεσμα όλων αυτών, η εποχή των ήδη υπαρχόντων καυσίμων οδηγείται στο τέλος της.

Παρατηρείται σπάταλη όσον αφορά τη διαχείριση της ενέργειας, λόγω της διανομής καυσίμων μέσω δρόμων, σιδηροδρόμων, υδάτινων δρόμων και αγωγών. Μείωση της σπατάλης αυτής μπορεί να πειτευχθεί μέσω της αντικατάστασης από τα πιο σύγχρονα και μη ρυπογόνα ηλεκτρικά δίκτυα που μπορούν να χαρακτηριστούν πιο «έξυπνα». Τα δίκτυα αυτά δηλαδή θα είναι προσαρμοσμένα στα φορτία τρόπο με υδραυλική και ρυθμιστική αποθήκευση σε εκατομμύρια μπαταρίες.

3.1.1 Το ενεργειακό δίλημμα

Είναι γεγονός ότι η παραγωγή πετρελαίου αποτελεί πλέον παρελθόν για τις περισσότερες χώρες-παραγωγούς και η ζήτηση και κατανάλωση συνεχίζει να αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς. Ως εκ τούτου οι προμήθειες δεν μπορούν πλέον να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες της αγοράς, με αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών των καυσίμων. Βασικότερη ίσως συνέπεια της αυξανόμενης ζήτησης καυσίμων είναι η επιδείνωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης, η οποία προκαλεί προβλήματα υγείας εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όσον αφορά τον οικονομικό τομέα παρατηρούνται αρνητικά εθνικά εμπορικά ισοζύγια που πλήττουν τα φτωχότερα έθνη αλλά και τις πλούσιες βιομηχανικές χώρες.

Αποτελεί γεγονός πως τα βιοκαύσιμα και το υδρογόνο δεν επαρκούν ώστε να αντικαταστήσουν πλήρως τα ορυκτά καύσιμα. Επομένως, η μόνη διέξοδος από το πρόβλημα είναι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πηγές οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στη φύση. Συνεπώς η λύση αναφορικά με τον τομέα των μεταφορών είναι οι ηλεκτροκίνητες μεταφορές. Το «έξυπνο» δίκτυο μπορεί να αποτελέσει την αναγκαία σύνδεση μεταξύ των τομέων της βιομηχανίας, των μεταφορών και των κατοικιών. Εκατομμύρια ηλεκτρικές υποδοχές με δυνατότητα ανάγνωσης τηλεματικών μετρήσεων και τιμολόγησης θα διασυνδέουν τις μπαταρίες των χρηστών και την πληθώρα των πηγών ενέργειας.

Ο ανεφοδιασμός ενέργειας για έναν αυξανόμενο πληθυσμό αντιμετωπίζει θεμελιώδη αλλαγή για τέσσερις λόγους:

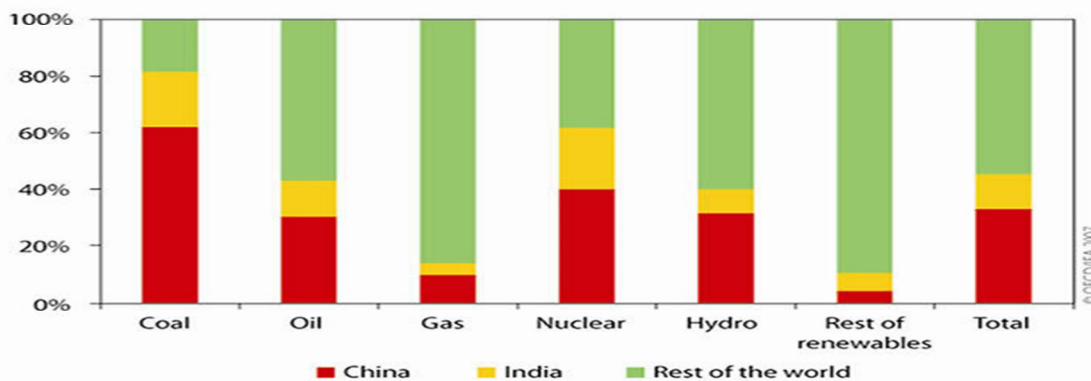
Η οικονομική προμήθεια των ορυκτών ενεργειακών πόρων, του πετρελαίου και της βενζίνης τελειώνει σε λίγες δεκαετίες.

Οι κίνδυνοι για την υγεία και η υπερθέρμανση του πλανήτη που προκαλείται από τις εκπομπές των κινητήρων καύσης.

Η επιτακτική ανάγκη διατήρησης των ορυκτών πόρων για τις χημικές και μεταλλουργικές βιομηχανίες.

Η μόνη οικονομικά βιώσιμη λειτουργία μεταφοράς ενέργειας είναι η ηλεκτρική ενέργεια μέσω «έξυπνων» δικτύων.

Increase in World Primary Energy Demand in the Reference Scenario, 2005-2030

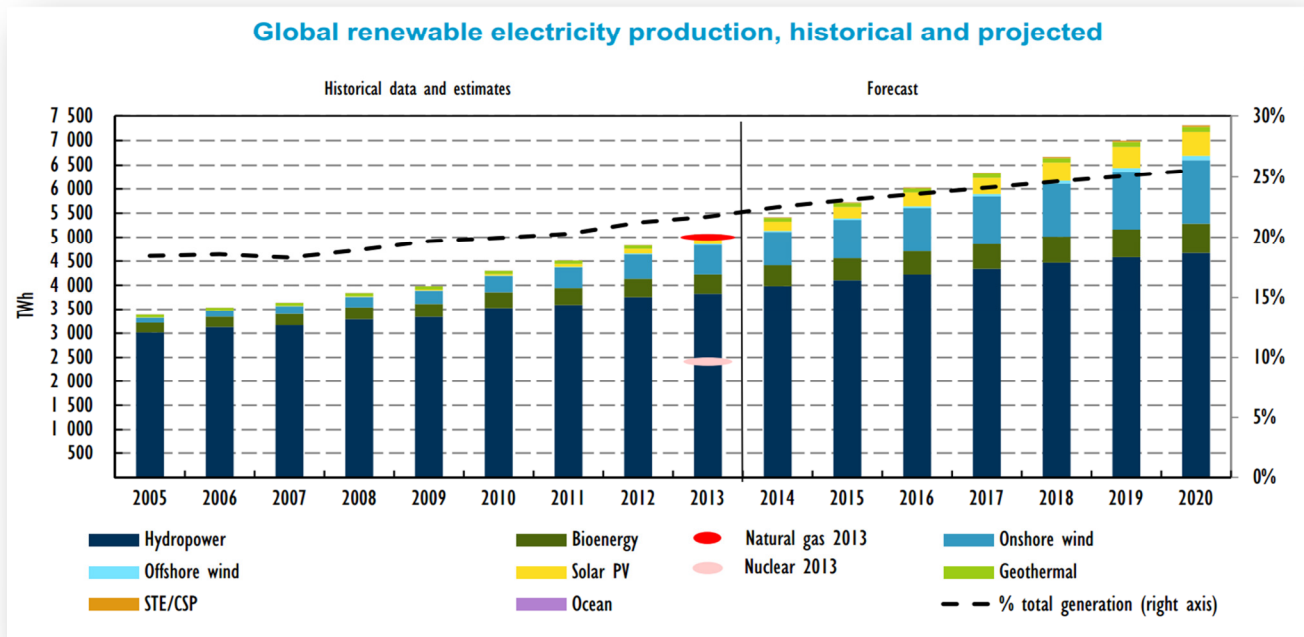


Εικόνα 10: Μεσοπρόθεσμο σενάριο για την παγκόσμια ενέργεια.

Η Εικόνα 10 απεικονίζει το μεσοπρόθεσμο σενάριο για την παγκόσμια ενέργεια με την αισιόδοξη υπόθεση ότι η ετήσια αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης παγκοσμίως θα είναι μόνο 2%. Η απαραίτητη αύξηση της «πράσινης» ενέργειας για να αντισταθμίσει την αναπόφευκτη πτώση των ορυκτών μορφών ενέργειας και να ικανοποιήσει την αύξηση της κατανάλωσης θα απαιτήσει μια επένδυση τουλάχιστον ενός τρισεκατομμυρίου δολαρίων ετησίως.

Το πλεονέκτημα της μετάβασης στην εποχή της «καθαρής» και βιώσιμης ενέργειας είναι ότι τα καύσιμα με τους μη αποδοτικούς κινητήρες τους θα αντικατασταθούν με ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές. Με άλλα λόγια, οι κινητήρες καύσης με 15-25% ενεργειακή απόδοση πρέπει να αντικατασταθούν από ηλεκτρικούς κινητήρες που σημειώνουν μεγαλύτερη από 90% απόδοση. Με τον τρόπο αυτόν μπορεί να μειωθεί η σπατάλη των καυσίμων για τις μεταφορές, σε βαθμό που θα φθάνει περίπου το 1/3 της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι θα ελαττωθεί το μερίδιο των μεταφορών στη συνολική κατανάλωση ενέργειας σε λιγότερο από το 1/10 της παραγωγής ενέργειας. Αυτό θα επιτευχθεί μόνο εφόσον προέρχεται από την απεριόριστη ηλιακή, υδροηλεκτρική, αιολική, θαλάσσια και τη γεωθερμική ενέργεια, σε αντίθεση με τα ρυπογόνα και επικίνδυνα ορυκτά καύσιμα ή τα εργοστάσια πυρηνικής ενέργειας, για να διανεμηθεί μέσω «έξυπνων» ηλεκτρικών δικτύων σε εκατομμύρια συνδεδεμένους χρήστες.

Για την ξεπεραστούν αυτά τα σοβαρά προβλήματα, όλα τα ανταγωνιστικά συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν και πρέπει να πολλαπλασιαστούν όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Το γεγονός αυτό θα συμβάλει στην αντικατάσταση της συμβατικής καύσης όπως φαίνεται στην Εικόνα 11 δίνοντας παράλληλα έμφαση στη μετατροπή σε «καθαρή» ηλεκτρική ενέργεια τελικής χρήσης.



Εικόνα 11: Παγκόσμιες πηγές ενέργειας.

Ως εκ τούτου, ο τομέας των μεταφορών μπορεί να αποτελέσει τον ρυθμιστή της σύγχρονης ενεργειακής οικονομίας, διότι δεν υπάρχει άλλη επιλογή από την εγκατάλειψη όλων των πεπερασμένων καυσίμων που συνεχώς μειώνονται με τους μη αποδοτικούς κινητήρες τους.

Συμπεράσματα ενεργειακής μελέτης (ISEO, 2007/2008):

Υπάρχει περισσότερη προμηθευτή ανανεώσιμη ενέργεια διαθέσιμη στη Γη από ό,τι η ανθρωπότητα θα χρειαστεί ποτέ με βάση τον προβλέψιμο ρυθμό αύξησης του πληθυσμού (Grob, 2010).

Τα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας είναι ανταγωνιστικά σε σχέση με τις μη ανανεώσιμες πηγές, ακόμη περισσότερο εάν εφαρμοστεί η αρχή συνολικής κοστολόγησης βάσει της οποίας οι ρυπαίνοντες πληρώνουν (ISO, 1999/2008).

Όλα τα έθνη είναι σε θέση να καταστούν πλήρως αυτόνομα με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και ως εκ τούτου, μπορούν να μειώσουν δραστικά τη ρύπανση μέσω της «καθαρής», αποδοτικής ενέργειας και των μεταφορών.

Οι εναπομείναντες ενεργειακοί ορυκτοί πόροι μπορούν και πρέπει να διατηρηθούν για την εκμετάλλευσή τους από τις χημικές και μεταλλουργικές βιομηχανίες.

3.2 Το «έξυπνο» δίκτυο

Ο ρόλος που θα διαδραματίσουν τα ηλεκτρικά δίκτυα είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς θα υπάρξουν εκατομμύρια αποκεντρωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα ηλεκτρικά δίκτυα θα είναι υπεύθυνα για την εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της ζήτησης ενέργειας με την κυμαινόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές όπως ο ήλιος και ο άνεμος, που συμπληρώνονται από πιο σταθερές πηγές ενέργειας, όπως η γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια των κυμάτων ή η υδροηλεκτρικισμός που εξαρτάται από τη ροή ποταμιού. Επίσης, η υδραυλική αποθήκευση ενέργειας συμβάλλει στην εξισορρόπηση της μεταβαλλόμενης κατανάλωσης ρεύματος, που ονομάζεται "ενεργειακή συμφωνία" σε συνεννόηση με άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι μπαταρίες θα διαδραματίζουν ολοένα σημαντικότερο ρόλο σε αυτή την παγκόσμια προσπάθεια αντιστάθμιση προσφοράς και ζήτησης. Ο αποκεντρωμένος έλεγχος και η ανάγνωση τηλεματικών μετρήσεων μπορούν να μεταδίδονται ψηφιακά από σήματα υψηλής συχνότητας μέσω των ηλεκτρικών γραμμών ή από την τελευταία λέξη της τεχνολογίας που είναι οι GSM τηλεπικοινωνίες για την ανάγνωση σταθερών μετρήσεων όπως έχει αποδειχθεί ήδη εδώ και πολλά χρόνια.

Οι φορείς εκμετάλλευσης του ηλεκτρικού δικτύου θα εφαρμόσουν προηγμένες μηχανογραφημένες μεθόδους ενεργειακής διαχείρισης για να εξυπηρετούν εκατομμύρια δημόσιους και ιδιωτικούς σταθμούς με δυνατότητα τηλεματικών μετρήσεων για επαναφόρτιση οχημάτων. Τα δισεκατομμύρια των ηλεκτρικών οχημάτων και τρένων σε αυτόν τον πλανήτη θα παρέχουν την «έξυπνη» δυνατότητα συλλογικής προσωρινής αποθήκευσης ενέργειας που θα ανέρχεται σε πολλαπλάσιο της συνολικής ικανότητας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο. Ως εκ τούτου θα χρησιμεύουν ως αποθεματικό εξομάλυνσης των αιχμών που διαχειρίζεται το «έξυπνο» σύστημα του υπολογιστή στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

3.2.1 Τεχνολογία Όχημα-προς-Δίκτυο (V2G)

Η V2G τεχνολογία είναι μια πολύ ελπιδοφόρα ευκαιρία για την υιοθέτηση των Evs (electrical vehicles). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει μια αμφίδρομη σχέση τροφοδοσίας μεταξύ των EVs και των ηλεκτρικών δικτύων. Μια αποτελεσματική συναλλαγή ισχύος μεταξύ του οχήματος και του δικτύου απαιτεί την

ανταλλαγή πολλών πληροφοριών αναφορικά με το όχημα, τον σταθμό φόρτισης και την υπηρεσία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν τεχνικά δεδομένα, όπως είναι η κατάσταση της μπαταρίας, οικονομικά δεδομένα σχετικά με την τιμή της ενέργειας καθώς και στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη διαθεσιμότητά της.

3.2.1.1 Ανανεώσιμη Ενέργεια

Το V2G διευκολύνει την εύκολη ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τον προγραμματισμό της διαδικασίας φόρτισης / εκφόρτισης να συμπίπτει με τις περιόδους ισχυρών ανέμων ή μεγάλης ηλιοφάνειας. Οι διαλείψεις των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορούν να αντιμετωπιστούν είτε με την εφεδρεία είτε με την αποθήκευση. Όσον αφορά το V2G, η εφεδρεία παρέχεται από τα τροφοδοτούμενα οχήματα (με γεννήτρια κυψελών καυσίμου και υβριδική λειτουργία γεννήτριας κινητήρα) και η αποθήκευση παρέχεται από τα Evs. Το όχημα που συνδέεται στην πρίζα (Plug-in Vehicle-PV) έχει έναν αρκετά προβλέψιμο ημερήσιο κύκλο, που είναι λίγες ώρες πριν από την αιχμή φορτίου – η μέγιστη ισχύς του PV είναι το ηλιακό μεσημέρι και η αιχμή φορτίου είναι από τη μέση έως αργά το απόγευμα (Kempton κ.ά, 2005).

Ως εκ τούτου, μια απλή στρατηγική για την ενσωμάτωση των PV στο δίκτυο είναι η αντιμετώπιση του φορτίου αιχμής με τη μετατόπισή του λίγες ώρες πίσω στην ηλιακή αιχμή χρησιμοποιώντας υποστήριξη V2G. Εκτιμάται ότι για την υποστήριξη 162 GW, το 1/5 της συνολικής ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος των ΗΠΑ με τα PV, 23 εκατομμύρια οχήματα (13% του στόλου), πρέπει να είναι διαθέσιμα για V2G. Για την αιολική ενέργεια, η διαλείπουσα λειτουργία είναι πιο περίπλοκη και έχει πολλές διακυμάνσεις. Επιπλέον, έχει διερευνηθεί η απαιτούμενη δυναμικότητα V2G για την υποστήριξη της ισχύος ρυθμίσεως, της στρεφόμενης εφεδρείας και της ισχύος βασικού φορτίου με την αιολική ενέργεια στις ΗΠΑ (Kempton κ.ά, 2005). Στη Δανία αναπτύχθηκε σύστημα ισχύος με συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP) (Su κ.ά, 2011).

Η συνύπαρξη EVs και V2G επιτρέπει την ενσωμάτωση υψηλότερων επιπέδων αιολικού ηλεκτρισμού, χωρίς υπερβολική ηλεκτρική παραγωγή, και μειώνει σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Σε έρευνα που διεξήχθη, μελετήθηκε η αποθήκευση της μπαταρίας των EV αντιπροσωπεύοντας ένα σύστημα V2G για μακροπρόθεσμες προσομοιώσεις (Galus κ.ά, 2011). Οι ανάγκες της ρύθμισης είναι σημαντικά μειωμένες σε σχέση με αυτές των συμβατικών γεννητριών λόγω των ταχύτερων χαρακτηριστικών της ρύθμισης στην αποθήκευση μπαταρίας των EV. Τέλος, έχει επινοηθεί ένα νέο επιχειρηματικό μοντέλο που ονομάζεται Διαχειριστής Δικτύου Ηλεκτρικής Επαναφόρτισης (Electric Recharge Grid Operator-ERGO), που δημιουργεί μια αγορά για συντονισμένη παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Pillai κ.ά, 2011). Αυτό το μοντέλο μετατρέπει τα EVs σε συσκευές διανεμημένης αποθήκευσης χρησιμοποιώντας κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας V2G.

3.2.1.2 V2G Προκλήσεις

Παρά το γεγονός ότι το V2G είναι μια πολλά υποσχόμενη ιδέα, υπάρχουν δύο σημαντικά ζητήματα που είναι σε θέση να καθυστερήσουν τη βραχυπρόθεσμη εφαρμογή της στον πραγματικό κόσμο. Πρώτα απ' όλα μια υποδομή συστήματος ενεργοποιημένη από αμφίδρομη επικοινωνία. Δεύτερον ένα αναπόδεικτο επιχειρηματικό μοντέλο και η αναπόδεικτη οικονομική αιτιολόγηση. Όπως είδαμε παραπάνω (υποκεφάλαιο 3.2) η τεχνολογία μπαταριών των EVs δεν είναι έτοιμη για μια συχνή εναλλαγή μεταξύ των λειτουργιών φόρτισης / εκφόρτισης. Το υψηλό κόστος ευκαιρίας των μπαταριών εμποδίζει το V2G να γίνει πραγματικότητα. Ο έλεγχος της αμφίδρομης ροής ισχύος είναι από τις βασικές τεχνολογίες που θα επιτρέψουν να γίνει εφικτό το V2G. Ένα αξιόπιστο δίκτυο αμφίδρομης επικοινωνίας είναι άκρως απαραίτητο για να ενεργοποιηθεί η τεχνολογία V2G. Σε μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί, συζητήθηκε η αναπόδεικτη οικονομική αιτιολόγηση για τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και τον πελάτη (DeForest κ.ά, 2009).

Σύμφωνα με διάφορες έρευνες, δεν είναι ακόμη σαφές κατά πόσον τα οικονομικά κίνητρα δικαιολογούν το V2G από τη σκοπιά της υπηρεσίας κοινής ωφέλειας. Υπάρχουν διάφορα ζητήματα (π.χ. η τεχνολογία της μπαταρίας, η έλλειψη υποστήριξης για τις τεχνολογίες «έξυπνου» δικτύου, η πολυπλοκότητα του συστήματος διανομής που απαιτείται) που παρακωλύουν την ανάπτυξη του V2G. Επίσης, έχει προταθεί μια αμφίδρομη επαγωγική διασύνδεση τροφοδοσίας για τη διευκόλυνση της τεχνολογίας V2G (Madawala κ.ά, 2011). Τέλος, έχει αναλυθεί η επίδραση της αρχιτεκτονικής επικοινωνίας στις V2G επικουρικές υπηρεσίες όσον αφορά τη διαθεσιμότητα, την αξιοπιστία και την αξία των επικουρικών υπηρεσιών που παρέχονται από το όχημα (Quinn κ.ά, 2010).

Λόγω της φύσης των V2G προκλήσεων για την πραγματική εμπορική ανάπτυξη σε αυτό το στάδιο, υπάρχουν πολλά ενδιάμεσα βήματα που μπορούν να μεσολαβήσουν, πριν το όραμα αυτό αποδώσει καρπούς. Τα πιθανά τρία στάδια είναι τα εξής:

«Έξυπνη» Φόρτιση (V1G): Ο ρυθμός φόρτισης του οχήματος ελέγχεται εξ αποστάσεως με βάση τις συνθήκες του δικτύου και τις προτιμήσεις του χρήστη. Τα οφέλη περιλαμβάνουν:

Φόρτιση που βασίζεται στο χρόνο χρήσης/στη σχέση πραγματικού χρόνου-τιμής για να μειώσει το συνολικό κόστος φόρτισης.

Μείωση του πρόσθετου φορτίου σε ώρες αιχμής (φορτίο ως εφεδρικό απόθεμα).

Ευκολότερη ενσωμάτωση στο δίκτυο της διαλείπουσας παραγωγής ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ο αέρας και ο ήλιος.

Όχημα-προς-Κτίριο (V2B): Εκτός από το V1G, ο φορτιστής θα είναι σε θέση να έχει αμφίδρομη σχέση τροφοδοσίας με την εγκατάσταση φόρτισης στην οποία είναι συνδεδεμένος. Το V2B προσφέρει πρόσθετα οφέλη:

- Παροχή εφεδρικής ισχύος.
 - Διασφάλιση υψηλής ποιότητας ισχύος για τα κτίρια.
 - Παροχή ισχύος στο κτίριο όταν η ισχύς του δικτύου είναι δαπανηρή.
- Όχημα-προς-Δίκτυο (V2G): Στο τελικό στάδιο, το V2G επιτρέπει στο όχημα να έχει αμφίδρομη σχέση τροφοδοσίας με το δίκτυο. Ένα τέτοιο σύστημα θα απαιτούσε συνεχή αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του φορτιστή και του δικτύου. Το V2G προσφέρει:
- Επικουρικές υπηρεσίες σταθεροποίησης του δικτύου (έλεγχος άεργου ισχύος και τάσης, αντιστάθμιση απωλειών, ενεργειακή ανισοροπία).
 - Ευκολότερη ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα ισχύος από τις πηγές.
 - Παροχή ισχύος στο δίκτυο, όταν αυτό είναι οικονομικά βιώσιμο.

3.3 Έρευνα για την Ηλεκτροκίνηση στην Αυτοκίνηση σε περιβάλλον «έξυπνου» δικτύου

3.3.1 Εισαγωγή

Τα νέα οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα σε συνδυασμό με την διαρκώς αυξανόμενη πρόοδο της τεχνολογίας, αλλάζουν σταδιακά τα παραδοσιακά βιομηχανικά συστήματα. Για παράδειγμα η νέα τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην κατασκευή των αυτοκινήτων όπως τα Plug-in υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (PHEVs) και τα Plug-in ηλεκτρικά οχήματα (PEVs). Πρόκειται για οχήματα τα οποία κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιώντας επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ή κάποια άλλη συσκευή αποθήκευσης ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να φορτιστούν πλήρως συνδέοντας ένα βύσμα σε μια εξωτερική πηγή ηλεκτρικής ισχύος (συνήθως σε ένα συνηθισμένο ρευματοδότη τοίχου). Η τεχνολογία των οχημάτων αυτών βρίσκεται τα τελευταία χρόνια στο προσκήνιο λόγω των χαμηλών εκπομπών ρύπων και της υψηλής οικονομίας καυσίμου.

Σύμφωνα με έρευνες το 2007, οι Ηνωμένες Πολιτείες μόνο εισήγαγαν το 58% της συνολικής ποσότητας καυσίμων που καταναλώθηκε παγκοσμίως (Crane, κ.ά, 2009). Με τις σύγχρονες τεχνολογίες των PHEVs / PEVs μπορούν να μεταφερθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις από το αργό πετρέλαιο στην ηλεκτρική ενέργεια και για τον τομέα των ιδιωτικών μεταφορών (Parks, κ.ά, 2007). Με την αλλαγή αυτή θα συντελεστούν πολλές θετικές αλλαγές. Για παράδειγμα θα μειωθεί η ρύπανση και παράλληλα θα αντιμετωπιστούν πιθανά ζητήματα ασφαλείας που σχετίζονται με την εξόρυξη, την εισαγωγή και την καύση του πετρελαίου. Παράλληλα με την αξιοποίηση της ισχύος δικτύου, τα PHEVs / PEVs έχουν επίσης τη δυνατότητα να επιστρέφουν ισχύ στο δίκτυο για την εξομάλυνση της αιχμής ζήτησης ισχύος και για την παροχή βοηθητικών υπηρεσιών στο δίκτυο (Kempston, κ.ά, 2005). Η κυβέρνηση των ΗΠΑ τα τελευταία χρόνια φαίνεται να καταβάλλει μεγάλη προσπάθεια στην επίσπευση της εισαγωγής και της χρήσης των προηγμένων οχημάτων ηλεκτροκίνησης στην αγορά.

Σύμφωνα με έρευνες του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ προβλέπεται ότι περίπου 1 εκατομμύριο PHEVs / PEVs θα βρίσκονται στους δρόμους μέχρι το 2015 και 425.000 PHEVs / PEVs θα πωληθούν μόνο μέσα στο 2015. Με αυτό το ποσοστό διείσδυσης, τα PHEVs / PEVs θα φτάσουν να αντιπροσωπεύουν το 2,5% του συνόλου των πωλήσεων νέων οχημάτων το 2015 (Sikes, κ.ά, 2010). Το Ινστιτούτο Έρευνας Ηλεκτρικής Ενέργειας (EPRI) εκτιμά ότι το 62% του συνόλου του στόλου των οχημάτων των ΗΠΑ θα αποτελείται από PHEVs / PEVs μέχρι το 2050, χρησιμοποιώντας ένα επιφυλακτικό σενάριο διείσδυσης (Duval, κ.ά, 2007).

Παρ' όλα αυτά, υπάρχει η ανάγκη να αντιμετωπιστούν πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από την εμφάνιση των PHEVs / PEVs. Για παράδειγμα, η αποθήκευση ενέργειας (δηλαδή οι μπαταρίες) αποτελούν την βασική τεχνολογική προϋπόθεση για τα EVs. Η απόδοση του καυσίμου και οι επιδόσεις των 59 νέων οχημάτων με δυνατότητα ηλεκτροκίνησης, είναι δυνατόν να περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό από την απόδοση του συστήματος αποθήκευσης ενέργειας (Lukic, κ.ά, 2008) (Lukic, 2008). Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να προσεχθεί είναι ότι ο μεγάλος αριθμός των PHEVs / PEVs που θα συνδέονται ταυτόχρονα στο δίκτυο, είναι σε θέση να αποτελέσει μια τεράστια απειλή για την ποιότητα καθώς και τη σταθερότητα του συνολικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας (Su, κ.ά, 2011).

Εξαιτίας ορισμένων ζητημάτων που αφορούν το τεχνικό και οικονομικό κομμάτι, το σύστημα Όχημα-προς-Δίκτυο (V2G) εξακολουθεί να θεωρείται λιγότερο πιθανό να γίνει πραγματικότητα στο άμεσο μέλλον (DeForest, κ.ά, 2009). Πρόκειται για ένα σύστημα στο οποίο τα plug-in ηλεκτρικά οχήματα, όπως για παράδειγμα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα (BEVs) και τα plug-in υβριδικά οχήματα (PHEVs), επικοινωνούν με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να είναι σε θέση να παρέχουν υπηρεσίες ανταπόκρισης στη ζήτηση είτε προμηθεύοντας το δίκτυο με ηλεκτρική ενέργεια είτε «στραγγαλίζοντας» το ρυθμό φόρτισής τους. Γίνεται λοιπόν φανερό ότι η προϋπόθεση ύπαρξης αποτελεσματικών τεχνολογιών επικοινωνιών είναι απαραίτητη για την επίτευξη των EVs (DOE, 2010).

3.4 Υποδομή φόρτισης και τεχνολογία μπαταρίας PHEV/PEV

3.4.1 Υποδομή φόρτισης

Όπως έχει φανεί η υποδομή της φόρτισης αποτελεί ίσως το πιο κρίσιμο ζήτημα για την επιτυχή δημιουργία και λειτουργία των EVs. Μια σχετική έρευνα του Massachusetts Institute of Technology (MIT) καταλήγει στο συμπέρασμα πως η δημιουργία πανεθνικής υποδομής φόρτισης για EVs φαίνεται να είναι μεγαλύτερη πρόκληση ακόμα και από την παραγωγή οικονομικά προσιτών μπαταριών για τη φόρτιση αυτοκινήτων (Behr, 2011). Η ενότητα αυτή επιχειρή να δώσει μια σαφή εικόνα των ενεργειών που απαιτούνται στην υποδομή φόρτισης για τα PHEVs / PEVs. Πιο συγκεκριμένα εστιάζει στις περιπτώσεις περιοχών που υπάρχουν μονοκατοικίες, πολυκατοικίες και εμπορικές εγκαταστάσεις.

Σύμφωνα με το Σύλλογο Μηχανικών Μηχανοκίνητων Οχημάτων (SAE), όλα τα EVs που παράγονται από τις αμερικανικές αυτοκινητοβιομηχανίες πρέπει να ακολουθούν το J1772 πρότυπο προτεινόμενης πρακτικής οχημάτων επιφανείας SAE (Society of Automotive Engineers, 2010) (EPRI, 1994).

Άλλα σχετικά πρότυπα SAE περιλαμβάνουν (Electric Transportation Engineering Corporation, 2010):



SAE J2293



SAE J2847



SAE J2836



SAE J2894

- SAE J2293, το οποίο καθορίζει τις απαιτήσεις για EV και τον εξωτερικό εξοπλισμό παροχής του ηλεκτρικού οχήματος (EVSE) που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ισχύος σε ένα EV από μία δημόσια υπηρεσία στη Βόρεια Αμερική.
- SAE J2847, το οποίο παρέχει τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές για την απαραίτητη επικοινωνία μεταξύ PHEV και των δικτύων ενέργειας.
- SAE J2836, το οποίο παρέχει περιπτώσεις χρήσης για την επικοινωνία μεταξύ των PHEVs και των δικτύων ενέργειας.
- SAE J2894, το οποίο παρέχει τις συστάσεις χειρισμού του εξοπλισμού φόρτισης για την ποιότητα της ηλεκτρικής ισχύος.

Οι φορτιστές και τα συνδεδεμένα καλώδια που χρησιμοποιούνται μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με τα επίπεδα τάσης και ισχύος. Είναι σημαντικό να αναφερθεί το γεγονός ότι το πρότυπο επίπεδο φόρτισης διαφέρει ανάλογα με τις περιοχές (π.χ. Βόρεια Αμερική, Ευρώπη). Για παράδειγμα, το βύσμα SAE J1772-2009 μπορεί να παρέχει 16,8 kW (240V, 70A), ενώ το βύσμα VDE-AR-E 02.02.2623 στην Ευρώπη παρέχει έως 43,5 kW (400V, 63A, τριφασικό).

Οι σταθμοί φόρτισης του επιπέδου 1 και επιπέδου 2 είναι σε θέση να μετατρέψουν την ισχύ του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), το οποίο παρέχεται από την υπηρεσία, σε ισχύ συνεχούς ρεύματος (DC), το οποίο επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του φορτιστή που βρίσκεται στο όχημα. Από την άλλη μεριά, το επίπεδο 3 (ή αλλιώς γνωστό και ως γρήγορη DC φόρτιση) κάνει τη μετατροπή AC/DC μέσω ενός φορτιστή που βρίσκεται εκτός του οχήματος, ώστε με τον τρόπο αυτό να παρέχεται απευθείας στο όχημα DC τροφοδοσία.

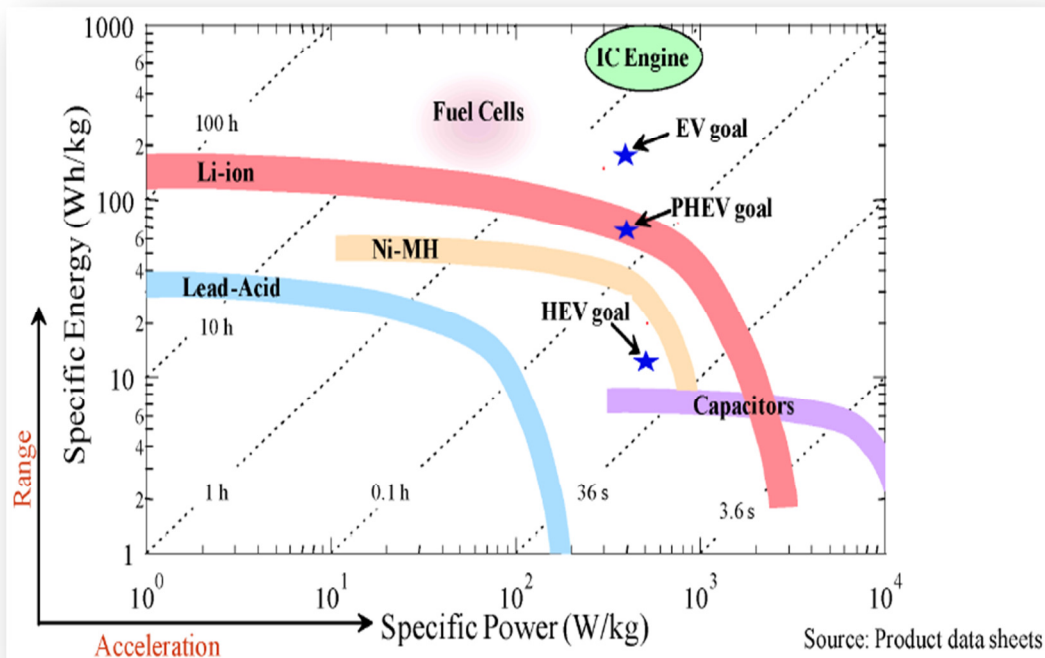
Η φόρτιση του επιπέδου 1 χρησιμοποιεί μια τυποποιημένη μονοφασική έξοδο 120 V για τη σύνδεση τριών ακροδεκτών, η οποία είναι η πιο συνηθισμένη γειωμένη πρίζα οικιακής χρήσης στις ΗΠΑ. Οι χαρακτηριστικές τιμές ρεύματος για αυτές τις υποδοχές είναι μεταξύ 15 και 20 amps. Ανάλογα με τον τύπο της μπαταρίας και τη χωρητικότητά της, μπορεί να χρειαστούν από 3 έως και 20 ώρες προκειμένου να απαναφορτιστεί πλήρως μιας μπαταρία PHEV/PEV. Εφ' όσον οι τυποποιημένοι ρευματοδότες είναι διαθέσιμοι σχεδόν παντού, αλλά ο χρόνος φόρτισης παραμένει σχετικά μεγάλος, η φόρτιση του επιπέδου 1 ενδείκνυται για την ολονύκτια φόρτιση. Το επίπεδο φόρτισης 2 περιγράφεται συνήθως ως η «πρωτεύουσα» και «τυποποιημένη» μέθοδος τόσο για τις ιδιωτικές όσο και για τις δημόσιες εγκαταστάσεις φόρτισης και προσδιορίζει ένα μονοφασικό κύκλωμα διακλάδωσης με χαρακτηριστικές τιμές τάσης από 208 VAC έως 240 VAC.

Σύμφωνα με το πρότυπο SAE J1772, η φόρτιση του Επιπέδου 2 παρέχει μέγιστο ρεύμα μέχρι 80 amps AC με διακόπτη 100 amps. Μια πιο χαρακτηριστική τιμή ρεύματος αιχμής θα ήταν τα 32 amps AC με ένα 62 διακόπτη των 40 amps. Αυτό παρέχει περίπου 7,68 kilowatts (kW) με ένα κύκλωμα 240 VAC. Η φόρτιση του επιπέδου 3 είναι μια DC ταχύρυθμη φόρτιση ανώτερης τάσης για εμπορικές και δημόσιες εφαρμογές και προορίζεται να λειτουργεί με έναν τρόπο παρόμοιο με ένα εμπορικό πρατήριο βενζίνης, στο οποίο η επαναφόρτιση είναι ταχεία (Electric Transportation Engineering Corporation, 2010). Η φόρτιση του επιπέδου 3 θα μείωνε σημαντικά το χρόνο φόρτισης, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό ταξίδια μεγάλων αποστάσεων. Το μέγιστο ρεύμα που έχει προσδιοριστεί είναι 400 amps. Ο φορτιστής που βρίσκεται εκτός του οχήματος εξυπηρετείται από ένα τριφασικό κύκλωμα 208 VAC, 480 VAC ή 600 VAC.

3.4.2 Τεχνολογία μπαταρίας PHEV / PEV

Είναι γεγονός ότι η τεχνολογία PHEV / PEV έχει πολλά να προσφέρει για εφαρμογές που σχετίζονται με την αυτοκινητοβιομηχανία. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της οικονομίας καυσίμου και της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης έχει να προσφέρει πολλά και σε πιθανές εφαρμογές στην παραγωγή ενέργειας. Για τον λόγο αυτό διάφορες πτυχές της τεχνολογίας PHEV / PEV όπως είναι η αποθήκευση μπαταρίας και η παρακολούθηση της κατάστασης της μπαταρίας, αποτελούν ενεργά μέρη της έρευνας στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας (Lukic, κ.ά, 2008) (Lukic, 2008) (Vazquez, κ.ά, 2010).

Στην εικόνα 12 απεικονίζεται ένα διάγραμμα που παρουσιάζει πεδία για διαφορετικές χημικές συστάσεις προκειμένου να συγκριθούν οι διαφορετικοί τύποι τεχνολογίας μπαταρίας (Axsen, κ.ά, 2008). Παρατηρούνται οι ζώνες που παρουσιάζουν την ισχύ και τις δυνατότητες ενέργειας καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των χημικών συστάσεων μολύβδου-οξέος, νικελίου-καδμίου, NiMH, ZEBRA και Li-Ion. Υπάρχουν τρεις μείζονες στόχοι της μπαταρίας PHEV από τρεις διαφορετικές πηγές: 1) το US Advanced Battery Consortium (USABC) (Pesaran, κ.ά, 2007). 2) το Sloan Automotive Laboratory στο MIT (Heywood, 2007). 3) το Electric Power Research Institute (EPRI) (Duvall, 2002).



Εικόνα 12: Ragone plots.

Οι στόχοι USABC περιλαμβάνουν πέντε μεγάλες κατηγορίες: την ισχύ, την ενέργεια, τη ζωή, την ασφάλεια και το κόστος (Pesaran, κ.ά, 2007). Ο στόχος για την ισχύ του PHEV-10 είναι 830 Watts ανά χιλιόγραμμα (W/kg) και ο στόχος για την ισχύ του PHEV-40 είναι 380 W/kg. Η αντίστοιχη πυκνότητα ενέργειας είναι 100 Wh/kg και 14 Wh/kg. Επίσης, οι στοχευμένες τιμές για τις μπαταρίες είναι \$200 - \$300 ανά κιλοβατώρα (Kwh).

Παρατηρούνται βέβαια μειονεκτήματα μεταξύ αυτών των κύριων κατηγοριών: 1) η υψηλότερη πυκνότητα ισχύος υπόκειται σε υψηλότερη τάση και 2) η υψηλότερη τάση μειώνει την διάρκεια ζωής και την ασφάλεια της μπαταρίας ενώ παράλληλα αυξάνει το κόστος. Από την άλλη πλευρά, η αύξηση της ενεργειακής πυκνότητας της μπαταρίας μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της πυκνότητας ισχύος. Σχετικά με τις τεχνολογίες της μπαταρίας, υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες χημικής σύστασης μπαταρίας οι οποίες είναι κοντά στην επίτευξη των στόχων PEV, οι μπαταρίες Νικελίου Μετάλλων Υβριδίου (NiMH) και Ιόντων Λιθίου (Li-Ion).

Παράλληλα, σύμφωνα με μελέτη που έχει διεξαχθεί έχουν συζητηθεί τα συστήματα διαχείρισης μπαταρίας και οι ηλεκτρονικές απαιτήσεις για την μπαταρία PHEV (Cao, κ.ά, 2011). Οι στόχοι του EPRI για το PHEV-20 είναι επιτεύξιμοι με τη χρήση της υφιστάμενης τεχνολογίας NiMH, ενώ οι στόχοι επιδόσεων του USABC και του MIT παραμένουν πολύ πέρα από τις τρέχουσες δυνατότητες της τεχνολογίας Li-Ion.

Οι 64 τεχνολογίες Li-Ion πραγματοποίησαν τους στόχους για πολύ μεγαλύτερη πυκνότητα ισχύος και ενέργειας, και εξαιτίας του ότι χρησιμοποιούν πιο ελαφρύ υλικό, έχουν τη δυνατότητα να επιτρέπουν υψηλή τάση, και αναμένεται να έχουν χαμηλότερο κόστος. Η μπαταρία NiMH θα μπορούσε να διαδραματίσει ένα προσωρινό ρόλο σε ένα λιγότερο απαιτητικό σχέδιο, αλλά είναι πιθανό ότι οι πτωτικές τιμές της μπαταρίας Li-Ion να αποκλείσουν τη NiMH ακόμα και από αυτόν το ρόλο. Τα μειονεκτήματα των μπαταριών Li-Ion, ωστόσο παραμένουν η έλλειψη της μακροζωίας και η ανάγκη για ασφάλεια.

Σήμερα, το εμπόδιο για τη μετάβαση στην εποχή που όλα τα οχήματα στους δρόμους θα είναι ηλεκτρικά παραμένει το γεγονός ότι οι μπαταρίες δεν είναι ικανές να παρέχουν όλες τις ανέσεις που μπορούν να παράσχουν τα στα οχήματα που κινούνται με κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Μερικά από τα ζητήματα σχετικά με τις εμπορικά διαθέσιμες μπαταρίες που προορίζονται να εφαρμοστούν σε οχήματα αναφέρονται παρακάτω, αλλά δεν περιορίζονται μόνο σε αυτά:

οι πυκνότητες ενέργειας και ισχύος της μπαταρίας χρήζουν περαιτέρω βελτίωσης.

η διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι ένα θέμα που θα πρέπει να διευθετηθεί.

η ασφάλεια της μπαταρίας πρέπει να εξασφαλιστεί, ειδικά κατά τη διάρκεια γρήγορης φόρτισης και όταν κάνει ζέστη.

το κόστος της μπαταρίας πρέπει να μειωθεί σημαντικά.

οι τεχνολογίες των ηλεκτρονικών ισχύος που διασυνδέουν την μπαταρία με το δίκτυο και τον κινητήρα πρέπει να βελτιωθούν με στόχο την αύξηση της απόδοσης και τη μείωση του βάρους.

3.5 Απαιτήσεις Επικοινωνίας

Όπως έχει γίνει σαφές μέσα από τη σχετική βιβλιογραφία, οι υποδομές της επικοινωνίας ενός «έξυπνου» δικτύου έχουν μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό (Sauter κ.ά, 2011) (Qiang κ.ά, 2011) (Gungor κ.ά, 2010) (Beni κ.ά, 2011) (Gungor κ.ά, 2011). Το δίκτυο επικοινωνιών ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες: το Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network-WAN), το Δίκτυο Περιοχής Πεδίου (Field Area Network-FAN), και το Δίκτυο Περιοχής Κατοικίας (Home Area Network-HAN). Η απαιτούμενη αρχιτεκτονική του δικτύου, που συνδέεται με τα FAN και τα HAN, εξαρτάται άμεσα από τις θέσεις των εγκαταστάσεων φόρτισης (π.χ. κατοικία, δημόσιος χώρος, χώρος στάθμευσης). Το FAN είναι υπεύθυνο για τη διαμόρφωση της εγκατάστασης των επικοινωνιών για το σύστημα διανομής. Οι ηλεκτρικοί αισθητήρες και οι «έξυπνοι» μετρητές στους σταθμούς φόρτισης των PHEV / PEV είναι σε θέση να παρακολουθούνται αλλά και να ανταλλάσσουν πληροφορίες με το κέντρο ελέγχου μέσω του FAN. Οι εφαρμογές αυτές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το αν βασίζονται στο πεδίο ή στον χρήστη με διαφορετικές κρίσιμες απαιτήσεις (Wang κ.ά, 2011).

Το HAN στην πραγματικότητα αποσκοπεί στην διευκόλυνση του χρήστη για να καθιστά ικανές κάποιες λειτουργίες «Εξυπνου» Δικτύου, όπως είναι η Διαχείριση της Ζήτησης και η Υποδομή Προηγμένης Μέτρησης (Advanced Metering Infrastructure - AMI). Η AMI έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Παράλληλα μπορεί να ελέγχει ποικιλία μηχανημάτων και συσκευών μέσα στις εγκαταστάσεις του χρήστη μέσω αμφίδρομης επικοινωνίας. Σχετικά με τους χρήστες, το AMI τους παρέχει την δυνατότητα να έχουν άμεση πρόσβαση στην προσωπική τους κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Όσον αφορά τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας, το AMI είναι σχεδιασμένο να συλλέγει τη χρήση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο και τις πληροφορίες για τις τιμές ώστε να υλοποιηθούν οι εφαρμογές «Εξυπνου» Δικτύου.

3.5.1 Ανάγκες της Επικοινωνίας

Σε αναφορά του Υπουργείου Ενέργειας των ΗΠΑ παρουσιάζεται μια εκτενής επισκόπηση των οφελών του «Εξυπνου» Δικτύου και των αναγκών της επικοινωνίας (DOE, 2010). Σε προηγούμενη ενότητα έχουν παρουσιαστεί οι συγκεκριμένες προκλήσεις και ευκαιρίες που προκύπτουν από τα Ηλεκτρικά Οχήματα. Η επαναφόρτιση των μπαταριών των PHEV / PEV αποτελεί μια πρόσθετη μεγάλη ζήτηση φορτίου στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά αυτό μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να μειωθεί το κόστος φόρτισης και η ζήτηση αιχμής (Galus κ.ά, 2008).

Απαραίτητη προϋπόθεση για να καταστεί δυνατή η επιτυχής ενσωμάτωση ενός μεγάλου αριθμού των PHEVs / PEVs είναι ένα αξιόπιστο δίκτυο επικοινωνίας. Για να είναι διαθέσιμες οι τιμές για τους πελάτες των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας ή τα προγράμματα ειδικά για τους πελάτες με PHEVs / PEVs, οι επιχειρήσεις θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν ειδικές υπηρεσίες για τους συγκεκριμένους πελάτες.

Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν τη δυνατότητα:

- να εγγράφουν.
- να καταγράφουν.
- να στήνουν εξ αρχής τις επικοινωνίες μεταξύ του οχήματος και της επιχείρησης κοινής ωφέλειας ή ενός Προμηθευτή Εναλλακτικής Ενέργειας (AES) (στήνονται μια φορά).
- να αποκαθιστούν επανειλημμένως τις επικοινωνίες για κάθε συνεδρία φόρτισης PHEV/PEV (επανάληψη των επικοινωνιών και εκ νέου επανασύνδεση).
- να παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση φόρτισης του PHEV/PEV (καθώς και για άλλες καταστάσεις) στα κανάλια πληροφόρησης των πελατών (π.χ. διαδίκτυο, συσκευές απεικόνισης).
- να στέλνουν σωστά το λογαριασμό στους πελάτες με PEV σύμφωνα με τις επιλεγμένες χρεώσεις ή τα προγράμματά τους.

Είναι απαραίτητο η δημόσια φόρτιση να ταιριάζει με την προσφορά και τη ζήτηση, όπως συμβαίνει και με την κατ' οίκον φόρτιση ενδεχομένως με υψηλότερη ταχύτητα και ακρίβεια, σε αντίθεση με την κατ' οίκον φόρτιση, καθώς οι ιδιοκτήτες των οχημάτων είναι λογικό να επιθυμούν την αποφυγή μεγάλης καθυστέρησης από τη στιγμή που το όχημα συνδέεται στην τροφοδοσία, μέχρι να είναι έτοιμο ξανά για χρήση (DOE, 2010). Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται κυρίως οι απαιτήσεις επικοινωνίας για δημόσιες εγκαταστάσεις φόρτισης. Εκτιμάται ότι το εύρος ζώνης τόσο για σκοπούς εξισορρόπησης φορτίου όσο και για σκοπούς χρέωσης θα είναι μεταξύ 9.6 kilobits ανά δευτερόλεπτο (kbps) και 56 kbps (DOE, 2010).

3.5.2 Πιθανά Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Σε συνέδριο που διεξήχθη το 2009, συγκρίθηκαν εν συντομία τρεις ασύρματες τεχνολογίες, καθώς και η μέθοδος ευρυζωνικής επικοινωνίας μέσω γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (BPL). Η σύγκριση αυτή έγινε με βάση τα θέματα παρεμβολών, κατανάλωσης ισχύος και τα ζητήματα ασφαλείας (Markel κ.ά, 2009). Μια ποικιλία από διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας μπορούν να επιτύχουν αξιόπιστα αμφίδρομα δίκτυα επικοινωνίας. Δεδομένου ότι τα PHEVs / PEVs μπορούν να επαναφορτιστούν σε διάφορες τοποθεσίες (π.χ. σπίτι, χώρος στάθμευσης, χώρος εργασίας), είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί η συμβατότητα των τεχνολογιών επικοινωνίας (DOE, 2010).

Δυστυχώς, οι επιλογές τεχνολογίας επικοινωνιών δεν ενδείκνυνται ακόμη για εφαρμογές στην αυτοκινητοβιομηχανία. Δεν υπάρχει ούτε ένας καλά καθορισμένος κώδικας σε ολόκληρη τη βιομηχανία, ούτε ένα πρότυπο για την επικοινωνία μεταξύ των EVs και του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτό το στάδιο. Με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες επικοινωνίας των EVs, ακολουθούν τρεις πιθανές λύσεις:

3.5.2.1 HomePlug

Αυτή η λύση επιτρέπει τις ευρυζωνικές επικοινωνίες υψηλής ταχύτητας μέσω γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής τάσης (Lee κ.ά, 2003). Το δίκτυο HomePlug έχει επιτύχει το μέγιστο θεωρητικό ρυθμό δεδομένων που φτάνει τα 14 megabits ανά δευτερόλεπτο (Mbps), το οποίο είναι πολύ πιο γρήγορο από το ZigBee ή από το Cellular network. Επιπλέον, συνυπολογίζοντας το γεγονός ότι το ηλεκτρικό ρεύμα στις συσκευές HomePlug παρέχεται απλά μέσω της σαυευθείας σύνδεσης με πρίζα, τα προϊόντα HomePlug δεν απαιτούν πρόσθετες μπαταρίες. Επίσης, το HomePlug δεν περιλαμβάνει καμία άλλη ασύρματη συναλλαγή. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς χιλιάδες οχήματα πρόκειται να είναι συνδεδεμένα στην πρίζα ταυτόχρονα.

3.5.2.2 Zigbee

Αυτή η λύση περιλαμβάνει ένα εξειδικευμένο πρωτόκολλο για τις μικρές, αυτο-προγραμματιζόμενες συσκευές δικτύου πλέγματος με βάση το πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας IEEE 802.15.4. Οι συσκευές ZigBee είναι σχεδιασμένες ώστε να χρειάζονται χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και για τον λόγο αυτό είναι εύκολο να λειτουργήσουν. Ένα ακόμα πλεονέκτημα θεωρείται και το χαμηλό κόστος (π.χ. συσκευής, εγκατάστασης), το οποίο είναι απαραίτητο ώστε να διευκολυνθεί η εμπορική ανάπτυξη των επιθυμητών δικτύων επικοινωνίας σε μια μεγάλης κλίμακας εγκατάσταση φόρτισης. Επιπλέον η απλότητα του ZigBee επιτρέπει την εγγενή διαμόρφωση. Ο πλεονασμός των συσκευών δικτύου συνεπάγεται και χαμηλή συντήρηση (Kinney, 2003). Επίσης, το ZigBee μπορεί να λειτουργήσει στα 2,4 gigahertz (GHz), 915 megahertz (MHz), και 868 MHz στις ραδιοσυχνότητες, διατηρώντας μια σχετικά υψηλότερη συμβατότητα επικοινωνίας (Gislason, 2008).

Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός κόμβων επικοινωνίας ανά δίκτυο σε έναν χώρο στάθμευσης μεγάλης κλίμακας. Η χρήση του φυσικού στρώματος IEEE 802.15.4 (PHY) του μοντέλου Διασύνδεσης Ανοιχτών Συστημάτων (OSI) και της συσκευής στρώματος ζεύξης (MAC) από το ZigBee επιτρέπει στο δίκτυο να χειριστεί οποιοδήποτε αριθμό συσκευών (Kinney, 2003). Επιπλέον, ο ρυθμός δεδομένων του ZigBee στα 2,4 GHz μπορεί να φτάσει περίπου τα 250 kbps, το οποίο πληροί τις εκτιμώμενες απαιτήσεις εύρους ζώνης για εφαρμογές EV.

Είναι κατανοητό ότι οι ιδιοκτήτες των οχημάτων θα θέλουν να αποφύγουν τυχόν μεγάλες καθυστερήσεις από τη στιγμή που τα οχήματα συνδεθούν στην τροφοδοσία. Οι συσκευές ZigBee μπορούν πολύ γρήγορα να συνδεθούν, να ανταλλάξουν πληροφορίες, να αποσυνδεθούν και στη συνέχεια να πάνε για «βαθύ ύπνο» (Baker, 2005). Η τυπική απόσταση μεταξύ του οχήματος και του σταθμού φόρτισης είναι μικρότερη από την εμβέλεια του ZigBee (δηλαδή από 10 έως 100 μέτρα). Έχει προταθεί μία αρχιτεκτονική επικοινωνίας με ZigBee σε ένα δημοτικό χώρο στάθμευσης μεγάλης κλίμακας, καθώς και μια πειραματική πλατφόρμα δοκιμών που επιδεικνύει την επικοινωνία μεταξύ του κεντρικού ελεγκτή, των φορτιστών PHEV / PEV και των οχημάτων (Kulshrestha κ.ά, 2009). Πέραν τούτου, έχει αναπτυχθεί περαιτέρω μια ψηφιακή πλατφόρμα δοκιμών που επιτρέπει την επίδειξη των δυνατοτήτων επικοινωνιών για μια ενεργοποιημένη εγκατάσταση φόρτισης PHEV / PEV (Su κ.ά, 2012).

Μελλοντικός σκοπός είναι να διερευνηθεί μια σειρά από πιθανά πρωτόκολλα επικοινωνίας (π.χ. ZigBee, Bluetooth, HomePlug, Z-Wave, Cellular Network), να αναλυθεί περαιτέρω και να αξιολογηθεί η καθυστέρηση των πακέτων σε συνδυασμό με το ποσοστό επιτυχούς παράδοσης μηνυμάτων στο κανάλι επικοινωνίας και η ισχύς του λαμβανόμενου σήματος.

3.5.2.3 Cellular Network

Αυτό είναι ένα ευρέως διαθέσιμο ασύρματο δίκτυο δεδομένων μεγάλης εμβέλειας, καθιστώντας το μια καλή επιλογή για φορητές συσκευές, όπως τα PHEVs / PEVs (Markel κ.ά, 2009). Είναι γεγονός πως ένα κυψελοειδές δίκτυο απαιτεί περισσότερη κατανάλωση ενέργειας για να πραγματοποιήσει τη μετάδοση και λήψη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων ραδιοσυχνοτήτων μεγάλης εμβέλειας. Ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι συσκευές δικτύωσης έχουν τη δυνατότητα να τροφοδοτούνται από μια μπαταρία οχήματος που βρίσκεται πάνω σε αυτό, μία τέτοια κατανάλωση ενέργειας φαίνεται να είναι αποδεκτή.

Τόσο το Παγκόσμιο Σύστημα για Κινητές Επικοινωνίες (GSM) όσο και το δίκτυο Πολλαπλής Πρόσβασης με Διαίρεση Κώδικα (CDMA) χειρίζονται ρυθμούς ατομικών δεδομένων χρηστών άνω

των 100 kbps, το οποίο επίσης πληροί τις εκτιμώμενες απαιτήσεις εύρους ζώνης για την εφαρμογή EV (Shrestha, 2006). Η τεχνολογία της επικοινωνίας θα είναι επίσης χρήσιμη για σκοπούς χρέωσης σε δημόσιους χώρους στάθμευσης. Ως επί το πλείστον, οι πάροχοι ασύρματης επικοινωνίας έχουν καλή διείσδυση στα κανάλια επικοινωνίας και προσφέρουν κάτι παραπάνω από επαρκείς δυνατότητες για να ανταλλάσσουν τις πληροφορίες χρέωσης (DOE, 2010). Οι εμπορικές υπηρεσίες κινητής τηλεφωνίας από την άλλη, μπορούν να καταστούν μια χρηστική λύση για σκοπούς χρέωσης σε δημόσιες εγκαταστάσεις φόρτισης.

3.5.3 Θέματα Ασφαλείας

Εκτός από ορισμένο εύρος ζώνης, την αξιοπιστία και τις απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας, τα ζητήματα ασφαλείας πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη όταν εφαρμόζονται διαφορετικές τεχνολογίες ασύρματης επικοινωνίας (Farhangi, 2010). Για παράδειγμα, η ασφάλεια ασύρματης χρέωσης θεωρείται σημαντικό ζήτημα για τους χρήστες. Επιπλέον, η πραγματική θέση του οχήματος πρέπει να παραμείνει εμπιστευτική για την προστασία της ιδιωτικής ζωής των χρηστών. Ένα άλλο θέμα της ασφαλείας είναι η μη εγκεκριμένη συναλλαγή με ένα τρίτο πρόσωπο ή έναν hacker. Έτσι, η ασφάλεια του δικτύου είναι κρίσιμης σημασίας για ένα δίκτυο επικοινωνίας στις δημόσιες εγκαταστάσεις φόρτισης για PHEVs (Khurana, 2010). Έχει γίνει μια γενική προσέγγιση δικτύου για να καθοριστεί μια υποδομή για την απόκτηση δεδομένων στο ηλεκτρικό δίκτυο (Morante κ.ά, 2006). Πρόσφατα, αρκετές δημοσιεύσεις έχουν διερευνήσει το πρόβλημα των θεμάτων ασφαλείας στα δίκτυα επικοινωνιών όσον αφορά την υποδομή φόρτισης από διαφορετικές οπτικές γωνίες.

3.5.3.1 Ανάλυση ευαισθησιών

Οι πατροπαράδοτες επικοινωνίες του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας έχουν στηριχθεί κυρίως σε ενσύρματη επικοινωνία για την παροχή αξιόπιστης και προβλέψιμης παρακολούθησης και ελέγχου. Ωστόσο, η μετάδοση δεδομένων στα ασύρματα δίκτυα είναι εγγενώς δημόσια, γεγονός το οποίο παρουσιάζει απειλή για την ασφάλεια στο στρώμα PHY (Markel κ.ά, 2009). Έχουν καταβληθεί μεγάλες προσπάθειες πρόσφατα για τον εντοπισμό των απειλών και των ευαισθησιών των ασύρματων τεχνολογιών καθώς και για τη σύννοψη της επίδοσής τους σε θέματα ασφαλείας (Ericsson, 2010). Έχουν επίσης αξιολογηθεί διάφορα πρότυπα ασύρματης επικοινωνίας και έχει αναλυθεί η ασφάλειά τους (Alcaraz κ.ά, 2010). Με τον τρόπο αυτό, εντοπίστηκε μια σειρά από απειλές και πιθανές επιθέσεις στα πρωτόκολλα δρομολόγησης και διατυπώθηκαν συστάσεις και αντίμετρα για να μπορέσει η βιομηχανία να προστατέψει την υποδομή της. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες στόχων των πιθανών επιθέσεων εναντίον των «ευφών» δικτύων επικοινωνιών: η διαθεσιμότητα του δικτύου, η ακεραιότητα των δεδομένων και το απόρρητο των πληροφοριών (Lu κ.ά, 2010). Στη συνέχεια, αναλύονται ποιοτικά οι επιπτώσεις και η σκοπιμότητα των τριών τύπων επιθέσεων.

3.5.3.1.1 Πρόληψη

Η κρυπτογράφηση είναι το κύριο σχέδιο για την πρόληψη κακόβουλων επιθέσεων στο δίκτυο επικοινωνίας. Το HomePlug και το Zigbee χρησιμοποιούν 128-bit κρυπτογράφηση με Προηγμένο Πρότυπο Κρυπτογράφησης (AES) για την προστασία των δεδομένων που διαβιβάζονται μέσω του φυσικού δικτύου. Η κρυπτογράφηση AES είναι ένα 128-bit μπλοκ κρυπτογράφησης σταθερού μήκους, που τυποποιήθηκε το 2002 από το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) (AES, 2001). Έχει προταθεί σε μελέτη βελτίωση της ασφάλειας του HomePlug (Newman κ.ά, 2007). Το κυψελοειδές δίκτυο είναι πιο πιθανό να βρίσκεται σε ιδιαίτερο κίνδυνο. Το ισχύον πρωτόκολλο ασφαλείας που χρησιμοποιείται σε δίκτυα 3G είναι το KASUMI, το οποίο είναι ένα A5 / 3 μπλοκ κρυπτογράφησης. Τέλος, έχουν προταθεί εναλλακτικές προτάσεις για πιο ασφαλή σχέδια κυψελοειδούς κωδικοποίησης δεδομένων για το δίκτυο GSM, όπως είναι ο αλγόριθμος Rijndael, ο οποίος είναι παρόμοιος με το AES (Soyjaudah κ.ά, 2004).

3.5.3.1.2 Ανίχνευση

Οι εγκαταστάσεις φόρτισης πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν την απόπειρα ενός εισβολέα να αποκτήσει μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στο δίκτυο επικοινωνιών, προκειμένου να αποφεύγονται τέτοιες μη εξουσιοδοτημένες συναλλαγές. Σε γενικές γραμμές, η ανίχνευση εισβολών για τις επικοινωνίες «έξυπνου» δικτύου εμπίπτει κυρίως στον τομέα της ασφάλειας SCADA στον κυβερνοχώρο και των συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας και έχει μελετηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία (Carcano κ.ά, 2011) (Macia- Perez κ.ά, 2011).

3.5.3.1.3 Προστασία της ιδιωτικής ζωής των πελατών

Στα σενάρια φόρτισης PHEV, τα οχήματα συνήθως συνεισφέρουν δεδομένα, όπως η τοποθεσία, η ταυτότητα, τα πρότυπα χρήσης καθώς και τα στοιχεία πληρωμής. Ο σταθμός φόρτισης επομένως κατέχει και επεξεργάζεται αυτά τα δεδομένα. Ως εκ τούτου, το κύριο μέλημα της προστασίας της ιδιωτικής ζωής είναι ο χειρισμός των προσωπικών πληροφοριών των χρηστών (McDaniel κ.ά, 2009). Για παράδειγμα, η φόρτιση EV αποκαλύπτει την τοποθεσία του PHEV και την απόσταση που διανύθηκε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΩΝ

4.1 Παγκόσμια αγορά έξυπνης διαχείρισης αποβλήτων

4.1.1 Τάσεις, κατανομή και ανάπτυξη

Η Future Market Insights ανήγγειλε την έκδοση «Smart Waste Management Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2015-2025». Το ζήτημα των στερεών αποβλήτων αποτελεί κύρια απειλή στην κοινωνία και στο περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα μπορεί να καταστεί χρήσιμη όσον αφορά τους ανανεώσιμους πόρους. Η συνολική παραγόμενη ποσότητα από το 2014 που ήταν 1,5 δις. τόνοι εκτιμάται ότι θα αυξηθεί έως στα 2,3 δις. τόνους μέχρι το τέλος του 2025. Η έξυπνη διαχείριση αποβλήτων είναι η πλέον κατάλληλη να συμβάλλει στη μείωση του συνολικού κόστους συλλογής - μεταφοράς των αποβλήτων μέχρι και στο 50 %.

Με τον όρο έξυπνη διαχείριση αποβλήτων υποδηλώνεται η διαχείριση στερεών αποβλήτων που παράγονται από τα αστικά κτίρια, οικίες, οδούς, εμπορικά κτίρια, δημόσιους χώρους, νοσοκομεία και άλλα ιδρύματα. Η Έξυπνη Διαχείριση αποβλήτων χρησιμοποιεί έξυπνες τεχνολογίες όπως ο εντοπισμός με ραδιοσυχνότητες (RFID) disposal tags, πνευματικά συστήματα συλλογής - μεταφοράς, κάδους με εγκατεστημένους αισθητήρες που παρέχουν σε πραγματικό χρόνο μέτρηση πλήρωσης με στερεά απόβλητα. Ουσιαστικά μειώνει τα καύσιμα και το κόστος της παρεχόμενης υπηρεσίας. Μια πιο κατάλληλη και αποτελεσματική έξυπνη διαχείριση αποβλήτων μπορεί να επιλύσει διάφορα προβλήματα αναφορικά με τη ρύπανση του περιβάλλοντος, τις κλιματικές αλλαγές και τη δημόσια υγεία. Παράλληλα είναι ένας ακόμα παράγοντας που συμβάλλει στη δημιουργία περισσότερο βιώσιμων πόλεων.

4.1.2 Οδηγοί και περιορισμοί.

Πάνω από το 90% του όγκου των αποβλήτων αναμένεται να παραχθεί από την Ασία και την Αφρική και πιο συγκεκριμένα στις νέες αναπτυσσόμενες οικονομίες όπως η Κίνα και η Ινδία. Ο αυξανόμενος όγκος των ηλεκτρονικών αποβλήτων αποτελεί ένα σοβαρό ζήτημα σε παγκόσμιο επίπεδο. Ζήτημα που κατευθύνει την παγκόσμια αγορά έξυπνης διαχείρισης των αποβλήτων κατά τη διάρκεια της περιόδου πρόβλεψης. Η ταχεία πρόοδος στην τεχνολογία σε συνδυασμό με την αύξηση της αγοραστικής δύναμης των καταναλωτών έχουν διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην παραγωγή των ηλεκτρονικών αποβλήτων. Οι καταναλωτές τείνουν να αντικαταστούν τα παλαιότερα ή ελλειμματικά προϊόντα με την τελευταία έκδοση που διατίθεται στην αγορά. Συμπεριφορά που οδηγεί σε δραματική αύξηση των ηλεκτρονικών αποβλήτων παγκοσμίως.

Οι αποτελεσματικές και προηγμένες τεχνολογίες έξυπνης διαχείρισης των αποβλήτων, όπως η αεριοποίηση και η RFID κερδίζουν έδαφος στις ανεπτυγμένες οικονομίες της Βορείου Αμερικής και της

Δυτικής Ευρώπης. Η ανάπτυξη προηγμένων υποδομών για τη στήριξη της αγοράς της έξυπνης διαχείρισης των αποβλήτων κοστίζει πολύ ακριβά γεγονός που την καθιστά μεγάλη πρόκληση στις περισσότερες από τις αναπτυσσόμενες χώρες ανά τον κόσμο. Άλλοι παράγοντες που επίσης πυροδοτούν την παγκόσμια αγορά έξυπνης διαχείρισης αποβλήτων κατά τη διάρκεια της περιόδου πρόβλεψης είναι η αύξηση των ποσοστών αστικοποίησης σε συνδυασμό με την αύξηση των εισοδημάτων την οποία επιφέρει.

4.2 World bank

Η ταχύτητα παραγωγής αποβλήτων αυξάνει και εκτιμάται ότι θα προσεγγίσει την ποσότητα των 11 εκατ. τόνων αποβλήτων την ημέρα μέχρι το 2100 (Hooimweg, κ.ά, 2013). Μέχρι την ημερομηνία αυτή υπολογίζεται ότι ο αυξανόμενος παγκοσμίως πληθυσμός θα παράγει τριπλάσια ποσότητα αποβλήτων σε σχέση με αυτά που παράγει σήμερα. Οι ποσότητες αποβλήτων που παράγονται στις πόλεις υπολογίζεται ότι καλύπτουν μία γραμμή από απορριμματοφόρα μήκους περίπου 5.000 χλμ την ημέρα.

Η παραγωγή αποβλήτων δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακριβώς καθώς τότε θα παρουσιάζεται να αυξάνεται και τότε να μειώνεται. Η ανοδική ή καθοδική τάση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ο χρόνος, ο τόπος, η αύξηση του πληθυσμού και οι προσπάθειες που γίνονται με σκοπό τη μείωση των αποβλήτων. Βέβαια μέχρι να εφαρμοστούν οι πολιτικές που συμβάλλουν στη μείωση του όγκου των απορριμάτων, η πορεία προδιαγράφεται ανοδική, γεγονός που συνεπάγεται και την αύξηση του κόστους των κυβερνήσεων. Υπολογίζεται πως μέχρι το 2030 τα 2/3 του πληθυσμού παγκοσμίως θα κατοικεί σε πόλεις. Αυτό σημαίνει πως η ανάληψη πρωτοβουλιών και η λειτουργία προγραμμάτων που συμβάλλουν στην καλύτερη διαβίωση εντός των πόλεων, είναι απαραίτητες.

Μία λύση μπορεί να προκύψει από την εξεύρεση μίας έξυπνης προσέγγισης στην συλλογή αποβλήτων που αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μοναδιαίο κόστος στην ΔΣΑ (και προσεγγίζει το 61% του συνολικού κόστους διαχείρισης αστικών αποβλήτων στις Η.Π.Α). Εντωμεταξύ, το περιβαλλοντικό κόστος παραμένει ανεξερεύνητο. Για παράδειγμα τα απορριμματοφόρα που συλλέγουν τα απόβλητα χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το πετρέλαιο. Κινούνται όμως προς τις κατευθύνσεις των κάδων χωρίς να γνωρίζουν εκ των προτέρων αν είναι έτοιμοι για περισυλλογή. Όσο περισσότερο χρονικό διάστημα κινούνται στους δρόμους αποβάλλουν μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα και επικίνδυνες εκπομπές NOx. Όπως φαίνεται η συλλογή των αστικών αποβλήτων είναι ανεπαρκής. Από την άλλη, αν οι κάδοι δεν εκκενώνονται τον κατάλληλο χρόνο τότε υπερχειλίζουν και γύρω από τον κάδο συσσωρεύονται απορρίματα, πολλές φορές επικίνδυνα για τη δημόσια υγιεινή.

Στις σύγχρονες πόλεις, όπως για παράδειγμα η Βαρκελώνη, η διαχείριση των αποβλήτων αποτελεί σημαντικό μέρος των έξυπνων προγραμμάτων τους. Στις τάσεις αυτές οφείλεται η ανάπτυξη προγραμμάτων έξυπνων πόλεων, που στόχο έχουν να βελτιώσουν την κατάσταση στις αστικές

περιοχές, χρησιμοποιώντας τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες. Το λεγόμενο "The Internet of Things " (IoT) καθίσταται απαραίτητο ώστε να προκύψουν νέες ευκαιρίες για να δημιουργηθούν «εξυπνότερες» πόλεις.

4.3 RFID

Ο σύγχρονος ατομικός κάδος των απορριμμάτων διαθέτει τεχνολογία RFID. Με την τεχνολογία αυτή η χρέωση πραγματοποιείται με πραγματικό βάρος. Έχει καταστεί προσφιλής στην Ευρώπη και αποτελεί μία μέθοδο που χρησιμοποιείται λιγότερο σε άλλες περιοχές του πλανήτη συμπεριλαμβανομένων των ΗΠΑ. Η προτίμηση της τεχνολογίας RFID στην Ευρώπη οφείλεται στα εξής:

Περιορισμένοι χώροι για ταφή ή την απαγόρευση χρήσης τους.

Υψηλά τέλη για την διάθεση των αποβλήτων.

Ικανότητα να υπολογισμού της χρέωσης των αποβλήτων ανά χρήστη για όσα απόβλητα παράγονται (με το σύστημα πληρώνω όσο απορρίπτω).

Σημαντική εξοικονόμηση αποβλήτων που δεν διατίθενται.

Συνολική εξοικονόμηση χρέωσης αποβλήτων.

Το σύστημα πληρώνω όσο πετάω με λύσεις της τεχνολογίας RFID είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος στην Ευρώπη, ιδιαίτερα στις μεγάλες πόλεις όπου τα διαμερίσματα και οι κατοικίες βρίσκονται δίπλα η μία στην άλλη. Οι κάδοι σε αυτό το περιβάλλον είναι δύσκολο να εντοπισθούν και να τους εκχωρηθεί μία συγκεκριμένη διεύθυνση. Χώρες όπως η Φιλανδία , Νορβηγία, Τσεχία, Δανία , Ιταλία , Γαλλία και Ισπανία και πόλεις όπως το Παρίσι, Βαρκελώνη, Βενετία, και Ρώμη ,είναι μερικές που έχουν εφαρμόσει λύσεις ΔΣΑ μέσα στις πόλεις τους.

4.3.1 Κόστος

Η τιμολόγηση του λογισμικού σαν παροχή υπηρεσίας βασίζεται σε μηνιαία χρέωση ανά όχημα και κυμαίνεται από 15 € μέχρι 50 € από την ποσότητα των δεδομένων που θα χειρισθεί, τα modules και τις χώρες / περιοχές. Ο εξοπλισμός του οχήματος αρχίζει με ένα μέσο όρο γύρω στα 500 € όταν υπάρχει μόνο GPS/GPRS και φτάνει μέχρι και τα 7.500€ όταν υπάρχει ένα πλήρες σύστημα με GPS/GPRS, υπολογιστή onboard και εντοπισμό κάδου με RFID. Οι τιμές αυτές βέβαια ποικίλουν ανάλογα τα συστήματα, τις χώρες/περιοχές και τον προμηθευτή.

Οι αναμεταδότες (transponders) που εγκαθίστανται μέσα στους κάδους συνήθως κοστίζουν 3 € - 4 €. Η τιμή επίσης ποικίλει εξαρτώμενη από την εφαρμογή, τον προμηθευτή και την χώρα/περιοχή.

Προσθέτοντας ζύγιση επί του οχήματος και / ή αισθητήρες επιπέδου πλήρωσης, το κόστος αυξάνει σημαντικά.

Συνιστάται επίσης η σύμβαση για την επέκταση του χρόνου εγγύησης για παρελκόμενα, υπηρεσία επισκευής και ταχύ χρόνο αντίδρασης (24 - 48 ώρες). Το κόστος αυτού του τύπου της συντήρησης δύναται να προσθέσει ένα 10 % της επένδυσης του εξοπλισμού ανά έτος. Τα συστήματα βελτιστοποίησης των διαδρομών παρουσιάζονται να είναι οικονομικά αποδεκτά συγκρινόμενα με το πλήρες κόστος της υπηρεσίας συλλογής (Α/Φ , Κάδοι, ανθρώπινοι πόροι). Κατά μέσο όρο είναι πολύ λιγότερο από το 1% του συνολικού κόστους που συνεπάγεται εξοικονόμηση κόστους και λοιπών ωφελειών.

4.4 Αισθητήρες

Οι αισθητήρες υπερήχων παρέχουν, από οικονομικής απόψεως, μια αποδοτική μέθοδο ανίχνευσης με ιδιότητες που δεν παρατηρούνται σε άλλες τεχνολογίες. Με τη χρήση μιας ευρείας ποικιλίας μετατροπέων υπερήχων και διάφορα φάσματα συχνοτήτων, ένας αισθητήρας υπερήχων μπορεί να σχεδιαστεί για να λύσει διάφορα προβλήματα εφαρμογών που είναι απαγορευτικά στο κόστος ή απλά δεν μπορούν να λυθούν από άλλους αισθητήρες. Οι αισθητήρες υπερήχων εκπέμπουν συνεχώς ηχητικούς παλμούς υψηλής συχνότητας προς την επιφάνεια του στόχου και ανακλώνται πίσω στον αισθητήρα. Τα ηλεκτρονικά του αισθητήρα μετρούν το χρόνο λήψης του σήματος και τον μετατρέπουν σε μονάδα μήκους.



Εικόνα 13: Αισθητήρας υπερήχων.

Δεδομένου ότι η ταχύτητα του ήχου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του αέρα, οι αισθητήρες υπερήχων περιλαμβάνουν έναν ενσωματωμένο αισθητήρα θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις στάθμης/απόστασης αντισταθμίζονται αυτόματα σε όλη την κλίμακα λειτουργίας του αισθητήρα. Κλασικές εφαρμογές περιλαμβάνουν την ανίχνευση προσέγγισης, την παρουσία ή την απουσία αντικειμένου, την ανίχνευση εμποδίων σε αυτοματοποιημένα οχήματα, την μέτρηση απόστασης, μέτρηση στάθμης, κ.ά.

Έξυπνοι κάδοι αποβλήτων:

Το επίπεδο πλήρωσης των κάδων πραγματοποιείται με αισθητήρες υπερήχων, GPS, θερμοκρασία και αισθητήρα κλίσης του κάδου.

Έξυπνοι κάδοι αποβλήτων και ανακύκλωσης. Εξοικονομούν χώρο αποθήκευσης μειώνοντας το κόστος συλλογής μέχρι και 50 %.

Οποιαδήποτε στιγμή είναι γνωστός ο βαθμός πλήρωσης του κάδου

Ενημερώνονται οι οδηγοί των απορριμματοφόρων σε tablets ή κινητά για τις πιο αποτελεσματικές διαδρομές συλλογής

Ελαχιστοποιούνται τα παράπονα των πολιτών σχετικά με την υπερπλήρωση των κάδων.

Εκτιμάται ότι το μήκος των διαδρομών συλλογής δύναται να μειωθεί μέχρι το 30 %.

Συνοπτικά:

Η έξυπνη τεχνολογία με υπερήχους συνδυάζεται με τεχνολογίες επικοινωνίας GSM

Συχνές αναφορές από μετρήσεις βαθμού πληρώσεως του κάδου και στοιχεία αισθητήρων μέσω δικτύου κινητής επικοινωνίας.

Ισχυρός αισθητήρας υπερήχων εντοπίζει το επίπεδο πλήρωσης του κάδου ανεξάρτητα του είδους των αποβλήτων.

Το επίπεδο πλήρωσης των κάδων αποτελεί την βάση για τις βελτιστοποιήσεις των διαδρομών συλλογής αποβλήτων.

Μειώνονται οι εκπομπές αερίων και τα επίπεδα θορύβου και ενέργειας.

Με τις αναφορές από τους αισθητήρες συγκεντρώνονται πληροφορίες που βοηθούν και τις benchmark στην δημιουργία KPI (βασικών δεικτών επίδοσης) για την περαιτέρω στρατηγική της εταιρείας/φορέα.

Ο αισθητήρας λειτουργεί ασύρματα με μπαταρία μεγάλης διάρκειας ζωής (π.χ 10 έτη)

Ζυγίζει λιγότερο από 0,25 γρ και εγκαθίσταται σε κάθε κάδο.

Φέρει εσωτερική κεραία και κάρτα sim που στέλνει αναφορές μέσω κινητών δικτύων

Η συντήρηση έχει μηδενικό κόστος με την το αντιδιαβρωτικό προστατευτικό κέλυφος που φέρει.

Δύναται να κάνει μετρήσεις μέχρι βάθος 7,5 μέτρα.

Το σύστημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για τη συλλογή ανακυκλώσιμων και κομποστοποιημένων. Η μονάδα αισθητήρων περιλαμβάνει κίνηση, θερμοκρασία και αισθητήρες με υπερήχους.

Το σύστημα έχει δοκιμασθεί σε 140 είδη κάδων και σε περισσότερα από 30 είδη αποβλήτων συμπεριλαμβανομένων χαρτιού, πλαστικού, κόμποστ, χρησιμοποιημένων λαδιών, και μετάλλων.

Το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια της αποδόμησης στους κάδους του κόμποστ.

Το σύστημα στέλνει μηνύματα όταν υπάρχουν στοιχεία διακύμανσης της θερμοκρασίας.

Το περιεχόμενο των κάδων μπορεί να ασφαλιστεί καθώς όταν πρόκειται για εταιρείες ανακύκλωσης, το περιεχόμενο του κάδου μεταφράζεται σε κέρδος. Για τον λόγο αυτόν μπορεί να τοποθετηθεί μία αυτόματη λειτουργία ενημέρωσης. Με τον τρόπο αυτόν οι άμεσα ενδιαφερόμενοι για το περιεχόμενο του κάδου είναι σε θέση να λαμβάνουν άμεσα πληροφορίες σχετικά με το φορτίο και την πιθανή κίνηση του, ώστε να αποφεύγονται τυχόν κλοπές.

Ο αισθητήρας υπερήχων σκανάρει το περιεχόμενο για ελέγξει την πλήρωση των κάδων κάθε μία ώρα. Ενώ η κίνηση και η θερμοκρασία των αισθητήρων λειτουργεί συνεχώς. Η μπαταρία διαρκεί 10 έτη και μπορεί να επεκταθεί αν ο αισθητήρας υπερήχων ρυθμίζεται έτσι ώστε να μειώνει τη διαδικασία αυτή όταν τοποθετείται σε σπανίως χρησιμοποιούμενους κάδους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 Μικροδίκτυα

5.2 Εισαγωγή

Έναν από τους μεγάλους στόχους του έξυπνου δικτύου αποτελεί η μαζική εισαγωγή καταναμημένων και ως επί το πλείστον ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχοντας ως σκοπό την μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, οι οποίοι εξακολουθούν να χρησιμοποιούν συμβατικά ορυκτά καύσιμα. Ένας αρκετά μεγάλος αριθμός χωρών έχει αναπτύξει την κατάλληλη νομοθεσία και τα απαραίτητα οικονομικά κίνητρα και διευκολύνσεις ώστε να ενθαρρύνει την απόκτηση και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από όλο το εύρος παραγωγών, από μεγάλους μέχρι μικρούς και οικιακούς φορείς (Borlase, 2013). Ταυτόχρονα, σε όλο τον κόσμο γίνονται προσπάθειες να επιτευχθούν στόχοι που αφορούν το ποσοστό ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών (International Renewable Energy Agency, 2015) όπως για παράδειγμα η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης που ορίζει, μέσω συνεργασίας των κρατών της, να παράγεται το 20% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020 (Council of the European Union European Parliament, 2009).

Βέβαια, όπως είναι λογικό, η ενσωμάτωση των πηγών αυτών στο υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο μπορεί να παρουσιάσει αρκετές δυσκολίες και τεχνικούς περιορισμούς. Προβλήματα τα οποία οφείλονται στη φύση των πηγών αλλά και στη μορφή του ηλεκτρικού δικτύου. Πιο συγκεκριμένα του δικτύου διανομής, το οποίο έχει κατασκευαστεί με ακτινική, ιεραρχική διάταξη, για ροή της ενέργειας από τους μεγάλους σταθμούς παραγωγής προς τους τελικούς καταναλωτές. Επίσης ένα ακόμη πρόβλημα είναι η καταπόνηση του δικτύου μεταφοράς καθώς δεν είναι κατασκευασμένο για αμφίδρομη ροή ενέργειας.

Για να γίνουν αυτά τα ζητήματα περισσότερο διαχειρίσιμα και να διευκολυνθεί η μετάβαση αυτή σε καταναμημένη παραγωγή και η επερχόμενη αλλαγή στη μορφή του δικτύου διανομής, είναι απαραίτητο να αναπαρασταθούν αυτές οι πηγές ως ένα σύστημα, και όχι καθεμία ξεχωριστά, καθώς παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγάλες διαφορές στη μορφή και τη λειτουργία. Αυτή η συστημική προσέγγιση θα συμβάλλει στον αποτελεσματικό σχεδιασμό, την υλοποίηση και τη διαχείριση του νέου ηλεκτρικού δικτύου (Driesen, κ.ά., 2008) (Jayaweera, 2016).

Μια αποτελεσματική μέθοδος αναπαράστασης των παραπάνω μεταβλητών ως σύστημα είναι τα μικροδίκτυα. Η έννοια του μικροδικτύου δεν είναι καινούργια, και υπάρχουν διάφορες μορφές μικροδικτύων που λειτουργούν σε όλο τον κόσμο, όπως για παράδειγμα το πρωτότυπο μικροδίκτυο σε εργαστήριο στο Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο που λειτουργεί ήδη από το 2004 (Georgakis, 2004). Ωστόσο, ο ρόλος του στο έξυπνο δίκτυο αναμένεται να είναι αναβαθμισμένος και ζωτικής σημασίας.

5.3 Ορισμός μικροδικτύου

Το μικροδίκτυο είναι ένα μικρής κλίμακας ηλεκτρικό δίκτυο. Το μικροδίκτυο αποτελείται από διάφορες καταναμημένες πηγές ενέργειας, στοιχεία αποθήκευσης ενέργειας και φορτία. Συνδέεται με το δίκτυο στο επίπεδο μέσης ή χαμηλής τάσης (δίκτυο διανομής) μέσω ενός σημείου κοινής σύζευξης. Τα διάφορα στοιχεία συνδέονται στο μικροδίκτυο μέσω ηλεκτρονικών ισχύος για να καλυφθούν διάφορες τεχνικές ανάγκες.

Ορισμένα σημεία που χαρακτηρίζουν το μικροδίκτυο είναι τα εξής :

Μπορεί να παρέχει συνεχή και επαρκή ενέργεια για ένα σημαντικό κομμάτι της εσωτερικής του ζήτησης.

Εμπεριέχει στοιχεία ελέγχου των φορτίων και των πηγών.

Μπορεί να αποκοπεί και να επανασυνδεθεί στο κύριο δίκτυο με ελάχιστη διακοπή υπηρεσιών.

Εμπεριέχει στοιχεία αποθήκευσης ενέργειας.

Είναι σημαντικό να διαχωριστεί η έννοια του μικροδικτύου από εγκαταστάσεις που μπορεί να έχουν μια ή περισσότερες γεννήτριες ντίζελ, οι οποίες χρησιμεύουν για να παρέχουν εφεδρική ενέργεια όταν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα στο δίκτυο. Αυτές οι γεννήτριες γενικά έχουν υψηλό κόστος καθώς λειτουργούν μόνο σε περιπτώσεις που υπάρχει διακοπή του κεντρικού δικτύου, άρα χρησιμοποιούνται ανεπαρκώς. Επίσης, λόγω του υψηλού κόστους χρήσης τους, αυτές οι καταναμημένες πηγές υποστηρίζουν μόνο κάποια κρίσιμα φορτία, οπότε δεν παρέχουν πλήρη κάλυψη των αναγκών του δικτύου τους. Η βασική διαφορά των δυο εννοιών όπως φαίνεται είναι η έλλειψη δομών ελέγχου και συντονισμού.

Γενικότερα, ο έλεγχος ενός μικροδικτύου είναι ένα από τους πιο σημαντικούς τομείς έρευνας στην περιοχή των μικροδικτύων, ώστε να εξασφαλιστεί ότι παράμετροι όπως η τάση και η συχνότητα είναι μέσα στα επιτρεπτά επίπεδα (Mah, 2014). Για αυτό το σκοπό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι ελέγχου (κεντρικός έλεγχος, καταναμημένος βασισμένος σε πράκτορες) (Borlase, 2013), οι οποίες παρουσιάζουν διαφορετικά πλεονεκτήματα, προκλήσεις στην υλοποίηση και εστιάζουν σε διαφορετικές ανάγκες και στόχους του μικροδικτύου, οι οποίοι εξαρτώνται από τη μορφή και τα διαφορετικά συμφέροντα των εμπλεκόμενων στο εκάστοτε μικροδίκτυο φορέων.

5.3.1 Πλεονεκτήματα μικροδικτύου

Τα μικροδίκτυα έχουν να προσφέρουν πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα, τόσο από τη μεριά του δικτύου όσο και από τη μεριά των τελικών καταναλωτών. Παρακάτω φαίνονται κάποια από τα πλεονεκτήματα αυτά, που ταυτόχρονα αποτελούν κίνητρα, ώστε να καταστεί πιο εκτεταμένη η υιοθέτηση και η χρήση των μικροδικτύων στα επόμενα χρόνια:

Αξιοπιστία και ποιότητα ενέργειας: Ανέκαθεν η σταθερή και ποιοτική παροχή ενέργειας ήταν μια από τις βασικές απαιτήσεις για το ηλεκτρικό δίκτυο. Παρ' όλα αυτά στη σημερινή εποχή της ψηφιακής οικονομίας αυτή η ανάγκη έχει γίνει ζωτική, και ακόμα και μια σύντομη διακοπή στην παροχή ηλεκτρισμού μπορεί να επιφέρει τεράστια κόστη στους καταναλωτές και κατ'επέκταση στην οικονομία ενός κράτους (Hamachi, κ.ά., 2004). Το μικροδίκτυο, εκμεταλλευόμενο τοπικές πηγές παραγωγής αλλά και αποθήκευσης ενέργειας, και ρυθμίζοντας τα τοπικά φορτία, μπορεί να αντικαταστήσει τις παραδοσιακές, μη αποδοτικές λύσεις εφεδρικής ενέργειας που αναφέρθηκαν παραπάνω και να προσφέρει την απαιτούμενη συνεχόμενη και απαραίτητης ποιότητας ενέργεια.

Οικονομική πρόσβαση σε ηλεκτρισμό: Σε πολλές αγροτικές περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών, η μικρή πληθυσμιακή πυκνότητα και το υψηλό κόστος εγκατάστασης γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης και δικτύων διανομής έχουν ως αποτέλεσμα ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού να μην έχει πρόσβαση στο ηλεκτρικό δίκτυο. Κάποιοι επιπλέον παράγοντες που συμβάλλουν σε αυτό είναι νομικά ζητήματα, περιβαλλοντικά και η δυσκολία πραγματοποίησης των απαιτούμενων έργων. Η εγκατάσταση ενός μικροδικτύου σε αυτές τις περιοχές μπορεί να αντικαταστήσει, ή να καθυστερήσει την ανάγκη νέων υποδομών όπως γραμμές μεταφοράς και ταυτόχρονα να αποτελεί μια οικονομική εναλλακτική λύση για διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια, με τα θετικά αποτελέσματα που αυτό συνεπάγεται για την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη.

Μείωση απωλειών: Με την εγκατάσταση των μονάδων παραγωγής κοντά στα φορτία που καταναλώνουν την ενέργεια, επιτυγχάνεται μεγάλη μείωση των απωλειών ενέργειας στις γραμμές μεταφοράς και διανομής, και επομένως μεγαλύτερη απόδοση.

Ενημέρωση και συμμετοχή των καταναλωτών: Οι στόχοι και τα οφέλη του έξυπνου δικτύου μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανή στους τελικούς καταναλωτές, κάνοντας δύσκολη την αποδοχή των αλλαγών που πρέπει να πραγματοποιηθούν, τόσο στις εγκαταστάσεις όσο και στις συνήθειές τους. Ωστόσο, με την εγκατάσταση ενός μικροδικτύου, το οποίο είναι γεωγραφικά περιορισμένο και πολύ κοντινό σε έναν καταναλωτή, τα πλεονεκτήματα και τα επιτεύγματά του, τα οποία συμβαδίζουν γενικά με αυτά του έξυπνου δικτύου, γίνονται άμεσα προφανή και απτά. Επιπλέον, με τεχνολογίες όπως η συμπαράγωγη

ηλεκτρισμού και θερμότητας, η τοπική παραγωγή ενέργειας γίνεται πολύ ελκυστική για πολλούς καταναλωτές.

Διευκόλυνση ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών και περιβαλλοντικά κίνητρα: Τα μικροδίκτυα μπορούν να αποτελέσουν έναν σημαντικό αρωγό στην προσπάθεια της μαζικής ενσωμάτωσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, φροντίζοντας τοπικά για τεχνικά ζητήματα όπως ρύθμιση συχνότητας και τάσης, και κάνοντας πολύ απλή τη σύνδεση και λειτουργία τέτοιων πηγών από ιδιώτες, οι οποίοι εκμεταλλεύονται πιθανά κίνητρα από τις κυβερνήσεις, έχουν έναν εύκολο τρόπο να συμμετάσχουν στην παραγωγή ενέργειας, με πιθανά οικονομικά οφέλη.

Ασφάλεια στην παροχή ενέργειας: Σε περιπτώσεις σφάλματος, φυσικής καταστροφής ή άλλου είδους διακοπής στο κεντρικό δίκτυο, το μικροδίκτυο μπορεί να απομονωθεί και να συνεχίσει να παρέχει ενέργεια στα τοπικά του φορτία εκμεταλλεύοντας τις πηγές που διαθέτει, αποφεύγοντας τις επιπτώσεις της βλάβης. Όταν το σφάλμα αποκατασταθεί, μπορεί να συνδεθεί και πάλι στο κύριοδίκτυο. Αυτή η ασφάλεια είναι πολύ σημαντική για εγκαταστάσεις με κρίσιμα φορτία, όπως νοσοκομεία.

5.3.2 Τρόπος λειτουργίας μικροδικτύου.

Λόγω του σημείου κοινής ζεύξης με το κύριο δίκτυο, ένα μικροδίκτυο μπορεί να λειτουργήσει με δυο τρόπους : συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο, και αυτόνομα. Ανάλογα με τις ανάγκες και τις συνθήκες που επικρατούν, κάθε τρόπος λειτουργίας αντιμετωπίζει διαφορετικά ζητήματα και προσφέρει διαφορετικές υπηρεσίες και πλεονεκτήματα.

5.3.2.1 Συνδεδεμένο με το δίκτυο

Σε αυτή τη λειτουργία, η οποία είναι η συνηθισμένη για την πλειοψηφία των μικροδικτύων, το μικροδίκτυο είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό δίκτυο, οπότε οι όποιες ανάγκες του για ενέργεια είναι υπό φυσιολογικές συνθήκες εξασφαλισμένες. Ο κύριος στόχος του λοιπόν είναι η αποδοτικότερη διαχείριση της ενέργειας και η ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας του. Χρησιμοποιώντας είτε κεντρικό, είτε καταναμημένο έλεγχο στο εσωτερικό του, το μικροδίκτυο συλλέγει στοιχεία από τις πηγές και τα φορτία και ελέγχει τη ροή ενέργειας με το κεντρικό δίκτυο βασισμένο στην πιο συμφέρουσα οικονομική επιλογή.

Για παράδειγμα, αν υπάρχει περίσσεια παραγωγή ενέργειας και ευνοϊκές τιμές στην αγορά ηλεκτρισμού, τότε το μικροδίκτυο θα προτιμήσει να εξάγει ενέργεια. Από την πλευρά του δικτύου, λόγω του σημείου κοινής ζεύξης, το μικροδίκτυο μπορεί να θεωρηθεί ως μια ελεγχόμενη οντότητα, είτε ως φορτίο όταν εισάγει ενέργεια, είτε ως σταθμός παραγωγής όταν εξάγει ενέργεια. Αυτό μειώνει την πολυπλοκότητα του ελέγχου που πρέπει να εφαρμοστεί, σε αντίθεση με το σενάριο όπου κάθε κατανεμημένη πηγή και φορτίο έπρεπε να ελέγχεται ξεχωριστά για τη ροή ενέργειάς της. Αυτή η θεώρηση είναι συμφέρουσα και για τους καταναλωτές μέσα στο μικροδίκτυο, καθώς οι μονάδες τους, οι οποίες δεν θα ικανοποιούσαν τις απαιτήσεις των αγορών ηλεκτρισμού ξεχωριστά, λόγω περιορισμένου μεγέθους παραγωγής ενέργειας, μπορούν να συνδυαστούν για να ανταγωνιστούν μεγάλα εργοστάσια παραγωγής. Αυτός ο συνδυασμός εξαλείφει και ένα ποσοστό από τις διαταραχές στις εκάστοτε πηγές παραγωγής και ομογενοποιεί την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας.

Τέλος, το μικροδίκτυο μπορεί να παρέχει βοηθητικές υπηρεσίες στο κύριο δίκτυο, όπως για παράδειγμα ρύθμιση της τάσης με αντιστάθμιση της αέργου ισχύος ή βοήθεια στην εκκίνηση μεγάλων σταθμών παραγωγής σε περιπτώσεις ανάγκης.

5.3.2.2 Αυτόνομη λειτουργία

Στη λειτουργία αυτή, το μικροδίκτυο λειτουργεί αυτόνομα, και επομένως οι ελεγκτές είτε των πηγών ενέργειας είτε των φορτίων του μικροδικτύου πρέπει να συντονιστούν ώστε να καλυφθεί όσο μεγαλύτερο ποσοστό της εσωτερικής ζήτησης του δικτύου είναι δυνατό. Ο συνήθης λόγος που ένα μικροδίκτυο μπαίνει σε απομονωμένη λειτουργία είναι συνήθως σφάλματα ή διακοπές του κεντρικού δικτύου, οφειλόμενες είτε σε τεχνικούς λόγους ή σε φυσικές καταστροφές (Katiraei, κ.ά., 2005), οι οποίες θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο κρίσιμα φορτία, όπως νοσοκομεία ή κέντρα δεδομένων, μέσα στο μικροδίκτυο.

Με την αποσύνδεση από το κεντρικό δίκτυο κατά τη διάρκεια βλαβών, αποφεύγονται τα υψηλά κόστη από διακοπές ρεύματος και εξασφαλίζεται η συνεχής τροφοδοσία με ποιοτική ενέργεια. Πέρα από έκτατα συμβάντα, η απομονωμένη λειτουργία μπορεί να εφαρμοστεί όταν η τροφοδοσία έχει προβλήματα ακόμα και υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, εξαιτίας παραγόντων όπως η μακρινή απόσταση από το κεντρικό δίκτυο, για παράδειγμα σε χώρες με μεγάλη έκταση, όπως ο Καναδάς.

Τέλος, μια ακόμα περίπτωση απομόνωσης του μικροδικτύου είναι κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων εργασιών συντήρησης. Λόγω των δυο τρόπων λειτουργίας, υπάρχουν και δυο περιπτώσεις μετάβασης, από λειτουργία διασύνδεσης με το δίκτυο σε απομονωμένη λειτουργία, και το

αντίστροφο. Στην πρώτη περίπτωση, που το μικροδίκτυο λειτουργεί σαν κομμάτι του κυρίως δικτύου, υπάρχει περίπτωση να υπάρχει εξερχόμενη ροή ενέργειας από αυτό, λόγω των κατανεμημένων πηγών παραγωγής. Ο ελεγκτής του μικροδικτύου είναι απαραίτητο να ανταλλάξει πληροφορίες με το διαχειριστή του συστήματος σχετικά με μεταβλητές όπως είναι τάση και η κατάσταση των ρελέ προστασίας ώστε η μετάβαση σε απομονωμένη λειτουργία να προγραμματιστεί και να γίνει με ασφαλή και επιτυχή τρόπο, με καθόλου ή ελάχιστη διακοπή υπηρεσιών εντός του μικροδικτύου. Αντίστοιχα, όταν το μικροδίκτυο θέλει να συνδεθεί στο κυρίως δίκτυο, οι μεταβλητές στο σημείο κοινής σύζευξης όπως η συχνότητα, τα επίπεδα και οι γωνίες των τάσεων πρέπει να είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια και να γίνει συγχρονισμός για μια επιτυχή σύνδεση (Mah, 2014).

Τα μικροδίκτυα λοιπόν λειτουργούν ως αναβαθμισμένα και εξελιγμένα συστήματα εφεδρικής ενέργειας, με δυνατότητες ελέγχου και συντονισμού των στοιχείων που εμπεριέχουν, αλλά ταυτόχρονα καλύπτουν τις ανάγκες των καταναλωτών σαν ένα ολοκληρωμένο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας όταν χρειαστεί.

5.3.3 Τομείς εφαρμογής

Βασισμένοι σε αυτά που αναφέραμε παραπάνω, ακολουθούν τρεις μεγάλες περιοχές εφαρμογής των μικροδικτύων (ABB Inc, 2012):

Πανεπιστημιούπολεις/ Εγκαταστάσεις ιδρυμάτων Τα μικροδίκτυα σε αυτές τις εγκαταστάσεις συνήθως εκμεταλλεύονται τη συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Η αξιοπιστία της ενέργειας έχει δυνητικά μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα αν σε αυτές τις περιοχές συμπεριλαμβάνονται κρίσιμα φορτία, όπως υπολογιστικά κέντρα, κέντρα δεδομένων, και νοσοκομεία, ή αν είναι απομακρυσμένες από το κεντρικό δίκτυο με αποτέλεσμα προβλήματα και διαταραχές στην παροχή ενέργειας. Είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι στη σημερινή κοινωνία που ένα συντριπτικό ποσοστό των δραστηριοτήτων μας εξαρτάται στην αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, ο όρος "κρίσιμα φορτία" πλέον έχει ξεφύγει από τα στενά πλαίσια των νοσοκομείων και κέντρων τηλεπικοινωνιών, που εξέφραζε παλιότερα, και έχει επεκταθεί σε εγκαταστάσεις όπως αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής, φυλακές κ.α. , οι οποίες επίσης έχουν ζωτική ανάγκη αξιόπιστης παροχής ηλεκτρισμού. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η φυλακή Santa Rita στην Καλιφόρνια, η οποία χρησιμοποιώντας φωτοβολταϊκά, μπαταρίες και συστήματα ελέγχου μπορεί να καλύψει 100% των αναγκών της σε ηλεκτρισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας και να λειτουργήσει απομονωμένη για εκτεταμένα χρονικά διαστήματα (Microgrids Group, 2012).

Στρατιωτικές εγκαταστάσεις Οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις αποτελούν άλλο ένα είδος μικροδικτύου στο οποίο προκύπτουν πολλές εφαρμογές και ανάγκες για αυτόνομη, αξιόπιστη και συνεχή λειτουργία για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αν λάβουμε υπόψιν μας τις ιδιαίτερες ανάγκες και συνθήκες των εγκαταστάσεων αυτών, η λειτουργία του δικτύου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει ακόμα μεγαλύτερη βαρύτητα, καθώς συμβατικές πηγές ενέργειας όπως πετρέλαιο ίσως να μην είναι εφικτό να

μεταφερθούν εντός της εγκατάστασης. Επίσης, η κατανεμημένη φύση αυτών των πηγών, στο πλαίσιο του μικροδικτύου, μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ασφάλεια και αποτελεσματικότητα των στρατιωτικών δυνάμεων. Ως απόρροια αυτών, το Υπουργείο Άμυνας των Η.Π.Α. έχει θέσει ως στόχο να παράγει το 25% της ενέργειάς του από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι το 2025 (American Council on Renewable Energy, 2014).

Απομακρυσμένα αυτόνομα μικροδίκτυα Σε απομακρυσμένες, δυσπρόσιτες περιοχές, σε αγροτικές περιοχές αναπτυσσόμενων χωρών, ή σε νησιά, όπως στα νησιά του Αιγαίου, μπορεί να είναι δύσκολο ή οικονομικά ασύμφορο να γίνει σύνδεση με το κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Σε αυτή την περίπτωση, υπάρχει δυνατότητα παροχής ηλεκτρισμού με τη δημιουργία ενός τοπικού μικροδικτύου, το οποίο θα λειτουργεί μόνιμα σε απομονωμένη λειτουργία, και χρησιμοποιώντας είτε συμβατικές πηγές είτε ανανεώσιμη ενέργεια θα καλύπτει τις ανάγκες των καταναλωτών. Ειδικά σε αυτού του τύπου τα μικροδίκτυα οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πολύ σημαντικές, καθώς το κόστος των καυσίμων και της μεταφοράς τους για τους κινητήρες και η δυσκολία προσπέλασης των περιοχών καθιστούν την παροχή ενέργειας πολύ αντιοικονομική.

Ωστόσο, η επιλογή ενός μικροδικτύου είναι πιο οικονομική από την κατασκευή νέων, μεγάλων σταθμών παραγωγής ενέργειας ή/και την εγκατάσταση γραμμών μεταφοράς υψηλής τάσης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το νησί της Τήλου, το οποίο μέχρι σήμερα κάλυπτε τις ανάγκες ηλεκτρισμού του με υποβρύχια σύνδεση με το νησί της Κω, με ενέργεια παραγόμενη από πετρελαϊκό σταθμό. Στα πλαίσια του προγράμματος TILOS όμως, θα εγκατασταθεί ένα αυτόνομο μικροδίκτυο με στοιχεία παραγωγής ενέργειας προερχόμενα αποκλειστικά από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην ενεργειακή ανεξαρτησία του νησιού και αναβάθμιση της ποιότητας ηλεκτρικής ενέργειας (econews.gr, 2016).

5.3.4 Κατανεμημένη παραγωγή στο μικροδίκτυο

Έχουμε αναφέρει ότι το μικροδίκτυο ενσωματώνει μονάδες κατανεμημένης παραγωγής για να καλύπτει τις ανάγκες του και ταυτόχρονα να εξάγει ενέργεια στο κύριο δίκτυο όταν υπάρχει περίσσεια. Η ενσωμάτωση αυτών των μονάδων, κυρίως των ανανεώσιμων πηγών, επηρεάζει το δίκτυο με ποικίλους τρόπους. Μια λίστα των κύριων ζητημάτων φαίνεται παρα- κάτω (Enslin, 2009):

Απαιτείται νέα μελέτη εις βάθος και σχεδιασμός του συστήματος, και ανάλυση όσον αφορά τις μόνιμες και μεταβατικές καταστάσεις, τη θερμική και δυναμική καταπόνηση και τη μελέτη σφαλμάτων και προστασίας.

Αποκτά τεράστια σημασία η πρόβλεψη παραγωγής και φορτίου σε διάφορους ορίζοντες χρόνου, από μερικά λεπτά μέχρι μερικές ώρες, ώστε να συντονίζεται η παραγωγή με την κατανάλωση.

Είναι απαραίτητο για την σταθερότητα του δικτύου να υπάρχει δυναμική διαχείριση της αέργου ισχύος που να ανταποκρίνεται στη μεταβλητή φύση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Λόγω της φύσης αυτής, απαιτείται επίσης ανάπτυξη εφεδρικών πηγών εξισορρόπησης ενέργειας που να ακολουθούν τις απαιτήσεις του φορτίου, όπως γεννήτριες ντίζελ ή συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.

Η κατάλληλη επιλογή του εξοπλισμού όπως ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών και εξελιγμένοι ηλιακοί αναστροφείς έχουν πλεονεκτήματα όπως ανεξάρτητη ρύθμιση ενεργού και αέργου ισχύος, η οποία είναι βασική για παραγωγή μεγάλης κλίμακας από τέτοιου είδους πηγές.

Όπως βλέπουμε, κυρίως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν κάποια ζητήματα που επηρεάζουν την ποιότητα ενέργειας όπως πρόκληση διακυμάνσεων στην τάση λόγω της μεταβλητής τους φύσης και προβλήματα με της γεννήτριες, εισαγωγή αρμονικών ρευμάτων και τάσεων στο δίκτυο που προκαλούν προβλήματα και παραμορφώσεις στην τάση και παραγωγή αέργου ισχύος που πρέπει να αντιμετωπιστεί με κατάλληλες συσκευές και φίλτρα (ABB Inc, 2013). Στις επόμενες ενότητες θα δούμε κάποιες από τις πιο κοινές πηγές ενέργειας και κάποια από τα ιδιαίτερα ζητήματα που σχετίζονται με την καθεμία(Γιαννακόπουλος, κ.ά., 2011) (Βοβός, 2016) (Liserre, κ.ά., 2010) (Keyhani, 2011).

5.3.5 Προκλήσεις στην ανάπτυξη των μικροδικτύων

Παρόλα τα οφέλη που αναφέραμε παραπάνω, η ανάπτυξη των μικροδικτύων αντιμετωπίζει κάποιες προκλήσεις, οι οποίες φαίνονται παρακάτω(Chowdhury, κ.ά., 2009) (DelCarpio, κ.ά., 2010):

Υψηλά κόστη των κατανεμημένων πηγών παραγωγής

Τεχνικές δυσκολίες

Έλλειψη προτύπων

Διαχειριστικά και νομικά εμπόδια

Μονοπώλιο στις αγορές

Υψηλά κόστη των κατανεμημένων πηγών παραγωγής Ένα μειονέκτημα των μικροδικτύων είναι το αρχικό υψηλό κόστος εγκατάστασης. Αυτό μπορεί να μειωθεί με χρηματοδοτήσεις και κίνητρα από τις κυβερνήσεις ώστε να ενθαρρύνουν τις επενδύσεις, τουλάχιστον μέχρι να επιτευχθούν οι στόχοι που τίθενται για την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τεχνικές δυσκολίες Δυσκολίες που σχετίζονται με την ενσωμάτωση μεγάλου αριθμού πηγών μικροπαραγωγής όσον αφορά την επιλογή, το μέγεθος τους, την εγκατάσταση και τη μελέτη που απαιτείται για τον έλεγχο, τα σφάλματα και τη διαχείρισή τους, αλλά και η γενική μελέτη που απαιτείται για τις δομές επικοινωνίας και τη μορφή των μικροδικτύων και τη διατήρηση της συχνότητας και της τάσης στα επιθυμητά επίπεδα.

Έλλειψη προτύπων Είναι απαραίτητη η ανάπτυξη προτύπων και πρωτοκόλλων που να διευθετούν ζητήματα λειτουργίας, προστασιών, ενσωμάτωσης των διάφορων πηγών παραγωγής και της συμμετοχής τους στις αγορές, ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχής ανάπτυξη των μικροδικτύων.

Διαχειριστικά και νομικά εμπόδια Πέρα από τα τεχνικά ζητήματα, υπάρχει μια πληθώρα διαχειριστικών και νομικών ζητημάτων που πρέπει να αντιμετωπιστούν, όπως υπό ποια ιδιοκτησία και αρχή θα λειτουργεί το μικροδίκτυο, ποιος θα είναι υπεύθυνος για τη διαχείρισή του, τι είδους αλλαγές στις υποδομές του επιτρέπεται να πραγματοποιήσουν οι φορείς μέσα σε αυτό, ποιους καταναλωτές θα εξυπηρετεί κ.α.

Μονοπώλιο στις αγορές Σε περίπτωση που το μικροδίκτυο λειτουργεί σε απομονωμένη λειτουργία, υπάρχει ο κίνδυνος οι τιμές της ενέργειας να αυξηθούν πολύ, λόγω της ύπαρξης μονοπωλίου. Αυτή η περίπτωση πρέπει να αντιμετωπιστεί με την κατάλληλη δημιουργία και σχεδιασμό των κανόνων αγοράς του μικροδικτύου.

5.3.6 Το μικροδίκτυο στο πλαίσιο του έξυπνου δικτύου

Τα μικροδίκτυα αναμένεται να παίξουν ένα ρόλο κλειδί στην εγκαθίδρυση του έξυπνου δικτύου (Fadlullah, 2015). Σε αυτό συμβάλλει τα μέγιστα η ευελιξία και η επεκτασιμότητα που προσφέρουν, για πολλούς λόγους, όπως θα δούμε παρακάτω.

Αρχικά, όπως είναι λογικό, η έλευση του έξυπνου δικτύου δεν θα γίνει μαζικά, μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα, καθώς αυτό θα ήταν αδύνατο λόγω διαφορετικών συμφερόντων και οικονομικών δυνατοτήτων των φορέων που εμπλέκονται στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως. Αντιθέτως, η ανάπτυξη και η εξέλιξή του θα έρθει μέσα από τη σταδιακή ενσωμάτωση βασικών δομών, οι οποίες είναι τα μικροδίκτυα (Farhangi, 2010). Αυτό θα επιτρέψει τους φορείς οι οποίοι έχουν διαφορετικές οικονομικές δυνατότητες, ή ερμηνεύουν και οραματίζονται διαφορετικά τα χαρακτηριστικά και τους στόχους του έξυπνου δικτύου, να εφαρμόσουν διαφορετικούς τρόπους ελέγχου, επικοινωνίας και γενικότερα να διαμορφώσουν διαφορετικά τις τοπικές δομές (Farhangi, 2014).

Χρησιμοποιώντας το μικροδίκτυο σαν δομικό στοιχείο όμως, οι διαφορετικές υλοποιήσεις θα μπορούν αργότερα με έναν εύκολο τρόπο να συνδεθούν στο κύριο δίκτυο, χωρίς να χρειάζεται οι λεπτομέρειες εσωτερικής υλοποίησης του μικροδικτύου να είναι εμφανείς στον χειριστή του δικτύου.

Εφαρμόζοντας αυτή την ευελιξία και επεκτασιμότητα και σε χαμηλότερα ιεραρχικά επίπεδα, έχουμε έννοιες όπως το νανοδίκτυο (Nordman, 2010), το οποίο μπορεί να αναφέρεται στο δίκτυο ενός μεμονωμένου σπιτιού ή κτιρίου, το οποίο εφαρμόζει τις έννοιες του μικροδικτύου σε μικρότερη κλίμακα, δίνοντας την ευκαιρία σε μεμονωμένους φορείς, μέλη ενός μικροδικτύου, να έχουν ακόμα μεγαλύτερη ελευθερία επιλογής όσον αφορά την υλοποίηση των ιδιαίτερων τους ηλεκτρικών δικτύων.

Ακολουθώντας τη φιλοσοφία του διαδικτύου, που είναι ένα δίκτυο αποτελούμενο από υποδίκτυα, το έξυπνο δίκτυο πιθανότατα θα αποτελείται από ένα σύνολο ενσωματωμένων έξυπνων μικροδικτύων. Επιπλέον, η επεκτασιμότητα αυτή θα παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση του μεγάλου

όγκου δεδομένων που χρειάζονται για τον έλεγχο και την παρακολούθηση που εφαρμόζονται στα πλαίσια του έξυπνου δικτύου, χωρίζοντας τη διαδικασία αυτή σε επίπεδα και διευκολύνοντας την επεξεργασία τους (Kezunovic, κ.ά., 2010).

Αντιμετωπίζοντας επίσης τα τεχνικά ζητήματα τοπικά, όπως αναφέραμε παραπάνω, το μικροδίκτυο διευκολύνει κάποιες ενέργειες όπως η εύκολη ενσωμάτωση κατανεμημένων πηγών παραγωγής, η οποία θα προκαλούσε αστάθεια του δικτύου αν γινόταν έξω από τα πλαίσια ενός οργανωμένου υποσυνόλου του συστήματος, και γενικά βελτιώνει την αξιοπιστία και σταθερότητα του συστήματος (Venkataramanan, 2008).

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η συνειδητοποίηση των καταναλωτών για τα οφέλη του έξυπνου δικτύου και τα άμεσα οικονομικά και τεχνικά αποτελέσματα που παρατηρούν από την συμμετοχή σε ένα τοπικό μικροδίκτυο. Βλέποντας απτές προσωπικές βελτιώσεις, όπως είναι η μείωση του μηνιαίου λογαριασμού για το ρεύμα, έχουν μεγαλύτερο κίνητρο να υποστηρίξουν και να συμμετάσχουν σε μελλοντικές επενδύσεις και αλλαγές στο ηλεκτρικό δίκτυο (Mulder, 2012). Ένα παράδειγμα είναι η παραγωγή ενέργειας. Αυτό προϋποθέτει την επέμβαση των aggregator, που είναι οντότητες στον τομέα αγορών του ηλεκτρισμού που δρουν ως μεσάζοντες ανάμεσα στους καταναλωτές και το διαχειριστή του συστήματος. Οι aggregators φροντίζουν για τη συγκέντρωση όλων των μικρών σε μέγεθος πηγών ενέργειας, και την παρουσίασή τους στις αγορές ως μια ενιαία, μετρήσιμη πηγή. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας εξελεγμένα συστήματα λογισμικού τα οποία συγκεντρώνουν τις εξόδους από όλες τις πηγές παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας και τα παρουσιάζουν σαν μια ενιαία, ελεγχόμενη μονάδα παραγωγής.

Αυτή η έννοια ονομάζεται εικονική μονάδα παραγωγής, και λόγω αυτής καταναλωτές με μικρές οικιακές μονάδες όπως για παράδειγμα μια μικρή ανεμογεννήτρια έχουν τη δυνατότητα να συμμετάσχουν στις αγορές και να αποκομίσουν κέρδη για την ενέργεια που παράγουν (Mah, 2014). Έτσι, ο ρόλος τους αναβαθμίζεται από απλούς καταναλωτές σε καταναλωτές-παραγωγούς (Mauri, κ.ά., 2009).

Με τη χρήση εξελεγμένων επικοινωνιών, τεχνικών ελέγχου και λογισμικού, το μικροδίκτυο μπορεί να πετύχει με μεγαλύτερη αποδοτικότητα τους στόχους του. Κάποιες από τις διαδικασίες που μπορούν να ωφεληθούν από ένα έξυπνο μικροδίκτυο είναι η παρακολούθηση της κατάστασης του συστήματος (παραγωγή ενέργειας, επίπεδα αποθήκευσης και κατανάλωση) και η ενεργή επέμβαση στη ρύθμισή των μεταβλητών της, η μεγιστοποίηση αποδοτικότητας διαχείρισης της ενέργειας και η διευκόλυνση ενεργής συμμετοχής των καταναλωτών.

Ένα παράδειγμα που αναφέραμε παραπάνω είναι η ανάγκη πρόβλεψης του καιρού για πρόβλεψη τις παραγωγής από ηλιακές και αιολικές πηγές. Αυτή η διαδικασία μπορεί να επωφεληθεί από τη χρήση μεθόδων από την επιστήμη των υπολογιστών, όπως η μηχανική μάθηση (Perera, κ.ά., 2014). Επίσης, με την ενσωμάτωση τεχνολογιών πληροφορικής, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ενός πιο ευφυούς

ελεγκτή του μικροδικτύου, ο οποίος χρησιμοποιώντας δεδομένα μπορεί να αντιμετωπίσει ζητήματα πέρα από τα τεχνικά που παραδοσιακά αντιμετωπίζονται από το μικροδίκτυο και τους τοπικούς ελεγκτές μέσα σε αυτό, και να θέσει πιο περίπλοκους στόχους, όπως οικονομικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς.

Το δευτερεύον επίπεδο αυτό μπορεί να συντονίζει τους ελεγκτές στο μικροδίκτυο και να χρησιμοποιεί μετρητές και επικοινωνία πραγματικού χρόνου για να επιτυγχάνει τους στόχους του, όπως είναι η εισαγωγή ή εξαγωγή ενέργειας με τον πιο αποδοτικό τρόπο (Bakken, 2014). Μια άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση που μπορεί να αυξήσει την αξιοπιστία ολόκληρου του δικτύου και να μειώσει τις επιπτώσεις από σφάλματα και διακοπές, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες επικοινωνίας, ελέγχου και ενσωματωμένης ευφυίας στις συσκευές και εκμεταλλευόμενη τη φύση του μικροδικτύου ως δομικό μπλοκ είναι ο δυναμικός ορισμός μικροδικτύων (Prasad, 2015).

Σε αυτή την περίπτωση, γειτονικά μικροδίκτυα θα μπορούσαν να συνδέονται και σε πραγματικό χρόνο να προσαρμόζονται και να ορίζεται το υποσύνολο εκείνο του δικτύου που θα φροντίζει για την παροχή ενέργειας στο μέγιστο αριθμό καταναλωτών και θα περιορίζει όσο περισσότερο γίνεται ένα πιθανό σφάλμα. Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, το μικροδίκτυο έχει τους ίδιους στόχους με το έξυπνο δίκτυο. Η διαφορά τους είναι ότι το πρώτο είναι ένα δομικό στοιχείο του δεύτερου και έχει ως προτεραιότητα τη σωστή λειτουργία και έλεγχο των οντοτήτων στο εσωτερικό του, επεκτείνοντας και οφέλη στο ανώτερο ιεραρχικά δίκτυο. Επίσης, ως μια μικρογραφία δικτύου, το μικροδίκτυο μπορεί να αποτελέσει ένα πεδίο δοκιμών για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών που θα εφαρμοστούν αργότερα σε πιο ευρεία κλίμακα και να συμβάλει στον εντοπισμό και τη διόρθωση σφαλμάτων στις προσεγγίσεις και τις μεθόδους αυτές. Αντιθέτως, το έξυπνο δίκτυο είναι μια έννοια που επικεντρώνεται σε ποιο ευρεία ζητήματα του δικτύου, αλλά του οποίου η ανάπτυξη και η επιτυχής εφαρμογή στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στο μικροδίκτυο (Lidula, κ.ά., 2010).

5.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

5.4.1 Η αβαθής γεωθερμία σε έξυπνα ενεργειακά συστήματα

Το μέλλον της ενέργειας σήμερα φαίνεται να κινείται προς την κατεύθυνση των Έξυπνων Πόλεων και των Έξυπνων Αγροτικών Κοινοτήτων. Αυτό συμβαίνει γιατί η ενσωμάτωση των συνδυασμένων τεχνολογιών που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και προσφέρει στους πολίτες μια καλύτερη ποιότητα ζωής. Η γεωθερμία κατέχει έναν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στα έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα και τα δίκτυα θέρμανσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι σε θέση να προσφέρει τόσο θέρμανση και ψύξη όσο και ηλεκτρική ενέργεια.

Η αβαθής γεωθερμία, υποβοηθούμενη από τις αντλίες θερμότητας, αποτελεί βασική πηγή ενέργειας για έξυπνα ενεργειακά συστήματα. Παρέχει λύσεις για μελλοντικά ενεργειακά συστήματα με τη σύζευξη έξυπνων δικτύων θέρμανσης/ψύξης και ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της υπόγειας αποθήκευσης θερμότητας και την εξασφάλιση αξιόπιστης και οικονομικά προσιτής παροχής θέρμανσης και ψύξης τόσο στις αστικές όσο και στις αγροτικές περιοχές.

Οι τύποι της τεχνολογίας που επιτρέπουν την ενσωμάτωση της αβαθούς γεωθερμικής ενέργειας στα έξυπνα ενεργειακά συστήματα περιλαμβάνουν:

Τα γεωθερμικά συστήματα αντλιών θερμότητας για μεμονωμένα κτίρια και κτιριακές εγκαταστάσεις:

Τα αβαθή γεωθερμικά συστήματα είναι πολύ ευέλικτα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μικρής και μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις, παρέχοντας θέρμανση μέσω συστημάτων χαμηλής θερμοκρασίας, ψύξη και ζεστό νερό. Αποτελούν την ιδανική λύση για τα νέα, σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, κτίρια (NZEB) και για τα υφιστάμενα υπό ανακαίνιση κτίρια.

Υπόγεια αποθήκευση θερμικής ενέργειας (UTES):

Η αποθήκευση θερμικής ενέργειας σε γήινο εναλλάκτη θερμότητας (BTES) ή η αποθήκευση θερμικής ενέργειας σε υδροφόρο (ATES) είναι προηγμένη γεωθερμική τεχνολογία για την εποχιακή αποθήκευση και ανάκτηση της θερμικής ενέργειας (χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας). Η θερμική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί όταν είναι διαθέσιμη και να χρησιμοποιηθεί όταν χρειάζεται.

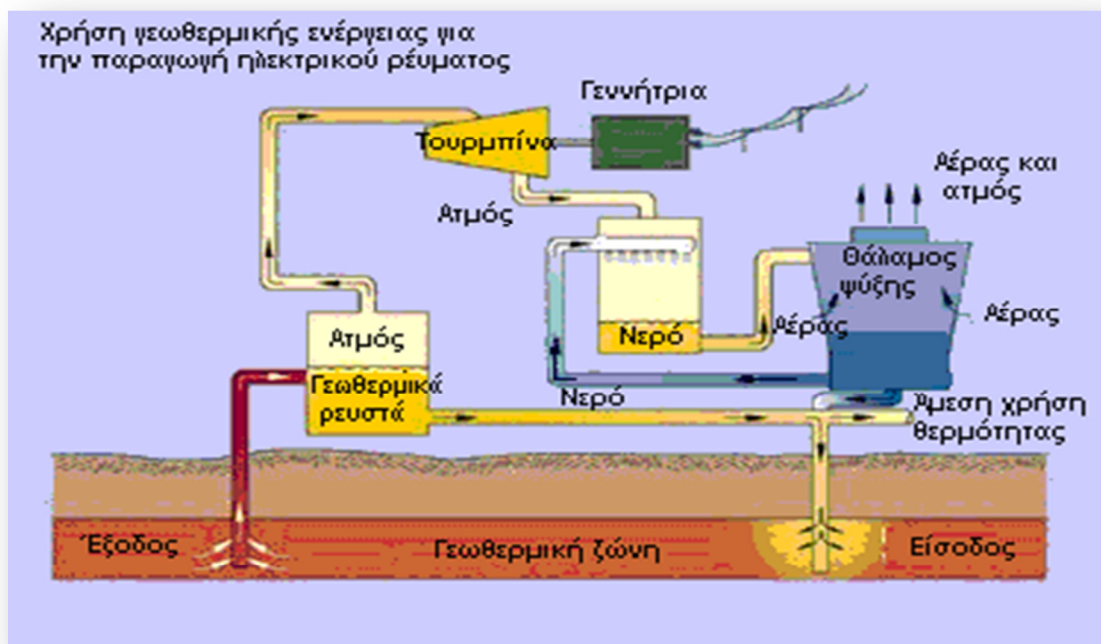
Καθώς και οι δύο αυτές τεχνολογίες μπορούν να εγκατασταθούν σε συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε δίκτυα και εκτός δικτύου, ταιριάζουν απόλυτα στις νέες προσεγγίσεις για τις έξυπνες πόλεις και τις αγροτικές κοινότητες. Επιπλέον, υπάρχει ένας σημαντικός ρόλος για την αβαθή γεωθερμία σε συνδυασμό με τα έξυπνα δίκτυα και τη διαχείριση θερμικής ενέργειας. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες με ανταπόκριση στη ζήτηση, συμβάλλοντας έτσι στη σταθεροποίηση του δικτύου, ενώ η υπόγεια αποθήκευση (UTES) είναι μια εξαιρετική λύση αποθήκευσης. Οι τεχνολογίες της αβαθούς γεωθερμίας θα χρησιμοποιηθούν στην επόμενη γενιά τηλεθέρμανσης: τα Έξυπνα Δίκτυα Θέρμανσης/Ψύξης.

Έξυπνα δίκτυα θέρμανσης/ ψύξης:

Βραχυπρόθεσμα στον ενεργειακό εφοδιασμό και στην κατάσταση ζήτησης. Μεσοπρόθεσμα με την προσαρμογή του επιπέδου θερμοκρασίας στα υπάρχοντα δίκτυα και της εγκατάστασης νέων καταναμημένων μικρο-δικτύων. Μακροπρόθεσμα με την ευθυγράμμιση της ανάπτυξης δικτύων με τον αστικό σχεδιασμό. Είναι σχεδιασμένα για να επιτυγχάνουν την υψηλότερη συνολική απόδοση του ενεργειακού συστήματος, επιλέγοντας το βέλτιστο συνδυασμό τεχνολογιών και καθιστώντας δυνατή τη μέγιστη αξιοποίηση των διαθέσιμων τοπικών ενεργειακών πόρων με διαδοχική χρήση.

Είναι αποδοτικά με τρόπο που καθιστά τη λειτουργία τους προσιτή, τόσο για τους καταναλωτές όσο και τις επιχειρήσεις. Αυξάνουν την οικονομική αποδοτικότητα μέσω της μείωσης των δαπανών για παροχή θέρμανσης και ψύξης και παρέχουν ευκαιρίες επιλογής για τους πελάτες. Τα συστήματα αυτά μπορούν να εφαρμόζονται τόσο σε επίπεδο γειτονιάς όσο και σε αστικό επίπεδο, ανάλογα με τη ζήτηση σε θέρμανση και ψύξη. Έχουν έξυπνο σχεδιασμό και λειτουργία, και επιτρέπουν στον τελικό χρήστη να αλληλεπιδρά με το σύστημα θέρμανσης και ψύξης. Μπορούν, για παράδειγμα να παρέχουν θέρμανση ή ψύξη πίσω στο δίκτυο και σε εφαρμογές εκτός δικτύου.

Από χωρικής άποψης ενσωματώνονται σε ολόκληρο το αστικό δίκτυο (που σχετίζεται με τις παραμέτρους του πολεοδομικού σχεδιασμού) και από ενεργειακής άποψης βελτιώνεται η απόδοση των συστημάτων (π.χ. βελτιστοποίηση λόγω επαφών με άλλα αστικά δίκτυα - ηλεκτρισμού, τηλεπικοινωνιών, αποχέτευσης, απόβλητων κλπ). Αυξάνουν την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό επίπεδο, με τη χρήση των τοπικών πηγών ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη.



Εικόνα 14: Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

5.4.2 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι άφθονη και δωρεάν, και αστείρευτη. Δυο τρόποι που είναι διαθέσιμοι για εκμετάλλευσή της είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα και τα ηλιοθερμικά.

5.4.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Ο ρόλος τους, αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, είναι να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και να τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας έχει ως πρότυπο τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου. Πιο συγκεκριμένα, βασίζεται στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή κάποιου άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συνδυάζονται και με τεχνικές φυσικού φωτισμού καθώς και με τεχνικές που αποσκοπούν στη μείωση της θερμοκρασίας των κτιρίων το καλοκαίρι. Επίσης είναι εύκολο να εφαρμοστούν τόσο σε καινούργια, όσο και σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

5.4.2.1.1 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα εκμεταλλεύονται το ομώνυμο φαινόμενο και μετατρέπουν την ηλιακή σε ηλεκτρική ενέργεια απευθείας. Τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι η αφθονία και η δωρεάν διάθεση του καυσίμου, η μεγάλη διάρκεια ζωής τους με ελάχιστη συντήρηση, η αθόρυβη λειτουργία και η ελάχιστη περιβαλλοντική επίδραση. Η τάση που παράγουν είναι DC, και απαιτούν αναστροφείς για την μετατροπή της σε εναλλασσόμενη. Αυτοί οι αναστροφείς φροντίζουν επίσης για τον περιορισμό της παραμόρφωσης αρμονικών και τη σταθερή έξοδο στην τάση. Επειδή η τάση και το ρεύμα ενός μεμονωμένου φωτοβολταϊκού κυττάρου είναι μικρά, συνδυάζονται πολλά κύτταρα σε σειρά ή παράλληλα, δημιουργώντας συστοιχίες και ομάδες συστοιχιών, ώστε να αυξηθεί η απόδοση.

Κάποια μειονεκτήματα που παρουσιάζουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η χαμηλή απόδοση που έχουν και το υψηλό κόστος εγκατάστασης. Επίσης, η ηλιακή ενέργεια είναι πολύ ευμετάβλητη και εξαρτάται από παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες, η γεωγραφική θέση της εγκατάστασης και η ώρα της ημέρας. Όσον αφορά την απόδοση, τα τελευταία χρόνια έχουν υπάρξει μεγάλες πρόοδοι στα υλικά, το σχεδιασμό και την κατασκευή των κυττάρων, και εφαρμόζονται μέθοδοι για μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, όπως συστήματα ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος, τα οποία περιστρέφουν τις μονάδες ώστε να έχουν τη βέλτιστη θέση σε σχέση με τις ακτίνες του ήλιου. Η μεταβλητότητα της πηγής ενέργειας αντιμετωπίζεται με ποικίλους τρόπους, όπως η εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας και ο συνδυασμός με άλλες πηγές για εξομάλυνση των μεταβολών.

Λόγω των πλεονεκτημάτων τους και των εξελίξεων στον τομέα τους, οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών αυξάνονται ταχύτατα και αναμένεται να παίξουν πολύ σημαντικό ρόλο στο μέλλον στην πράσινη παραγωγή ενέργειας. Η ευρεία ενσωμάτωσή τους στο έξυπνο δίκτυο διευκολύνεται με τα μικροδίκτυα, τα οποία συνδιάζουν αποδοτικά τα στοιχεία που αναφέραμε παραπάνω, όπως τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και τα ηλεκτρονικά ισχύος.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή «κυψελών») μαζί με τις απαραίτητες συσκευές που επιτρέπουν την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην μορφή που χρειάζεται για να χρησιμοποιηθεί. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm. Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το πυρίτιο, δεν είναι ούτε θετικός, ούτε αρνητικός αγωγός ρεύματος, αλλά ουδέτερος (δηλαδή το ρεύμα δεν περνάει ούτε με ευκολία, ούτε με δυσκολία). Επίσης είναι επεξεργασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να αφήνει ρεύμα να περνάει μόνο κάτω υπό ορισμένες συνθήκες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ένα Φ/Β σύστημα είναι συνεχούς ρεύματος (DC). Εξαιτίας αυτού οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης, όπως για παράδειγμα υπολογιστή τσέπης («κομπιουτεράκι») και δορυφόρους. Πλέον βέβαια, με την αύξηση του βαθμού απόδοσης έχουν δημιουργηθεί ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης του Φ/Β συστήματος σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής, έξυπνη πόλη, κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).



Εικόνα 15: Φωτοβολταϊκά πάνελ.

5.4.2.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά ή αλλιώς θερμικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανολογικά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν. Με διάφορες διατάξεις συγκεντρώνουν τις ακτίνες του ηλίου σε ένα ψυκτικό υγρό, το οποίο μετά μεταφέρει τη θερμότητα είτε για θέρμανση εγκαταστάσεων, το οποίο μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό πλεονέκτημα των μικροδικτύων για τους οικιακούς καταναλωτές, είτε για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με ατμογεννήτριες σε μεγαλύτερης κλίμακας εγκαταστάσεις. Βρίσκουν εφαρμογή σε πολλές καθημερινές ανάγκες όπως είναι η θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, η θέρμανση και ψύξη χώρων, σε βιομηχανικές διεργασίες, σε αφαιατώσεις, σε διάφορες αγροτικές εφαρμογές, στη θέρμανση του νερού σε πισίνες κ.ά. Οι ευρέως χρησιμοποιούμενοι ηλιακοί θερμοσίφωνες αποτελούν την πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων.

Ήδη πολλά σπίτια χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία για τη θέρμανση νερού με τους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Το μειονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι η χαμηλή απόδοση, που φτάνει το 30% στην καλύτερη περίπτωση.

5.4.3 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται ήδη από την αρχαιότητα για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των ανθρώπων. Σήμερα είναι επιθυμητή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας λόγω του ότι δεν παράγει καυσαέρια που να συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι βασικοί παράγοντες επιτυχίας μιας αιολικής εγκατάστασης είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου στην περιοχή και η απόστασή της από το σύστημα μεταφοράς ενέργειας. Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ανεμογεννήτριες, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Ο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας μέσω ανεμογεννητριών είναι τα αιολικά πάρκα.

Τα μειονεκτήματα που έχει είναι παρόμοια με της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή ότι ο άνεμος είναι μεταβλητή πηγή ενέργειας, και εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση της περιοχής. Επίσης, επειδή το βασικό δομικό στοιχείο των συστημάτων αιολικής ενέργειας είναι οι γεννήτριες, η μεταβλητή ταχύτητα του ανέμου προϋποθέτει την εγκατάσταση τεχνολογιών ελέγχου στις καμπίνες των ανεμογεννητριών ώστε στην έξοδο του συστήματος να έχουμε μια σταθερή τάση, απαλλαγμένη από παραμορφώσεις αρμονικών, διακυμάνσεις και μέσα στα επιθυμητά όρια. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ο αντίκτυπος στην εικόνα της περιοχής της εγκατάστασης των γεννητριών. Η μεταβλητότητα της αιολικής ενέργειας αντιμετωπίζεται με τους ίδιους τρόπους όπως της ηλιακής, δηλαδή συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και μαζικό συνδυασμό με άλλες πηγές.

Δύο από τους τρόπους διασύνδεσης αιολικών πάρκων με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας είναι είτε μέσω ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος είτε απευθείας. Οι ανεμογεννήτριες έχουν το χαρακτηριστικό ότι η κάθε ηλεκτρογεννήτρια (σύγχρονη) είναι άμεσα συνδεδεμένη (direct-driven) με τον ανεμοκινητήρα. Η ταχύτητα περιστροφής του ανεμοκινητήρα εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα. Επομένως για να υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο είναι απαραίτητη η ύπαρξη διπλής γέφυρας με ηλεκτρονικά ισχύος, ο λεγόμενος ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος.

Ο ηλεκτρονικός μετατροπής ισχύος αναλαμβάνει το ρόλο του συγχρονισμού της ηλεκτρογεννήτριας με το ισχυρό δίκτυο αφού φροντίζει να οδηγεί στην έξοδο την τάση που παράγει η σύγχρονη γεννήτρια και να μετατρέπει τη συχνότητά της σε 50Hz που είναι η ονομαστική τιμή. Όσον αφορά την τάση που παράγει η σύγχρονη γεννήτρια το ύψος εξαρτάται εκτός της ταχύτητας περιστροφής του δρομέα και από τη διέγερσή του, δηλαδή από το μαγνητικό πεδίο. Η διέγερση φροντίζει ώστε η τάση που παράγεται από τη σύγχρονη γεννήτρια να είναι σταθερή. Η ανεμογεννήτρια συνδέεται με το δίκτυο μέσω δύο ηλεκτρονικών μετατροπέων ισχύος.



Εικόνα 16: Αιολικό πάρκο.

5.4.4 Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού- θερμότητας

Τα συστήματα συμπαραγωγής χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι χρησιμοποιούν την αποβαλλόμενη θερμότητα από της διαδικασίες παραγωγής ηλεκτρισμού για τη θέρμανση εγκαταστάσεων ή για βιομηχανικές διαδικασίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση του συστήματος, με βαθμούς που φτάνουν το 80%. Οι εγκαταστάσεις ΣΗΘ πρέπει να βρίσκονται κοντά στα θερμικά φορτία γιατί η μεταφορά της θερμικής ενέργειας είναι ακριβή.

Επειδή η κατανεμημένη παραγωγή είναι κοντά στα φορτία, η χρήση συστημάτων συμπαραγωγής αυξάνει πάρα πολύ τα οφέλη και το κέρδος των καταναλωτών, οι οποίοι κερδίζουν ηλεκτρική αλλά και θερμική ενέργεια. Οι πηγές παραγωγής ηλεκτρισμού των συστημάτων συμπαραγωγής μπορεί είναι μηχανές εσωτερικής καύσης με καύσιμο ντίζελ, βενζίνη, φυσικό αέριο, βιομάζα κ.λπ., αεριοστρόβιλοι με καύσιμο βιοαέριο, κυψέλες καυσίμου, τουρμπίνες συνδιασμένου κύκλου ή ατμοστρόβιλοι. Στα μικροδίκτυα μπορεί να χρησιμοποιούνται μικροστρόβιλοι, δηλαδή μικροί αεριοστρόβιλοι απλού κύκλου.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν το θετικό ότι είναι ευέλικτες και μπορούν να προσαρμοστούν και να εγκατασταθούν σε διάφορα μεγέθη, από οικιακές εγκαταστάσεις μικρών ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών πάνελ (Wells, 2012), μέχρι μεγάλου μεγέθους αιολικά και φωτοβολταϊκά πάρκα που μπορούν να δρουν ως μεγάλοι σταθμοί παραγωγής και να τροφοδοτούν χιλιάδες φορτία. Αυτή η ευελιξία τις κάνει ιδανικές για εγκατάσταση σε διάφορων μεγεθών μικροδίκτυα ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες των συμμετεχόντων σε αυτά, και διευκολύνει την μαζική τους ενσωμάτωση ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι του έξυπνου δικτύου.

Κάποιες επιπλέον κατανεμημένες πηγές παραγωγής ενέργειας που μπορούν να εγκατασταθούν στα μικροδίκτυα και αξίζουν αναφορά είναι οι γεωθερμικές, οι κυψέλες καυσίμου, η καύση βιομάζας και η μικρή κλίμακας υδροηλεκτρική παραγωγή. Αυτές οι πηγές στηρίζονται σε προβλέψιμα καύσιμα και δεν έχουν τα ίδια προβλήματα ενσωμάτωσης στο δίκτυο όσο οι ηλιακές και αιολικές πηγές.

5.4.4.1 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας.

Οι κυριότερες χρήσεις της βιομάζας είναι:

- Θέρμανση θερμοκηπίων.
- Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες : Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

- Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες.
- Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου.



Εικόνα 17: Βιομάζα.

Τηλεθέρμανση : είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

5.4.5 Υδραυλική ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια, όπως λέγεται η ενέργεια του νερού, είναι μια παραδοσιακή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τον άνθρωπο. Το νερό πέφτοντας από κάποιο ύψος ή ρέοντας με μεγάλη ταχύτητα μπορεί να περιστρέψει τροχούς με πτερύγια (υδροστροβίλους). Από την περιστροφή αυτή παράγεται ηλεκτρική ενέργεια σε ειδικές εγκαταστάσεις (υδροηλεκτρικοί σταθμοί).

5.4.6 Αποθήκευση ενέργειας

Η αποδοτική αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας έχει αποτελέσει παραδοσιακά μια μεγάλη πρόκληση για την ανθρωπότητα, και η δυσκολία να επιτευχθεί εξηγεί εν μέρει την κατασκευή και διαχείριση των ηλεκτρικών δικτύων με γνώμονα την άμεση κατανάλωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (Robyns, 2015). Οι παράγοντες που περιόρισαν την εφαρμογή της στα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, με εξαίρεση τις υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις, είναι κυρίως οικονομικοί και τεχνολογικοί περιορισμοί λόγω των μεγάλων ποσών ενέργειας που ενδιαφέρουν τη βιομηχανία παραγωγής ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια ωστόσο υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον προς τον τομέα αυτό, και μάλιστα η αποθήκευση ενέργειας έχει αναγνωριστεί ως ακρογωνιαίος λίθος του ηλεκτρικού δικτύου του μέλλοντος (DOE, 2003). Πέρα από τις τεχνολογικές εξελίξεις στη επιστήμη των υλικών και στις μεθόδους αποθήκευσης ενέργειας, έναν πολύ σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η μαζική εισαγωγή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όπως είδαμε παραπάνω, μια βασική πρόκληση σχετικά με αυτού του είδους τις πηγές είναι η μεταβλητή τους φύση και η δυσκολία πρόβλεψης της παραγωγής εξαιτίας των αλλαγών στις καιρικές συνθήκες.

Επίσης, πολλές φορές η μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας μπορεί να συμβαίνει όταν υπάρχει μικρή ζήτηση. Για παράδειγμα, σε κάποιες γεωγραφικές περιοχές μπορεί να παράγεται αιολική ενέργεια τη νύχτα, όταν η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια είναι χαμηλή. Αυτά τα ζητήματα μπορούν να λυθούν με την εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, τα οποία μπορούν να αποθηκεύουν και να δίνουν ενέργεια ανάλογα με την παραγωγή και ζήτησή της. Στα πλαίσια ενός μικροδικτύου, που τα συστήματα αυτά είναι καταναμημένα και εγκαθίστανται κοντά στις αντίστοιχες πηγές παραγωγής, μπορούν να προσφέρουν και άλλες βοηθητικές υπηρεσίες, τις οποίες θα δούμε παρακάτω (Xiao, 2012).

5.4.6.1 Εφαρμογές

5.4.6.1.1 Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας σε συνδυασμό με τα ηλεκτρονικά ισχύος και τις επικοινωνίες θα παίξουν ένα σημαντικό ρόλο στις απαιτήσεις της μεγάλης κλίμακας ενσωμάτωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δίκτυο. Παρόλο που οι τεχνολογίες αυτές έχουν γίνει αξιόπιστες και έχουν δεχτεί σημαντικές αλλαγές, το βασικό τους πρόβλημα, που είναι η απρόβλεπτη συμπεριφορά και η αλλαγή της παραγωγής ακόμα και σε κλίμακα χρόνου μερικών δευτερολέπτων, για παράδειγμα από ένα σταμάτημα του ανέμου ή συννεφιά, παραμένει. Η αποθήκευση ενέργειας χρησιμοποιείται για να εξομαλύνει την έξοδο αυτών των πηγών, μειώνοντας το ρυθμό αλλαγής της παραγόμενης ενέργειας. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ενσωματώνοντας ένα υβριδικό σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, το οποίο θα αποτε-

λείται από στοιχεία γρήγορης απόκρισης που θα εξομαλύνουν τις απότομες αλλαγές στην παραγωγή που αναφέρθηκαν παραπάνω, είτε απορροφώντας είτε δίνοντας ενέργεια όταν χρειάζεται. Έχοντας το ρόλο του ρυθμιστή, αυτά τα συστήματα βελτιώνουν την εισαγωγή φωτοβολταϊκών και αιολικών εγκαταστάσεων στο δίκτυο (Solomon, κ.ά., 2010) (Makarov, κ.ά., 2010).

5.4.6.1.2 Στρεφόμενη εφεδρεία

Οι διαχειριστές των δικτύων είναι υποχρεωμένοι να έχουν επιπλέον μονάδες παραγωγής που ισούνται ή είναι μεγαλύτερες από τη μεγαλύτερη μονάδα παραγωγής σε λειτουργία, για να αντιμετωπίσουν πιθανό σφάλμα και αποσύνδεση αυτής της μονάδας. Επειδή οι επιπλέον μονάδες μπορεί να χρειάζονται κάποιο χρόνο για την εκκίνηση, η χρήση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας είναι ωφέλιμη επειδή αυτά τα συστήματα είναι άμεσα διαθέσιμα και μπορούν να υποστηρίξουν το φορτίο μέχρι η εφεδρική μονάδα να μπορεί να το αναλάβει.

5.4.6.1.3 Εξομάλυνση φόρτου

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, για λίγες ώρες, υπάρχουν αιχμές στην κατανάλωση ενέργειας. Για να καλυφθούν αυτές οι αιχμές, οι εταιρείες παραγωγής ηλεκτρισμού χρησιμοποιούν μονάδες οι οποίες μπορούν να ξεκινήσουν σε μικρό χρόνο και να καλύψουν το επιπλέον φορτίο. Αυτές οι μονάδες μπορεί να χρησιμοποιούνται μόνο μερικές ώρες το χρόνο, κάνοντάς τες αντιοικονομικές και ανεβάζοντας πολύ το κόστος λειτουργίας τους. Μια επίσης ακριβή εναλλακτική είναι η επέκταση της υποδομής της εταιρείας με κατασκευή νέων σταθμών βάσης. Οι επενδύσεις αυτές μπορούν να αποφευχθούν ή να καθυστερήσουν με τη χρησιμοποίηση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, τα οποία μπορούν να καλύψουν αυτές τις αιχμές στο φορτίο και ταυτόχρονα να φορτίζονται όταν η ζήτηση είναι χαμηλή, κάνοντας τα έτσι μια πιο συμφέρουσα λύση (Vasquez, κ.ά., 2010).

5.4.6.1.4 Βελτίωση ποιότητας ενέργειας

Έχοντας γρήγορα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, είναι δυνατόν να αντισταθμίζονται ξαφνικές αλλαγές και διαφορές στην παραγωγή ενέργειας και τη ζήτηση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η συχνότητα του δικτύου να μένει σταθερή, αλλά και η τάση μέσα στα επιτρεπόμενα όρια (Oudalov, κ.ά., 2008). Επίσης, καθώς τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μπορούν να είναι καταναλωμένα, άρα κοντά στα φορτία και στους τελικούς καταναλωτές, είναι δυνατόν να αντισταθμίζουν την άεργο ισχύ, διακυμάνσεις στην τάση, αρμονικές και ζητήματα με το συντελεστή ισχύος που προκύπτουν από αυτά, αντικαθιστώντας έτσι λύσεις όπως η εγκατάσταση UPS για σταθερή παροχή ενέργειας. Όλα αυτά συμβάλλουν στη σημαντική βελτίωση της ποιότητας της ενέργειας.

5.4.6.1.5 Αύξηση αξιοπιστίας

Στο πλαίσιο ενός μικροδικτύου, σε περίπτωση που είναι στην απομονωμένη λειτουργία, μια μικρή διακοπή λόγω σφάλματος στην παραγωγή ενέργειας μπορεί να αντιμετωπιστεί με παροχή ενέργειας από κάποιο σύστημα αποθήκευσης, μέχρι να μπορέσει να διορθωθεί το σφάλμα ή να γίνει επανασύνδεση στο κύριο δίκτυο. Έτσι μειώνεται ο χρόνος και οι επιπτώσεις από τις διακοπές ενέργειας και αυξάνεται η αξιοπιστία του συστήματος.

Όλες οι παραπάνω εφαρμογές έχουν ως αποτέλεσμα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από μειωμένα κόστη σε όλους τους τομείς που υποστηρίζονται από την αποθήκευση ενέργειας, όπως μειωμένα κόστη μεταφοράς επιπλέον ισχύος στους καταναλωτές, μειωμένες οικονομικές απώλειες λόγω αυξημένης αξιοπιστίας κτλ. Έχουν όμως ως αποτέλεσμα και περιβαλλοντικά οφέλη, αφού η ενέργεια από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που δεν καταναλώνεται τη στιγμή που παράγεται μπορεί να αποθηκευθεί και να καταναλωθεί σε διαφορετική στιγμή, χωρίς να χρειάζεται να μπου σε λειτουργία μονάδες που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα και επιβαρύνουν το περιβάλλον.

5.4.6.2 Τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας

Οι διαφορετικές τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας που υπάρχουν έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως διάρκεια ζωής, διάρκεια κύκλου φόρτισης, ισχύς, ενέργεια, αποδοτικότητα, επιβάρυνση στο περιβάλλον, κόστος, χρόνος απόκρισης και επιλέγονται ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία απαιτούνται και τις ανάγκες της. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο μεγάλες ομάδες ανάλογα με τις εφαρμογές για τις οποίες σχεδιάστηκαν σε εφαρμογές ισχύος και σε εφαρμογές ενέργειας (Roberts, 2009).

Οι εφαρμογές ισχύος είναι αυτές που απαιτούν υψηλή ισχύ σε πολύ μικρό χρόνο εκφόρτισης. Αντιθέτως, οι εφαρμογές ενέργειας έχουν μεγαλύτερους χρόνους εκφόρτισης με σκοπό να δώσουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Λόγω των διάφορων προσεγγίσεων στην αποθήκευση ενέργειας, μπορούμε να θεωρήσουμε τις ακόλουθες έξι βασικές κατηγορίες τεχνολογιών (ESA, 2016):

- **Μπαταρίες στερεάς κατάστασης** Ένα εύρος από ηλεκτροχημικές μεθόδους αποθήκευσης, που περιλαμβάνουν εξελιγμένες χημικές μπαταρίες και πυκνωτές
- **Μπαταρίες ροής** Ένα είδος μπαταριών στο οποίο η ενέργεια αποθηκεύεται κατευθείαν στο ηλεκτρολυτικό διάλυμα για μεγαλύτερο χρόνο ζωής και γρήγορους χρόνους απόκρισης.
- **Σφόνδυλοι** Μηχανικές συσκευές που εκμεταλλεύονται την κινητική ενέργεια από περιστροφή για να αποδώσουν άμεσα ηλεκτρική ενέργεια.
- **Αποθήκευση συμπιεσμένου αέρα** Εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν συμπιεσμένο αέρα για να δημιουργήσουν αποθέματα ενέργειας.
- **Θερμικές** Τεχνολογίες που χρησιμοποιούν θερμότητα για να παράξουν ενέργεια.
- **Αποθηκευμένα ύδατα αντλήσεως** Χρησιμοποίηση μεγάλων όγκων νερού για αποθήκευση ενέργειας.

Επειδή οι διαφορετικές τεχνολογίες αποθήκευσης μπορούν να συμπληρώσουν η μία την άλλη, υβριδικά συστήματα με πολλαπλές μεθόδους αποθήκευσης έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν υψηλότερης ποιότητας ενέργεια και ισχύ στους καταναλωτές, σε σύγκριση με συστήματα που βασίζονται σε μια μόνο πηγή (Carbone, 2011).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Έχει καταστεί σαφές πως με τη συνεχιζόμενη πρόοδο της τεχνολογίας έχουν προκύψει νέες ανάγκες και δεδομένα στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Οι ανησυχητικές κλιματικές αλλαγές λόγω του σύγχρονου τρόπου ζωής καθώς και οι συνθήκες ζωής στην πόλη, φαίνεται να οδηγούν στη δημιουργία των έξυπνων πόλεων. Η λύση αυτή είναι μονόδρομος για την ομαλή συμβίωση ανθρώπου και φύσης. Βέβαια, ο συνδετικός ιστός μιας έξυπνης πόλης είναι τα δίκτυά της. Όπως έχει φανεί και από τα παραπάνω, τα δίκτυα είναι το μέσο για να υλοποιηθεί και να λειτουργήσει μια έξυπνη πόλη.

Η έξυπνη πόλη όμως δεν είναι μια λύση που έχει να προσφέρει μόνο θετικά αποτελέσματα. Τα αρνητικά αποτελέσματα που μπορεί να προκύψουν είναι σε θέση να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα. Πρώτα απ' όλα, όπως έχει φανεί όλα τα προσωπικά δεδομένα είναι πλέον καταγεγραμμένα και ο άνθρωπος βρίσκεται σε ένα καθεστώς «παρακολούθησης». Κάθε κίνηση θα μπορεί να ελέγχεται από ένα δίκτυο πληροφοριών. Γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε κλοπή προσωπικών δεδομένων, σε χακαρίσματα (προσωπικών λογαριασμών, έξυπνου σπιτιού κ.ά). Επίσης συνεπάγεται την καταγραφή δεδομένων, δηλαδή το «φακέλωμα» όλων των χρηστών, το οποίο μπορεί να εξυπηρετεί διάφορους σκοπούς (διαφημιστικούς, πολιτικούς κ.ά). Η εκάστοτε εξουσία λοιπόν, αλλά και ο ίδιος ο άνθρωπος, οφείλουν να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί με τις πληροφορίες τις οποίες είναι σε θέση να διαχειρίζονται, καθώς μπορεί να προκύψει ένα περιβάλλον μη βιώσιμο για τον άνθρωπο. Σκοπός τους επομένως, θα πρέπει να είναι όχι η εκμετάλλευση και η καταστολή αλλά η ειρινική συνύπαρξη ανθρώπων- φύσης- τεχνολογίας.

Ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη είναι η απορρόφηση από την τεχνολογία. Η καθημερινή χρήση ηλεκτρονικών συσκευών (υπολογιστής, κινητό κ.ά) μπορεί να βλάψει τον άνθρωπο τόσο σε προσωπικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Από τη στιγμή που οι πιο απλές καθημερινές εργασίες μπορούν να εξυπηρετηθούν με το πάτημα ενός κουμπιού, ο άνθρωπος μετατρέπεται αυτόματα σε μια μηχανή η οποία απλά δίνει εντολές. Η παραμικρή ευκαιρία για την ελάχιστη φυσική άσκηση μέσα στην ημέρα χάνεται και όλη η νοητική δραστηριότητα περιορίζεται σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες. Επιπλέον το γεγονός αυτό επιτείνει ένα φαινόμενο που έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια, η αντικατάσταση δηλαδή της φυσικής από την τεχνητή πραγματικότητα. Τέλος, η ανάγκη δημιουργίας έξυπνων πόλεων οφείλεται και στις έντονες συνθήκες ζωής που οφείλονται στην άνοδο της τεχνολογίας και συνεπάγονται έλλειψη χρόνου για τις πιο απλές ασχολίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ

Βλαστός Θ., Γεράρδη Κ., Γετίμης Π., Γεωργούλης Δ., Κοντορούπης Γ., Κουκλέλη Ε., Πάνζαρης Θ., Σερράος Κ., Χατζημπίρος Κ., Χριστοφιλόπουλος Δ. (2007) 'πολεοδομικός σχεδιασμός ΓΙΑ ΜΙΑ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ', ΑΘΗΝΑ: ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ

Βοβός, Ν., *Εξελιγμένα δίκτυα συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας*. URL: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE874/> (επίσκεψη 8 Απρ. 2016).

Γιαννακόπουλος, Γ., και Βοβός, Ν., *Εισαγωγή στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας*. Εκδόσεις Ζήτη, 2011.

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ (2010) 'ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ: Εμβληματική πρωτοβουλία στο πλαίσιο της στρατηγικής Ευρώπης 2020', Ένωση καινοτομίας

Θωίδου Ε. (2008) 'ΑΣΤΙΚΗ ΨΗΦΙΑΚΗ ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ: η περίπτωση της Θεσσαλονίκης'

Κομνηνός Ν. (2006) 'ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων', Ερευνητική Μονάδα URENIO, Περιοδικό Αρχιτέκτονες, Νο 60

Κομνηνός Ν. (1982) 'ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ iii αστικός σχεδιασμός και κατασκευή της πόλης', ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

Κομνηνός Ν. (2007) 'Ευφυείς πόλεις: Ένα νέο παράδειγμα ανάπτυξης και σχεδιασμού των πόλεων', Μεταπτυχιακό σεμινάριο Διδασκτόρων.

Κυρίτσης, Α., «Διεύθυνση IP - Τι Είναι, Πώς Ορίζεται, Ποια είδη Υπάρχουν», 11/03/2014. Διαθέσιμο στο:

<https://www.pcsteps.gr/17435%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7ip%CF%84%CE%B9%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9%CF%80%CF%8E%CF%82%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%B9/>

Μακρής Λ. (2008) ' Τεχνολογίες και εργαλεία για τη δημιουργία ευφυούς περιβάλλοντος', Ψηφιακό περιβάλλον- Ψηφιακές πόλεις

econews.gr. Τίλος: το πρώτο ενεργειακά αυτόνομο νησί στον κόσμο με έξυπνο μικροδίκτυο ΑΠΕ. 2015. URL: http://www.econews.gr/2015/06/24/tilos-ape-energeia-123153/ (επίσκεψη 3 Απρ. 2016).

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

ABB Inc. Microgrids: From data centers to developing countries, an enticing solution for self-sufficient power. 2012.

ABB Inc. Renewable energy design considerations. 2013

Advanced Encryption Standard (AES), National Institute for Standards and Technology, 2001.

Alcaraz C., and J. Lopez, J., "A Security Analysis for Wireless Sensor Mesh Networks in Highly Critical Systems," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, Vol. 40, 2010, pp. 419-428.

American Council on Renewable Energy 3. Renewable Energy for Military Installations: 2014 Industry Review. 2014.

Axsen, J., Burke, A., and Kurani, K., "Batteries for Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs): Goals and the State of Technology circa 2008," Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, Davis, CA, 2008.

Baker, N., "ZigBee and Bluetooth Strengths and Weaknesses for Industrial Applications," *Computing & Control Engineering Journal*, vol. 16, pp. 20-25, 2005.

Bakken, D., ed. *Smart Grids: Clouds, Communications, Open Source, and Automation*. CRC Press, 2014.

Batty, M. (2008) 'The Size, Shape, and Scale of Cities' *Science*, vol. 319.

Behr, P., "M.I.T. Panel Says a Charging Infrastructure May Be a Bigger Roadblock for Electric Vehicles Than Technology," in *Scientific American*, ed, 2011. [Online] <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=mit-panel-electricvehicles>

Beni, F., Anglani, N., Bassi, E., and Frosini, L., "Electricity Smart Meters Interfacing the Households," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 58, pp. 4487-4494, Oct. 2011.

Beurden, H. van (November 2011) 'SMART CITY DYNAMICS, Inspiring views from experts across Europe' . Joh. Enschedé Amsterdam

Cao, J., and Emadi, A., "Batteries Need Electronics, " *IEEE Industrial Electronics Magazine*, Vol. 5, 2011, pp. 27-35.

Carbone, R., ed. *Energy Storage in the Emerging Era of Smart Grids*. InTech, 2011. Chap. 1.

Carcano, A., Coletta, A., Guglielmi, M., Masera, M., Fovino, I. N., and Trombetta, A., "A Multidimensional Critical State Analysis for Detecting Intrusions in SCADA

Systems," IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol.7, No.2, May 2011, pp.179-186.

Chowdhury, S., Chowdhury, S.P., and Crossley, P., Microgrids and Active Distribution Networks. The Institution of Engineering and Technology, 2009.

Council of the European Union European Parliament. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance). 2009.

Crane, K., Goldthau, A., Toman, M., Light, T., Johnson, S., Nader, A., Rabasa, A., and Dogo, H., —Imported Oil and U.S. National Security, Infrastructure, Safety, and Environment and National Security Research Division, Washington D.C., 2009.

DeForest, N., Funk, J., Lorimer, A., Sidhu, I., Kaminsky, P., Tenderich, B. "Impact of Widespread Electric Vehicle Adoption on the Electrical Utility Business—Threats and Opportunities," Center for Entrepreneurship & Technology (CET), 2009.

Del Carpio Huayllas, T.E., Ramos, D. S., and Vasquez-Arnez, R. L., «Microgrid systems: Current status and challenges». In: Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America (T& D-LA), 2010 IEEE/PES. 2010.

Driesen, J., and Katiraei, F., «Design for Distributed Energy Resources. Microgrid Planning and Architectures for Improved Reliability and Integration». In: IEEE Power & Energy Magazine (2008).

Duvall, M., "Comparing the Benefits and Impacts of Hybrid Electric Vehicle Options for Compact Sedan and Sport Utility Vehicles," EPRI, Palo Alto, CA, 2002.

Duvall, M. and Knipping, E., "Environmental Assessment of Plug-In Hybrid Electric Vehicles," EPRI, July 2007.

Energy Storage Association. Energy Storage Technologies. URL: <http://energystorage.org/energy-storage/energy-storage-technologies> (visited on Apr. 9, 2016).

Enslin, J., Grid Impacts and Solutions of Renewables at High Penetration Levels. Quanta Technology, 2009.

EPRI , "Report of the Connector and Connecting Station Committee - Electric Vehicle Charging Systems: Volume 2", 1994.

Ericsson, G. N. , "Cyber Security and Power System Communication: Essential Parts of a Smart Grid Infrastructure," IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 25, 2010, pp. 1501-1507.

Fadlullah Z., and Kato, N., Evolution of Smart Grids. SpringerBriefs in Electrical and Computer Engineering. Springer, 2015.

Farhangi, H., "The Path of the Smart Grid," IEEE Power and Energy Magazine, Vol. 8, 2010, pp. 18-28.

Farhangi, H., «The Path of the Smart Grid». In: IEEE Power & Energy Magazine, 2010.

Farhangi, H., «A Road Map to Integration». In: IEEE Power & Energy Magazine, 2014.

Galus, M.D., Koch, S., Andersson, G., Provision of Load Frequency Control by PHEVs, Controllable Loads, and a Cogeneration Unit,|| IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 58, No. 10, Oct. 2011, pp. 4568 – 4582.

Galus, M.D. and Andersson, G., "Demand Management of Grid Connected Plug-In Hybrid Electric Vehicles (PHEV)," in Energy 2030 Conference, IEEE, 2008, pp. 1-8.

Georgakis, D. et al. «Operation of a prototype Microgrid system based on micro-sources equipped with fast-acting power electronics interfaces». In: 35th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference. Vol. 4. 2004.

Gislason, D., ZIGBEE WIRELESS NETWORKING, Elsevier, 2008.

Grob, G.R., ISBN , The Blueprint for the transition to the clean sustainable energy age, 2000, 3-909087-08-6.

Gungor, V.C., Lu, B., and Hancke, G.P., "Opportunities and Challenges of Wireless Sensor Networks in Smart Grid," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 57, pp. 3557-3564, Oct. 2010.

Gungor, V., Sahin, D., Kocak, T., Ergut, S., Buccella, C., Cecati, C., and Hancke, G., "Smart Grid Technologies: Communications Technologies and Standards," IEEE Transactions on Industrial Informatics, Sept. 2011.

Hamachi, K., LaCommare and Eto, J.H., Understanding the Cost of Power Interruptions to U.S. Electricity Consumers. Technical Report. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2004.

Heywood, K. M., and J., "Electric Powertrains: Opportunities and Challenges in the U.S. Light-Duty Vehicle Fleet, LFEE 2007-03 RP," Sloan Automotive Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 2007.

Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., Kennedy, C., "Environment: Waste production must peak this century", Nature, 30/10/2013. Available from: <http://www.nature.com/news/environment-waste-production-must-peak-this-century-1.14032>.

International Renewable Energy Agency. Renewable Energy Target Setting. 2015.

ISO 13602-1 International Standard: Energy systems analyses, 1999/2008.

ISEO, International Sustainable Energy Organization, Geneva www.uniseo.org

ISEO Newsletters www.uniseo.org Winter issue 2007/2008.

Jayaweera, D., ed. Smart Power Systems and Renewable Energy System Integration. 57 vols. Studies in Systems, Decision and Control. Springer, 2016

Katiraei, F., Iravani, M. R., and Lehn, P.W., «Micro-Grid Autonomous Operation During and Subsequent to Islanding Process». In: IEEE Transactions on Power Delivery 20 (2005).

Kempton, W., Tomic, J. "Vehicle-to-Grid Power Implementation: From Stabilizing the Grid to Supporting Large-scale Renewable Energy," Journal of Power Sources, vol. 144, pp. 280-294, 2005.

Keyhani, A., Design of Smart Power Grid Renewable Energy Systems. Wiley, 2011.

Kezunovic, M., et al. «The Big Picture: Smart Research for Large-Scale Integrated Smart Grid Solutions». In: IEEE Power & Energy Magazine 10, 2010.

Khurana, H., Hadley, M, Ning, L., and Frincke, D.A., "Smart-Grid Security Issues," IEEE Security & Privacy Magazine, Vol. 8, 2010, pp. 81-85.

Kim, S.A., Shin, D., Choe, Y., Seibert, T., Walz, S.P. (2012) 'Integrated energy monitoring and visualization system for Smart Green City development Designing a spatial information integrated energy monitoring model in the context of massive data management on a web based platform', Automation in Construction, 22, pp. 51-59.

Kinney, P., "ZigBee Technology: Wireless Control that Simply Works," ZigBee Alliance, 2003.

Kulshrestha, P., Swaminathan, K., Chow, M.Y., and Lukic, S.M., "Evaluation of ZigBee Communication Platform for Controlling the Charging of PHEVs at a Municipal Parking Deck," in 2009 IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, 2009, pp. 1211-1214.

Lee, J.H., Phaal, R., Lee, S. (2012) 'An integrated service-device-technology roadmap for smart city development', *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 80, Issue 2, pp. 286-306.

Lee, M. K., Newman, R.E., Latchman, H.A., Katar, S., and Yonge, L., "HomePlug 1.0 Powerline Communication LANs—Protocol Description and Performance Results," *International Journal of Communication Systems*, vol. 16, pp. 447-473, 2003.

Leal, V., Azevedo, I., Delarue, E., Glachant, J. (2011) 'Smart Cities Initiative: How to Foster a Quick Transition towards Local Sustainable Energy Systems', *THINK*, pp.. 1-65.

Lidula, N. W. A., and Rajapakse, A. D., «Microgrids research: A review of experimental microgrids and test systems». In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2010

Lisserre, M., Sauter, T., and Hung. J.Y., «Future Energy Systems: Integrating Renewable Energy Sources into the Smart Power Grid Through Industrial Electronics». In: *IEEE Industrial Electronics Magazine* 4 (2010).

Lu, Z., Lu, X., Wang, W., and Wang, C., "Review and Evaluation of Security Threats on the Communication Networks in the Smart Grid," 2010 Military Communications Conference, 2010, pp. 1830-1835.

Lukic, S.M., "Charging ahead," *Industrial Electronics Magazine*, IEEE, vol. 2, pp. 22-31, 2008.

Lukic, S.M., Jian, C., Bansal, R.C., Rodriguez, F., and Emadi, A., "Energy Storage Systems for Automotive Applications," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 55, pp. 2258-2267, 2008.

Maciá-Pérez, F., Mora-Gimeno, F.J., Marcos-Jorquera, D., Gil-Martínez-Abarca, J.A., Ramos-Morillo, H., Lorenzo-Fonseca, I., "Network Intrusion Detection System Embedded on a Smart Sensor," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 58, pp. 722-732, 2011.

Madawala U.K., Thrimawithana, D.J., "A Bidirectional Inductive Power Interface for Electric Vehicles in V2G Systems," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 58, No. 10, Oct. 2011, pp. 4789 – 4896.

Mah, D., et al., eds. *Smart Grid Applications and Developments*. Springer, 2014.

Makarov, Y., et al. «Optimal size of energy storage to accommodate high penetration of renewable resources in WECC system». In: *Innovative Smart Grid Technologies*. IEEE. 2010

Markel, T., Kuss, M., and Denholm, P., "Communication and Control of Electric Drive Vehicles Supporting Renewables," in *2009 Vehicle Power and Propulsion Conference*, pp. 27-34, 2009

Mauri, G., et al. «Smart multimetering and dual fuel tariffs for integrating active customers in smartgrids». In: *20th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2009)*. 2009.

McDaniel P., and McLaughlin, S., "Security and Privacy Challenges in the Smart Grid," IEEE Security & Privacy Magazine, Vol. 7, 2009, pp. 75-77.

Microgrids Group at Berkeley Lab. Santa Rita Jail Microgrid. 2012. URL: <https://building-microgrid.lbl.gov/projects/santa-rita-jail-microgrid> (visited on Apr. 3, 2016).

Morante, Q., Ranaldo, N., Vaccaro, A., and Zimeo, E., "Pervasive Grid for Largescale Power Systems Contingency Analysis," IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 2, 2006, pp. 165-175.

Mulder, W., et al. Global Inventory and Analysis of Smart Grid Demonstration Projects. Report. Netbeheer Nederland, 2012.

Newman, R., Yonge, L., Gavette, S., and Anderson, R., "HomePlug AV Security Mechanisms," IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications, 2007, pp. 366-371.

Nordman, B., Nanogrids: Evolving our electricity systems from the bottom up. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2010.

Oudalov, A., Buehler, T., and Chartouni, D., «Utility Scale Applications of Energy Storage». In: Energy 2030 Conference, 2008. ENERGY 2008. IEEE. 2008.

Parks, K., Denholm, P., and Markel, T., "Cost and Emissions Associated with Plug-in Hybrid Vehicle Charging in the Xcel Energy Colorado Service Territory," National Renewable Energy Laboratory (NREL), May 2007.

Perera, K. S., Aung, Z., and Woon, W. L., . Machine Learning Techniques for Supporting Renewable Energy Generation and Integration: A Survey. 2014.

Pesaran, A., Market, T., Tataria, H., and Howell, D., "Battery Requirements for Plug-In Hybrid Electric Vehicles: Analysis and Rationale," presented at the 23rd International Electric Vehicle Symposium and Exposition (EVS-23), Anaheim, California, 2007.

Pillai, J.R., Bak-Jensen, B., "Integration of Vehicle-to-Grid in the Western Danish Power System," IEEE Transactions on Sustainable Energy, Vol. 2, January 2011.

Prasad, K. V., . «Microgrids for Resilience». In: EnergyBiz 12, 2015.

Qiang, Y., Barria J.A., and Green, T.C., "Communication Infrastructures for Distributed Control of Power Distribution Networks," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 7, pp. 316-327, 2011.

Quinn, C., Zimmerle, D., T. Bradley, T.H., "The Effect of Communication Architecture on the Availability, Reliability, and Economics of Plug-in Hybrid Electric Vehicle-to-Grid Ancillary Services," Journal of Power Sources, Vol. 195, 2010, pp. 1500–1509.

Report. U.S. Department of Energy, Office of Electric Transmission and Distribution, "Grid 2030" — A National Vision for Electricity's Second 100 Years. 2003.

Roberts, B., «Capturing grid power». In: IEEE Power & Energy Magazine 7 (4 2009).

Robyns, B., et al. Energy Storage in Electric Power Grids. Wiley, 2015.

Sauter, T., and Lobashov, M., "End-to-End Communication Architecture for Smart Grids," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 58, pp. 1218-1228, 2011.

Shrestha. S., (2006). GSM vs CDMA. [Online] Available:
<http://www.sciencera.com/Technology/Information/Cellular- Network-Technologies.114821>.

Sikes, K., Gross, T., Lin, Z., Sullivan, J., Cleary, T., and Ward, J., "Plug-in Hybrid Electric Vehicle Market Introduction Study: Final Report," U.S. Department of Energy (DOE), 2010.

Society of Automotive Engineers, "SAE Electric Vehicle and Plug in Hybrid Electric Vehicle Conductive Coupler (SAE J1772)", 2010.

Solomon, A.A., Faiman, D., and Meron. G., «Properties and uses of storage for enhancing the grid penetration of very large photovoltaic systems». In: Energy Policy, 2010

Soyjaudah, K. M. S., Hosany, M.A., and Jamalodeen, A., "Design and Implementation of Rijndael Algorithm for GSM Encryption," Symposium on Trends in Communications Joint IST Workshop on Mobile Future, 2004, pp. 106-109.

Su, W., and Chow, M.-Y., "Performance Evaluation of An EDA-based Large-scale Plug-in Hybrid Electric Vehicle Charging Algorithm," Special Issues on Transportation Electrification and Vehicle-to-Grid Applications, IEEE Transactions on Smart Grid, 2011.

Su, W., Chow, M-Y., Optimal Energy Management for a Plug-in Electric Vehicle Enabled Charging Infrastructure with Vehicle-to-Grid Capability, IEEE Transaction on Smart Grid, Special Issue on Computational Intelligence Applications in Smart Grids, 2011. (Under Review)

Su, W., Zeng, W., and Chow, M.Y., A Digital Testbed for a PHEV_PEV Enabled Parking Lot in a Smart Grid Environment, in Proceedings of Innovative Smart Grid Technologies (ISGT 2012), Washington D.C., Jan 17-19, 2012.

U.S. Department of Energy (DOE), "Communication Requirements for Smart Grid Technologies", 2010.

Vazquez, S., Lukic, S.M., Galvan, E., Franquelo, L.G., and Carrasco, J.M.,
Energy Storage Systems for Transport and Grid Applications, IEEE Transactions
on Industrial Electronics, vol. 57, pp. 3881-3895, Dec. 2010.

Venkataramanan, G., and Marnay, C., «A larger role for microgrids». In: IEEE
Power & Energy Magazine 6, 2008.

Wang, W., Xu, Y., and Khanna, M., "A Survey on the Communication
Architectures in Smart Grid," Computer Networks, July 2011.

Wells, Q., Smart Grid Home. Go Green with Renewable Energy Resources. Delmar
Cengage Learning, 2012.

Xiao, Y., ed. Communication and Networking in Smart Grids. CRC Press, 2012.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1

http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_technologies_ape.htm

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/EKDILOSEIS_P/EPISTHMONIKES_EVENTS/HLEKTROKINHTA%20ISXYOS/268/270/ST3%20PASTROMAS%20SAFAKAS.pdf

www.smarthome.gr
www.smarthome.com
www.noemon.gr

Electric Transportation Engineering Corporation, 2010. "Electric Vehicle Charging Infrastructure Deployment Guidelines for the Oregon I-5 Metro Areas of Portland, Salem, Corvallis and Eugene," [Online]<http://www.oregon.gov/ODOT/HWY/OIPP/docs/EVDeployGuidelines3-1.pdf>

"Smart Energy Profile - Marketing Requirements Document," ZigBee+HomePlug Joint Working Group, [Online] Available: http://www.homeplug.org/tech/ZBHP_SE_MRD_090624.pdf

EIKONEΣ

Εικόνα 1:

https://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwihwMrf19vTAhWEvRoKHVBMCKIQjRwIBw&url=http%3A%2F%2Fhomeseeer.com%2Fhome-control-software.html&psig=AFQjCNEwL_X5DzXJN7r-DGA36hZr0FP5KA&ust=1494174455207270

Εικόνα 2:

https://www.google.gr/searchq=%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82+%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82+%CF%8710&rlz=1C1GGGE_elGR623GR638&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjy-_j

Εικόνα 3:

<https://www.google.gr/searchq=%CE%88%CE%BD%CE%B1%CF%82+%CE%B1%CF%85%CF%84%CF%8C%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%82+%CE>

%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82+%CF%83%CF%85%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE%CF%82+%C

Εικόνα 4:

https://www.google.gr/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Ftse2.mm.bing.net%2Fth%3Fid%3DOIP.EHRsSW_99ISzBhkfcwIPqgEgDY&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.keywordsuggests.com%2FYzPqgtcSN9VezrehsmymbgIcJhbGAIGP30Jts1cIEibxPz3w83N3DoZSNndsIO5qSO%257ClyKRd3%257CoDvBv*9LhOElg%2F&docid=AptUeMwa74h0cM&tbnid=udf4Q-TdEVK1GM%3A&vet=10ahUKEwiGwf_E7IPUAhVCxxQKHRrYDXQQMwgkKAUwBQ..i&w=288&h=216&bih=662&biw=1366&q=circuit%20breaker%20box%20diagram&ved=0ahUKEwiGwf_E7IPUAhVCxxQKHRrYDXQQMwgkKAUwBQ&iact=mrc&uact=8

Εικόνα 5:

https://www.google.gr/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fcdn.pcsteps.gr%2Fwpcontent%2Fuploads%2F2014%2F10%2F%25CE%25BF%25CE%25B9%25CE%25BA%25CE%25B9%25CE%25B1%25CE%25BA%25CE%25AE%25CE%25B4%25CE%25B9%25CE%25BA%25CF%2584%25CF%258D%25CF%2589%25CF%2583%25CE%25B7%25CE%25B4%25CE%25AF%25CE%25BA%25CF%2584%25CF%2585%25CE%25BF%25CF%2583%25CF%2584%25CE%25BF%25CF%2583%25CF%2580%25CE%25AF%25CF%2584%25CE%25B9lan12.png&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.pcsteps.gr%2F1311%25CE%25BF%25CE%25B9%25CE%25BA%25CE%25B9%25CE%25B1%25CE%25BA%25CE%25AE%25CE%25B4%25CE%25B9%25CE%25BA%25CF%2584%25CF%258D%25CF%2589%25CF%2583%25CE%25B7%25CE%25B4%25CE%25AF%25CE%25BA%25CF%2584%25CF%2585%25CE%25BF%25CF%2583%25CF%2584%25CE%25BF%25CF%2583%25CF%2580%25CE%25AF%25CF%2584%25CE%25B9lan%2F&docid=c2bpZdKTziGeM&tbnid=ZmSl_XLrVFbkJM%3A&vet=10ahUKEwi51P3g8YPUAhWFtRQKHXNOCcIQMwhMKB4wHg..i&w=473&h=264&itg=1&bih=662&biw=1366&q=%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF%20%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%89%CE%BD%20%CE%BC%CE%B5%CF%83%CF%89%20router&ved=0ahUKEwi51P3g8YPUAhWFtRQKHXNOCcIQMwhMKB4wHg&iact=mrc&uact=8

Εικόνα 6:

https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fimg.tarad.com%2Fshop%2Fi%2Finfomediacom%2Fimg-lib%2F170510000016_b.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.infomedia.co.th%2Fproduct-en-19539-146347-Video%2BConferencing%2BNetwork%2B%2B%2BIP%2BNetwork.html&docid=rr2

K7nbphL_XBM&tbnid=bXQ1Yd0fvO445M%3A&vet=10ahUKEwjax7P5-
YPUAhUG1xQKHYP2B7oQMwgmKAMwAw..i&w=552&h=381&noj=1&bih=662
&biw=1366&q=ip%20network&ved=0ahUKEwjax7P5-
YPUAhUG1xQKHYP2B7oQMwgmKAMwAw&iact=mrc&uact=8#h=381&imgdii=
sXM_vSfFW7H1IM:&vet=10ahUKEwjax7P5-
YPUAhUG1xQKHYP2B7oQMwgmKAMwAw..i&w=552

Εικόνα 7:

https://www.google.gr/search?q=%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%B1%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF+%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%89%CE%B4%CE%B9%CE%BF&rlz=1C1GGGE_elGR623GR638&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi1sfmO2uXTAhUF

Εικόνα 8:

https://www.google.gr/search?q=%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%B1%CE%BE%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF+%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%89%CE%B4%CE%B9%CE%BF&rlz=1C1GGGE_elGR623GR638&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi1sfmO2uXTAhUF

Εικόνα 9:

https://www.google.gr/search?q=%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%89%CE%B4%CE%B9%CE%BF+%CE%BF%CE%BB%CE%B1+%CF%83%CE%B5+%CE%B5%CE%BD%CE%B1&rlz=1C1GGGE_elGR623GR638&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiNtJrd2uXTAhXGaVAKHT43BF

Εικόνα 10:

https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fi234.photobucket.com%2Falbums%2Fee274%2Fbiopact3%2FFig0201.jpg%3Ft%3D1194533211&imgrefurl=http%3A%2F%2Fglobal.mongabay.com%2Fnews%2Fbioenergy%2F2007%2F11%2Fiea-weo-china-and-india-transform.html&docid=7_rDxK31BNOEGM&tbnid=8QC8yW2_CeUokM%3A&vet=10ahUKEwihuOLW94PUAhWibhQKHZd1DXIQMwhRKCQwJA..i&w=800&h=700&noj=1&bih=662&biw=1366&q=world%20energy%20scenario&ved=0ahUKEwihuOLW94PUAhWibhQKHZd1DXIQMwhRKCQwJA&iact=mrc&uact=8

Εικόνα 11:

<https://www.google.gr/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimage-store.slidesharecdn.com%2F75bb2f58-2eba11e4a89122000ab82dd9original.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.reporter.gr%2FEidhseis%2FEpicheirhseis%2Fenergy%2Fitem%2F246335-Me-ton-tachytero-rythmo-olwn-twn-epochw-nayxanontaioiananewsimesphgesenergeias&docid=znuypyzuM4JjsM&tbnid=hGKfG>

xNz_gr3AM%3A&vet=10ahUKEwjTmNG19oPUAhVOrRQKHbIIC18QMwgnKAQwBA..i&w=1517&h=812&noj=1&bih=662&biw=1366&q=%CF%80%CE%B1%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%B5%CF%82%20%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%B5%CF%82%20%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82&ved=0ahUKEwjTmNG19oPUAhVOrRQKHbIIC18QMwgnKAQwBA&iact=mrc&uact=8

Εικόνα 12:

<http://www.resilience.org/stories/2012-08-22/battery-performance-deficit-disorder/>

Εικόνα 13:

[https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.technor.gr%2Fassets%2Fimages%2Fproducts%2FPULSAR%2FTRANSDUCER%2F001.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.technor.gr%2Ftransducers.html&docid=qRHN9LQIbc68IM&tbnid=FiPR-BTVCvLY_M%3A&vet=10ahUKEwi1v-
yk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA..i&w=400&h=300&noj=1&bih=662&biw=1366&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82%20%CF%85%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B7%CF%87%CF%89%CE%BD%20&ved=0ahUKEwi1vyk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA&iact=mrc&uact=8#h=300&imgdii=IHSGBeQAUIoT-M:&vet=10ahUKEwi1v-
yk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA..i&w=400](https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.technor.gr%2Fassets%2Fimages%2Fproducts%2FPULSAR%2FTRANSDUCER%2F001.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.technor.gr%2Ftransducers.html&docid=qRHN9LQIbc68IM&tbnid=FiPR-BTVCvLY_M%3A&vet=10ahUKEwi1v-
yk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA..i&w=400&h=300&noj=1&bih=662&biw=1366&q=%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B1%CF%82%20%CF%85%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B7%CF%87%CF%89%CE%BD%20&ved=0ahUKEwi1vyk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA&iact=mrc&uact=8#h=300&imgdii=IHSGBeQAUIoT-M:&vet=10ahUKEwi1v-
yk9YPUAhXBshQKHb5_DDYQMwgnKAQwBA..i&w=400)

Εικόνα 14:

https://www.google.gr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fusers.sch.gr%2Fimarinakis%2Fgeothermal1.gif&imgrefurl=http%3A%2F%2Fusers.sch.gr%2Fimarinakis%2Fgeothermal_energy.htm&docid=AQ2l_MfsVv404M&tbnid=dr9MHqchxDhYuM%3A&vet=10ahUKEwio84DevJDUAhW

Εικόνα 15:

https://www.google.gr/search?q=%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%B1&rlz=1C1GGGE_elGR623GR638&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiB-tPDupDUAhWDuBQKHwj7Av4Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=BaPQ

Εικόνα 16:

<http://www.haniotika-nea.gr/nemogennitries-den-vlaptoun-tin-igia>

Εικόνα 17:

https://www.google.gr/imgresimgurl=http%3A%2F%2Fwww.technova.gr%2Ftechnova%2Fimages%2FScience%2FBiomass%2FBiomass_Sources_Land.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.technova.gr%2Ftechnova%2Findex.php%2F2012-06-21-03-15-38%2Fepistimi%2