



Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Σχολή Μηχανικών
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
**ΕΞΥΠΝΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΤΟΥΣ ΣΕ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**



Έξυπνο δίκτυο (energysage.com)

ΜΠΕΛΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ (6994)
ΜΑΝΤΙΚΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ (7021)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΡΑΒΑΝΗΣ ΘΕΟΦΑΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στη τεχνολογία των έξυπνων δικτύων. Προσεγγίζοντας αυτή τη θεματική, στην εργασία μας πραγματοποιήθηκε ανάλυση σε πολλά επίπεδα του αντικειμένου, όπως αυτό του χρόνου, με την εικόνα στο παρόν, αλλά κυρίως το μέλλον του χώρου, από τις χώρες αιχμής σε λογισμικό και την υλική παραγωγή (των μετρητών για παράδειγμα), αλλά και σε όσες ακολουθούν αναπτύσσοντας δίκτυα και εφαρμογές και φυσικά στον ελλαδικό χώρο. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκαν βασικά δομικά στοιχεία των έξυπνων δικτύων προκειμένου να είναι δυνατή η συγκρότηση μιας συνολικής εικόνας ως προς τις απαιτήσεις αυτών, καθώς και τις ανάγκες που καλούνται να καλύψουν, πάντα στραμμένοι προς την ασφάλεια, την αειφορία, την περιβαλλοντικά πράσινη ανάπτυξη και την καθολική προσβασιμότητα σε κάθε καινοτομία.

Λέξεις κλειδιά : έξυπνα δίκτυα , έξυπνη πόλη

Θα θέλαμε λοιπόν να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κύριο Αραβανή Θεοφάνη που υπήρξε ιδιαίτερα υποστηρικτικός όσες φορές χρειαστήκαμε την βοήθεια του καθώς και για την ευκαιρία που μας έδωσε και την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, ώστε να ασχοληθούμε με ένα τόσο ενδιαφέρον και μοναδικό θέμα. Οι οδηγίες του καθηγητή μας ήταν απολύτως σαφείς και διευκρινιστικές για να ολοκληρώσουμε τη μελέτη μας.

Σημαντική υπήρξε η συμβολή και στήριξη των γονιών μας, κατά τη διάρκεια των σπουδών μας. Η ενθάρρυνσή τους αποτέλεσε και αποτελεί σημαντικό στοιχείο της μέχρι τώρα διαδρομής μας. Τέλος δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε και την συμπαράσταση των φίλων μας σε όλη μας αυτή την πορεία.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών : Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

(Ονοματεπώνυμο)

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία διερευνά ένα νέο μοντέλο δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, αυτό των Έξυπνων Δικτύων (Smart Grid), το οποίο αναμένεται να εδραιωθεί στο άμεσο μέλλον καθώς προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία και αποδοτικότητα, ταυτόχρονα με την ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας.

Τα Έξυπνα ή αλλιώς Ευφυή Δίκτυα θα επιτρέπουν την αποδοτικότερη χρήση της υπάρχουσας εγκατεστημένης ισχύος και της υποδομής μεταφοράς και διανομής ενέργειας, με χαμηλότερη ένταση εκπομπών αερίων. Τα χαρακτηριστικά τους, που εντοπίζονται σε όλα τα στάδια, από την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή έως την κατανάλωση και την εμπορία ενέργειας θα καταστήσουν το δίκτυο πιο αποδοτικό, εύρωστο, φιλικό προς το περιβάλλον και εύκολα διαχειρίσιμο, ενώ διευκολύνεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος σε όλα τα συστατικά στοιχεία του.

Παράλληλα με την αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογιών επικοινωνίας και των καινοτόμων μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης, η αναβάθμιση του δικτύου προβλέπεται να είναι ραγδαία. Τέλος θα εξετάσουμε τα έξυπνα δίκτυα ως προς το σύνολο τους ενώ παράλληλα θα επικεντρωθούμε στον τρόπο με τον οποίο επιδρούν στις ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις που διασυνδέονται/τροφοδοτούνται από αυτά.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια του Έξυπνου Δικτύου (smart grid), τα χαρακτηριστικά και τα στοιχεία που το καθιστούν αναγκαία συμπεριφορά και υποδομή για το μέλλον των υπηρεσιών και των δικτύων μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια της «Έξυπνης Πόλης» (smart city) με πλήθος παραδειγμάτων από την Ελλάδα και τον κόσμο, σε πόλεις μικρής, μεσαίας και μεγάλης κλίμακας, με αντίστοιχες εφαρμογές. Ακόμη αναπτύσσονται τα δίκτυα των «Έξυπνων Πόλεων» στην Ελλάδα, η γεωμορφολογία της οποίας αποτελεί πρόκληση για τη δημιουργία τέτοιων δομών.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσονται οι μεταφορές στην έξυπνη πόλη, ξεκινώντας με σχολιασμό στη κινητικότητα (mobility) στο παρόν και όσα προβλέπονται στο άμεσο μέλλον με την παρούσα τεχνολογία αιχμής. Η αρχιτεκτονική των μεταφορών και η ηλεκτροκίνηση αναπτύσσονται, με την τελευταία να δίνει νέες ενεργειακές προοπτικές στην σημερινή εικόνα ροής και παροχής ενέργειας από τους παραδοσιακούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας, στη φορητή, άμεσα προσβάσιμη ενέργεια των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Εξετάζονται λοιπόν οι πιθανές ροές ενέργειας μεταξύ παρόχου και οχημάτων, καθώς και οι πιθανές επιπτώσεις στη νέα αυτή πολιτική και τέλος αναπτύσσεται η διαχείριση της κυκλοφορίας στην έξυπνη πόλη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσεται η σχέση των έξυπνων δικτύων και των μετρητών (smart meters). Εισαγωγικά αναφέρεται η εικόνα των μετρητών και των χρήσεων τους στο παρόν, ενώ στη συνέχεια δίδεται η προοπτική του μέλλοντος με αναφορά στην έξυπνη τηλεμέτρηση (smart metering). Αναφέρονται εφαρμογές και η δεκτικότητα της αγοράς ανά χώρα με χρήσιμες κοινωνικές παρατηρήσεις. Τέλος παρουσιάζεται η πορεία της χώρας μας στην εγκατάσταση και χρήση έξυπνων μετρητών και πρωτοβουλίες που έχουν αναληφθεί προς αυτή την κατεύθυνση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	iv
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ	
1.1 Γιατί χρειαζόμαστε τα έξυπνα δίκτυα;	8
1.2 Ορισμός έξυπνων δικτύων.....	9
1.3 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα έξυπνων δικτύων.....	10
1.4 Οι προκλήσεις των έξυπνων δικτύων.....	12
1.5 Δομικά στοιχεία έξυπνων δικτύων.....	13
2. ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ	
2.1 Πως ορίζουμε μια έξυπνη πόλη;	16
2.2 Χαρακτηριστικά και οργάνωση των έξυπνων πόλεων	16
2.3 Έξυπνες πόλεις στον κόσμο και την Ελλάδα	18
2.3.1 Έξυπνες πόλεις του κόσμου.....	18
2.3.1.1 Βαρκελώνη.....	18
2.3.1.2 Λονδίνο.....	19
2.3.1.4 Ντουμπάι.....	19
2.3.2 Το ελληνικό παράδειγμα.....	20
2.3.2.1 Η πόλη των Τρικάλων	21
2.3.2.2 Ηράκλειο Κρήτης.....	22
2.3.2.3 Θεσσαλονίκη.....	22
2.3.2.4 Ιωάννινα.....	23
2.3.2.5 Βέροια.....	23
2.3.2.6 Κοζάνη.....	24

2.3.2.7 Λάρισα.....	24
2.3.4 Δημιουργία Δικτύων.....	25
2.3.4.1 Δίκτυο ΙΚΑΡΟΣ.....	25
2.3.4.2 Δίκτυο CitiesNet.....	25

3. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

3.1 Η κινητικότητα στο παρόν και το μέλλον.....	27
3.2 Αρχιτεκτονική των μεταφορών στις πόλεις και κινητικότητα.....	28
3.3 Ηλεκτρικά Οχήματα.....	30
3.3.1 Η εικόνα στην Ελλάδα.....	31
3.3.2 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο στην έξυπνη πόλη.....	31
3.3.2.1 Διαφορετικοί τύποι ηλεκτρικών οχημάτων και ενεργειακές προκλήσεις	33
3.3.2.1.1 Ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία.....	33
3.3.2.1.2 Υβριδικά οχήματα	33
3.3.2.1.3 Φορτιζόμενα Υβριδικά Οχήματα.....	33
3.3.3 Αλληλεπίδραση έξυπνων οχημάτων και δικτύου παραγωγής ενέργειας	33
3.3.3.1 Ροή από το όχημα προς το δίκτυο.....	34
3.3.3.2 Ροή από το δίκτυο προς το όχημα.....	34
3.3.3.2.1 Πιθανές επιπτώσεις και πολιτικές διαχείρισης	34
3.4 Διαχείριση κυκλοφορίας.....	35
3.4.1 Έξυπνες διαβάσεις.....	36

4. ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΗΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή.....	38
4.2 Οφέλη της χρήσης έξυπνων μετρητών	39
4.3 Εφαρμογές ανά χώρα.....	40
4.3.1 Ευρωπαϊκή Ένωση.....	40
4.3.2 ΗΠΑ.....	41
4.3.3 Κίνα.....	41
4.3.4 Εφαρμογές στην Ελλάδα.....	42
4.3.4.1. Πρωτοβουλίες, δημοτικές ή ιδιωτικές.....	43
4.3.4.1.1 Δήμος Θεσσαλονίκης.....	43

4.3.4.1.2 Νησιωτική χώρα.....	46
4.3.4.1.3 Πρωτοβουλία για σχολεία της Αττικής.....	48
4.4 Συσκευές έξυπνων μετρητών στην Ελλάδα.....	49

5. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΔΙΚΤΥΟ

5.1 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα.....	50
5.1.1 Ιδιωτικότητα και προσωπικά δεδομένα.....	50
5.1.2 Προσωπικές πληροφορίες στο έξυπνο δίκτυο.....	51
5.1.3 Θέματα ιδιωτικότητας στο έξυπνο δίκτυο.....	52
5.2 Απειλές.....	53
5.2.1 Απειλές για το δίκτυο.....	53
5.3 Προστασία και Πρότυπα Ασφάλειας	54
5.4 Η τεχνολογία της Επικοινωνίας στα έξυπνα δίκτυα.....	54
5.5 Σύγκριση υποδομών υπάρχοντος δικτύου και έξυπνου δικτύου.....	55
5.6 Υποδομές Επικοινωνίας Έξυπνου Δικτύου	56
5.7 Τεχνολογίες που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στο έξυπνο δίκτυο.....	56
5.7.1 ZigBee.....	56
5.7.2 WLAN.....	57
5.7.3 Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας	57
5.7.4 Power line-Γραμμές Δικτύου Ισχύος.....	57
5.8 Communication standards.....	58
5.9 Μελλοντικές προκλήσεις για την επικοινωνία στο έξυπνο δίκτυο.....	58

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

.....	60
-------	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 : Διαφορές μεταξύ smart grid και υπάρχοντος δικτύου.....	9
--	---

Πίνακας 4.1 : Ανάλυση Ενεργειακών Σεναρίων διείσδυσης των τεχνολογιών ΑΠΕ στο Ενεργειακό Σύστημα και Επίτευξης των Εθνικών Στόχων του 2020.....	42
Πίνακας 5.1 : Διαφορές στη λειτουργία του σημερινού και του έξυπνου δικτύου διανομής ενέργειας.....	55

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 : Διασύνδεση στοιχείων έξυπνου δικτύου.....	14
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 : Πέρασμα από το παρόν δίκτυο σε ένα έξυπνο δίκτυο.....	9
Εικόνα 2.1 : Οι διασυνδέσεις σε μια βραβευμένη έξυπνη πόλη, τη Βαρκελώνη.....	18
Εικόνα 2.2 : Σιδηροδρομικό δίκτυο.....	19
Εικόνα 2.3 : Hyperloop One.....	20
Εικόνα 2.4: Χάρτης έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα.....	21
Εικόνα 3.1 : Η εικόνα της κινητικότητας στο μέλλον.....	28
Εικόνα 3.2 : Οθόνη τηλεματικής εντός αστικού λεωφορείου του ΟΑΣΑ.....	29
Εικόνα 3.3 : Ψηφιακή οθόνη ενημέρωσης άφιξης ΜΜΜ.....	29
Εικόνα 3.4 : Κοινόχρηστα ποδήλατα, χαρακτηριστική εικόνα σε πολλά σημεία της Βιέννης.....	30
Εικόνα 3.5 : Οι δυνατότητες του έξυπνου αυτοκινήτου.....	32
Εικόνα 3.6 : Έξυπνη κυκλοφορία.....	37
Εικόνα 4.1 : Έξυπνος Μετρητής.....	38
Εικόνα 4.2 : Ηλεκτρομηχανικός Μετρητής	38

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ

1.1 Γιατί χρειαζόμαστε τα έξυπνα δίκτυα;

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς μας και δομικό στοιχείο της δόμησης της δραστηριότητας μας, με τον τρόπο που μας είναι γνωστός. Ένα ηλεκτρικό δίκτυο δομείται από τρία κύρια υποσυστήματα: τις πηγές παραγωγής (εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας), ένα σύστημα διανομής (δίκτυο μεταφοράς και διανομής) και τους τελικούς καταναλωτές (σπίτια, καταστήματα, βιομηχανικές εγκαταστάσεις και άλλα). Σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο η ηλεκτρική προσφορά και ζήτηση πρέπει πάντα να βρίσκονται σε ισορροπία, δεδομένου ότι η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας αυτής της κλίμακας δεν είναι δυνατή. Στο παρελθόν, η ισορροπία αυτή διατηρούνταν από κάθετα ενσωματωμένες αρχές διαχείρισης ενέργειας οι οποίες είχαν σκοπό τον έλεγχο της παραγωγής και της μεταφοράς της ενέργειας.

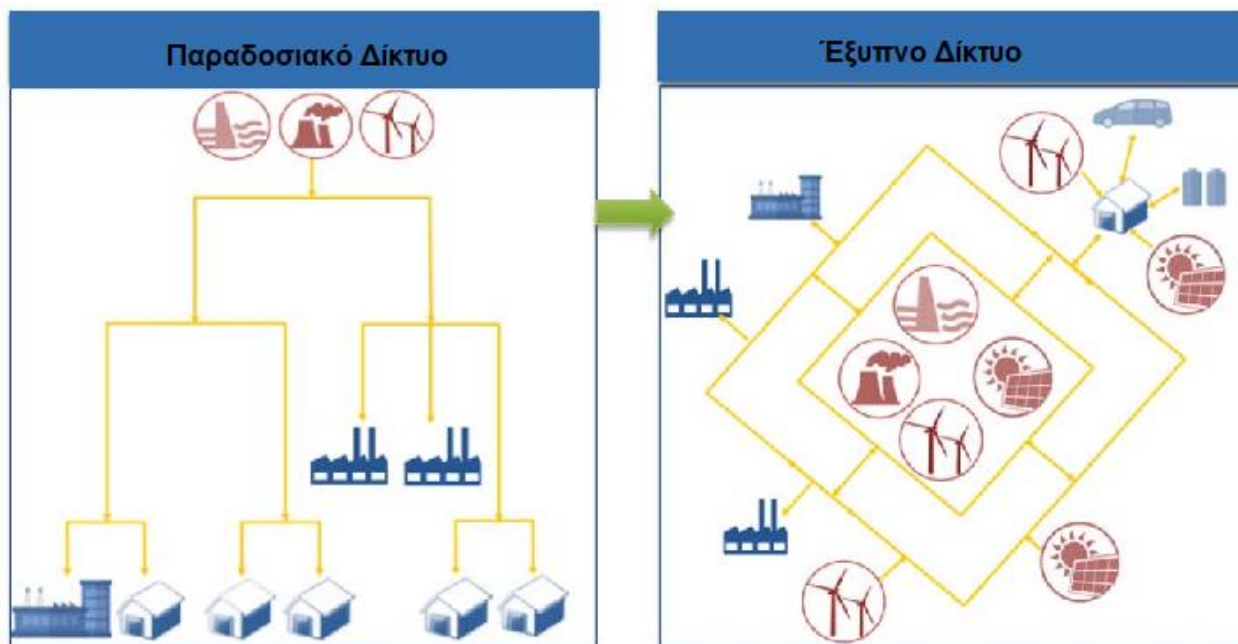
Οι νέες ανάγκες που προκύπτουν από τη σημερινή βιομηχανική δραστηριότητα, καθιστούν τα δίκτυα ενέργειας ακατάλληλα να ανταπεξέλθουν καθώς η δραστηριότητα διαφέρει σημαντικά από τις προδιαγραφές για τις οποίες φτιάχτηκαν, δεκάδες χρόνια πριν. Πιο συγκεκριμένα, λόγω της απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας παρουσιάζονται σενάρια και αβεβαιότητες ροής ενέργειας που το σύστημα δεν σχεδιάστηκε να διαχειρίζεται. Η όλο και αυξανόμενη παραγωγή «πράσινης» ενέργειας αποκεντρώνει τη παραγωγή ενέργειας, οδηγώντας σε αβεβαιότητα στη τροφοδοσία. Ακόμη, ο σύγχρονος τρόπος ζωής εξαρτάται και απαιτεί παροχή ηλεκτρικού ρεύματος υψηλής ποιότητας και υψηλής διαθεσιμότητας, ενώ η αναγκαιότητα παραγωγής και διαχείρισης της ενέργειας με τρόπο μη καταστρεπτικό για το περιβάλλον είναι μεγαλύτερη από ποτέ και είναι δυνατή μέσω των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αλλά και με βελτιστοποίηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, με παράλληλη τη μείωση της ζήτησης.

Η αυξανόμενη αποδοχή της βιομηχανίας, είναι ότι η τεχνολογία Έξυπνων Δικτύων είναι η απάντηση στις παραπάνω προκλήσεις. Απόδειξη αυτού αποτελούν οι επενδύσεις ύψους δισεκατομμυρίων των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της Κίνας στην έρευνα και ανάπτυξη τεχνολογιών έξυπνων δικτύων. Ο στόχος της μετάβασης σε ένα έξυπνο δίκτυο είναι να παραχθεί αξιόπιστη, υψηλής ποιότητας ηλεκτρική ενέργεια στις ψηφιακές κοινωνίες με έναν φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Για την επίτευξη αυτού του στόχου απαιτείται να συνδυαστούν οι υπάρχουσες γνώσεις και ταυτόχρονα να εφαρμοστούν νέες τεχνολογίες για την ενεργειακή αποδοτικότητα, την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την ανταπόκριση στη ζήτηση, την αυτοϊαση, κα. [2]

Η ευφυΐα του έξυπνου δικτύου βρίσκεται στο επίπεδο αυτόματης λήψης αποφάσεων. Η έννοια του έξυπνου δικτύου περιλαμβάνει διασυνδεδεμένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, τη συγκεντρωμένη μαζική παραγωγή και τη διανεμημένη παραγωγή, από τα υψηλής τάσεως συστήματα μεταφοράς στα χαμηλής τάσης συστήματα διανομής, από τα κέντρα ελέγχου των αρχών διαχείρισης ενέργειας, στο μικροδίκτυο χαμηλής τάσης του τελικού καταναλωτή, από τις μαζικές αγορές ενέργειας στους τοπικούς παρόχους και από τους ενεργειακούς πόρους του χθες στη διανεμημένη και ανανεώσιμη παραγωγή και αποθήκευση του τώρα και του αύριο.

Η μετάβαση από το παρόν δίκτυο σε ένα έξυπνο και οι βασικές διαφορές μεταξύ των δύο απεικονίζεται παρακάτω, στην Εικόνα 2. και τον Πίνακα 1., με τη μετάβαση από κεντρικούς

σε διανεμημένους πόρους, από τις μονοσήμαντες κατευθύνσεις ροής ενέργειας στις απρόβλεπτες-μη γραμμικές, από ένα παθητικό σε ένα ενεργό δίκτυο. Εν ολίγοις, το δίκτυο θα είναι δυναμικότερο στη διαμόρφωσή του και στις συνθήκες λειτουργίας του, γεγονός το οποίο θα παρουσιάσει πολλές δυνατότητες για βελτιστοποίηση αλλά και νέες προβληματικές. [1]



Εικόνα 1.1 : Πέρασμα από το παρόν δίκτυο σε ένα έξυπνο δίκτυο.

(Grid architecture for future distribution system .A cyber-physical system perspective. ieeexplore.ieee.org)

Πίνακας 1 : Διαφορές μεταξύ smart grid και υπάρχοντος δικτύου

Παραδοσιακό Δίκτυο	Έξυπνο Δίκτυο
Συγκεντρωτική μορφή Παραγωγής	Αποκεντρωμένη Παραγωγή
Κάθετη και μονοσήμαντη ροή Ενέργειας	Διαδραστικές σχέσεις για τη ροή της Ενέργειας
Συνδέσεις Ελέγχος Παρόχου	Συμμετοχή- Έλεγχος από κάθε κόμβο-συμμετέχοντα
Συμπεριφορά, ελεγχόμενη	Συμπεριφορά, απρόβλεπτη- χαστική

1.2 Ορισμός Έξυπνου Δικτύου

Ο όρος «Έξυπνο Δίκτυο» δεν είναι σαφώς και κοινώς αποδεκτός, παρά ως μια ευρύτερη έννοια που αφορά την επόμενη μορφή του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα, η περιοχή, τα κίνητρα και τα επιθυμητά οφέλη των διάφορων φορέων που εμπλέκονται, επαναδιατυπώνουν την έννοια αυτή.

Ακολουθούν ορισμένοι ορισμοί αρμόδιων φορέων,

- Το Electric Power Research Institute (ERPI), αναφέρεται στο Έξυπνο Δίκτυο ως «μία ευφυής υποδομή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία υποστηρίζεται από τις τελευταίες τεχνολογίες στον τομέα της επικοινωνίας, του υπολογισμού και της ηλεκτρονικής, προκειμένου να ανταποκριθεί στις μελλοντικές απαιτήσεις της κοινωνίας σε ηλεκτρική ενέργεια». [6]

- Το Γραφείο Μεταφοράς και Διανομής Ενέργειας των ΗΠΑ (DoE) ορίζει:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο ως τη λύση που «θα εξασφαλίσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού συστήματος μέσω ανταλλαγής πληροφοριών, καταμετρημένης παραγωγής και αποθήκευσης της ενέργειας». [7]

- Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, παρουσιάζει:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο ως «ένα εξελιγμένο ηλεκτρικό δίκτυο, του οποίου αναπόσπαστο κομμάτι είναι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ παραγωγού και καταναλωτή και τα ευφυή συστήματα μέτρησης και παρακολούθησης της λειτουργίας του».

- Ενώ το European Commission Task Force for Smart Grid ορίζει:

Ένα Έξυπνο Δίκτυο ως «ένα ηλεκτρικό δίκτυο το οποίο με αποδοτικό τρόπο μπορεί να ενσωματώσει τη συμπεριφορά και τις δράσεις όλων των παραγόντων που βρίσκονται συνδεδεμένοι σε αυτό –παραγωγοί, καταναλωτές ή και καταναλωτές που παράγουν ενέργεια – ώστε να διασφαλίσει ένα οικονομικά αποδοτικό, βιώσιμο σύστημα ενέργειας με χαμηλές απώλειες και υψηλής ποιότητας υπηρεσία, σε ένα ασφαλές και αξιόπιστο δίκτυο».

Με σχετική ασφάλεια μπορούμε να εξάγουμε το συμπέρασμα πως τα έξυπνα δίκτυα ενσωματώνουν τεχνολογίες προς βελτιστοποίηση διαχείρισης πόρων, όπως η ενέργεια, αλλά και των στοιχείων που συνδέονται και λειτουργούν σε αυτό. Εναλλακτικά, αποτελεί την αναβάθμιση του σημερινού ηλεκτρικού δικτύου σε ένα δίκτυο μέσω των τεχνολογιών της πληροφορικής και της πληροφορίας. [2]

1.3 Χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα του Έξυπνου Δικτύου

Τα έξυπνα δίκτυα υπόσχονται μια πληθώρα πλεονεκτημάτων και βελτιώσεων, οι οποίες αφορούν πολλαπλούς τομείς, όπως για παράδειγμα την αξιοπιστία και την ασφάλεια του δικτύου, την οικονομία, την περιβαλλοντική επίδραση και την αναβάθμιση του ρόλου του καταναλωτή. Παρακάτω βλέπουμε κάποιες από τις ιδιότητες ενός έξυπνου δικτύου και πώς αυτές αναμένονται από τους υποστηρικτές του να βελτιώσουν το υπάρχον δίκτυο. [3]

- Αξιοπιστία

Το δίκτυο, ως ζωντανός οργανισμός, θα μπορεί να εντοπίζει προβλήματα και να ανακατευθύνει τη ροή της ενέργειας ή να απομονώνει μια περιοχή που λειτουργεί εκτός προδιαγραφών ώστε να ελαχιστοποιεί τις απώλειες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, συνολικά μεγαλύτερη ανθεκτικότητα του δικτύου, σε οποιαδήποτε εξωτερική παρέμβαση. Αυτή η ιδιότητα λέγεται και self-healing.

- Αποδοτικότητα

Το δίκτυο διαχειρίζεται τους πόρους που έχει ώστε να αντιμετωπίσει αυξημένη ζήτηση ενέργειας, χωρίς να απαιτούνται πρόσθετες υποδομές. Ένα άλλο παράδειγμα είναι ο αυτοέλεγχος των τεχνικών μέσων (εξοπλισμού) προς έγκαιρη αντικατάστασή τους ελαχιστοποιώντας έτσι κόστη που σχετίζονται με την αγορά εξοπλισμού.

- Ευελιξία

Το έξυπνο δίκτυο θα διευκολύνει τη σύνδεση τόσο των κεντρικών σταθμών παραγωγής, όσο και των πηγών ενέργειας όλων των μεγεθών και τεχνολογιών, πηγών αποθήκευσης ενέργειας, μικρής κλίμακας συστημάτων συμπαραγωγής και άλλων καταναλωμένων πηγών παραγωγής.

- Απελευθέρωση της αγοράς

Μέσω νέων ευκαιριών, αγορών και υπηρεσιών οι καταναλωτές επιλέγουν την πιο συμφέρουσα για αυτούς παροχή, ενώ μικρότερες επιχειρήσεις δύνανται να ανταγωνιστούν μέσω καινοτόμων προσεγγίσεων.

- Ποιότητα ενέργειας

Παρέχεται η απαραίτητη ποιότητα ενέργειας για την εξυπηρέτηση πελατών διαφορετικών αναγκών. Η εγγύηση της ποιότητας θα επιφέρει ανάλογο κόστος, ενώ θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση μεθόδων και εξελιγμένου εξοπλισμού παρακολούθησης του δικτύου, ο οποίος θα μπορεί έγκαιρα να διαγνώσει και να διορθώσει αιτίες αλλοίωσης της ποιότητας του ηλεκτρισμού.

- Ενδυνάμωση του καταναλωτή

Βασικό στοιχείο του έξυπνου δικτύου είναι η ανάδραση και οι δυνατότητες εξοικονόμησης που προσφέρει στον καταναλωτή. Οι καταναλωτές αποκτώντας ενημέρωση σχετικά με την χρήση ενέργειας θα καλούνται να προσαρμόσουν τη κατανάλωση με βάση οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, βοηθώντας στο ισοζύγιο προσφοράς και ζήτησης ενέργειας. Παραδείγματος χάρη με τη θέσπιση ωραρίων αυξημένης ζήτησης και την επιβράβευση αποχής από ενεργοβόρες για το σύστημα δραστηριότητες. Απαραίτητη κρίνεται η ενσωμάτωση έξυπνων μετρητών, έξυπνων συσκευών και άλλων τεχνολογιών στο δίκτυο οι οποίες θα επιτρέπουν τις παραπάνω δυνατότητες, αλλά και την κοινωνική ευαισθητοποίηση και την παροχή κινήτρων από την πολιτεία.

- Φιλικό προς το περιβάλλον

Αποτελεσματικά, η ευρεία ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κάνει το έξυπνο δίκτυο κατά κύριο λόγο "πράσινο", συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος.

Συνοψίζοντας, οι απαιτήσεις για την επόμενη γενιά δικτύων είναι υψηλές καθώς αυτά αναμένεται να είναι περισσότερο ευφυή, αλλά και ανθεκτικά έναντι σε κακόβουλες επιθέσεις, και σε φυσικά φαινόμενα, καθώς και να αυτορυθμίζονται ώστε να ικανοποιούν τις προσωπικές ανάγκες κάθε καταναλωτή.

1.4 Οι προκλήσεις των έξυπνων δικτύων

Όπως αναλύθηκε παραπάνω στα χαρακτηριστικά και πλεονεκτήματα των έξυπνων δικτύων, η αναβάθμιση του υπάρχοντος ηλεκτρικού δικτύου μέσω αυτοματισμών, συσκευών ελέγχου και γενικότερα εφαρμογών του συνόλου που θα ονομάζαμε προηγμένη τεχνολογία επικοινωνιών με ταυτόχρονη αξιοποίηση της τεχνολογίας της πληροφορίας, καλείται να ξεπεράσει ένα μεγάλο αριθμό προβληματικών. Αυτές αφορούν περιορισμούς σε τεχνικά ζητήματα, είτε αυτά είναι οι υποδομές ή το πεπερασμένο των υπάρχουσών τεχνολογιών, και φυσικά τις καταναλωτικές ανάγκες αλλά και την όσο το δυνατόν περισσότερο φιλική για τον πλανήτη παραγωγή. Παρακάτω αναλύονται εκτενέστερα. [3],[5],[7]

- Προκλήσεις υποδομής

Ως σήμερα οι υποδομές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υπόκειντο σε εκτενή φθορά λόγω των στοιχείων που τις απαρτίζουν. Ταυτόχρονα οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις φορτίου δυσχεραίνουν την κατάσταση. Τα αναπτυσσόμενα εργαλεία της πληροφορικής (data analysis) και της τεχνητής νοημοσύνης (πχ machine learning), με δυνατότητες σύγχρονης παρακολούθησης μετρήσεων, ο έλεγχος και η άμεση ανάδραση για γρήγορη και ακριβή προστασία είναι απαραίτητα στοιχεία για την σταθερότητα των δικτύων.

Όλα αυτά τα τεχνολογικά μέσα, όπως αναπτύσσεται και παρακάτω, είναι άγνωστο αν θα αυξήσουν την ανθεκτικότητα και αξιοπιστία των συστημάτων, καθώς η πολυπλοκότητά τους ενδέχεται να τα κάνει πιο τρωτά σε κακόβουλες ενέργειες ή και ακόμα να οδηγούν σε συχνή αποσταθεροποίηση αν ο έλεγχος γίνει πολύ αυστηρός ώστε να εντοπίζει λανθασμένα σήματα.

- Καινοτόμες τεχνολογίες

Οι ανάγκες που δημιουργούνται λειτουργούν τόσο ανταγωνιστικά με την έρευνα για την υλική και τεχνολογική υλοποίηση των έξυπνων δικτύων, ώστε οι πρώτες να κινούνται γρηγορότερα των δεύτερων. Τόσο τα προηγμένα υλικά, αλλά και τα ηλεκτρονικά και οι τεχνολογίες επικοινωνιών, δεν είναι διαθέσιμα για την επόμενη γενιά δικτύων, ενώ σαφώς το υπάρχον δίκτυο δε δύναται να ανταποκριθεί στις τεχνολογίες αιχμής.

Συμπερασματικά, με την ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών και τη διαχείριση της πληροφορίας που αυτά λαμβάνουν, εγείρονται ζητήματα ιδιωτικότητας, καθώς η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ κέντρου ελέγχου, συσκευών και καταναλωτών συνεπάγονται καταγραφή της καθημερινότητας, η οποία είναι άγνωστο με ποιόν τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εμπορικούς σκοπούς.

- Περιβαλλοντικές προκλήσεις

Η ανθρώπινη δραστηριότητα, ιδιαίτερα μετά τη βιομηχανική επανάσταση είναι υπαίτια για την κλιματική αλλαγή, με την υπερεκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Παράλληλα, τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων δεν επαρκούν, οδηγώντας τη παρελθοντική και σημερινή παραγωγή ενέργειας σε αδιέξοδο. Έπειτα, φυσικά φαινόμενα όπως σεισμοί, μπορούν να

προκαλέσουν τεράστιες φθορές στο δίκτυο μεταφοράς, ενώ η πραγματοποίηση των διατάξεων ανά των πόλεων μας αποτελεί μια ακόμα πρόκληση, τη χωροταξική.

- Καταναλωτικές ανάγκες

Η παροχή υψηλής ποιότητας ως ζητούμενο απαιτεί την μέγιστη δυνατή αλληλεπίδραση καταναλωτών και δικτύου, ώστε να εξατομικεύονται οι ανάγκες σχεδόν κάθε μονάδας, βιομηχανικής μονάδας, εμπορικού καταστήματος κα. Σαφώς η διαφάνεια στην αγορά είναι ζητούμενο προς όφελος των καταναλωτών και χρήζει θεσμοθέτηση νέων πολιτικών.

Ανησυχία δημιουργείται λόγω κόστους με τις νέες αυτές παρεχόμενες υπηρεσίες, μιας και τόσο η ανάπτυξη των τεχνολογιών αλλά και η υλοποίηση του δικτύου σε τεχνικό επίπεδο θα απαιτήσουν κάθετη αντικατάσταση στις εγκαταστάσεις, από τις μονάδες παραγωγής, έως το οικιακό περιβάλλον. Πιθανά υψηλά κόστη, χωρίς κοινωνικά μέτρα προς οικονομικά αδύναμες ομάδες, αλλά και νομοθετικό πλαίσιο προς αρνητές, θα κάνουν την πραγματοποίηση του έξυπνου δικτύου να καθυστερήσει ή και να μην είναι εφικτή για το σύνολο του πληθυσμού.

1.5 Δομικά στοιχεία έξυπνων δικτύων

Κάθε δίκτυο αποτελεί μια διασύνδεση μονάδων, έτσι και ένα έξυπνο δίκτυο θα είναι ένα σύμπλεγμα λειτουργικών μονάδων μεταξύ των οποίων κύρια στοιχεία είναι γεννήτριες ηλεκτρικής ενέργειας, υποσταθμοί παραγωγής ενέργειας, γραμμές μεταφοράς και διανομής, ελεγκτές, έξυπνοι μετρητές, κόμβοι συλλεκτών και κέντρα ελέγχου διανομής και μετάδοσης. Μελετώντας ένα ευφυές δίκτυο, τα παραπάνω συνθέτουν τα εξής σαφώς διακριτά συστήματα: [5]

- Έξυπνο σύστημα υποδομής:

Είναι υπεύθυνο για την ενέργεια, την πληροφόρηση και την επικοινωνία στην οποία βασίζεται το έξυπνο δίκτυο, και υλοποιεί:

- 1) την έξυπνη παραγωγή, μεταφορά και κατανάλωση ενέργειας,
- 2) την έξυπνη μέτρηση, παρακολούθηση και διαχείριση ενέργειας και
- 3) τις ανεπτυγμένες τεχνολογίες επικοινωνίας.

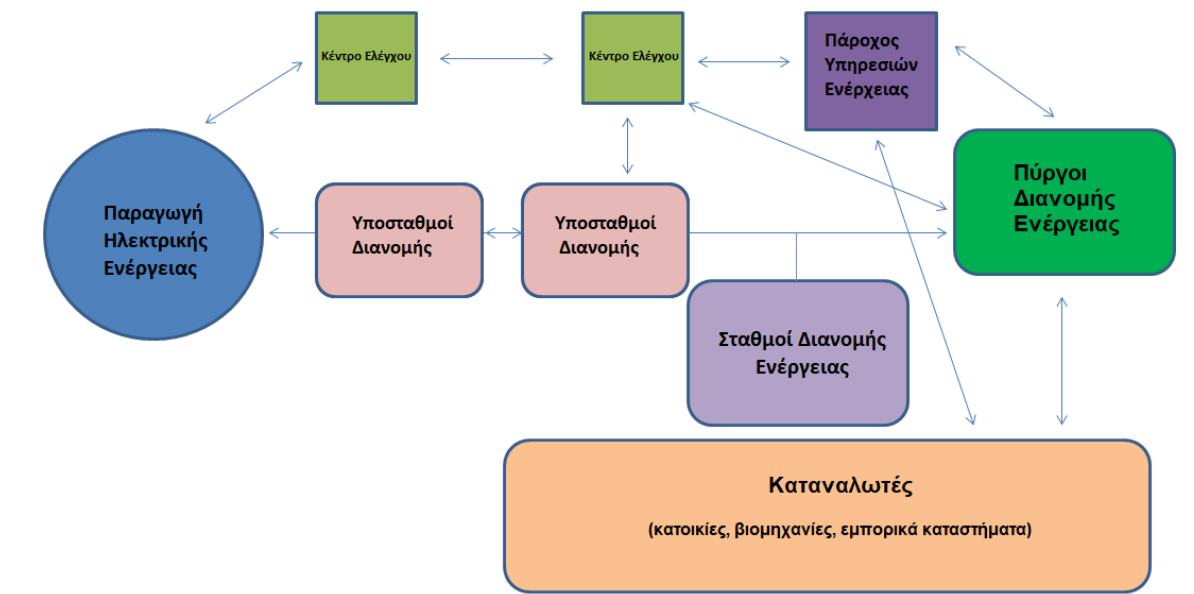
- Έξυπνο σύστημα Διαχείρισης:

Είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και τον έλεγχο της ενέργειας, προς μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, βελτίωση των χαρακτηριστικών, μείωση του κόστους και έλεγχο των εκπεμπόμενων ρύπων.

- Έξυπνο σύστημα Προστασίας:

Είναι υπεύθυνο για την ασφάλεια και ομαλή λειτουργία του δικτύου.

Παρακάτω στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται η διασύνδεση των δομικών στοιχείων ενός ευφυούς δικτύου.



Σχήμα 1 : Διασύνδεση στοιχείων έξυπνου δικτύου

2. ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

Η Αθήνα είναι ταυτόχρονα πόλη σύμβολο και πόλη των αντιθέσεων. Συνδυάζει την ιστορική πόλη η οποία διατηρεί ακόμη το διαχρονικό χαρακτήρα της και τη νέα πόλη, δημιούργημα μετά την ίδρυση του ελληνικού κράτους. «Ιστορική» πόλη, χτισμένη στο χώρο της αρχαίας Αθήνας, αλλά ταυτόχρονα «Νέα Πόλη» κατά την πολεοδομική έννοια του όρου. Η ανάπτυξη και η επέκταση της Αθήνας είχε ανάγκη ένα σχέδιο, το απαραίτητο απόθεμα γης καθώς και την κατασκευή δικτύων υποδομής (δρόμοι, ύδρευση κα). Το πρώτο σχέδιο της πόλης σχεδίασαν ο Σ. Κλεάνθης και ο E. Schaubert. Το σχέδιο αυτό ήταν μια σύνθεση με βάση τις αρχές του νεοκλασικισμού της εποχής που συγκροτείτο επάνω σε μια συμμετρική μνημειώδη σύνθεση και η βασική του ιδέα ήταν η ανάπτυξη της νέας πόλης προς το βορρά μαζί με την αποκατάσταση του κέντρου της αρχαίας πόλης, μέσα από ανασκαφές γύρω από την Ακρόπολη. [66],[69]

Ωστόσο, έπειτα από πολλές αντιδράσεις των ιδιοκτητών γης, το σχέδιο τροποποιήθηκε από τον Leo von Klenze το 1834. Το νέο αυτό σχέδιο αποτελούσε συμβιβασμό μεταξύ του κρατικού σχεδιασμού και των ιδιωτικών συμφερόντων, καθώς πολλοί δρόμοι στένεψαν και άλλοι καταργήθηκαν, ενώ και οι δημόσιοι χώροι μειώθηκαν. Η αισθητή μείωση των δημόσιων χώρων και χώρων πρασίνου στο σχέδιο της πρωτεύουσας ήταν η πρώτη ένδειξη για το τι επρόκειτο να ακολουθήσει όσον αφορά το φυσικό στοιχείο της πόλης. Μια άλλη ένδειξη ήταν η ενσωμάτωση αρκετών ρεμάτων στο οδικό δίκτυο ή η εκμετάλλευση της κοίτης τους. [68],[69]

Η οικολογική ισορροπία της πόλης αρχίζει σταδιακά να διαταράσσεται, καθώς το μέγεθος και η διάταξη της έχει διαφοροποιηθεί σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με την πρώτη χρονική περίοδό της ως πρωτεύουσα του ελληνικού κράτους. Η αυθαίρετη εκτός σχεδίου δόμηση αρχίζει να γενικεύεται ως διαδικασία απόκτησης κατοικίας και οι διαδοχικές νομιμοποιήσεις ένταξης των αυθαιρέτων στο σχέδιο πόλης μετατράπηκαν στην κατ' εξοχήν διαδικασία αστικής επέκτασης. Ακόμη, στην περίοδο αυτή της ανεξέλεγκτης εξάπλωσης του αστικού ιστού, ορισμένα ρέματα έμειναν ανοιχτά ωστόσο πολλά χτίστηκαν ή καλύφθηκαν αφού πραγματοποιήθηκαν πρώτα οι σχετικές προβλέψεις για την απορροή των ομβρίων και την αποχέτευση των λυμάτων. Την παραμονή του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, η Αθήνα είχε 1.125.000 κατοίκους και ήδη ήταν εμφανής μια διάχυση στην περιφέρεια της. Τα έτη μετά το 1950 σηματοδότησαν την περίοδο μιας πλήρους μεταπολεμικής αναδιοργάνωσης της χώρας. Παρατηρήθηκαν ακόμα υψηλότεροι ρυθμοί δημογραφικής ανόδου, που πυροδοτήθηκαν από την αξιοσημείωτη συγκέντρωση βιομηχανικών δραστηριοτήτων στην περιοχή, η οποία προκάλεσε μια μεγάλης κλίμακας εισροή νέων κατοίκων από την ελληνική ύπαιθρο. Έτσι, το 1961 ο πληθυσμός της Αθήνας έφτασε τα 1.850.709 άτομα. [66],[68],[69]

Το λεκανοπέδιο καταλαμβάνεται πλέον εξ ολοκλήρου από τον αστικό ιστό της Αθήνας και τα κύρια θύματα αυτής της αστικής μεταβολής είναι οι ελεύθεροι χώροι καθώς και οι δασικές εκτάσεις στις παρυφές, και όχι μόνο, των περιμετρικών ορεινών όγκων. Επιπλέον, η εγκατάσταση βιοτεχνιών και βιομηχανιών δίπλα στα ρέματα από τον μεσοπόλεμο κιόλας, με σκοπό την εκμετάλλευσή τους στη διαδικασία παραγωγής καθώς και στην εύκολη αποχέτευση των λυμάτων τους, είχαν ως αποτέλεσμα τη ρύπανση τους και την κατάργηση της φυσικής τους λειτουργίας. Αυτό δημιούργησε μια στάση απέναντι στα ρέματα ως εστίες μόλυνσης που έπρεπε να καλυφθούν και να εξαφανιστούν. Έτσι, η κάλυψη των ρεμάτων ταυτίστηκε με τον εκσυγχρονισμό και την εξυγίανση. Ορισμένα, από τα διευθετημένα και

καλυμμένα ρέματα αποτέλεσαν μέρος του αποχετευτικού δικτύου για τα αστικά και τα βιομηχανικά απόβλητα, ενώ σε άλλα έγιναν παρεμβάσεις όπως εγκιβωτισμός της κοίτης τους λόγω της ανάγκης αντιμετώπισης πλημμυρών. [65]

Αξίζει ακόμη να τονισθεί πως όλα αυτά τα χρόνια μετά τον Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο λόγω της έντονης αστικής εξάπλωσης, η χρήση του αυτοκινήτου εντείνεται ιδιαίτερα, με αποτέλεσμα η πόλη να παραδίδει θριαμβευτικά τους δημόσιους χώρους και σημαντικά τμήματα του φυσικού της στοιχείου στην ασφάλτο. Το 1981 η Αθήνα ήταν πλέον μία Μητρόπολη με 3 εκατ. κατοίκους. Βέβαια το αστικό της περιβάλλον είχε ήδη αρχίσει να δείχνει τα σημάδια της σημερινής κατάστασης: κυκλοφοριακός κορεσμός, νέφος, έλλειψη πράσινων χώρων κα.

Τώρα στον 21^ο αιώνα η ανθρωπότητα καλείται να αντιστρέψει την καταστροφή που έχει προξενήσει με τις ίδιες της τις πράξεις. Ο κορεσμός στις μεγαλουπόλεις, η ρύπανση του περιβάλλοντος, η υπερκατανάλωση και η άσκοπη χρήση ενέργειας κυρίως στους αστικούς ιστούς έχουν αλλοιώσει σε τέτοιο βαθμό το περιβάλλον που είναι αναγκαίο να παρθούν δραστικά μέτρα. Πρέπει να εκσυγχρονιστούν οι πόλεις. Οι άναρχα δομημένες, παλιές, και υπερπληθυσμιακές πόλεις πρέπει να αλλάξουν χαρακτήρα. Πρέπει να διατηρήσουν τον πολιτισμό τους αλλά ταυτόχρονα πρέπει να γίνουν και πιο **έξυπνες**.

2.1 Πως ορίζουμε μια έξυπνη πόλη;

Συνοπτικά θα λέγαμε πως μια έξυπνη πόλη (smart city) αποτελεί την μελλοντική μορφή, των αστικών κέντρων. Εφόσον η αστικοποίηση είναι ένα ζήτημα που δεν υπερκεράστηκε, ενώ στα επόμενα 30 χρόνια αναμένεται διπλάσιος περίπου αριθμός ανθρώπων να κατοικεί στις μεγαλουπόλεις ανά τον κόσμο, η νέα οργάνωση στα πλαίσια μιας ευφυούς πόλης καλείται να απαντήσει στα ερωτήματα για τη βιωσιμότητα των πόλεών μας, στο άμεσο μέλλον. Προφανώς, ξανά ένας αυστηρός ορισμός δεν είναι εφικτός καθώς οι άξονες γύρω από τους οποίους μια πόλη δομείται είναι διαφόρων ενδιαφερόντων όπως τεχνοκρατικοί, κοινωνικοί, αναπτυξιακοί κα.

Ένας συμπεριληπτικός ορισμός είναι ο εξής:

« ..μια πόλη μπορεί να θεωρηθεί «έξυπνη» όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο και οι παραδοσιακές και σύγχρονες υποδομές επικοινωνίας υποστηρίζουν τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και την υψηλή ποιότητα ζωής, με μια συνετή διαχείριση των φυσικών πόρων, μέσω της συμμετοχικής δράσης και της ενεργούς συμμετοχής.» [8]

2.2 Χαρακτηριστικά και οργάνωση των έξυπνων πόλεων

Οι αναλογίες μεταξύ των έξυπνων πόλεων και των έξυπνων δικτύων είναι αρκετά σαφείς, καθώς η πόλη καλείται να λειτουργήσει ως ένα σωστά οργανωμένο, διασυνδεδεμένο πλήθος δικτύων στους διαφορετικούς τομείς της. Μια έξυπνη πόλη είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την «έξυπνη» χρήση της τεχνολογίας και της πληροφορίας. Οι υποδομές, οι υπηρεσίες και οι άνθρωποι, καλούνται να αναδιαμορφωθούν, εντασσόμενοι σε νέα τεχνολογικά περιβάλλοντα. Η αναδιοργάνωση αυτή στοχεύει πρωταρχικά στη καλύτερη

ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών, τη βιωσιμότητα των πόλεων, την ευημερία των πολιτών και την οικονομική ανάπτυξη. Τα παραπάνω θα γίνουν εφικτά κυρίως μέσω:

- Ανάδρασης και συλλογής δεδομένων

Η συνεχής και ουσιώδης ανατροφοδότηση στοιχείων κάθε δομικής μονάδας σε μια ευφυή πόλη είναι πρωταρχικό μέλημα για την συνολική βελτίωση της λειτουργίας της πόλης. Οι πολίτες, ανεξαρτήτου προφίλ, καλούνται να συμμετέχουν και να λαμβάνουν «έξυπνες αποφάσεις», στα ζητήματα που τους αφορούν, βελτιώνοντας την καθημερινότητα τους, αλλά και τη συνολική «εμπειρία» στην πόλη.

- Χρήσης αυτοματισμών και προηγμένων συστημάτων

Η εισαγωγή της τεχνολογίας για την παρακολούθηση και το συνδυασμό λειτουργιών που αφορούν τις υποδομές μιας πόλης, όπως το οδικό δίκτυο, τα ΜΜΜ, τους λιμένες και τα αεροδρόμια, έπειτα τους πόρους και άλλες παροχές όπως ύδρευση, παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, τηλεπικοινωνίες και υπηρεσίες είναι απαραίτητη.

Έτσι θα είναι δυνατή:

- η αποδοτική λειτουργία της οικονομίας

Η «έξυπνη οικονομία» αφορά την ανταγωνιστικότητα, την επιχειρηματικότητα και την παραγωγικότητα. Σε επίπεδο πόλης, ενέργειες προς αυτή τη κατεύθυνση μπορούν να υποβοηθήσουν την τοπική οικονομία στο να συγκρατήσει την κατανάλωση υποστηρίζοντας τις τοπικές επιχειρήσεις.

- η διασύνδεση και εστίαση στις κοινωνικές υποδομές

Η «έξυπνη διαβίωση» αφορά τον πολιτισμό, την υγεία, την ασφάλεια, τη στέγαση, την κινητικότητα. Έξυπνη διαβίωση σημαίνει αυξημένη προσβασιμότητα σε υπηρεσίες, ανανέωση και βελτίωση των πολιτιστικών υποδομών, ερεθίσματα για τη τοπική καλλιτεχνική έκφραση. Τέλος μια ευφυής πόλη οφείλει να είναι δημιουργική και πολυφωνική με πρωτοβουλίες που θα δίνουν ζωή σε αυτήν.

- η βιωσιμότητα και η αρμονική συνύπαρξη με το περιβάλλον

Το «έξυπνο περιβάλλον» περιγράφεται από πράσινους χώρους, περιορισμό της μόλυνσης, ορθή διαχείριση των φυσικών πόρων και ενέργειες για την προστασία του περιβάλλοντος

- ο δημοκρατικός χαρακτήρας και η εξάλειψη της γραφειοκρατίας

Η «έξυπνη διοίκηση» περιλαμβάνει τη συμμετοχή κάθε πολίτη για την βελτίωση του όλου, ανεξαρτήτως οικονομικού και κοινωνικού προφίλ. Μέσω αυτής επιτυγχάνεται μικρότερο κόστος διοίκησης με αποτελεσματικότερες υπηρεσίες που εξυπηρετεί ψηφιακά τον πολίτη και τον απομακρύνει από αναμονή και ταλαιπωρία. Αυτό επιτυγχάνεται με την προώθηση της τεχνολογικής ανάπτυξης και την εφαρμογή της σε τομείς της υγείας, της παιδείας, των μεταφορών, των υπηρεσιών και της βιομηχανίας.

2.3 Έξυπνες πόλεις στον κόσμο και την Ελλάδα

Οι προβληματικές που οδήγησαν στην ανάγκη της δημιουργίας μιας καλύτερης μορφής του αστικού περιβάλλοντος έγιναν αντιληπτές και τις τελευταίες δυο δεκαετίες έχουμε τα πρώτα δείγματα, οργανωμένα ή πιο αποσπασματικά σε επίπεδο πόλεων. Χωρίζουμε λοιπόν τις πόλεις όσον αφορά τα στάδια στα οποία βρίσκεται η υλοποίηση της «Έξυπνης Πόλης» στις πρωτοπόρες έξυπνες πόλεις, που βρίσκονται στην αιχμή της ανάπτυξης και στις αναδυόμενες έξυπνες πόλεις οι οποίες κάνουν τα πρώτα βήματα στις τεχνολογικές καινοτομίες.

2.3.1 Έξυπνες πόλεις του κόσμου

Οι έξυπνες πόλεις καλούνται να απαντήσουν στις προκλήσεις του σήμερα και να προσαρμοστούν στις περιβαλλοντικές, οικονομικές, ενεργειακές, καθώς και άλλες, ανάγκες του σήμερα. Το τοποχωρικό κάθε πόλης κάνει την μελέτη και την ανάπτυξη κάθε πλάνου μοναδική. Μερικά παραδείγματα από την Ευρώπη και τον κόσμο, ακολουθούν παρακάτω. [50]

2.3.1.1 Βαρκελώνη

Η πόλη της Βαρκελώνης είχε προ πενταετίας αναδειχθεί πρωτεύουσα της καινοτομίας της Ευρώπης, υιοθετώντας το όραμα της έξυπνης πόλης σε τρία επίπεδα, αυτό των ανθρώπων, της πληροφορίας και της δομής της πόλης, ενώ ως σήμερα καινοτομεί σε αρχιτεκτονικό – οδικό επίπεδο. Στην Εικόνα 2.1 βλέπουμε μια χωρική σύνδεση της πόλης με τα διαφορετικά στοιχεία που ικανοποιεί ως έξυπνη πόλη.

Η δημιουργία εφαρμογών και πλατφορμών έξυπνων δεδομένων, η αναβάθμιση του τηλεπικοινωνιακού δικτύου, η αστική μεταμόρφωση σε επίπεδο υποδομών όπως η τηλεδιαχείριση της άρδευσης, δημιουργία νέου ηλεκτρικού δικτύου και δικτύου οπτικών ινών καθώς και η μελέτη του δικτύου διαχείρισης απορριμμάτων συντελούν καθοριστικά σε αυτή την κατεύθυνση.



Εικόνα 2.1 : Οι διασυνδέσεις σε μια βραβευμένη έξυπνη πόλη, τη Βαρκελώνη.

(urban-hub.com)

2.3.1.2 Λονδίνο

Το παράδειγμα του Λονδίνου ξεχωρίζει μεταξύ άλλων για το σύστημα μεταφορών. Το παλαιότερο υπόγειο αστικό δίκτυο μεταφορών, μέσω του Internet of Things, έχει γίνει και το εξυπνότερο, εξυπηρετώντας περισσότερες από ένα δισεκατομμύριο επιβιβάσεις ανά έτος. Μια εικόνα του μεγέθους του εκσυγχρονισμού του δικτύου παρουσιάζεται παρακάτω στην Εικόνα 2.2.

Ακόμα, το πρόγραμμα Connected London, στοχεύει στην παροχή συνδεσιμότητας 5G στην πόλη μέσω οπτικών ινών, αλλά και κάλυψη WiFi σε δημόσια κτήρια αλλά και τους δρόμους. Οι χαρακτηριστικοί λαμπτήρες της πόλης δε, πρόκειται να ενσωματώσουν πλήθος από αισθητήρες αλλά και να αποτελέσουν σημεία φόρτισης για τα ηλεκτρικά οχήματα.



Εικόνα 2.2 : Σιδηροδρομικό δίκτυο

(BBC)

2.3.1.3 Ντουμπάι

Η πόλη του Ντουμπάι οδεύει στην πλήρη ψηφιοποίηση των κυβερνητικών λειτουργιών, κατέχοντας ήδη τρεις πλήρως αυτόνομους σταθμούς όπου οι πολίτες μπορούν να υποβάλλουν αιτήματα ή να πληρώνουν πρόστιμα, χωρίς να εξυπηρετούνται από κάποιο υπάλληλο.

Σημαντική μείωση στα τροχαία ατυχήματα έχει επιτευχθεί με την χρήση συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης που προσφέρουν στους οδηγούς λεωφορείων εποπτεία της κίνησης στους δρόμους.

Τέλος, το Ντουμπάι επενδύει την ανάπτυξη του σε έργα υψηλής τεχνολογίας με έντονο το στοιχείο της καινοτομίας. Η τρισδιάστατη εκτύπωση κτηρίων αναμένεται να γίνει η κανονικότητα του μέλλοντος, ενώ το φουτουριστικό σιδηροδρομικό δίκτυο hyperloop που απεικονίζεται παρακάτω στην Εικόνα 2.3, έχει ξεκινήσει να υλοποιείται με 10 χιλιόμετρα, από τα 151 συνολικά για την απόσταση Dubai – Abu Dhabi, να έχουν ολοκληρωθεί.



Εικόνα 2.3 : Hyperloop One

(arabianbussiness.com)

2.3.2 Το ελληνικό παράδειγμα των έξυπνων πόλεων

Στην Ελλάδα παρατηρείται τα τελευταία χρόνια μια σημαντική κινητικότητα στον τομέα των έξυπνων πόλεων, με παραδείγματα πόλεων, τα οποία διακρίνονται ακόμη και στο διεθνή χώρο. Στην Εικόνα 2.4 παρουσιάζεται ένας χάρτης των ελληνικών παραδειγμάτων έξυπνων πόλεων. Ταυτόχρονα, καταγράφεται μια τάση δικτύωσης των επιμέρους προσπάθειών, με τη δημιουργία διαδημοτικών δικτύων για την ανταλλαγή καλών πρακτικών και εμπειριών στη διαχείριση των προβλημάτων των αστικών περιοχών. Σημαντικά παραδείγματα, με διακρίσεις σε διεθνές επίπεδο, αποτελούν οι πόλεις των Τρικάλων και του Ηρακλείου, καθώς και οι ψηφιακές κοινότητες που έχουν αναπτυχθεί, όπως το δίκτυο 'ΙΚΑΡΟΣ', το 'CitiesNet', το δίκτυο στα νοτιοδυτικά της χώρας και το δίκτυο 'BOPEAS', που περιγράφονται στη συνέχεια. [4],[11],[12],[18],[19]



Εικόνα 2.4: Χάρτης έξυπνων πόλεων στην Ελλάδα

2.3.2.1 Η πόλη των Τρικάλων

Τα Τρίκαλα είναι η πρώτη έξυπνη πόλη της χώρας και επί τρία συνεχή έτη στον κατάλογο των 21 πιο 'έξυπνων' πόλεων του κόσμου. Η πόλη ανέλαβε πρωτοβουλίες μετάβασης στη νέα ψηφιακή εποχή, με στόχο να επιλύσει τα έντονα προβλήματα που αντιμετώπιζε (οικονομική στασιμότητα, πληθυσμιακή αποψίλωση, υψηλά ποσοστά ανεργίας, χαμηλό εισόδημα, γεωγραφική απομόνωση, κ.λπ.). Έμφαση έχει δοθεί στη δημιουργία ενός κοινού οράματος, στην ενθάρρυνση της συμμετοχής πολιτών και επιχειρήσεων στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για την πόλη τους και στην ανάπτυξη ενός καινοτόμου ανοιχτού περιβάλλοντος. [15]

Τα σημαντικότερα έργα της πόλης είναι:

- Μητροπολιτικό δίκτυο οπτικών ινών (MAN): συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, με τη διασύνδεση όλων των δημόσιων υπηρεσιών της πόλης.
- Δωρεάν ασύρματο δίκτυο (Wi-Fi).
- Ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα ευφύων μεταφορών: διαχείριση κυκλοφοριακών δεδομένων, παρακολούθηση στόλου αστικών λεωφορείων και οδικού δικτύου, ενημέρωση πολιτών.
- Σύστημα ελεγχόμενης στάθμευσης mobiPARK: δυνατότητα χρήστη για προκράτηση, πληρωμή και επέκταση διάρκειας θέσης στάθμευσης.
- Χρήση Συστήματος Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS): διαχείριση χωροταξικών/πολεοδομικών δεδομένων και 'αναλυτικού οδηγού' σημείων ενδιαφέροντος της πόλης.
- Τηλεπρόνοια: υπηρεσίες υγείας σε ευπαθείς κοινωνικές ομάδες (ηλικιωμένοι, ΑΜΕΑ).
- ΔΗΜΟΣΘεΝΗΣ: σύστημα διαχείρισης παραπόνων πολιτών .

- e-dialogos – εργαλείο ηλεκτρονικής διακυβέρνησης: παρέχει τη δυνατότητα συμμετοχής πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, συνεργασίας δημοτικών αρχών και πολιτών μέσα από τη συλλογή ηλεκτρονικών υπογραφών, συμμετοχής σε ηλεκτρονικές διαβουλεύσεις, πραγματοποίησης ηλεκτρονικών δημοσκοπήσεων, κ.ά.
- Τουριστική διαδικτυακή πύλη: παρέχει χρήσιμες πληροφορίες, προτάσεις, καιρικές προγνώσεις, κ.ά., καθώς και πληροφοριακούς χάρτες για τους επισκέπτες της πόλης.
- Xenagos: πλατφόρμα πληροφοριών για την πόλη και το Νομό Τρικάλων, για επισκέπτες.

2.3.2.2 Ηράκλειο Κρήτης

Η πόλη του Ηρακλείου έχει αναλάβει σημαντικές πρωτοβουλίες για το μετασχηματισμό της σε «Έξυπνη Πόλη», αποσκοπώντας στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητάς της, καθώς και στη βελτίωση του φάσματος και της ποιότητας των υπηρεσιών που παρέχονται στους πολίτες. Η ανάπτυξη του Ηρακλείου ως έξυπνης πόλης αποτελεί μέρος μίας στρατηγικής με στόχο:

α) την προώθηση και προβολή της ταυτότητας της πόλης (place identity), την προστασία των φυσικών/πολιτιστικών πόρων, το e-marketing της πόλης ως προορισμό και την αναβάθμιση του ανθρώπινου δυναμικού, και

β) την ενσωμάτωση τοπικών συντελεστών (επιχειρήσεων, πολιτών, κ.λπ.) στην ψηφιακή εποχή, προκειμένου να αξιοποιήσουν τις προσφερόμενες ψηφιακές υπηρεσίες και να αναβαθμίσουν τη συμμετοχή τους στη λήψη αποφάσεων για ζητήματα της πόλης. Οι πιο σημαντικές πρωτοβουλίες που έχουν αναληφθεί είναι:

- **Μητροπολιτικό δίκτυο οπτικών ινών:** διασυνδέει τις δημόσιες υπηρεσίες.
- **Δημοτική διαδικτυακή πύλη παροχής υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης:** παρέχει τη δυνατότητα στους πολίτες να υποβάλλουν αιτήματα για έκδοση εγγράφων, να λαμβάνουν χρήσιμες πληροφορίες, να κάνουν ηλεκτρονικές πληρωμές, να διατυπώνουν τη γνώμη τους σε ηλεκτρονικά δημοψηφίσματα, να ενημερώνονται για τοπικά γεγονότα.
- **Ψηφιακή βιβλιοθήκη:** ψηφιοποίηση αρχείων Δημοτικής Βιβλιοθήκης για την προστασία των ιστορικών κειμένων και την προβολή της πόλης.
- **Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών:** ενημέρωση πολιτών για πολεοδομικά δεδομένα (όροι δόμησης, πορεία αιτήσεων οικοδομικών αδειών, εξέλιξη πολεοδομικών μελετών, κ.ά.).
- **Τουριστική διαδικτυακή πύλη:** επικεντρώνεται στην προβολή και προώθηση των συγκριτικών πλεονεκτημάτων της πόλης, με στόχο την προσέλκυση τουριστικών ροών.

2.3.2.3. Θεσσαλονίκη

Η προσπάθεια «Θεσσαλονίκη, έξυπνη πόλη» υλοποιείται μέσα από δύο παράλληλες διαδικασίες, [16]

- Την ανάπτυξη νέων καινοτόμων τεχνολογικών συνοικιών (Τεχνολογικό Πάρκο, Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης, Αλεξάνδρεια Ζώνη Καινοτομίας, κ.ά.), που υποστηρίζεται από τις δημόσιες πολιτικές

- Την ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων και διαδικτυακών υπηρεσιών για τις επιχειρήσεις, τις τοπικές αρχές και τους πολίτες, που υποστηρίζεται από την ιδιωτική πρωτοβουλία. Οι παραπάνω προσπάθειες δεν αποτελούν προϊόν ενός συγκροτημένου σχεδιαστικού οράματος ή στρατηγικής, αλλά προέρχονται από τη μεμονωμένη δράση οργανισμών, επιχειρήσεων και ενώσεων πολιτών, ακολουθώντας μια από κάτω προς τα πάνω προσέγγιση. Οι σημαντικότερες πρωτοβουλίες που έχουν αναληφθεί είναι:
- Ανάπτυξη ευρυζωνικών δικτύων.
- Εφαρμογές τηλεματικής Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών Θεσσαλονίκης: εντοπισμός/διαχείριση στόλου λεωφορείων και πληροφόρηση επιβατών.
- Ευφυές σύστημα διαχείρισης αστικής κινητικότητας: πλατφόρμα παροχής υπηρεσιών/πληροφοριών για τη βέλτιστη μετακίνηση, την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, την ενίσχυση των ΜΜΜ και εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης των πολιτών.
- Χαρτογραφική διαδικτυακή πύλη: ολοκληρωμένο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών, που παρέχει πληθώρα πληροφοριών/υπηρεσιών για την πόλη (σημεία ενδιαφέροντος, δημόσιες συγκοινωνίες, ζώνες ελεγχόμενης στάθμευσης, πλοήγηση, εντοπισμός διεύθυνσης, κ.ά.).
- Εικονική περιήγηση: διαδικτυακός οδηγός της πόλης, με έμφαση στη φωτογραφική απόδοση μνημείων και αξιοθέατων.

2.3.2.4. Ιωάννινα

Οι προσπάθειες εντοπίζονται στην ανάπτυξη των παρακάτω υποδομών/εφαρμογών

- Μητροπολιτικό δίκτυο οπτικών ινών και ασύρματο δίκτυο Wi-Fi.
- Ηλεκτρονική εξυπηρέτηση πολιτών: ηλεκτρονική υποβολή αιτήσεων, παραπόνων και λοιπών αιτημάτων – ενημέρωση για την εξέλιξή τους.
- Ξενάγηση: εφαρμογή υποστήριξης αναγκών των επισκεπτών της πόλης.
- Σύστημα μέτρησης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας 'ΕΡΜΗΣ': μέτρηση/έλεγχος εκπομπών – δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων.
- Ιστορικό αρχείο δημοτικών αποφάσεων: ψηφιοποίηση/δημοσιοποίηση αποφάσεων περιόδου 1911-1980.
- Ψηφιακή βιβλιοθήκη: ψηφιοποίηση/διάθεση υλικού Ζωσιμαίας Δημόσιας Κεντρικής Ιστορικής Βιβλιοθήκης.
- Καλλιτεχνική δημιουργία: καταγραφή τοπικών καλλιτεχνών, ψηφιοποίηση /δημοσιοποίηση δημιουργιών.
- Πολιτιστικά και φυσικά αποθέματα: ψηφιοποίηση συλλογών Δημοτικής Πινακοθήκης, εικονικές περιηγήσεις Δημοτικού Μουσείου και ψηφιοποίηση τουριστικής διαδρομής Σπηλαίου Περάματος.

2.3.2.5. Βέροια

Μέσα από την ένταξή της σε δεκαετές πρόγραμμα δράσης της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας, η πόλη της Βέροιας έχει κάνει σημαντικά βήματα στον τομέα της «έξυπνης πόλης». Με την ανάπτυξη του ασύρματου δικτύου της πόλης, υποστηρίζονται εφαρμογές, όπως: [17]

- Τουριστικής περιήγησης: προτεινόμενα σημεία ενδιαφέροντος, διαδρομές και οδηγίες σε χαρτογραφικό υπόβαθρο.
- Κοινωνικής μέριμνας: διαδικτυακή πληροφόρηση σε θέματα υγείας, συμμετοχή πολιτών με προβλήματα υγείας σε πρόγραμμα κατ' οίκον παρακολούθησης.
- Τηλεκπαίδευσης: τηλεδιασκέψεις για δωρεάν παρακολούθηση υποστηρικτικών μαθημάτων από μαθητές.
- Διαχείρισης Βιβλιοθήκης: ψηφιοποίηση/διάθεση έντυπου και οπτικοακουστικού υλικού δημοτικής βιβλιοθήκης της πόλης, ηλεκτρονικό περίπτερο και παροχή υπηρεσιών με επίκεντρο τον πολίτη.
- Ψηφιακής κοινότητας: πληροφόρηση πολίτη, κατάθεση απόψεων, ανοιχτός διάλογος, συμμετοχή σε ερωτηματολόγια και διαβουλεύσεις και συλλογή ηλεκτρονικών υπογραφών.

2.3.2.6. Κοζάνη

Με την ανάπτυξη του ασύρματου δικτύου της πόλης, υποστηρίζονται οι παρακάτω εφαρμογές.

- Διαχείριση χωρικών πληροφοριών με χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών: αξιοποιούνται διαδραστικοί χάρτες για την εξυπηρέτηση διαφόρων στόχων.
- Ηλεκτρονικές υπηρεσίες: ηλεκτρονική εξυπηρέτηση πολιτών, πληρωμή προστίμων/φόρων, δημοσιοποίηση αποφάσεων Δημοτικού Συμβουλίου και δυνατότητα συμμετοχής σε δημοσκοπήσεις.
- Διαχείριση θέσεων στάθμευσης: με χρήση πληροφοριακού συστήματος.
- Ανάπτυξη ηλεκτρονικής κοινότητας: δυνατότητα πληροφόρησης και συμμετοχής πολιτών σε διαλόγους/διαβουλεύσεις και διαδικτυακή παρακολούθηση συνεδριάσεων του Δημοτικού Συμβουλίου.
- e-δημότης: δυνατότητα ενημέρωσης δημοτικών υπηρεσιών από τους πολίτες για πιθανά προβλήματα στον αστικό χώρο.
- Τηλεργασία – Τηλεσυνεργασία: προσφορά απασχόλησης από απόσταση.
- Τηλεκπαίδευση: υποστήριξη σύγχρονων εκπαιδευτικών σεμιναρίων και διαλέξεων από απόσταση.

2.3.2.7. Λάρισα

Η ανάπτυξη μητροπολιτικού δικτύου οπτικών ινών και ασύρματου δικτύου WiFi έχει αναβαθμίσει τις υποδομές της πόλης, δίνοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών ,

- Εφαρμογές Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών: παροχή πληροφορίας πολεοδομικού ενδιαφέροντος μέσα από διαδραστικό χάρτη.
- Διαχείρισης πολιτιστικών πόρων: ψηφιοποίηση/δημοσιοποίηση συλλογών έργων τέχνης και δυνατότητα προβολής έργου νέων καλλιτεχνών.
- Κοινωνικής μέριμνας: σύστημα τηλεϊατρικής και επικοινωνίας με ασθενείς.
- Παρακολούθησης δημοτικού στόλου οχημάτων: ενημέρωση δημοτικών υπηρεσιών για την κατάσταση (θέση, ταχύτητα, κ.ά.) των οχημάτων.

2.3.4 Δημιουργία Δικτύων

Οι επιμέρους προσπάθειες δημιουργίας διαδημοτικών δικτύων για την προώθηση της ιδέας των έξυπνων πόλεων παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια.

2.3.4.1 Δίκτυο ΙΚΑΡΟΣ

Δημιουργήθηκε το 2009 και μέλη του αποτελούν πόλεις της Κρήτης και των νησιών του Αιγαίου με επικεφαλής το Δήμο Ηρακλείου. Σε αυτό προβλέπεται η ανάπτυξη 'ενός πλαισίου συνεργασίας' για την από κοινού αξιοποίηση των ευρυζωνικών υποδομών, την ανταλλαγή καλών πρακτικών και το σχεδιασμό κοινών πολιτικών στον τομέα των ΤΠΕ, τη διάχυση γνώσης και καινοτόμων εφαρμογών για την ανάπτυξη των επιχειρήσεων και των κοινωνικών δομών, τη συνεργασία με πανεπιστημιακά και ερευνητικά ιδρύματα, τη μείωση του ψηφιακού χάσματος κ.ά. [13]

2.3.4.2 Δίκτυο CitiesNet

Αποτελεί εγχείρημα 11 Δήμων στον κεντρικό κορμό της χώρας, με επικεφαλής την πόλη των Τρικάλων. Δημιουργήθηκε στα τέλη του 2008 και αποτελεί την πρώτη ψηφιακή ελληνική κοινότητα, με σκοπό την ικανοποίηση κοινωνικών αναγκών και την ανάπτυξη και προώθηση τοπικών προϊόντων και υπηρεσιών. Το όραμα του δικτύου επικεντρώνεται στην ανάπτυξη υπηρεσιών και εφαρμογών που αφορούν στην πολιτεία, την κοινωνία, τον πολιτισμό και το περιβάλλον και αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την τοπική ανάπτυξη. Πιο συγκεκριμένα επιδιώκεται: η πληροφόρηση και υποστήριξη των εμπλεκομένων σε θέματα ΤΠΕ, η διάχυση τεχνογνωσίας, η παροχή ενός φάσματος υπηρεσιών για τους πολίτες και τις οικονομικές δραστηριότητες και η ενίσχυση της δημόσιας ηλεκτρονικής διακυβέρνησης.

Από την επισκόπηση χαρακτηριστικών παραδειγμάτων 'έξυπνων πόλεων' από το μεσογειακό και τον ελλαδικό χώρο, συμπεραίνεται ότι οι προσπάθειες που καταβάλλονται για την εφαρμογή της ιδέας της έξυπνης πόλης βασίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό στη δημιουργία ενός ισχυρού οράματος σε τοπικό επίπεδο, στην ένταξη της προσπάθειας στο σχεδιασμό της ανάπτυξης/αναβάθμισης των αστικών περιοχών, καθώς επίσης και στην ισχυρή δέσμευση, τόσο από την πλευρά των τοπικών αρχών όσο και από την πλευρά των πολιτών. Επιπλέον, μια τέτοια προσπάθεια οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και προσδοκίες των πολιτών, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και προβλήματα του εκάστοτε αστικού χώρου, των κατοίκων του, κ.λπ., προκειμένου να ληφθούν οι ανάλογες αποφάσεις σχετικά με τις υποδομές και τις ψηφιακές εφαρμογές που θα υλοποιηθούν.

Με άλλα λόγια, οι προσπάθειες και πρωτοβουλίες που στοχεύουν στην υλοποίηση της ιδέας της έξυπνης πόλης πρέπει να είναι προσανατολισμένες στην επίλυση προβλημάτων του αστικού χώρου. Η ελληνική πραγματικότητα είναι σε δυσχερέστερη θέση λόγω της οικονομικής συγκυρίας, της έλλειψης γνώσεων, δεξιοτήτων και τεχνογνωσίας οι οποίες κατά συνέπεια αποτελούν τροχοπέδη για τη μετάβαση των ελληνικών πόλεων στην ψηφιακή εποχή. Η έλλειψη οράματος και ολοκληρωμένης στρατηγικής για τη βιώσιμη αστική διαχείριση, η μείωση των επενδύσεων σε υποδομές ΤΠΕ, η περιορισμένη διείσδυση της τεχνολογίας και καινοτομίας στις δημόσιες υπηρεσίες, ο περιορισμός της συμμετοχής του πολίτη σε επίπεδο διαβούλευσης, η διάθεση μικρού 'όγκου' ανοιχτών δεδομένων, η αδυναμία συντονισμού φορέων του δημόσιου τομέα, καθώς και η ένταση του φαινομένου του

«ψηφιακού χάσματος», τόσο ανάμεσα στις διάφορες περιοχές του ελλαδικού χώρου, όσο και ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες πολιτών εντείνουν το πρόβλημα. Παρόλα αυτά, μέσα από τα παραδείγματα που παρατέθηκαν προηγουμένως, συμπεραίνεται ότι η ιδέα των έξυπνων πόλεων κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη και την κοινωνική ευημερία. [11],[13]

3. ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΣΕ ΜΙΑ ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ

3.1 Η κινητικότητα στο παρόν και το μέλλον.

Στις πόλεις όπου ζούμε, η κυκλοφορία αποτελεί μείζον πρόβλημα στη καθημερινότητα των πολιτών. Αργοπορία, κακή - μη ασφαλής οδική συμπεριφορά, καθώς και το συνεχώς αυξανόμενο οδικό φορτίο αποτελούν παράγοντες υποβάθμισης της ζωής σε αυτές. Σημαντικό ρόλο σαφώς έχει η ρύπανση που προκαλείται από την αυτοκίνηση, η οποία συντελεί στην αλλοίωση της ατμόσφαιρας με τις γνωστές επιπτώσεις στην υγεία, στο περιβάλλον, αλλά και στα μνημεία. Οι έξυπνες πόλεις καλούνται να βελτιώσουν την κινητικότητα, απαντώντας στις ανάγκες για ταχείες εξελίξεις, βιώσιμες μεταφορές για την κάλυψη των αυξανόμενων αναγκών, ενώ ταυτόχρονα οφείλουν να κινηθούν σε κατευθύνσεις φιλικές στο περιβάλλον και να είναι οικονομικά προσιτές .

Η αστική κινητικότητα χαρακτηρίζει τη δυναμικότητα των σύγχρονων πόλεων, είναι κρίσιμος οικονομικός παράγοντας και διευκολυντής της βιώσιμης ανάπτυξης. Ο σχεδιασμός μιας έξυπνης πόλης που παρέχει αποτελεσματικές και δίκαιες λύσεις αστικής κινητικότητας είναι μεγάλη πρόκληση για τις έξυπνες πόλεις σε όλο τον κόσμο. Οι έξυπνες πόλεις οφείλουν να προσφέρουν αποτελεσματικές λύσεις κινητικότητας, ενθαρρύνοντας την καινοτομία με τρόπο όσο το δυνατό λιγότερο επιβαρυντικό για το οικοσύστημα, επιτυγχάνοντας στόχους αειφορίας και βιωσιμότητας. Αυτές οι προκλήσεις αποτελούν μέρος του ταχέως μεταβαλλόμενου τοπίου της αστικής κινητικότητας, όπως φαίνεται από τον έξυπνο σχεδιασμό της πόλης. Κρίνοντας από την αστική κινητικότητα, είναι ρεαλιστικό σε ένα μελλοντικό σενάριο, όταν οι έξυπνοι κάτοικοι και οι επισκέπτες απολαμβάνουν ένα ευρύτερο φάσμα επιλογών, τα συμβατικά αυτοκίνητα και οι πρακτικές ιδιοκτησίας να αντικαθίστανται από κοινόχρηστα οχήματα. Μια κινητικότητα που θα συνδυάζει και θα διευκολύνει τη χρήση υπηρεσιών πολλαπλών τρόπων μεταφοράς και κοινής κινητικότητας, επιτρέποντας πληρωμές μέσω μιας ενιαίας διεπαφής. [20]

Αυτή η έξυπνη λύση αστικής κινητικότητας προσφέρει μια πολυτροπική δυνατότητα που συνδυάζει επιλογές μεταφοράς όπως δημόσιες συγκοινωνίες, υπηρεσίες κατά παραγγελία, κοινή χρήση οχημάτων, κοινή χρήση ποδηλάτων, μεταφορά και αναψυχή, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1 παρακάτω.

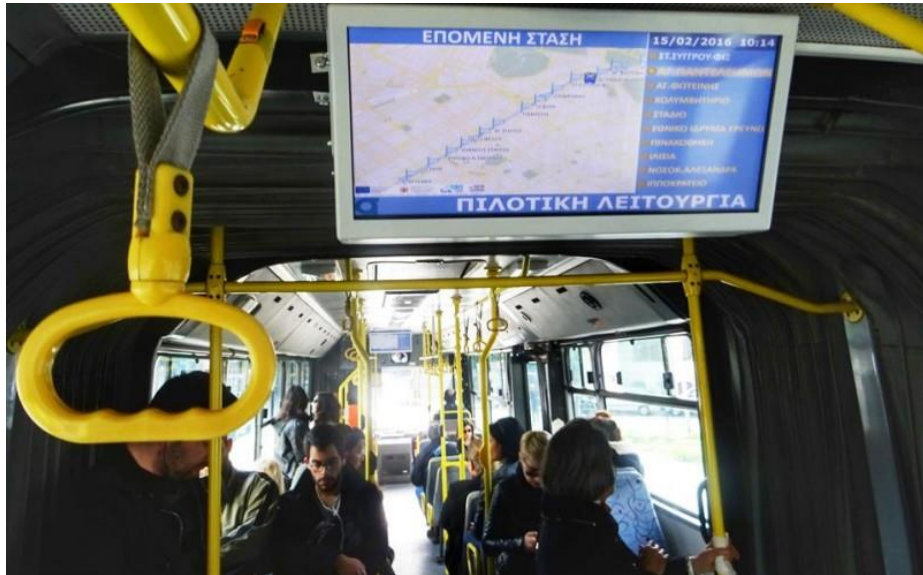


Εικόνα 3.1 : Η εικόνα της κινητικότητας στο μέλλον

(7wdata.be)

3.2 Αρχιτεκτονική των μεταφορών στις πόλεις και κινητικότητα

Οι στρατηγικές για την αντιμετώπιση των προκλήσεων κινητικότητας των πόλεων και την επίλυση προβλημάτων αυτής είναι μοναδικές για κάθε πόλη και περιλαμβάνουν τον ανασχεδιασμό τους για την πραγμάτωση γρήγορων, δίκαιων, ασφαλών δημόσιων μεταφορών, με ασφαλή, προηγμένα τεχνολογικά συστήματα. Ελάχιστα είναι τα μέρη όπου η πραγματικότητα της αστικής κινητικότητας ανταποκρίνεται στις προσδοκίες που δίδει μια έξυπνη πόλη. Απαραίτητα είναι η προσαρμογή στην καινοτομία και χρήση έξυπνων οχημάτων. Κάποια απλά δείγματα της εμφάνισης της έξυπνης κινητικότητας στην πόλη της Αθήνας και της Βιέννης παρουσιάζονται στις Εικόνες 3.2, 3.3 και 3.4 όπου η τηλεματική έχει εφαρμοστεί αλλάζοντας την εμπειρία αστικής συγκοινωνίας στη πόλη αλλά και στη περίπτωση της Βιέννης, προσφέρει αναψυχή και τη δυνατότητα μεταφοράς εντός περιοχών της πόλης. [22]



Εικόνα 3.2 : Οθόνη τηλεματικής εντός αστικού λεωφορείου του ΟΑΣΑ
(athenstransport.com)



Εικόνα 3.3 : Ψηφιακή οθόνη ενημέρωσης άφιξης ΜΜΜ
(athenstransport.com)



Εικόνα 3.4 : Κοινόχρηστα ποδήλατα, χαρακτηριστική εικόνα σε πολλά σημεία της Βιέννης
(cityhallwatch.wordpress.com)

3.3 Ηλεκτρικά Οχήματα

Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια υποσχόμενη τεχνολογία για την επίτευξη ενός βιώσιμου τομέα μεταφορών στο μέλλον, λόγω των πολύ χαμηλών έως μηδενικών εκπομπών άνθρακα, του χαμηλού θορύβου, της υψηλής απόδοσης και της ευελιξίας στη λειτουργία και ολοκλήρωση του δικτύου. Σημαντική είναι η αναφορά των τεχνολογιών ηλεκτρικών οχημάτων, καθώς και των σχετικών συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας και των μηχανισμών φόρτισης, οι οποίες θα καταστήσουν δυνατή την νέα εικόνα της κινητικότητας στη πόλη. Οι διάφοροι τύποι ηλεκτρικών οχημάτων περιλαμβάνουν ηλεκτρικά οχήματα με μπαταρία, υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα και ηλεκτρικά οχήματα κυψελών καυσίμου.

Παρουσιάζονται διάφορες διαμορφώσεις τρένου, νέες τεχνολογίες μπαταρίας και διαφορετικές τοπολογίες μετατροπέα φορτιστή. Η ηλεκτροκίνητη μεταφορά όχι μόνο διευκολύνει μια καθαρή ενεργειακή μετάβαση, αλλά επιτρέπει επίσης τη διαφοροποίηση του μίγματος καυσίμων στον τομέα των μεταφορών, βασικό επιβαρυντικό παράγοντα για το περιβάλλον, μπορεί δηλαδή να θεωρηθεί μια βιώσιμη λύση, προκειμένου να μετριαστούν τα ζητήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Η ενεργειακή επάρκεια είναι και ένα ακόμα ζήτημα στο οποίο η ηλεκτροκίνηση δείχνει θετική απόκριση. Εκτενέστερη αναφορά θα γίνει στην επόμενη ενότητα. [23],[26]

3.3.1 Η εικόνα στην Ελλάδα

Για την Ελλάδα η εικόνα έχει ως εξής. Ο ρυθμός αύξησης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου υπερβαίνει κατά πολύ τον μέσο όρο της ΕΕ (MEPPW, 2007). Οι οδικές μεταφορές στην Ελλάδα εξελίσσονται με εντυπωσιακό ρυθμό που οδηγεί σε αύξηση των εκπομπών CO₂. Επιπλέον, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τις οδικές μεταφορές αυξήθηκαν κατά 78% το 2009 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 (EOX, 2013). Ειδικά στην περίπτωση της Αθήνας, τα οχήματα ευθύνονται για όλες σχεδόν τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO), περίπου στο 75% των εκπομπών υδρογονανθράκων (HC) και πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) και στο επίπεδο του 65% του αζώτου εκπομπές οξειδίου (NOx) (MEPPW, Μάρτιος 1989). Η ανάπτυξη ενός βιώσιμου τομέα μεταφορών και η διεξόδυση τεχνολογιών από συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει μεγάλη σημασία. Η Ελλάδα έχει την υποχρέωση να προωθεί και να χρησιμοποιεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, προκειμένου να επιτύχει το στόχο του μεριδίου ενέργειας 20% από εναλλακτικές πηγές, έναν στόχο που έχει θέσει η ΕΕ.

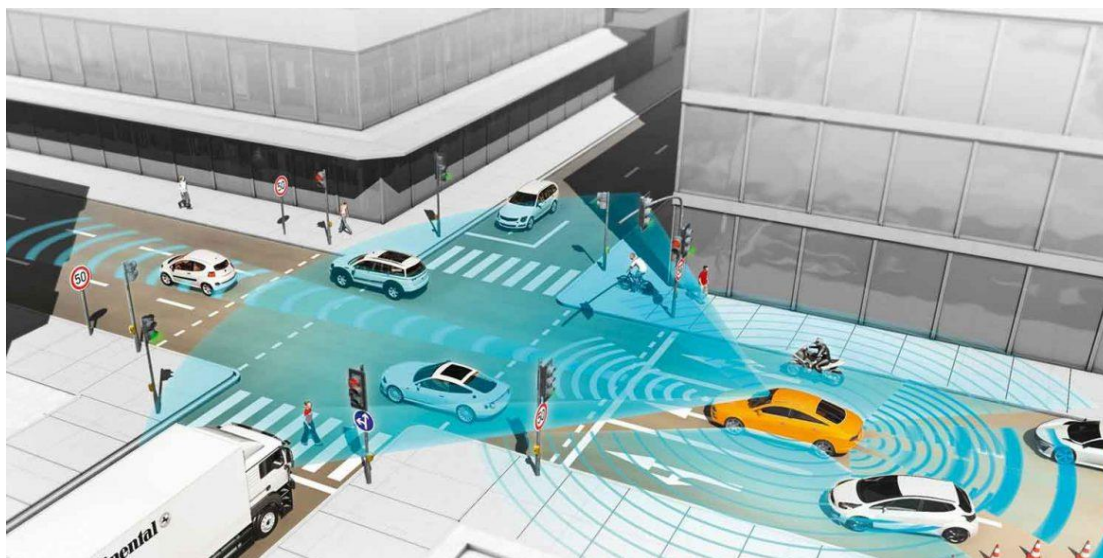
Το οδικό δίκτυο της πόλης των Αθηνών έχει συνολικό μήκος 8000 χιλιομέτρων. Το κέντρο της πόλης είναι η περιοχή που οροθετείται από έναν εσωτερικό περιφερειακό δρόμο, έκταση 9,2 km². Η οδική κυκλοφορία στην Αθήνα συνεπάγεται σημαντικές καθυστερήσεις και χαμηλή ταχύτητα κυκλοφορίας. Υπολογίζεται ότι το 15% των δρόμων που οδηγούν σε σηματοδοτημένες διασταυρώσεις στην Αθήνα είναι κορεσμένο. Για το κέντρο της πόλης αυτό το ποσοστό ξεπερνά έως και το 20% (MEPPW, 1996–2001). Ο τομέας των μεταφορών της Αθήνας συμβάλλει σημαντικά σε υψηλού επιπέδου συγκεντρώσεις CO, καθώς και εκπομπών NOx οξειδίων του αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων. Τα ιδιωτικά αυτοκίνητα ευθύνονται για περισσότερο από το ήμισυ της ρύπανσης που προκαλείται από όλους τους τρόπους μεταφοράς. Η ευκαιρία για μετάβαση σε έναν τομέα μεταφοράς χαμηλών έως μηδενικών εκπομπών άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα θα μειώνεται σημαντικά η συμφόρηση, μπορεί να αξιοποιηθεί με τη λήψη μέτρων και πολιτικών που προωθούν τη χρήση εναλλακτικών οχημάτων. Κατά συνέπεια, πρέπει να αναπτυχθούν νέες ιδέες και νέες τεχνολογίες για την πραγματοποίηση αποδοτικών ηλεκτρικών οχημάτων κατάλληλων τόσο για ατομική όσο και για δημόσια κινητικότητα και για διανομή αγαθών σε αστικές περιοχές (EUCAR, 2009). [21]

Για την ηλεκτροκίνηση στη χώρα γίνονται θετικά βήματα με τα ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα να εξαιρούνται από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης και από τους ετήσιους φόρους κυκλοφορίας. Επιπλέον, εξαιρούνται από τον περιορισμό κυκλοφορίας όπου αυτές εφαρμόζονται. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την διεξόδυση των ηλεκτρικών οχημάτων σταδιακά από το 2014. [31]

3.3.2 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο στην έξυπνη πόλη

Τα ηλεκτρικά οχήματα θα αποτελούν μέρος ενός οικοσυστήματος/συστήματος έξυπνης κινητικότητας, μαζί με την κοινωνική δικτύωση, τα συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας και τα διάφορα εργαλεία, τα οποία θα βοηθούν στη διαθεσιμότητα στάθμευσης και στη διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Τα ιδιωτικά οχήματα αποτελούν το μεγαλύτερο πλήθος των οχημάτων στο δρόμο, επομένως η ένταξη τους στη καθημερινότητα της πόλης αποτελεί κομβικό σημείο για τη μετάβαση στην έξυπνη πόλη.

Η ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων σε πόλεις θα συνεπάγεται τη μετάβαση της ενεργειακής ζήτησης από τον τομέα του πετρελαίου σε επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας και, ως εκ τούτου, απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλης υποδομής επαναφόρτισης για την κάλυψη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτρικά οχήματα. Αυτό οδηγεί περαιτέρω στην αναβάθμιση της πηγής ηλεκτρικής ενέργειας σε εξυπνότερες προσφορές. Το ενεργειακό σύστημα οφείλει να αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε τα ηλεκτρικά οχήματα να μπορούν να φορτίζονται από τοπικά ανανεώσιμη ενέργεια, ενώ χρησιμοποιούν την πλεονάζουσα ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες του αυτοκινήτου. [27],[30]



Εικόνα 3.5 : Οι δυνατότητες του έξυπνου αυτοκινήτου

(smartcityhub.com)

Τα έξυπνα αυτοκίνητα πέρα από την περιβαλλοντική αναβάθμιση θα συντελούν καθοριστικά στην ασφαλέστερη κυκλοφορία. Στα πλεονεκτήματά τους συγκαταλέγονται οι μειωμένοι ρύποι που, ανάλογα με τον τύπο, μπορεί να είναι σε σχεδόν μηδενικά επίπεδα, καθώς και τα χαμηλά επίπεδα θορύβου. Ακόμα το κόστος τους είναι χαμηλότερο, τόσο λόγω της μη εξάρτησης από τη κυμαινόμενη τιμή της βενζίνης αλλά και δομικά, τα κινητά μηχανικά τους μέρη είναι αρκετά λιγότερα, μειώνοντας το κόστος συντήρησης. Στο ενδεχόμενο η ενέργεια που απαιτούν να παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι πολλαπλά. Στην περίπτωση που η ενέργεια που απαιτούν παράγεται σε συμβατικούς σταθμούς, πάλι η παρέμβαση στις εκπομπές είναι δυνατή, με χωρική συγκέντρωσή τους για τον καλύτερο έλεγχο τους και την μη υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα. Τέλος, μηχανικά οι ηλεκτρικοί κινητήρες παρουσιάζουν σταθερότερη και υψηλότερη ροπή, άρα και μεγαλύτερο αριθμό στροφών και σταθερότητα από την εκκίνηση ως το μέγιστο αριθμό στροφών δημιουργώντας συνολικά μια καλύτερη εμπειρία οδήγησης.

Θα αναπτυχθεί σε επόμενο κεφάλαιο το πως η πληροφορία θα ρέει από τους δέκτες στους πομπούς των σημάτων και στη συνέχεια θα παράγει χρήσιμο έργο στην κίνηση στην πόλη, όπως για παράδειγμα φωτεινές ή ηχητικές ειδοποιήσεις για πεζούς και οδηγούς. Όπως φαίνεται και παραπάνω στην Εικόνα 3.5, οι δυνατότητες που προσφέρει το έξυπνο αυτοκίνητο, με αισθητήρες για αποφυγή εμποδίων, αυτόνομη πλοήγηση και άλλα θα κάνουν την κίνηση στον αστικό χώρο μια ολότελα άλλη εμπειρία. [25],[26]

3.3.2.1 Διαφορετικοί τύποι ηλεκτρικών οχημάτων και ενεργειακές προκλήσεις

Είναι εύκολα κατανοητό πως η ηλεκτροκίνηση θα στηρίζεται στα δίκτυα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Προς το παρόν η διάδοση των ηλεκτρικών οχημάτων παραμένει χαμηλή, ωστόσο η περίπτωση υπερφόρτισης ενός τοπικού δικτύου στο μέλλον από τη μεγάλη συσσώρευση ηλεκτρικών οχημάτων είναι μια πιθανότητα που οφείλει να ερευνηθεί, και να βρεθεί απάντηση, καθώς ένα τέτοιο ενδεχόμενο θα είναι άκρως επιβαρυντικό, ενδεχομένως και καταστρεπτικό για τις υλικοτεχνικές υποδομές. [24]

3.3.2.1.1 Ηλεκτρικά Οχήματα με μπαταρία

Προς αυτή τη κατεύθυνση, μεγιστοποίησης της «άμεσης» ανεξαρτησίας, αν μια τέτοια έκφραση είναι δόκιμη, κινείται το σενάριο αντί της φόρτισης από πρίζα, σε σταθμό φόρτισης ή κοινή πρίζα, τα ηλεκτρικά οχήματα που διαθέτουν επαναφορτιζόμενο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας να αλλάζουν μπαταρία. Το γεγονός πως τα συγκεκριμένα οχήματα δεν διαθέτουν Μηχανή Εσωτερικής Καύσης τα καθιστά πλήρως εξαρτώμενα από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Με την πρόταση αυτή προκύπτουν άλλα ζητήματα προτυποποίησης των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων, αποφεύγεται όμως η πιθανότητα υπεράντλησης πόρων καθώς η επαναφόρτιση μπορεί να γίνει σε ελεγχόμενα χρονικά διαστήματα, με ασφάλεια. Η ιδέα αυτή έχει ήδη βρει πιλοτική εφαρμογή σε Ισραήλ και Δανία, χωρίς όμως να έχει κριθεί δυνατή η συνέχιση της.

3.3.2.1.2 Υβριδικά Οχήματα

Τα υβριδικά οχήματα κατέχουν το καθοριστικό πλεονέκτημα της συνδυαστικής υποστήριξης από Μηχανή Εσωτερικής Καύσης, ηλεκτρικού κινητήρα και ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος. Προκειμένου να μειώσουν τις εκπομπές καυσαερίων και να αυξήσουν το βαθμό απόδοσής τους χρησιμοποιούν τον κινητήρα εσωτερικής καύσης και αναγεννητικά φρένα προκειμένου να επαναφορτίσουν τη μπαταρία τους. Αποτελεσματικά δεν εξαρτώνται από το ηλεκτρικό δίκτυο και η διάδοσή τους δεν αναμένεται να προκαλέσει επιβαρυντικό παράγοντα.

3.3.2.1.3 Φορτιζόμενα Υβριδικά Οχήματα

Αυτού του είδους τα οχήματα αποτελούν την τομή όσων αναλύθηκαν παραπάνω. Στα πλεονεκτήματά τους, σε σχέση με τα φορτιζόμενα με μπαταρία ηλεκτρικά οχήματα, συγκαταλέγεται το ότι έχουν μεγαλύτερο χρόνο αυτόνομης οδήγησης, ενώ συγκριτικά με τα συμβατικά, τα καυσαέρια τους είναι σημαντικά λιγότερα.

3.3.3 Αλληλεπίδραση έξυπνων οχημάτων και δικτύου παραγωγής ενέργειας

Σε ένα βαθμό οι προβληματικές για ενδεχόμενη υπερφόρτωση του δικτύου από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων αναφέρθηκαν παραπάνω. Σε μια έξυπνη πόλη κάθε μονάδα, όχημα στη προκειμένη αλληλοεπιδρά με το δίκτυο δημιουργώντας ροή ενέργειας και πληροφορίας μεταξύ των δύο. Η ροή αυτή είναι διπλής συνεπαγωγής, από και προς τα οχήματα και το δίκτυο.

3.3.3.1 Ροή από το όχημα προς το δίκτυο.

Η προοπτική αυτής της χρήσης των ηλεκτρικών οχημάτων στοχεύει στην απόπαθητικοποίηση τους ως αποκλειστικά στοιχεία κατανάλωσης και στο να τα μετατρέψει σε ενεργά κέντρα παροχής ενέργειας της έξυπνης πόλης. Τα ηλεκτρικά οχήματα, όπως όλα τα οχήματα, δεν είναι συνεχώς σε χρήση. Αυτό ακριβώς το χαρακτηριστικό τίθεται προς εκμετάλλευση με την τεχνολογία που αφορά τους ηλεκτρονικούς μετατροπείς ισχύος και τις μπαταρίες. Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ως φορητές μονάδες αποθήκευσης ενέργειας, υποστηρίζοντας το δίκτυο με πολλούς τρόπους. Σε τεχνικό επίπεδο οι μονάδες αποθήκευσης-μπαταρίες δύνανται να συντελέσουν στη σταθεροποίηση της ισχύος σε ένα δίκτυο, εξομαλύνοντας έτσι τον φόρτο. Προφανώς και εδώ εισέρχονται διάφοροι παράγοντες προς μελέτη για τη διασύνδεση και την αρχιτεκτονική του ελέγχου, ωστόσο δημιουργούνται νέες προσεγγίσεις στα ήδη υπάρχοντα μέσα.

3.3.3.2 Ροή από το δίκτυο προς το όχημα.

Για το δίκτυο, τα οχήματα αποτελούν μια επιπλέον κατανάλωση, κατά τη φόρτισή τους. Η κατανάλωση αυτή, και κατ' επέκταση η ροή δεν είναι γραμμική-ομαλή. Η απαίτηση του φορτίου εξαρτάται από παραμέτρους όπως το πλήθος των ηλεκτρικών οχημάτων στην έξυπνη πόλη, τον φόρτο στους σταθμούς φόρτισης που είναι σαφώς συνάρτηση της διασποράς και διαθεσιμότητας τους σε αυτή. Ακόμα υπάρχουν ζητήματα απωλειών και πολιτικής της φόρτισης π.χ. αλλαγή μπαταρίας, χρονικά προγραμματισμένη ή αυθόρμητη. Πιο εξατομικευμένα, για κάθε χρήστη ηλεκτρικού ιδιωτικού οχήματος, ο τύπος του οχήματος, η χρήση του-η απόσταση δηλαδή που διανύεται μεταξύ των φορτίσεων, οι ώρες χρήσης του οχήματος αλλά και το επίπεδο της μπαταρίας είναι μεγέθη που χρήζουν παραμετροποίησης ώστε η αλληλεπίδραση οχήματος-δικτύου να μπορεί να γίνει σχετικά προβλέψιμη. [31],[25],[32]

3.3.3.2.1 Πιθανές επιπτώσεις και πολιτικές διαχείρισης

Ο αντίκτυπος της υπερφόρτωσης στο δίκτυο λόγω της μεγάλης ανάγκης φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων έχει τις παρακάτω μορφές.

- Μεγαλύτερη διακύμανση στην ισορροπία των φάσεων των ρευμάτων, καθώς ποσοστό οχημάτων χρησιμοποιεί μονοφασική φόρτιση, κατ' επέκταση ανισορροπία φάσεων.
- Σφάλματα από τις μετατροπές ισχύος για την εναλλαγή συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος, επομένως ζητήματα ποιότητας ενέργειας.
- Σημαντικά σφάλματα στους μετασχηματιστές, καθώς ακόμη και αν δεν καταστραφούν από την αύξηση θερμοκρασίας, ο χρόνος ζωής του θα μειωθεί προκαλώντας κόστη συντήρησης και αποκατάστασης. Η εισαγωγή των ηλεκτρικών οχημάτων αναμένεται να αλλάξει ριζικά την σημερινή εικόνα των μετασχηματιστών.
- Αναποτελεσματικότητα των διακοπών των κυκλωμάτων εφόσον θα εισέρχονται αρμονικές, οδηγώντας σε απώλεια χρόνου και ενέργειας.

Προς αποφυγή των παραπάνω σημαντικών σε επίπεδο κόστους και ασφάλειας ζητημάτων, προτείνεται η ελεγχόμενη επιβάρυνση του δικτύου από τα ηλεκτρικά οχήματα. Αυτή θα προκύψει με την ελεγχόμενη φόρτιση τους. Δύο είναι τα σενάρια που μπορούν να ικανοποιήσουν αυτή την ανάγκη και, ξανά, αφορούν την κατεύθυνση της ροής της πληροφορίας μεταξύ κάθε οχήματος και του κεντρικού συστήματος-δικτύου. Στη μια περίπτωση το όχημα θα έχει την "πρωτοβουλία", προγραμματίζοντας την έναρξη και διάρκεια

φόρτισής τους. Προς ορθή χρήση, δηλαδή σωστή κατανομή πόρων, θα είναι αναγκαίο να εισάγονται πληροφορίες περί του ποσοστού μπαταρίας και ενδεχομένως άλλων παραμέτρων ώστε το σύστημα της έξυπνης πόλης, όντως να διανέμει αποτελεσματικά πόρους και να καλύπτει τις ανάγκες των καταναλωτών. Το δεύτερο σενάριο είναι κεντρικά το σύστημα να δίνει διαθεσιμότητες στους χρήστες και τα οχήματα τους για πρόσβαση σε κάποιο σταθμό φόρτισης ανάλογα το κόστος, τον φόρτο του σταθμού, το ποσοστό μπαταρίας του οχήματος, κα. Η μέθοδος αυτή εξυπηρετεί πολύ καλύτερα τις ανάγκες του συστήματος, εφόσον υπάρχει πλήρης εικόνα καταναλώσεων και αναγκών, είναι όμως αρκετά πιο απρόβλεπτη από άποψη συνέπειας και λειτουργικότητας, αφού προϋποθέτει την καλή επικοινωνία μεταξύ πολλών χρηστών. [29],[24]

3.4 Διαχείριση κυκλοφορίας

Έξυπνες λύσεις διαχείρισης κυκλοφορίας θα παρέχουν υποστήριξη αποφάσεων από την τεχνητή νοημοσύνη. Η έξυπνη λύση κινητικότητας θα προσφέρει έξυπνες υπηρεσίες διαχείρισης της κυκλοφορίας, όπως αλλαγή φάσεων φωτεινού σηματοδότη, πληροφορίες χρηστών του δρόμου και δυναμικές αλλαγές στην ικανότητα κυκλοφορίας. Αυτή η λύση κινητικότητας έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει τις αρχές μεταφορών να επιτύχουν στρατηγικούς στόχους ελαχιστοποιώντας τα επίπεδα εκπομπών οχημάτων και μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση σε κατοικημένες περιοχές. Παράλληλα θα συνδυάζει και θα διευκολύνει τη χρήση υπηρεσιών πολλαπλών τρόπων μεταφοράς και κοινής κινητικότητας επιτρέποντας πληρωμές μέσω μιας ενιαίας διεπαφής. Αυτή η έξυπνη λύση αστικής κινητικότητας προσφέρει μια πολυτροπική δυνατότητα που συνδυάζει επιλογές μεταφοράς όπως δημόσιες συγκοινωνίες, υπηρεσίες κατά παραγγελία, κοινή χρήση οχημάτων (ταξί, carpooling), κοινή χρήση ποδηλάτων κα.

Το ζήτημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης στις αστικές περιοχές προκαλείται συχνά από οδηγούς που αναζητούν χώρο στάθμευσης. Έξυπνες λύσεις στάθμευσης βασισμένες σε cloud εφαρμόζονται ήδη σε πόλεις παγκοσμίως, παρέχοντας στους χρήστες χώρους στάθμευσης, ακριβή δεδομένα σχετικά με τη χρήση του χώρου στάθμευσης, ενώ υποστηρίζεται επίσης προσαρμοστική διαχείριση φωτεινών σηματοδοτών, έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας για εύκολη πλοήγηση σε μια έξυπνη πόλη, με οποιοδήποτε μέσο.

Η αναβάθμιση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς δεν μπορεί να αποτελεί εξαίρεση στον εκσυγχρονισμό της αστικής κινητικότητας ξεκινώντας από την αλλαγή των υποδομών αστικών μεταφορών και του στόλου λεωφορείων της πόλης και την εγκατάσταση εξοπλισμού από ηλεκτρονικές οθόνες σε στάσεις λεωφορείων και λογισμικό συλλογής και αποστολής πληροφοριών στους επιβάτες. Για την καινοτομία του στη διαχείριση της κυκλοφορίας και στις λύσεις μεταφορών, το Λούμπλιν της Πολωνίας ονομάστηκε "Smart City of the Year" μεταξύ πόλεων με πληθυσμό μεταξύ 100.000 και 350.000. Εκσυγχρονίζοντας τις υποδομές μεταφορών και βελτιώνοντας την επικοινωνία με τους επιβάτες, το Λούμπλιν δείχνει ότι οι πόλεις μεσαίου μεγέθους μπορούν να αναβαθμίσουν την ποιότητα της αστικής κινητικότητας. [20]

Σημαντικό ρόλο έχουν και οι χρήστες δικύκλων, καθώς η ποδηλασία και τα σκούτερ στις πόλεις δίνουν λύσεις σε νεοσύστατες επιχειρήσεις (διανομή προϊόντων), ενώ στο δρόμο σταδιακά κάνουν την εμφάνισή τους ποδηλάτες και οδηγοί ηλεκτρικών πατινιών που μεταβαίνουν από το Α σημείο της πόλης, στο Β. Ήδη δε, σε πολλές πόλεις η εικόνα περιλαμβάνει κοινόχρηστα οχήματα, πατινία, ποδήλατα ή σκούτερ, τα οποία μέσω εφαρμογής ξεκλειδώνονται από τον χρήστη, ο οποίος μετά τη χρήση του τα αποδεσμεύει, θέτοντάς τα

διαθέσιμα για κάποια επόμενη μετακίνηση, άλλου χρήστη. Αυτή η λύση ηλεκτρονικής κινητικότητας στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του πελάτη, στη συμβολή στην αστική βιωσιμότητα και στη μείωση των εκπομπών CO₂.

Μεγάλη πρόκληση για την έξυπνη αστική κινητικότητα αποτελεί η δυνατότητα πρόσβασης σε αυτή από το σύνολο του πληθυσμού. Το τελευταίο περιγράφεται και ως «φτώχεια μεταφορών». Σε αυτή την έκφραση περιλαμβάνεται όλη η έρευνα που αφορά την προσβασιμότητα όλων και την ισότητα στη κινητικότητα. Περιλαμβάνει εξερεύνηση βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων για προσιτές, αρθρωτές υπηρεσίες κινητικότητας (κοινοτικές μεταφορές, κοινές μεταφορές, μίνι λεωφορείο). Πιο συγκεκριμένα κάποιος πάσχει από «φτώχεια» στις μεταφορές όταν ζητήματα που αφορούν τον χρόνο ταξιδιού, τη διαθεσιμότητα, την προσβασιμότητα, την προσιτή τιμή ή την επάρκεια των επιλογών μεταφοράς αποτελούν εμπόδια στην ικανοποίηση βασικών αναγκών δραστηριότητας. Η επίδραση της «φτώχειας στις μεταφορές» είναι σκληρή σε διάφορα τμήματα της κοινωνίας και συχνά αρνείται την ισότιμη πρόσβαση στην κοινωνική ζωή και την επιβίωση εν γένει καθώς αφορά την απασχόληση, την εκπαίδευση, τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης και τις κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες. Το σύστημα σχεδιασμού μεταφορών μας, τιμωρεί άτομα που δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά ένα αυτοκίνητο, που αγωνίζονται να καλύψουν την αύξηση των ναύλων των μέσων μαζικής μεταφοράς και που δεν έχουν πρόσβαση σε δημόσιες ή ιδιωτικές μεταφορές λόγω ηλικίας, αναπηρίας ή όππου ζουν. [20],[29]

3.4.1 Έξυπνες διαβάσεις

Η διαχείριση της κυκλοφορίας απαιτεί την αλλαγή των διαβάσεων και τη μετατροπή τους σε έξυπνες οδικές διαβάσεις υψηλής τεχνολογίας που αυτόματα θα αντιλαμβάνονται τις διαφορές μεταξύ οχημάτων, πεζών και ποδηλατών, προσαρμόζοντας τις σημάσεις και τα σήματά τους στις ανάγκες των «χρηστών» σε πραγματικό χρόνο.

Ένας τέτοιος σχεδιασμός προφανώς θα έχει σημαντική επίδραση στην ασφάλεια , οδηγών, πεζών και κάθε ατόμου ή οχήματος που κυκλοφορεί στο δρόμο. Συγκεκριμένα για τους πεζούς, η θέση και η διαδρομή του πεζού καθώς διασχίζουν το δρόμο, η επίδραση άλλων πεζών που διασχίζουν επικίνδυνα το δρόμο και η επίδραση του υπερπληθυσμού στις δυνατές οδούς διέλευσης, είναι όλα δυνητικά επικίνδυνα περιστατικά που θα έχουν «φορτωθεί» στην αναφερόμενη τεχνολογία.

Χρησιμοποιώντας «τεχνητή» όραση το σύστημα θα είναι ικανό να «δει» ακριβώς τι συμβαίνει γύρω από αυτό και μια επιφάνεια δρόμου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.6 , κάνοντάς το ικανό να παρέμβει για να αλλάξει δυναμικά ενδείξεις για να διατηρεί τους χρήστες ασφαλείς. Ήδη το αναπτυσσόμενο Umbrellium, στο Ηνωμένο Βασίλειο μπορεί να προλάβει την κίνηση των πεζών και πού είναι πιθανό να έχουν το βλέμμα τους, κάτι που βοηθά να διασφαλιστεί ότι τραβά την προσοχή των χρηστών του δρόμου για να περιορίσει τον κίνδυνο ατυχήματος. [19]



Εικόνα 3.6 : Έξυπνη κυκλοφορία
(smartcitiesworld.net)

4. ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι πρώτοι ηλεκτρικοί μετρητές χρονολογούνται στα 1980, ήταν υβριδικού τύπου (ηλεκτρομηχανικοί), ενώ μόλις μια δεκαετία αργότερα δημιουργήθηκαν οι πρώτοι ηλεκτρονικοί μετρητές. Κύρια χρήση τους ήταν η μέτρηση μεγεθών, ενώ συγχρόνως οι ηλεκτρομηχανικοί μετρητές αντικαθίστανται από έξυπνους μετρητές οι οποίοι είναι καθοριστικό στοιχείου ελέγχου στα έξυπνα δίκτυα και θα αναλύσουμε στην συνέχεια. [39]

4.1 Εισαγωγή

Ένας απλός ορισμός των έξυπνων μετρητών είναι πως αποτελούν ηλεκτρονικές συσκευές που μας προσφέρουν τη δυνατότητα να μετρούμε με υψηλή ακρίβεια μεγέθη και κυρίως καταναλώσεις μεγεθών όπως ηλεκτρικού ρεύματος. Η βασική διαφορά των έξυπνων μετρητών από τους ηλεκτρομηχανικούς που χρησιμοποιούνταν άλλοτε είναι πως δίδεται η δυνατότητα σύνδεσης με περιφερειακές συσκευές, οικιακές για παράδειγμα, άλλα και με τις εταιρείες παροχής, προσφέροντας σημαντικές δυνατότητες για τη μετάβαση από το σήμερα στην έξυπνη πόλη, τα έξυπνα δίκτυα. Παρακάτω στις Εικόνες 4.1 και 4.2 απεικονίζεται ένας έξυπνος και ένας ηλεκτρομηχανικός μετρητής. Ο πρώτος πρακτικά έχει τη γεωμετρία και μορφή ενός μικρού συμβατικού μετρητή, με ψηφιακή όμως οθόνη και πολλές παραπάνω δυνατότητες.



Εικόνα 4.1 : Έξυπνος Μετρητής
(stockshed.com)



Εικόνα 4.2 : Ηλεκτρομηχανικός Μετρητής
(lowpowerlab.com)

Η πραγματοποίηση οποιαδήποτε ενέργειας σε αυτοματοποιημένα συστήματα απαιτεί την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών (Smart meters) για την διενέργεια του Smart metering.

Οι βασικές λειτουργίες που πραγματοποιεί ένας έξυπνος μετρητής συνοπτικά είναι:

- Πραγματοποίηση μετρήσεων ακριβείας σε ηλεκτρική ενέργεια, νερό, φυσικό αέριο κα.
- Αυτοματοποιημένη αποστολή δεδομένων - μετρήσεων.
- Διασύνδεση με συσκευές και δίκτυο κάποιας εμβέλειας.
- Άμεση επικοινωνία καταναλωτή - παρόχου.

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων και τη συλλογή πληροφοριών οι έξυπνοι μετρητές χρησιμοποιούν την τεχνολογία Automatic Meter Reading (AMR). Έτσι είναι δυνατή η σύγχρονη παρακολούθηση και χρέωση, η διάγνωση βλαβών, από τον χρήστη/καταναλωτή ή το δίκτυο και τον πάροχο. Αντιλαμβανόμαστε πως μέσω της AMR καθίσταται δυνατό να υπολογίζουμε και να ελέγχουμε τη κατανάλωση. [39],[40]

4.2 Οφέλη της χρήσης έξυπνων μετρητών

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των έξυπνων μετρητών είναι σημαντικά συγκριτικά με τους συμβατικούς μετρητές. Πρωταρχικά αυξάνουν την αυτενέργεια του καταναλωτή, καθώς του προσφέρουν μια πλήρη εικόνα των μεγεθών καταναλώσεων αλλά και των αντίστοιχων χρεώσεων, σε επίπεδο χρήσης συσκευής ή δραστηριότητας. Συμβάλουν στην οικονομία τόσο των χρηστών αλλά και συνολικά των χρησιμοποιούμενων πόρων, προς μια λιγότερο ενεργοβόρα καθημερινότητα.

Η τεχνολογία AMR που αναφέρθηκε προηγουμένως και δίνει μέσω ενσύρματου ή ασύρματου δικτύου τη δυνατότητα real-time παρακολούθησης της κατανάλωσης προσφέρει πολλαπλά οφέλη στο πλαίσιο της τιμολόγησης, με ακριβέστερη και καλύτερη εφαρμογή του τιμολογίου χρεώσεων. Ακόμα συμβάλει στην οικονομία του δικτύου, καθώς μπορεί να “δει” πιθανές βλάβες και να αναχαιτίσει την μεγαλύτερη έκτασή τους. Τέλος συμβάλει στην ασφάλεια των δεδομένων, τη διαφάνεια στο πλήθος μονάδων κατανάλωσης και εντοπίζει πιθανές υποκλοπές. [39]

Όλα όσα αναλύθηκαν οδηγούν σε αύξηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, την ενδυνάμωση του καταναλωτή και τη καλύτερη διαχείριση του συστήματος. Η Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας για την αναγκαιότητα χρήσης έξυπνων μετρητών έχει τοποθετηθεί ως εξής:

«Στον 21ο αιώνα τα ενεργειακά συστήματα πρέπει να κατευθυνθούν σε συστήματα μέτρησης τα οποία θα παρέχουν πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο για την καλύτερη και γρηγορότερη εξυπηρέτηση του καταναλωτή». [35]

Πιο αναλυτικά για τους καταναλωτές τα οφέλη συνοψίζονται σε:

- Περιβαλλοντικό κόστος :

Η αφύπνιση των καταναλωτών είναι ένα τεράστιο ζήτημα για την έξυπνη πόλη. Οι έξυπνοι μετρητές προσφέρουν πληροφορίες για διαφορετικές ώρες, προσφέροντας στον καταναλωτή τη δυνατότητα να προσαρμόσει την ενεργειακή του κατανάλωση. Όσο πιο ακριβής και άμεση είναι η πληροφόρηση του καταναλωτή τόσο πιο πιθανό είναι να μειωθεί η σπατάλη. Αυτός ο τρόπος κρίνεται πιο αποτελεσματικός καθώς τώρα οι καταναλωτές δεν γνωρίζουν το ύψος της κατανάλωσης παρά μόνο όταν αυτή έχει συμβεί, κατά τη λήψη του λογαριασμού. Μια πιο συχνή εικόνα στα ποσά που καταναλώνονται με ταυτόχρονη

μετάφραση σε οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος, σε εκπομπές CO₂ για παράδειγμα, θα συνέτιζε το κοινό οδηγώντας σε μεγαλύτερη μείωση, με δεδομένη μια οικολογική συνείδηση.

- Ποιότητα υπηρεσιών :

Η άμεση εμπλοκή των καταναλωτών στη μέτρηση και τον έλεγχο των παρεχόμενων υπηρεσιών αναγκάζει τις εταιρίες να εφαρμόζουν τις τιμολογιακές τους πολιτικές με ακρίβεια, να προτείνουν κατάλληλα πακέτα ανά χρήστη, να βελτιώνουν το δίκτυο . Εν ολίγοις αυξάνουν τον ανταγωνισμό και αποτέλεσμα αυτού, η καλύτερη ποιότητα υπηρεσιών στον πελάτη.

Τα πλεονεκτήματα δε σταματούν ωστόσο στους χρήστες των υπηρεσιών, αλλά αφορούν και τις εταιρίες που παρέχουν υπηρεσίες. Η ηλεκτρονική διάθεση των λογαριασμών προσφέρει διαφάνεια και μειώνει σημαντικά το χρόνο εξυπηρέτησης, τα παράπονα τιμολόγησης και την αναμονή των πελατών. Ακόμα οι πληροφορίες κατανάλωσης που προσφέρονται είναι σημαντικά δεδομένα για τη διαμόρφωση ανταγωνιστικών πακέτων ανά χρήστη, γεγονός που μπορεί να έχει τόσο περιβαλλοντικές αλλά και λειτουργικές διαστάσεις στο δίκτυο. [39],[45],[46]

4.3 Εφαρμογές ανά χώρα

Η χρήση των έξυπνων μετρητών σταδιακά εντάσσεται στην ενεργειακή πολιτική κάθε κράτους, με νόμους και στόχους να τίθενται προς την μετάβαση στο έξυπνο μέλλον που διαγράφουν οι πόλεις και τα δίκτυα.

4.3.1 Ευρωπαϊκή Ένωση

Οργανισμοί και συμβουλευτικές εταιρείες υπολογίζουν πως το επίπεδο εξοικονόμησης πόρων μέσω της ορθής, εκτεταμένης χρήσης των έξυπνων μετρητών μπορεί να ανέλθει σε δεκάδες δισεκατομμύρια, μονάχα για την Ευρώπη. Για την ενέργεια, έως και το 2020, η απορρόφηση των μετρητών από την αγορά ήταν ζητούμενο να φτάσει το 80%, με σεβασμό στο δικαίωμα προστασίας των προσωπικών δεδομένων. Η πορεία προς αυτό το ποσοστό βαίνει θετική με τουλάχιστον τα 2/3 των χωρών της ΕΕ να ξεκινούν ή ακόμη να έχουν ολοκληρώσει την εμπορική εξάπλωση των έξυπνων μετρητών. Σε Φινλανδία, Ιταλία και Σουηδία έχουν εγκατασταθεί 45 εκατομμύρια μετρητές, ποσό που αντιστοιχεί στο 23%. Έως το 2020 η κάλυψη αυτή έφτασε περίπου το 72%. Τα οικονομικά επιχειρήματα υπέρ της εμπορικής εξάπλωσης έξυπνων μετρητών δεν είναι ακόμη συντριπτικά σε ολόκληρη την Ευρώπη, πρόκληση που είναι ακόμη μεγαλύτερη στον τομέα του φυσικού αερίου. Το μεγαλύτερο πλάνο έξυπνης μέτρησης πραγματοποιήθηκε στην Ιταλία, ενώ και άλλες χώρες αναπτύσσουν τα δικά τους πλάνα με βάση το ιταλικό μοντέλο.

Προς επίτευξη του μακροπρόθεσμου πλάνου της Ευρώπης για την ενεργειακή πολιτική των χωρών της καθώς και για την οικονομική στρατηγική της, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία επαρκών και αξιόπιστων δικτύων ενέργειας. Η ενοποίηση και σταθερότητα λειτουργίας των υποδομών θα κάνει δυνατή την ασφαλή και εύρυθμη λειτουργία του ενεργειακού δικτύου της ευρωπαϊκής οικογένειας, θα αυξήσει την απόδοση και θα λειτουργήσει θετικά στην είσοδο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με διαμοιρασμό της

τεχνολογίας, των επιτυχημένων πρακτικών και τέλος τη μετάβαση σε μια περιβαλλοντικά ήπια ενεργειακή δραστηριότητα.

Προς το παρόν τα περισσότερα έργα που αφορούν έξυπνη μέτρηση αφορούν τον ηλεκτρισμό, τις γραμμές μεταφοράς και την αποθήκευση και λιγότερο τα έξυπνα δίκτυα. Σε αυτόν τον προγραμματισμό, στόχος είναι να αποκτήσουν περισσότερο χώρο τόσο τα δίκτυα όσο και το νερό και το φυσικό αέριο, εξίσου σημαντικοί πόροι στο πλαίσιο της βιωσιμότητας. Οι στόχοι που έχουν τεθεί προς το παρόν αποτελούν μόνο την απαρχή του πλάνου για τις υποδομές που απαιτούνται για τη μετάβαση στο μέλλον. Η συνεργασία εντός της Ευρώπης, με τις άλλες χώρες και τους μεγάλους ιδιωτικούς παρόχους ενέργειας είναι σημαντικά και ζωτικά βήματα για την σταδιακή επίτευξη της μακροβιότητας των πολιτικών που τώρα χτίζονται. [35]

4.3.2 ΗΠΑ

Στον αντίποδα του κλίματος ενθουσιασμού και συμπεριληπτικότητας των μετρητών στην Ευρώπη, οι Ηνωμένες Πολιτείες εγκαθιστούν, με αργό μεν ρυθμό, όλο και περισσότερο δε, μετρητές, με τη δυσαρέσκεια να αποτελεί σταθερή στάση των πολιτών - καταναλωτών. Η πολιτεία δεν έχει καταφέρει να δημιουργήσει σχέσεις εμπιστοσύνης γύρω από την είσοδο των μετρητών στην αγορά με αποτέλεσμα να είναι μεγάλη η καχυποψία που επικρατεί για τα προσωπικά δεδομένα. Αντικειμενικά, οι μετρητές είναι εγκατεστημένοι για να δίνουν ανά πάσα στιγμή εικόνα της κατανάλωσης και δυναμικά της δραστηριότητας κάθε οικίας, εταιρίας και λοιπά, δεδομένα αρκετά λεπτομερή και ευαίσθητα που συλλέγονται αναπόφευκτα. Χαρακτηριστικά ένα παράδειγμα κακής πολιτικής είναι πως μεγάλη δυσαρέσκεια δημιουργήθηκε όταν με την εγκατάσταση των μετρητών, το κόστος επωμίστηκαν οι καταναλωτές που είδαν τους λογαριασμούς του ρεύματος να φουσκώνουν, αλλά και την παρακολούθηση από τη πλευρά της αστυνομίας που εντόπισε μικροκαλλιεργητές κάνναβης μέσω των έξυπνων μετρητών.

Παρά την αποτυχημένη πολιτική εισχώρησης στην αγορά και το κλίμα ανασφάλειας που δημιούργησε η κρατική πολιτική, το ποσοστό εγκατάστασης μετρητών βαίνει μεγαλύτερο του γραμμικού με το ύψος του να μεταβάλλεται από μόλις 1% το 2006, σε 7% το 2012, δημιουργώντας μια σχετική αισιοδοξία για την ενεργειακή οικονομία. [33],[35]

4.3.3 Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας

Η Λαϊκή Δημοκρατία της Κίνας έχει θέσει σε υψηλή προτεραιότητα την ανάπτυξη της τεχνολογίας του έξυπνου δικτύου, ούσα η πρώτη χώρα σε παραγωγή και εξαγωγή έξυπνων μετρητών. Πέραν της παραγωγής των υλικών μέσων, εντατική είναι η ανάπτυξη τεχνολογιών που συνδυάζουν παραδοσιακές μεθόδους και προσεγγίσεις που βρίσκονται στην αιχμή της τεχνολογίας για τη δημιουργία αισθητήρων, τεχνολογίας πληροφορίας και επικοινωνίας οι οποίες θα βελτιστοποιήσουν την απόδοση του δικτύου στο σύνολο των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Συγκεκριμένα μόνο για το 2019, διοχετεύτηκαν στην αγορά μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας αξίας 18.5 δισεκατομμυρίων δολαρίων, με κυριαρχία των μονοφασικών μετρητών και αύξηση των εταιριών παραγωγής που διαμοιράζονται το κεφάλαιο της αγοράς. Για το νερό

την ίδια χρονιά παρήχθησαν περίπου 27 εκατομμύρια μονάδες, για το φυσικό αέριο 38,1 εκατομμύρια μονάδες και για τη θερμότητα 3,65 εκατομμύρια αντίστοιχα. [36]

4.3.4 Εφαρμογές στην Ελλάδα

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής υπέβαλε προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 2010, το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, το οποίο υποδεικνύει τους στόχους για παραγωγή και κατανάλωση ανά τεχνολογία Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και κατηγορία παραγωγού με χρονικό ορίζοντα τα έτη 2014 και 2020.

Πίνακας 4.1 : Ανάλυση Ενεργειακών Σεναρίων διεξόδου των τεχνολογιών ΑΠΕ στο Ενεργειακό Σύστημα και Επίτευξης των Εθνικών Στόχων του 2020. (European Commission, European Smart Grids Technology Platform)

Τεχνολογία	2014 (MW)	2020 (MW)
Hydro	3700	4650
Small (<15MW)	300	350
Large (>15MW)	3400	4300
P/V	1500	2200
Farmers	500	750
Rest	1000	1450
Solar Thermal	120	250
Wind	4000	7500
Offshore	0	300
Regular	4000	7200
Biomass	100	250
Solid	20	40
Biogas	80	210
Geothermal	20	120

Για την περίοδο μετά το 2020, τον Απρίλιο του 2012 υιοθετήθηκε ο Οδικός Χάρτης Ενέργειας για την επόμενη τριακονταετία, λαμβάνοντας υπόψη την εξέλιξη παραμέτρων όπως η οικονομική δραστηριότητα ανά κλάδο, οι διεθνείς τιμές καυσίμων, τα επίπεδα CO₂, τη χρήση λιγνίτη κα. Η μελλοντική εικόνα του ελληνικού ενεργειακού συστήματος μπορεί να συνοψισθεί στα παρακάτω σημεία,

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 60%-70% από το 2005 σε σχέση με το 2005 μέχρι το 2050.
- Ποσοστό 85-100% ηλεκτροπαραγωγής από πράσινες μορφές ενέργειας, με την αξιοποίηση όλων των εμπορικά ώριμων τεχνολογιών.
- Συνολική διεξόδου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε ποσοστό 60%-70%

στην κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2050.

- Σταθεροποίηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Σχετική αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω εξηλεκτρισμού των μεταφορών και μεγαλύτερης χρήσης αντλιών θερμότητας στον οικιακό και τριτογενή τομέα.
- Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πετρελαιοειδών.
- Αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων στο σύνολο των μεταφορών στο επίπεδο του 31% - 34% μέχρι το 2050.
- Κυρίαρχο το μερίδιο του ηλεκτρισμού στις επιβατικές μεταφορές μικρής απόστασης (45%) και σημαντική αύξηση του μεριδίου των μέσων σταθερής τροχιάς.
- Σημαντικά βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση για το σύνολο του κτιριακού αποθέματος και μεγάλη διείσδυση των εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον κτιριακό τομέα.
- Ανάπτυξη μονάδων αποκεντρωμένης παραγωγής και έξυπνων δικτύων.

Στη συνέχεια ακολουθούν εφαρμογές έργων εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και έξυπνων δικτύων σε δήμους/πόλεις στην Ελλάδα. [34]

4.3.4.1. Πρωτοβουλίες, δημοτικές ή ιδιωτικές

Στη προκειμένη περίπτωση η τοπική αυτενέργεια είναι πολύ μεγάλης σημασίας ώστε κάθε κοινωνία μόνη της, και στη συνέχεια το σύνολό τους, να μπορέσουν να εφαρμόσουν πολιτικές τοποχωρικής εμβέλειας που θα μεγιστοποιήσουν την συμφωνία με τις πολιτικές της ΕΕ .

4.3.4.1.1 Δήμος Θεσσαλονίκης

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης με την υπ' αριθμό. 1512/6-10-2011 Απόφαση Δημοτικού Συμβουλίου συμμετέχει στο Σύμφωνο των Δημάρχων. Το Σύμφωνο των Δημάρχων καλεί τους Δήμους της Ευρώπης να προχωρήσουν άμεσα σε σχεδιασμό και εφαρμογή μέτρων για την αειφόρο ενέργεια, αναγνωρίζοντας ότι:

- Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC) επιβεβαίωσε ότι η αλλαγή του κλίματος αποτελεί πραγματικότητα για την οποία ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό η χρήση ενέργειας για ανθρώπινες δραστηριότητες και, στο πλαίσιο αυτό και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει καταλήξει ότι για να διατηρηθεί η θερμοκρασία της γης σε 2 μόνο βαθμούς αύξηση, θα πρέπει να επιτευχθεί κατανάλωση ενέργειας 80% σε σχέση με το 1990 μέχρι το 2050.
- Η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, μπορεί να επιτευχθεί κύρια σε τοπικό επίπεδο με την ενεργό συμμετοχή της τοπικής αυτοδιοίκησης, δίνοντας κίνητρα και το φωτεινό παράδειγμα για όλα τα δημόσια κτίρια της, τα σχολεία, νοσοκομεία, κέντρα άθλησης, κέντρα ελεύθερου

χρόνου κλπ.

- Το Σύμφωνο των Δημάρχων, αποτελεί μια από τις πιο επιτυχημένες πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την Αειφόρο Ενέργεια και τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής. Πάνω από 4.000 Δήμοι στην Ευρώπη, έχουν υπογράψει το εν λόγω Σύμφωνο, δεσμευόμενοι εθελοντικά να μειώσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να αυξήσουν τη διείσδυση ΑΠΕ στην επικράτειά τους, πάνω από τους Ευρωπαϊκούς στόχους. Στο πλαίσιο αυτό, προχωρούν στην καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων και των εκπομπών CO₂ στην περιοχή τους και εκπονούν και εφαρμόζουν σταδιακά Σχέδια Δράσης για την Αειφόρο (Βιώσιμη) Ενέργεια, κινητοποιώντας παράλληλα τους πολίτες και όλους τους φορείς της τοπικής κοινωνίας.
- Το Σύμφωνο των Δημάρχων αναγνωρίζει ότι οι τοπικές και περιφερειακές αρχές μοιράζονται την ευθύνη για την καταπολέμηση της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη με τις εθνικές κυβερνήσεις και ότι οφείλουν να αναλάβουν τη δέσμευση αυτή ανεξαρτήτως των δεσμεύσεων άλλων ενδιαφερομένων φορέων ώστε να μπορέσει να υλοποιηθεί μόνον με τη συνδρομή των τοπικών φορέων, των πολιτών και των ενώσεών τους.
- Η Επιτροπή των Περιφερειών της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπογραμμίζει την ανάγκη σύνταξης των τοπικών και περιφερειακών δυνάμεων δεδομένου ότι η πολυεπίπεδη διακυβέρνηση είναι ένα αποτελεσματικό στοιχείο για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των δράσεων που πρέπει να αναληφθούν για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και προωθεί τη συμμετοχή στο Σύμφωνο των Δημάρχων.
- Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μπορούν να επωφεληθούν από την ανάληψη αποτελεσματικής αποκεντρωμένης δράσης σε τοπικό επίπεδο, προκειμένου να εκπληρώσουν τη δέσμευσή τους για περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου.
- Υπάρχει ανάγκη στρατηγικής, θεσμικής, τεχνικής και οικονομικής υποστήριξης των τοπικών αρχών στις δράσεις τους για τη βιώσιμη ενέργεια και, για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θέσπισε το θεσμό των Δομών Υποστήριξης, κρατικών ή και περιφερειακών φορέων και ενώσεων Δήμων, που αποτελούν στρατηγικούς συμμάχους του Γραφείου του Συμφώνου των Δημάρχων και οι οποίοι μπορούν να καθοδηγήσουν τους Δήμους στη τήρηση των αρχών και των υποχρεώσεων του Συμφώνου.

Ήδη υπάρχει η ρητή πρόθεση του Δήμου Θεσσαλονίκης να αναπτύξει πρόγραμμα δράσεων για Εξοικονόμηση Ενέργειας, να υλοποιήσει πιλοτικά προγράμματα παρεμβάσεων σε δημοτικά κτίρια με στόχο ενεργειακά αποδοτικότερες και περιβαλλοντικά φιλικότερες εγκαταστάσεις, που θα συμβάλλουν στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής καθώς και να ευαισθητοποιήσει ευρύτερα τους δημότες του σε θέματα αειφόρου ανάπτυξης, ενώ σχεδιάζει μέτρα και δράσεις σε ένα συνολικό, πλέον στρατηγικό πλαίσιο, λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις και τις θέσεις των επιστημονικών, τεχνικών και οικονομικών παραγόντων και φορέων και των απόψεων των πολιτών, όπως εκφράζονται μέσα από συγκεκριμένες δράσεις, έγγραφα, μελέτες, συνεργασίες κλπ.

Με πρωτοβουλία του Δήμου Θεσσαλονίκης μετά την πολύ θετική εμπειρία της συμμετοχής της Θεσσαλονίκης ως υποψήφια “Πράσινη Πρωτεύουσα της Ευρώπης 2014” και την υπογραφή του “Συμφώνου των Δημάρχων”, υπογράφηκε το Δεκέμβριο 2012 η

Ιδρυτική Διακήρυξη του Δικτύου Πράσινων Πόλεων. Ιδρυτικά μέλη του δικτύου εκτός από το Δήμο Θεσσαλονίκης είναι οι Δήμοι Αθηναίων, Αλεξανδρούπολης, Βόλου, Ζακύνθου, Ιωαννίνων, Κέρκυρας, Κοζάνης και Τρικάλων. Γενικός στόχος του Δικτύου είναι να συντονίζει τις προσπάθειες των μελών του που επιθυμούν να αναλάβουν πρωτοβουλίες για την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής μέσω της βελτίωσης του αστικού τους περιβάλλοντος έτσι ώστε η γνώση και η εμπειρία κάθε Δήμου να λειτουργήσει συμπληρωματικά και πολλαπλασιαστικά. Εξαιρετική σημασία έχει και η συμμετοχή μη κυβερνητικών οργανώσεων και ομάδων εθελοντών που θα λειτουργήσουν ως γέφυρα επικοινωνίας μεταξύ της Τοπικής Αυτοδιοίκησης και της κοινωνίας.

Ο τομέας της κατοικίας παρουσιάζει εν δυνάμει μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, λόγω του μεγάλου αριθμού των κτιρίων και της κατάστασης των περισσότερων, που χρήζει οικοδομικής και ενεργειακής αναβάθμισης. Οι τεχνικές εξοικονόμησης είναι ιδιαίτερα σημαντικές κυρίως όσον αφορά στην θερμομονωτική θωράκιση και στην αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης.

Η πραγματική εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κτίριο για ήπιες παρεμβάσεις, όπως αυτές καταγράφονται στο πρόγραμμα ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ εκτιμάται ότι για τη Θεσσαλονίκη ανέρχεται σε 40% και μπορεί να ανέλθει και στο 70%. Στην πράξη εκτιμάται ότι το δυναμικό στο σύνολο των κτιρίων μπορεί να είναι και πάνω από 20% για τη Θεσσαλονίκη.

Μερικά προγράμματα στα οποία έχει συμμετάσχει ο δήμος Θεσσαλονίκης:

- Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετείχε ως εταίρος στο πρόγραμμα IMMACULATE, ένα ερευνητικό πρόγραμμα χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση στα πλαίσια του προγράμματος LIFE (LIFE02 ENV/GR/000359). Σκοπός του προγράμματος ήταν η βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του επιπέδου ήχου στην πόλη της Θεσσαλονίκης. Αυτό επετεύχθη με τη χρήση υβριδικών ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων και ηλεκτροκίνητων scooters. Στα οχήματα αυτά τοποθετήθηκαν συστήματα τηλεματικής για τον εντοπισμό της θέσης τους, την επίβλεψη του επιπέδου καυσίμων και για την παροχή πληροφοριών στον οδηγό ανάλογα με την κίνηση στους δρόμους. Το IMMACULATE είχε διάρκεια 24 μήνες συν 6 συμπληρωματικούς, από το Σεπτέμβριο του 2002 έως τον Ιανουάριο του 2005.
- Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετείχε ως εταίρος στο έργο Carbon Pro, που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της Διακρατικής Συνεργασίας INTERREG III B CADSES. Στόχος του έργου ήταν η δημιουργία ενός δικτύου στην περιοχή CADSES (Περιοχή Κεντρικής Ευρώπης, Αδριατικής, Παραδουνάβιας και Νοτιοανατολικής Ευρώπης), που θα αποτελούνταν από αρμόδιες αρχές για τη μεταφορά τεχνογνωσίας μεταξύ των εταίρων, για τις καλύτερες πρακτικές διαχείρισης των δασικών συστημάτων, στη βάση των πολιτικών του Πρωτοκόλλου του Κιότο που υπογράφηκε το 1997 στα πλαίσια ευρύτερης σύμβασης του ΟΗΕ σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα και σύμφωνα με το οποίο αναγνωρίστηκε ο σημαντικός ρόλος των φυσικών πηγών ενέργειας στις κλιματολογικές αλλαγές. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 21 μήνες (από 01-04-06 έως 31-12-07) και ο συνολικός προϋπολογισμός του έργου ανήλθε στα 1.890.641,06 €, εκ των οποίων ο προϋπολογισμός που αντιστοιχεί στο Δήμο Θεσσαλονίκης είναι 109.582,80 €.
- Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετείχε ως εταίρος στο έργο με τίτλο «Partnership Energy Planning as a tool for realizing European Sustainable Energy Communities» (Ακρωνύμιο PEPESEC), το οποίο υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος «Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη» (Intelligent Energy for Europe). Σκοπός του έργου ήταν η υποστήριξη ευρωπαϊκών Δήμων

στην ανάπτυξη αειφόρων ενεργειακά κοινοτήτων, μέσω της προώθησης του ρόλου του σχεδιασμού σε επίπεδο Τοπικής Αυτοδιοίκησης έτσι ώστε να συμβάλλει στην ανάπτυξη πιο αποδοτικών μορφών προμήθειας, διανομής και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμβατικών ενεργειακών πόρων καθώς και στον εξορθολογισμό διαχείρισης των διαθέσιμων πηγών ενέργειας με βάση την αντίστοιχη ζήτηση. Η διάρκεια του έργου ήταν 30 μήνες (από 01-01-2008 έως Ιούλιο 2010), ο προϋπολογισμός που αντιστοιχεί στο Δήμο Θεσσαλονίκης είναι 125.000 €.

- Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετείχε ως εταίρος στο έργο το οποίο υλοποιήθηκε με χρηματοδότηση κατά 50% από τις χώρες της Ισλανδίας, Λιχτενστάιν και Νορβηγίας μέσω του Χρηματοδοτικού Μηχανισμού «Ευρωπαϊκός Οικονομικός Χώρος» και κατά 50% από Εθνικούς Πόρους. Το Ευφυές Σύστημα Διαχείρισης Αστικής Κινητικότητας και Ελέγχου Κυκλοφορίας της Θεσσαλονίκης είναι μια πλατφόρμα υπηρεσιών μετακίνησης που στόχο έχει να παρέχει υπηρεσίες βέλτιστης μετακίνησης, πληροφόρησης και ευαισθητοποίησης των πολιτών σε θέματα αστικής κινητικότητας και προστασίας του περιβάλλοντος.
- Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετέχει ως εταίρος στο έργο EnVision2020 το οποίο χρηματοδοτείται στα πλαίσια του Διακρατικού Προγράμματος Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας South East Europe – SEE. Ο αντικειμενικός στόχος του έργου Envision 2020 είναι να υποστηρίξει την ανάπτυξη πολιτικών και συγκεκριμένων επιλογών για τη μείωση της χρήσης ενέργειας ειδικότερα στον κτιριακό τομέα σε πόλεις της Νότιο-ανατολικής Ευρώπης διατηρώντας ή βελτιώνοντας παράλληλα τις συνθήκες διαβίωσης. Οι επιμέρους στόχοι του προγράμματος είναι:
 1. Καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης και των τάσεων όσον αφορά την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ανάπτυξη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στις πόλεις της ΝΑ Ευρώπης.
 2. Εντοπισμός των βέλτιστων λύσεων για μείωση της ενεργειακής έντασης μέχρι το 2030.
 3. Μελέτη πολιτικών και οικονομικών εργαλείων που θα συμβάλλουν στην προώθηση των βέλτιστων λύσεων.

Η διάρκεια του έργου είναι από 01-12-2012 έως 30-11-2014 ενώ ο συνολικός προϋπολογισμός είναι 1.395.080 €. Ο συνολικός προϋπολογισμός του Δήμου Θεσσαλονίκης ανέρχεται σε 143.830 € (85% ΕΤΠΑ και 15% εθνικοί πόροι).

Σε συνδυασμό με όλα τα παραπάνω και άλλα έργα ο δήμος Θεσσαλονίκης στο πλαίσιο των νέων μέτρων και προσεγγίσεων θα προωθήσει την εφαρμογή έξυπνων μετρητών, ιδιαίτερα στον τομέα της κατοικίας. Επίσης, ο δήμος τονίζει και διαφημίζει ότι στα πλαίσια μίας απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας, ο καταναλωτής μπορεί να επιλέξει μεταξύ διαφόρων παρόχων και διαφοροποιημένων τιμολογίων ενέργειας το κατάλληλο τιμολόγιο το οποίο είναι το πλέον συμφέρον για το δικό του ενεργειακό προφίλ. [35],[41].

4.3.4.1.2 Νησιωτική χώρα

Την ανάπτυξη «έξυπνων» ηλεκτρικών δικτύων στα νησιά επιδιώκει -μεσοπρόθεσμα- το ερευνητικό έργο SiNGULAR, στο οποίο μετέχει το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, με άλλους 15 φορείς από Πορτογαλία, Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, Ελβετία, Ρουμανία και Κύπρο. Η αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο μείγμα παραγωγής των νησιωτικών δικτύων αποτελεί μια πρόκληση την οποία καλούνται να υπερνικήσουν οι παραπάνω φορείς. Αυτό συμβαίνει,

διότι η περιορισμένη προβλεψιμότητα και η υψηλή μεταβλητότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος των δικτύων αυτών, καθιστούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις συγκεκριμένες πηγές μη ελεγχόμενη από τον εκάστοτε διαχειριστή τους (σε αντίθεση με τις συμβατικές μονάδες παραγωγής, π.χ. θερμοηλεκτρικές, υδροηλεκτρικές, κ.ά.).

Βασιζόμενοι στην τεχνολογία των έξυπνων δικτύων, το έργο αυτό στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη μέγιστη ενσωμάτωση της διανεμημένης παραγωγής στα νησιωτικά ηλεκτρικά δίκτυα. Το ερευνητικό έργο SiNGULAR έχει στόχο να διερευνήσει την επίδραση της μεγάλης διείσδυσης μονάδων ΑΠΕ και της εφαρμογής τεχνικών διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης στο σχεδιασμό και τη λειτουργία των νησιωτικών ηλεκτρικών δικτύων. Τέλος, θα προτείνει κατάλληλα μέτρα και θα αναπτύξει τεχνικές και εργαλεία, στα πλαίσια των έξυπνων δικτύων, για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή τους.

Τα μεσοπρόθεσμα οφέλη που αναμένονται από την υλοποίηση του SiNGULAR περιλαμβάνουν:

- ταχύτερη εκμετάλλευση του πλούσιου δυναμικού ΑΠΕ των νησιών με τα συνακόλουθα περιβαλλοντικά οφέλη,
- μείωση της ενεργειακής εξάρτησης και του κόστους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ενίσχυση του τουρισμού στα συμμετέχοντα νησιά,
- σημαντική μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τη σταδιακή αντικατάσταση ρυπογόνων συμβατικών μονάδων με νέες «καθαρές» μονάδες ΑΠΕ,
- ωφέλειες που αναμένονται από την ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών των νησιωτικών περιοχών στη διαμόρφωση του προφίλ κατανάλωσής τους μέσω υλοποίησης πιλοτικών προγραμμάτων διαχείρισης της ηλεκτρικής ζήτησης και την ενίσχυση της ασφάλειας, της αξιοπιστίας και της ποιότητας της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της υλοποίησης καινοτόμων τεχνικών διαχείρισης της ηλεκτρικής παραγωγής και ζήτησης.

Ένα άλλο πρόγραμμα με αντίστοιχους σκοπούς αποτελεί το πρόγραμμα «ΕΞΥΠΝΑ ΔΙΚΤΥΑ» το οποίο εκτελείται από το Δίκτυο Αειφόρων Νήσων Αιγαίου (ΔΑΦΝΗ) και το Ενεργειακό Γραφείο Αιγαίου, σε συνεργασία με τη ΔΕΗ, τη ΡΑΕ και το ΕΜΠ. Η εφαρμογή του θα γίνει στα νησιά Λέσβο, Λήμνο, Σαντορίνη, Μήλο και Κύθνο. Η πρώτη φάση του έργου που περιλαμβάνει την τεχνική μελέτη και τα θεσμικά ζητήματα, χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα ELENA της ΕΕ. Το κυρίως έργο άρχισε να κατασκευάζεται το 2013 με επενδυτικό κόστος άνω των 40 εκ. € και έχει συμπεριλάβει μέχρι σήμερα 33 νησιωτικές περιφέρειες. [34]

4.3.4.1.3 Πρωτοβουλία για σχολεία της Αττικής

Εντός Αττικής και με ιδιωτική πρωτοβουλία ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση έξυπνων ενεργειακών μετρητών σε 25 σχολεία, στα πλαίσια ενός σημαντικού χρηματοδοτούμενου Ευρωπαϊκού προγράμματος (GEN6), σε συνεργασία με ακαδημαϊκά ιδρύματα και δημόσιους φορείς. Τα 25 σχολεία συνδέθηκαν στο Intelen Building process Analytics, σύστημα στο οποίο σε πραγματικό χρόνο καταγράφει η κατανάλωση ενέργειας των κεντρικών κτιρίων των σχολείων, διάφοροι ενεργειακοί δείκτες καθώς και κλιματικοί παράγοντες (θερμοκρασίες, βαθμοημέρες). Η λειτουργικότητα του συστήματος σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα ενεργειακών επιθεωρήσεων και πολλών δεδομένων για τα κτιριακά χαρακτηριστικά των σχολείων έχει ως αποτέλεσμα το σύστημα να αξιολογεί ενεργειακά τα κτίρια και προτείνει σχεδόν αυτόματα παρεμβατικές ενέργειες, σενάρια και δράσεις εξοικονόμησης με ταυτόχρονη ανάλυση πολλών άλλων επενδυτικών δεικτών.

Η λήψη απόφασης στηρίζεται στο μεικτό κτιριακό μοντέλο (efficiency standards και ανάλυση πραγματικών μετρήσεων) με ειδικούς αλγορίθμους που έχει αναπτύξει η Intelen, βάσει της τεχνογνωσίας της σε ανάλυση δεδομένων και εφαρμογές big data. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί και να αξιολογεί όλο τον κύκλο ζωής μιας παρεμβατικής ενέργειας ή παρόμοιας επένδυσης αλλά και να αξιολογεί την αποτελεσματικότητα και των υλικών αλλά και των λύσεων που προτάθηκαν για αυτές τις ενέργειες, από γνωστούς εμπορικούς οίκους.

Η συγκεκριμένη ενέργεια εστιάζει όχι μόνο στην "έξυπνη καταμέτρηση", αλλά και στο πώς αντιλαμβάνονταν αυτές τις υπηρεσίες οι άνθρωποι που ήταν μέσα στο κτίριο. Αυτή η έκδοση της παρεχόμενης υπηρεσίας εφαρμόστηκε στα σχολεία σαν ένα πρώτο πιλοτικό έργο, συσχετίζοντας την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο με την ταυτόχρονη αξιολόγηση και αλλαγή ενεργειακών συμπεριφορών αλλά και αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών μέσα στο κτίριο. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα με την χρήση mobile apps και ειδικού engagement dashboard, να ευαισθητοποιεί τους χρήστες του κτιρίου, να τους ενημερώνει συνέχεια για το δυναμικό εξοικονόμησης του, να τους στέλνει tips αλλά και surveys για να αξιολογεί την γνώση τους, να τους δίνει αναφορές για την πορεία των ενεργειών για την εξοικονόμηση και βάσει push τεχνολογίας να τους ενημερώνει σε πραγματικό χρόνο για τυχόν αιχμές και υπερκαταναλώσεις. [42]

Το τελευταίο στάδιο των υπηρεσιών είναι η χρήση crowd-funding διαδικασιών για την χρηματοδότηση και του συστήματος τηλεμέτρησης και διαχείριση δεδομένων της Intelen αλλά και για την εφαρμογή παρεμβατικών ενεργειών χαμηλού και μέσου κόστους. Μέσα από αναλύσεις της Intelen, εκτιμάται ότι βάσει crowd-funding και με σωστή διαδικασία, εάν οι ίδιοι οι χρήστες ενός κτιρίου χρηματοδοτήσουν τις παρεμβάσεις του και λάβουν μέρος στα κέρδη εξοικονόμησης, τότε θα έχουν ουσιαστικά κέρδη από την εξοικονόμηση ενέργειας μέσα σε ένα διάστημα 1-2 ετών. Με αυτόν τον τρόπο, με πολύ μικρό κόστος και για τις εγκαταστάσεις αυτών των μετρητών αλλά και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων, μπορεί να υπάρξει παράλληλη μέτρηση με αναλύσεις αλλά και εξοικονόμηση ενέργειας με επαγρύπνηση των ανθρώπων που τα χρησιμοποιούν. Έτσι, η απόσβεση μπορεί να γίνει σε λιγότερο από ένα χρόνο και συνεπώς μελλοντικές εφαρμογές σε δημόσιες υπηρεσίες ή οργανισμούς κρίνεται απαραίτητη. [43]

4.4 Συσκευές έξυπνων μετρητών στην Ελλάδα

Το ΥΠΕΚΑ (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής) προωθεί την εγκατάσταση "έξυπνων", ψηφιακών μετρητών ηλεκτρικού ρεύματος στους οικιακούς καταναλωτές της ΔΕΗ. Σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα που έδωσε το υπουργείο, η αντικατάσταση των αναλογικών μετρητών με ψηφιακούς, θα αρχίσει το αργότερο μέχρι την 1η Ιουλίου 2014. Μέχρι την 30 Ιουνίου 2017 θα έχει αντικατασταθεί το 40% του συνόλου των υφιστάμενων μετρητών και μέχρι την 31 Δεκεμβρίου του 2020 του 80%.

Το έργο εγκατάστασης έξυπνων μετρητών θα αναλάβει ο Διαχειριστής του Δικτύου – ΔΕΔΔΗΕ (θυγατρική της ΔΕΗ) με τον αριθμό των μετρητών να ανέρχεται σε 5,6 εκατομμύρια περίπου. Ο ΔΕΔΔΗΕ προγραμματίζει επενδύσεις ύψους 1,5 δισ. την επόμενη πενταετία για τον εκσυγχρονισμό του δικτύου, την εγκατάσταση αυτοματισμών, την μείωση του χρόνου αποκατάστασης των βλαβών και την καλύτερη εξυπηρέτηση των καταναλωτών. Στόχος των επενδύσεων, μεταξύ άλλων, είναι οι περισσότερες εργασίες να γίνονται εξ αποστάσεως, χωρίς δηλαδή ο πελάτης να χρειάζεται να μεταβαίνει στα γραφεία του ΔΕΔΔΗΕ. Στο πρόγραμμα αυτό περιλαμβάνεται και η πιλοτική εγκατάσταση 170.000 έξυπνων μετρητών σε περιοχές της Αθήνας, Θεσσαλονίκης, τη Μυτιλήνη, τη Λευκάδα και την Ξάνθη, με δυνατότητες για τηλεχειρισμό και τηλεμέτρησης της κατανάλωσης, αλλά και εφαρμογή διαφορετικών τιμολογίων στη διάρκεια του 24ώρου. [34],[45]

5. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΣΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η παροχή αξιόπιστων, ασφαλών και βιώσιμων υπηρεσιών επικοινωνίας στην έξυπνη πόλη αποτελεί πρόκληση για τις σημερινές, αναβαθμισμένες σε σχέση με το παρελθόν, παραδοσιακές ή και παρωχημένες για τις νέες απαιτήσεις ωστόσο, κεντρικές λύσεις τύπου cloud. Τόσο σε υλικό-hardware, όσο σε και επίπεδο λογισμικού-οργάνωσης, η προοπτική που δίδεται αφορά τη συνεργασία κόμβων-συσκευών του Internet of Things για την ασφαλή διασύνδεση συσκευών, υπηρεσιών και δικτύων. Η λύση προϋποθέτει ότι η συνεργασία καθορίζεται με βάση τις δυνατότητες πόρων των κόμβων και τη προθυμία της μεταξύ τους συνεργασίας. Οι δυνατότητες πόρων ορίζονται με τη χρήση οντολογιών, ενώ η προθυμία για συνεργασία περιγράφεται με τη χρήση κριτηρίων κόμβων τριών παραγόντων, δηλαδή: φύση, απόκριση και ενσυναίσθηση/ευαισθητοποίηση. Στη συνέχεια θα αναπτυχθούν οι θεματικές της ασφάλειας και ιδιωτικότητας, καθώς και της επικοινωνίας και της ροής της πληροφορίας στο έξυπνο δίκτυο.

5.1 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα

Η ασφάλεια έχει ήδη αναφερθεί ως ένα δομικό μέλημα στη δημιουργία της έξυπνης πόλης αλλά και του έξυπνου δικτύου. Έναν εκ των στόχων του έξυπνου δικτύου αποτελεί η βελτίωση του δικτύου διανομής και παραγωγής ενέργειας. Το ζητούμενο αυτό είναι αντιπαραθετικό θα μπορούσαμε να πούμε απλοϊκά με την ανάγκη χρήσης τεχνολογιών αιχμής οι οποίες δημιουργούν κενά ασφάλειας μέσω των υπολογιστικών συστημάτων και των συσκευών που κάνουν χρήση.

5.1.1 Ιδιωτικότητα και προσωπικά δεδομένα

Η έννοια της ιδιωτικότητας δεν είναι σαφώς ορισμένη καθώς μπορεί να σημαίνει διαφορετικά πράγματα σε διαφορετικά άτομα. Αρχικά ο πρώτος ορισμός που δόθηκε από τους Samuel D. Warren και Louis D. Brandeis καθόριζε την ιδιωτικότητα ως «το δικαίωμα να είσαι μόνος». Ο Alan Westin, είχε δηλώσει ότι «κανένας ορισμός της ιδιωτικότητας δεν είναι εφικτός, γιατί τα θέματα ιδιωτικότητας είναι εκ θεμελίων ζήτημα αξιών, συμφερόντων και εξουσίας». Γίνεται κατανοητό επομένως ότι οι ορισμοί της ιδιωτικότητας διαφέρουν ανάλογα με το κοινωνικό-πολιτικό πλαίσιο και το περιβάλλον στο οποίο ορίζονται. Η ιδιωτικότητα δεν είναι σαφώς οριοθετημένη έννοια και δεν είναι απλώς όσα προδιαγράφονται από νόμους και κανονισμούς. Επιπλέον, η ιδιωτικότητα δεν πρέπει να συγχέεται με το απόρρητο και οι προσωπικές πληροφορίες με τις απόρρητες πληροφορίες. Οι απόρρητες πληροφορίες είναι πληροφορίες για τις οποίες η πρόσβαση θα πρέπει να προσδιορίζεται μόνο σε κάποια ομάδα ανθρώπων, ενώ η δημοσιοποίηση τους θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την έκθεση του συστήματος, των δεδομένων, των εφαρμογών ή άλλων επιχειρησιακών λειτουργιών σε κίνδυνο.

Υπάρχει ενδιαφέρον στη σχέση μεταξύ ιδιωτικότητας και ασφάλειας. Η προστασία της ιδιωτικότητας είναι ισοδύναμη της ασφάλειας; Σίγουρα αυτές οι δύο έννοιες συγχέονται συχνά

και η αλήθεια είναι πως η μια είναι κομμάτι της άλλης. Μπορεί να υπάρχει ασφάλεια χωρίς να υπάρχει ιδιωτικότητα, αλλά δεν μπορεί να υπάρχει ιδιωτικότητα χωρίς ασφάλεια. Η ασφάλεια περιλαμβάνει τη διασφάλιση της ακεραιότητας, της εμπιστευτικότητας και της διαθεσιμότητας των δεδομένων. Ωστόσο, η προστασία της ιδιωτικότητας υπερβαίνει την ασφάλεια. Γενικότερα θα λέγαμε πως η ιδιωτικότητα αφορά την ακεραιότητα του ατόμου κι επομένως καλύπτει όλες τις πτυχές των κοινωνικών αναγκών του. Η ιδιωτικότητα μπορεί να αφορά επιμέρους τμήματα της ζωής, για παράδειγμα, τις προσωπικές πληροφορίες. Η ιδιωτικότητα προσωπικών πληροφοριών περιλαμβάνει το δικαίωμα να ελέγχεται που, πότε, πως, με ποιον, και σε ποιο βαθμό ένα άτομο μοιράζεται τις δικές του προσωπικές πληροφορίες, καθώς και το δικαίωμα πρόσβασης σε προσωπικές πληροφορίες που παρέχεται σε άλλους, η διόρθωσή του αλλά και η διασφάλιση της προστασίας του. Πληροφορίες οι οποίες μπορεί να αφορούν τους κωδικούς πρόσβασης του ατόμου στο τραπεζικό του λογαριασμό, τη ψυχική του κατάσταση, στοιχεία της ταυτότητας του. Οι επικοινωνίες είναι ένα σημαντικό κομμάτι της ιδιωτικότητας, κατά πόσο δηλαδή το άτομο δύναται να επικοινωνεί χωρίς επιτήρηση ή παρακολούθηση από άτομα ή οργανισμούς. [52]

Τόσο οι έξυπνοι μετρητές, όσο και οι εφαρμογές των έξυπνων συστημάτων συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν την οικιακή διαχείριση ενέργειας αλλά και πολλές πτυχές της προσωπικής δραστηριότητας (π.χ. τοποθεσία). Καθώς αυτά τα δεδομένα γνωστοποιούνται σε περισσότερα άτομα, αυξάνεται η πολυπλοκότητα που σχετίζεται με θέματα προστασίας της ιδιωτικότητας. Η αναγνώριση αυτών των θεμάτων, καθώς και οι δυνατότητες αλλά και οι προτάσεις για το μετριασμό τους ανατέθηκε στο Privacy Subgroup του Cyber Security Working Group. Επιπλέον, το Cyber Security Working Group προσπάθησε να αποσαφηνίσει τις προσδοκίες, τις πρακτικές και τα δικαιώματα που αφορούν την προστασία της ιδιωτικότητας στο έξυπνο δίκτυο.[47],[49],[50],[51]

5.1.2 Προσωπικές πληροφορίες στο έξυπνο δίκτυο

Τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και οι προσωπικές πληροφορίες μπορούν να αποκαλύψουν πληροφορίες με άμεσο ή έμμεσο τρόπο για τα άτομα, τις ομάδες ατόμων ή τις δραστηριότητες αυτών των ατόμων, με τρόπο ανεπιθύμητο. Οι πληροφορίες που συλλέγονται άμεσα από τις εταιρείες ηλεκτρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ατόμων μέσω στοιχείων όπως η διεύθυνση κατοικίας, το όνομα του ιδιοκτήτη του σπιτιού ή του ενοίκου, την ημερομηνία γέννησης, τον αριθμό φορολογικού μητρώου ή/και τον αριθμό μητρώου κοινωνικής ασφάλισης. Πέραν όμως αυτού του τύπου τα δεδομένα είναι εύκολο να αποκαλυφθούν πληροφορίες που αφορούν τη δραστηριότητα του ατόμου, για παράδειγμα πότε απουσιάζει απ' το σπίτι, πότε χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες συσκευές, πότε τα άτομα κοιμούνται ή είναι ξύπνια.

Στις μέρες μας η συλλογή των πληροφοριών γίνεται φαινομενικά με τρόπο που εξασφαλίζει την ανωνυμία των χρηστών, αφαιρώντας στοιχεία προσωπικών πληροφοριών, ώστε να δυσχεραίνεται η ταυτοποίηση και σύνδεση με ένα άτομο. Αυτό το ζήτημα, του επαναπροσδιορισμού των δεδομένων γίνεται σημαντικότερο καθώς αυξάνεται η ποσότητα και ο βαθμός λεπτομέρειας των δεδομένων που συλλέγονται κατά τη διάρκεια λειτουργιών που αφορούν τη χρήση εφαρμογών. Έπειτα γίνεται σημαντικό, από την άποψη της ιδιωτικότητας, για τις εταιρείες ηλεκτρισμού, την πολιτεία και τρίτους οργανισμούς να

καθορίσουν σε ποια στοιχεία δεδομένων θα αφαιρέσουν τη δυνατότητα σύνδεσης με συγκεκριμένες διευθύνσεις ή άτομα όταν εκτελούν τις δραστηριότητες ανωνυμοποίησης δεδομένων. [53],[44]

Η διανομή των προσωπικών δεδομένων μπορεί να αποδειχθεί αρκετά πολυτιμότερη της τιμής διανομής του ρεύματος. Η έλλειψη νομικού υποβάθρου για τη δυνατότητα επιλογής των καταναλωτών για τα εκτεθειμένα τους στοιχεία και η πολιτική των εταιριών δημιουργούν το αντίθετο κλίμα από το επιθυμητό για τη γόνιμη συνεργασία των πολιτών, καθώς η τροφοδότηση των ατόμων με στοιχεία κατανάλωσής τους, πιστεύεται πως θα λειτουργούσε σε θετική, ορθολογικότερη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. [54]

5.1.3 Θέματα ιδιωτικότητας στο έξυπνο δίκτυο

Η προστασία της ιδιωτικότητας είναι ένα ζήτημα που χρειάζεται να αντιμετωπιστεί σε πολλά επίπεδα, καθώς ο αντίκτυπος στην εφαρμογή των συστημάτων είναι σημαντικός. Για παράδειγμα, η έλλειψη εμπιστοσύνης των καταναλωτών στην ασφάλεια και την προστασία της ιδιωτικότητας των δεδομένων της ενεργειακής κατανάλωσής τους, μπορεί να οδηγήσει σε αμφισβήτηση και απόρριψη της αποδοχής των νέων υπηρεσιών, έως και νομικές διαμάχες. Σε γενικές γραμμές, τα θέματα σχετικά με την ιδιωτικότητα στο έξυπνο δίκτυο εμπίπτουν σε δύο βασικές κατηγορίες,

- απόκτηση πρόσβασης σε προσωπικές πληροφορίες που δεν ήταν διαθέσιμες στο παρελθόν
- απόκτηση προσωπικών πληροφοριών μέσω νέων «μηχανισμών» - τεχνολογιών

Στη πρώτη κατηγορία ανήκουν πληροφορίες σχετικά με τις συσκευές και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιούνται σε δεδομένη τοποθεσία, καθώς και λεπτομερή χρονικά δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας σε τοποθεσίες μετρήσεως και επιμέρους οικιακές συσκευές. Για παράδειγμα η χρήση μιας οικιακής συσκευής μπορεί να γίνει αντιληπτή από τους έξυπνους μετρητές, γεγονός που αφενός αποκαλύπτει τη δραστηριότητα των ενοίκων αλλά μπορεί να οδηγήσει σε εκμετάλλευση αυτών των δεδομένων από κατασκευάστριες εταιρίες για ζητήματα εγγύησης των συσκευών τους καθώς και στοχευμένη διαφήμιση των καταναλωτών, άρα και εμπορική χρήση των δεδομένων εκτός του δικτύου. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει περιπτώσεις όπου διατίθενται προσωπικές πληροφορίες έμμεσα, με τη συνολική, γενεσιουργό δομή του έξυπνου δικτύου να αποτελεί μία νέα πηγή πληροφοριών. Παραδείγματος χάρη, η φυσική τοποθεσία ενός ατόμου σήμερα μπορεί να ανιχνευθεί από τη χρήση πιστωτικής κάρτας ή κινητού τηλεφώνου. Τα σημεία φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων παρέχουν τη δυνατότητα εντοπισμού της φυσικής θέσης του οχήματος, επομένως και του οδηγού. Ακόμη, μπορούν να αντληθούν λεπτομερώς δραστηριότητες εντός ενός σπιτιού ή ενός κτιρίου επομένως μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις δραστηριότητες των ατόμων που βρίσκονται εντός όπως για παράδειγμα αν απουσιάζουν. [53]

5.2 Απειλές

Οι απειλές στον ψηφιακό κόσμο αποτελούν τα λεγόμενα ζητήματα κυβερνοασφάλειας ή αλλιώς Cyber Security. Οι ψηφιακές απειλές, ή κυβερνοαπειλές, είναι ενέργειες τρίτων με σκοπό την πρόσβαση σε πόρους όπου δεν έχουν τα κατάλληλα δικαιώματα, για παράδειγμα ευαίσθητες πληροφορίες ή χρήματα. Οργανισμοί παγκόσμιου κύρους ασχολούνται με ζητήματα κυβερνοασφάλειας, σε επίπεδο στόχων και απαιτήσεων και είναι μεταξύ άλλων, το Ινστιτούτο Έρευνας Ηλεκτρικής Ενέργειας (EPRI), το Εθνικό Ινστιτούτο Ενέργειας και Τεχνολογίας (NIST), η Επιτροπή Δια-λειτουργικότητας του Έξυπνου Δικτύου (SGIP) των Ηνωμένων Πολιτειών και το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE). Κεντρικότεροι στόχοι της κυβερνοασφάλειας μπορούν να θεωρηθούν η διαθεσιμότητα, η ακεραιότητα και η εμπιστευτικότητα, στόχοι για τα πλαίσια των οποίων οι φορείς εξελίσσονται συνεχώς ώστε να προσφέρουν μέγιστη ασφάλεια και αξιοπιστία στην ανάπτυξη της τεχνολογίας του έξυπνου δικτύου. Αξιολογώντας τις παραπάνω, οι δύο πρώτες αναδεικνύονται σημαντικότεροι στόχοι σε επίπεδο ασφάλειας. Παρότι λοιπόν η εμπιστευτικότητα αναδεικνύεται ως λιγότερο σημαντική για την αξιοπιστία του συστήματος, είναι σημαντικότερη στην απορρόφηση της παραγόμενης τεχνολογίας από την αγορά, δηλαδή την θετική απόκριση και αλληλεπίδραση με τους πελάτες. [55],[56]

5.2.1 Απειλές για το δίκτυο

Οι κακόβουλες επιθέσεις στη μετάδοση πληροφοριών μπορούν να ταξινομηθούν βάσει των στόχων τους στους εξής τύπους:

- διαθεσιμότητα δικτύου:

Οι κακόβουλες επιθέσεις που στοχεύουν στη διαθεσιμότητα δικτύου μπορούν να θεωρηθούν ως επιθέσεις DoS. Προσπαθούν να καθυστερήσουν, να μπλοκάρουν ή ακόμα και να καταστρέψουν τη διαβίβαση πληροφοριών, προκειμένου να καταστήσουν τους πόρους του δικτύου διαθέσιμους σε κόμβους που πρέπει να ανταλλάξουν πληροφορίες. Όπως έχει επισημανθεί από το NIST, η πρώτη προτεραιότητα είναι ο σχεδιασμός δικτύων μετάδοσης πληροφοριών, τα οποία είναι ανθεκτικά σε επιθέσεις και στοχεύουν στη διαθεσιμότητα του δικτύου, δεδομένου ότι η μη διαθεσιμότητα του δικτύου μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων υποδομών ενέργειας ή/και καταστροφής.

- ακεραιότητα δεδομένων:

Οι επιθέσεις προστασίας προσωπικών δεδομένων προσπαθούν να παρακολουθήσουν τις επικοινωνίες και να αποκτήσουν πληροφορίες, οι οποίες δεν είναι αποθηκευμένες, όπως για παράδειγμα ο αριθμός λογαριασμού του πελάτη.

- το ιδιωτικό απόρρητο πληροφοριών:

Οι επιθέσεις προστασίας της ιδιωτικής ζωής προσπαθούν να παρακολουθήσουν τις επικοινωνίες για να αποκτήσουν πληροφορίες, όπως τον αριθμό λογαριασμού του πελάτη και τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Προκειμένου να βελτιωθεί η ασφάλεια και η ιδιωτικότητα της μετάδοσης πληροφοριών, οι ερευνητές έχουν προτείνει διάφορες λύσεις, όπως ένα σύνολο αρχών σχεδιασμού με πρακτικές μηχανικής που μπορούν να βοηθήσουν στην εξασφάλιση

της ορθότητας και της αποτελεσματικότητας των προτύπων για έλεγχο ταυτότητας σε πρωτόκολλα. Αυτές οι αρχές σχεδιασμού περιλαμβάνουν ρητά ονόματα, μοναδική κωδικοποίηση, ρητές υποθέσεις εμπιστοσύνης, χρήση χρονικών σημείων, όρια πρωτοκόλλου και ρητές παραμέτρους ασφαλείας. [57]

5.3 Προστασία και Πρότυπα Ασφάλειας

Για την προστασία του δικτύου είναι δυνατή η εφαρμογή διαφόρων λύσεων που συμπεριλαμβάνουν γνωστές τεχνολογίες ασφαλείας όπως κρυπτογράφηση, έλεγχο πρόσβασης, προστασία από κακόβουλο λογισμικό ή τείχη προστασίας (firewalls), καθώς και προηγμένες μεθόδους όπως για παράδειγμα Συστήματα Διαχείρισης Πληροφοριών και Συμβάντων Ασφαλείας (SIEM), πλατφόρμες έμπιστης υπολογιστικής (trusted computing platforms) και συστήματα επίγνωσης της κατάστασης (SANs). Κατά γενική ομολογία οι ειδικοί συμφωνούν ότι θα έπρεπε αρχικά να χρησιμοποιηθούν λύσεις και πρακτικές που να βασίζονται σε πρότυπα. Τα πρότυπα βοηθούν τους υπεύθυνους για την εισαγωγή νέων μέτρων ασφαλείας να απαντήσουν στα ερωτήματα που αφορούν την επιλογή των μεθόδων, τις προτεραιότητες υλοποίησης και την έκταση ή την επάρκεια της προσέγγισης. Λύσεις με βάση την εξωτερική συνεργασία εργαζομένων μίας ανεξάρτητης εταιρείας ενδέχεται να υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν την εμπειρία και τις γνώσεις των ειδικών. Από την άλλη, οι πρακτικές που συνιστώνται στα πρότυπα προσφέρουν υψηλά επίπεδα ασφαλείας ως προς τη συνέπεια, τη συστηματικότητα και τη πληρότητά τους.

Η τήρηση των προτύπων φέρει πολλά οφέλη. Σημαντικό είναι το γεγονός πως καθιστούν δυνατή την πιστοποίηση, καθώς συνιστούν έναν τρόπο για την απόκτηση αξιοπιστίας από τους πελάτες και τη δημιουργία ενός ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος μεταξύ άλλων οργανισμών αυτού του τομέα. Ωστόσο, θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη ότι τα πρότυπα δεν αποτελούν καθολική λύση για όλα τα ζητήματα. Έχουν σαφώς ευρύ πεδίο εφαρμογής, συχνά όμως δε δύνανται να προσφέρουν λεπτομερείς οδηγίες για την επίλυση ορισμένων θεμάτων. Σαν αποτέλεσμα, προσδιορίζεται η ποιότητα της εφαρμογής των συστάσεων που καθορίζονται από τα πρότυπα, η οποία συμβάλλει στα αποτελεσματικά επίπεδα ασφαλείας. [58]

5.4 Η τεχνολογία της Επικοινωνίας στα έξυπνα δίκτυα

Το έξυπνο δίκτυο είναι μια νέα γενιά δικτύου διανομής ισχύος. Οι υποδομές επικοινωνίας είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή λειτουργία των έξυπνων δικτύων. Η χρήση των επικοινωνιών προηγμένης τεχνολογίας εντός του συστήματος εξασφαλίζει τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη βέλτιστη λειτουργία του δικτύου και το συντονισμό των οντοτήτων εντός αυτού, από τη παραγωγή, στη διανομή και τη χρήση-κατανάλωση. Στη συνέχεια θα γίνει μια παρουσίαση των υφιστάμενων τεχνολογιών επικοινωνίας όπως το ZigBee, WLAN, τη κυψελοειδή επικοινωνία, WiMAX, Power Line Communication (PLC), την εφαρμογή τους στα έξυπνα δίκτυα, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα.

5.5 Σύγκριση υποδομών υπάρχοντος δικτύου και έξυπνου δικτύου

Το σημερινό δίκτυο χτίστηκε με βάση την αρχή της μονής κατεύθυνσης ροής ενέργειας από τους κύριους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα όπως άνθρακας, αέριο και οι πιο σύγχρονοι από αυτούς πυρηνικά υλικά, στους καταναλωτές, μέσω των δικτύων μεταφοράς και διανομής.

Λόγω της αυξανόμενης ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, υπάρχει μια τάση αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων, με παράλληλα έντονη την κριτική στη πυρηνική ενέργεια, από πράσινες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Επιπλέον, το υπάρχον δίκτυο αδυνατεί να ανταπεξέλθει στις ανάγκες ανάλυσης δεδομένων και αυτοματισμών, αργεί να αποκριθεί στις ζητούμενες ταχύτητες φόρτωσης, έχει περιορισμένη δυνατότητα ελέγχου και κακό συντονισμό μεταξύ της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργειας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα αρκετές εκτεταμένες διακοπές ρεύματος στο παρελθόν. [59],[60]

Το έξυπνο δίκτυο έρχεται να υπερκεράσει τα παραπάνω προβλήματα. Κράτη, εταιρίες παραγωγής ρεύματος και οργανισμοί διεξάγουν έρευνα και παράγουν τεχνολογία εφαρμοζόμενη στο έξυπνο δίκτυο. Πολλές έχουν ήδη εφαρμοστεί σε άλλους τομείς, όπως π.χ. στους αισθητήρες και στα ασύρματα δίκτυα. Το έξυπνο δίκτυο χρησιμοποιεί διπλής ροής επικοινωνίες, ψηφιακές τεχνολογίες, προηγμένη ανίχνευση και υπολογιστική υποδομή προκειμένου να παρέχει βελτιωμένη εποπτεία, προστασία και βελτιστοποίηση των υπηρεσιών και υποδομών. Η δυνατότητα συνεχούς ανατροφοδότησης δεδομένων μεταξύ δικτύου και καταναλωτών δίνει τη δυνατότητα στους μεν να έχουν σύγχρονη—real time, εικόνα της κατανάλωσης και της τιμολόγησης, ενώ παρέχει στο δίκτυο πληροφορίες για την ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται κάθε στιγμή, καθώς και για τις απώλειες και τη ζήτηση. [61],[62]

Στον πίνακα 5.1 παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ του έξυπνου και του συμβατικού δικτύου:

Μονή διεύθυνση ροής ενέργειας	Αμφίδρομη ροή ενέργειας
Χαμηλή Αποδοτικότητα	Υποσχέσεις για υπερδιπλάσια αποδοτικότητα
Δυνατότητα αναγνώρισης/ ανάγνωσης λίγων πληροφοριών	Δυνατότητα αναγνώρισης πολλών πληροφοριών σε όγκο και είδος
Μικρός αριθμός αισθητήρων , σε περιορισμένες, κεντρικές θέσεις	Σημαντικά μεγαλύτερος αριθμός αισθητήρων σε όλο το μήκος του δικτύου (σε υποσταθμούς, οικιακοί κα)
Εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα ανάδρασης εντός του δικτύου	Αναβαθμισμένος και αξιόπιστος δίαυλος επικοινωνίας μεταξύ των οντοτήτων του συστήματος
Αισθητήρες εντοπίζουν σήματα μετάδοσης και σφαλμάτων	Αισθητήρες χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση και επικοινωνία των οντοτήτων του δικτύου σε όλα τα επίπεδα του

Πίνακας 5.1 : Διαφορές στη λειτουργία του σημερινού και του έξυπνου δικτύου διανομής ενέργειας.

5.6 Υποδομές Επικοινωνίας Έξυπνου Δικτύου

Οι υποδομές επικοινωνίας του έξυπνου δικτύου μπορούν ανάλογα με το μέγεθος της εμβέλειάς τους να χωρίσουν τα δίκτυα σε οικιακά-Home Area Network (HAN), γειτονικά-neighborhood Area Network (NAN) και δίκτυα ευρύτερων περιοχών-Wide Area Network (WAN).

Τα οικιακά δίκτυα αναπτύσσονται και λειτουργούν σε μια μικρή περιοχή, ένα σπίτι ή ένα γραφείο. Χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλό ρυθμό μετάδοσης, μόλις μερικές εκατοντάδες bits το δευτερόλεπτο (bps). Σε μια τυπική εφαρμογή, ένα HAN αποτελείται από μια ευρυζωνική σύνδεση Διαδικτύου που μοιράζεται μεταξύ χρηστών μέσω ενσύρματου ή ασύρματου μόντεμ. Επιτρέπει την επικοινωνία και την κοινή χρήση των πόρων μεταξύ υπολογιστών, κινητών συσκευών και άλλων συσκευών μέσω σύνδεσης δικτύου. Τα έξυπνα σπίτια δύναται να συνδεθούν με τις έξυπνες συσκευές δια μέσω του HAN και να προσφέρουν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας καθώς και δυνατότητες απομακρυσμένου ελέγχου της λειτουργίας τους. Τα δεδομένα των συσκευών αποκτώνται και μεταδίδεται μέσω HAN στους έξυπνους μετρητές. Το HAN επιτρέπει πιο αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας στο σπίτι. Στο HAN μπορεί να εφαρμοστούν τεχνολογίες ZigBee ή Ethernet.

Το NAN αναπτύσσεται και λειτουργεί σε περιοχή εκατοντάδων μέτρων, η οποία είναι στην πραγματικότητα λίγα αστικά κτίρια. Αρκετά HAN μπορούν να συνδεθούν με ένα NAN και μεταδίδουν δεδομένα ενέργειας που καταναλώνεται από κάθε σπίτι στο NAN δίκτυο. Το δίκτυο NAN παραδίδει αυτά τα δεδομένα στα τοπικά κέντρα δεδομένων για αποθήκευση. Αυτή η αποθήκευση δεδομένων είναι σημαντική για τη χρέωση των καταναλωτών και την ανάλυση των δεδομένων προς αναγνώριση της παραγωγής ενέργειας-ζήτησης. Το NAN έχει ρυθμό μετάδοσης έως 2 Kbps. Το NAN μπορεί να εφαρμοστεί μέσω PLC, Wi-Fi και κυψελοειδών τεχνολογιών.

Το WAN αναπτύσσεται και λειτουργεί σε τεράστια περιοχή δεκάδων χιλιομέτρων και αποτελείται από πολλά NAN και LDC. Επιπλέον, η επικοινωνία όλων των στοιχείων του έξυπνου δικτύου, συμπεριλαμβανομένου του κέντρου ελέγχου του χειριστή, βασίζεται στο WAN. Το WAN έχει πολύ υψηλή μετάδοση με ρυθμό δεδομένων έως λίγα Gbps. Το WAN μπορεί να εφαρμοστεί σε δίκτυα Ethernet, WiMAX, 3G/LTE και μετάδοση μικροκυμάτων. [62]

5.7 Τεχνολογίες που δύνανται να χρησιμοποιηθούν στο έξυπνο δίκτυο

Υπάρχει ποικιλία στις τεχνολογίες που δύνανται να χρησιμοποιηθούν ή/ και να συνδυαστούν για την υποστήριξη του έξυπνου δικτύου, κάποιες αναπτύσσονται παρακάτω με τα χαρακτηριστικά τους.

5.7.1 ZigBee

Το ZigBee είναι βασισμένο στο πρότυπο IEEE 802.15 και χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούν χαμηλό ρυθμό μετάδοσης data, μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, χαμηλό κόστος και ασφαλή δικτύωση. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται φωτεινοί σηματοδότες των συστημάτων διαχείρισης της κίνησης, ηλεκτρικοί μετρητές και άλλων ειδών εξοπλισμός, έως 60,000 στον αριθμό. Οι ταχύτητες κυμαίνονται από 20 – 250 kbs και καλύπτουν βέλτιστα τη μετάδοση περιοδικών ή ασυνεχών δεδομένων. Η τεχνολογία

αυτή αναμένεται να είναι οικονομικότερη των ασύρματων τεχνολογιών. Η κρυπτογράφηση πραγματοποιείται με κλειδί μήκους 128-bit.

Συνοψίζοντας στα πλεονεκτήματα του δικτύου συμπεριλαμβάνονται το χαμηλό κόστος λειτουργίας, ενώ στα μειονεκτήματα, η χαμηλή διάρκεια ζωής της μπαταρίας, το μικρό εύρος, οι χαμηλές ταχύτητες και το γεγονός πως σε ένα εύρος συχνοτήτων ενδέχεται να λαμβάνει εσφαλμένα σήματα από άλλα δίκτυα. [63]

5.7.2 WLAN

Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN) συνδέει δύο ή περισσότερες συσκευές χρησιμοποιώντας ευρύ φάσμα και συνήθως παρέχει σύνδεση μέσω σημείου πρόσβασης στο ευρύτερο Διαδίκτυο. Αυτό δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα να εξακολουθούν να είναι συνδεδεμένοι το δίκτυο όσο κινούνται εντός του εύρους κάλυψης. Τα περισσότερα σύγχρονα WLAN βασίζονται στα πρότυπα IEEE 802.11 με το εμπορικό σήμα Wi-Fi. Τα WLAN έχουν γίνει δημοφιλή στο σπίτι λόγω της ευκολίας εγκατάστασης και σε εμπορικά συγκροτήματα, γραφεία και άλλες εγκαταστάσεις αφού προσφέρουν ασύρματη πρόσβαση στους πελάτες τους. Το WLAN θα μπορούσε εύκολα να ενσωματωθεί στο έξυπνο δίκτυο λόγω της τεράστιας ανάπτυξης του σε όλο τον κόσμο. Το WLAN λειτουργεί σε συχνότητες 2,4 GHz - 3,5 GHz. Τα πλεονεκτήματα του WLAN είναι το χαμηλό κόστος, η τεράστια ανάπτυξη σε όλο τον κόσμο, οι συσκευές plug and play. Το κύριο μειονέκτημα του WLAN είναι το υψηλό δυναμικό παρεμβολών με άλλες συσκευές που επικοινωνούν στις ίδιες συχνότητες. [64]

5.7.3 Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας

Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας αναπτύσσονται σε μεγάλο βαθμό στις περισσότερες χώρες και έχουν καλά εγκατεστημένη υποδομή, επιτρέποντας επικοινωνίες έως 200 Mbps. Επομένως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών εξαρτημάτων και συσκευών στο έξυπνο δίκτυο. Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες όπως GSM, GPRS, 2G, 3G, 4G, 5G και WiMAX. Η τεχνολογία WiMAX είναι η πιο ενδιαφέρουσα για την εφαρμογή έξυπνου δικτύου. Λειτουργεί με ανταλλαγή δεδομένων 70 Mbs και κάλυψη έως 50 km. Τα τσιπ WiMAX είναι ενσωματωμένα στο εσωτερικό έξυπνων μετρητών, δομικών στοιχείων των έξυπνων δικτύων .

Τα πλεονεκτήματα των δικτύων είναι οι ήδη υπάρχουσες υποδομές με μεγάλη περιοχή ανάπτυξης, υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων, διαθέσιμοι αλγόριθμοι ασφαλείας που έχουν ήδη βρει εφαρμογές. Το κύριο μειονέκτημα είναι ότι τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας μοιράζονται με άλλους χρήστες και δεν είναι πλήρως αφιερωμένα στις επικοινωνίες έξυπνου δικτύου. [62]

5.7.4 Power line – Γραμμές Δικτύου Ισχύος

Η επικοινωνία επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών μέσω ηλεκτρικών γραμμών τροφοδοσίας. Το δίκτυο εφαρμόζεται προσθέτοντας ένα διαμορφωμένο σήμα φορέα στα καλώδια τροφοδοσίας. Ο ρυθμός δεδομένων της επικοινωνίας που βασίζεται στο OFDM μπορεί να είναι έως και αρκετά Mbps. Οι ρυθμοί δεδομένων και τα όρια απόστασης ποικίλλουν σε μεγάλο βαθμό σε πολλά πρότυπα επικοινωνίας γραμμής ισχύος. Χαμηλής συχνότητας (περίπου 100 - 200 kHz) φορείς που έχουν εντυπωθεί σε γραμμές μεταφοράς

υψηλής τάσης μπορεί να μεταφέρουν μία ή δύο αναλογικές φωνές κυκλώματα ή κυκλώματα τηλεμετρίας και ελέγχου με ισοδύναμο ρυθμό δεδομένων μερικές εκατοντάδες bits ανά δευτερόλεπτο ωστόσο, αυτά τα κυκλώματα μπορεί να έχουν μήκος πολλά μίλια. Οι υψηλότεροι ρυθμοί δεδομένων συνεπάγονται γενικά μικρότερα εύρη.

Διαφορετικοί τύποι επικοινωνιών powerline χρησιμοποιούν διαφορετικές ζώνες συχνότητων από τη διανομή ισχύος. Το σύστημα προοριζόταν αρχικά για μετάδοση ισχύος AC σε τυπικές συχνότητες 50 ή 60 Hz. Με καλώδιο τροφοδοσίας τα κυκλώματα έχουν μόνο περιορισμένη ικανότητα να μεταφέρουν υψηλότερες συχνότητες. Είναι προβληματικό να δημιουργηθεί υψηλή συχνότητα επικοινωνίας μέσω γραμμών ρεύματος λόγω αραίωσης σημάτων υψηλής συχνότητας. Το πρόβλημα διάδοσης είναι περιοριστικός συντελεστής για επικοινωνίες γραμμών ισχύος

Επιπλέον, μπορεί να υπάρξει παρεμβολή σημάτων επικοινωνίας με αρμονικές υψηλής τάξης που παράγονται από μη γραμμικά φορτία που υπάρχουν στο δίκτυο όπως ανορθωτές, μετατροπείς κ.λπ. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, πρέπει να χρησιμοποιούνται ενεργά φίλτρα.

Σε εφαρμογές έξυπνου δικτύου, το PLC χρησιμοποιείται στην επικοινωνία του Δικτύου Περιοχής Γειτονίας για σύνδεση μεταξύ έξυπνων μετρητών και Local Data Concentrator (LDC). Ωστόσο, η επικοινωνία του δικτύου ευρείας περιοχής, από LDC σε άλλα εξαρτήματα έξυπνου δικτύου, όπως κέντρο ελέγχου χειριστή, παραγωγή, μετάδοση και διανομή, πραγματοποιείται μέσω κυψελοειδών δικτύων. Το πλεονέκτημα του PLC είναι ήδη καθιερωμένο, ευρείας υποδομής που μειώνει το κόστος εγκατάστασης. Τα μειονεκτήματα είναι η παρουσία υψηλότερων αρμονικών στις γραμμές ρεύματος που παρεμβαίνουν στα σήματα επικοινωνίας και περιορισμένη συχνότητα επικοινωνίας. [62]

5.8 Communication standards

Η έρευνα για την τεχνολογία και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας έξυπνου δικτύου διεξάγεται ταυτόχρονα σε πολλές εταιρείες και χώρες. Είναι πολύ σημαντικό να διασφαλιστεί η ενσωμάτωση διαφορετικών έξυπνων μετρητών, πρωτόκολλα επικοινωνίας και υποδομές. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με την ανάπτυξη παγκόσμιων προτύπων που θα γίνουν αποδεκτά από όλους εταιρείες και φορείς που συμμετέχουν στην ανάπτυξη του έξυπνου δικτύου παγκοσμίως. Υπάρχουν αρκετοί εξουσιοδοτημένοι οργανισμοί που εργάζονται για την τυποποίηση έξυπνων δικτύων, όπως η Ένωση Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE), η Ευρωπαϊκή Επιτροπή Προτυποποίησης, το Αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Προτυποποίησης (ANSI), η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) και άλλοι οργανισμοί. Τα πιο κοινά πρότυπα για επικοινωνία έξυπνου δικτύου είναι 802.15.4, ISO 1802, IPv4, DNP3, IEC61970, κ.λπ.

5.9 Μελλοντικές προκλήσεις για την επικοινωνία στο έξυπνο δίκτυο

Το σύστημα επικοινωνίας στο έξυπνο δίκτυο είναι ένα πολύπλοκο σύνολο υποσυστημάτων ενσύρματων και ασύρματων επικοινωνιών, μετρητών και λογισμικού ελέγχου. Το σύμπλεγμα αυτό έρχεται αντιμέτωπο με πολλά προβλήματα, των οποίων η επίλυση είναι ζωτικής σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία του αλλά και τη στιβαρότητα του.

- Παρεμβολές Δικτύων

Με τα μικρά HAN δίκτυα να αποτελούν τη κυτταρική μονάδα δόμησης του συστήματος επικοινωνίας και να αναπτύσσονται με μεγάλη πυκνότητα στον αστικό χώρο, δημιουργείται η προβληματική της παρεμβολής σημάτων των συσκευών μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του θα οδηγήσει σε μη αξιόπιστες ή/και λανθασμένες ενδείξεις μετρητών .

Προς απάντηση αυτού του ζητήματος αναπτύσσονται αλγόριθμοι που θα εξαλείφουν τις παρεμβολές. Παρόμοια προβλήματα μπορούν να προκύψουν από τις αρμονικές των σημάτων, που αντιμετωπίζονται με τη χρήση φίλτρων.

- Ρυθμός Μετάδοσης Δεδομένων

Το σύστημα επικοινωνίας στο έξυπνο δίκτυο είναι πολύ σημαντικό για τη λήψη και την ανάλυση δεδομένων, αλλά και τον έλεγχο των συσκευών και της εύρυθμης λειτουργίας του έξυπνου δικτύου. Οι χιλιάδες έξυπνοι μετρητές και οι συσκευές δημιουργούν ένα τεράστιο όγκο δεδομένων προς μεταφορά εντός του συστήματος. Έτσι οι ερευνητικές προσπάθειες πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη κατάλληλης τεχνολογία επικοινωνίας υψηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων ή βελτίωση υφιστάμενων τεχνολογιών όπως π.χ. WLAN ή κυψελοειδή δίκτυα. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων αυτών είναι σχετικά υψηλός σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, αλλά θα πρέπει να αυξηθεί περαιτέρω χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές διαμόρφωσης και βελτιωμένους πομπούς/ δέκτες.

- Προτυποποίηση

Προβλέπεται μελλοντικά οι υπάρχουσες τεχνολογίες επικοινωνίας να μην είναι επαρκείς στη σημερινή τους μορφή αλλά να απαιτείται ο συνδυασμός τους με παράλληλη ανάπτυξη νέων. Αν και υπάρχουν πολλά πρότυπα για την επικοινωνία έξυπνου δικτύου, δεν υπάρχει επαρκές πρότυπο και μοντέλο για την ενσωμάτωση διαφορετικών τεχνολογιών επικοινωνίας σε ένα σύστημα. Επομένως, τέτοια πρότυπα πρέπει να αναπτυχθούν.

- Ασφάλεια

Η ευαλωτότητα του συστήματος του έξυπνου δικτύου αναπτύχθηκε εκτενώς παραπάνω. Είναι εύκολα αντιληπτό πως ο όγκος των δεδομένων που μεταφέρονται είναι στόχος υποκλοπής. Τα σήματα και τα μετρούμενα μεγέθη είναι εκτεθειμένα όσον αφορά τη ποιότητα και την τιμή τους, διότι μπορούν να μεταβληθούν από κακόβουλες παρεμβάσεις με αποτελέσματα που ποικίλουν σε επικινδυνότητα. Για παράδειγμα μπορούν να χρεώσουν διαφορετικά μια κατανάλωση, μεταβάλλοντας το ποσό της, αλλά και να προκαλέσουν καταστροφή σε εξοπλισμό με blackouts ή απώλεια ελέγχου από το κέντρο διαχείρισης.

Προκειμένου να αποφευχθούν τέτοιες ενέργειες οφείλουν να παρθούν μέτρα που θα αφορούν τη φυσική αλλά και τη ψηφιακή ασφάλεια. [62]

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μία επισκόπηση των Έξυπνων Δικτύων, βασισμένη σε αρχικές και σύγχρονες έρευνες, οι οποίες εξετάζουν δομικά ζητήματα των δικτύων αυτών. Τα παραδοσιακά δίκτυα, που χρησιμοποιούνται σήμερα, μετρούν ήδη έναν αιώνα. Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η αύξηση των ενεργειακών αναγκών καθιστούν τη μετάβαση από το υπάρχον δίκτυο σε αυτό που αποκαλείται ευφυές δίκτυο, αναγκαία. Η ειδοποιός διαφορά ενός έξυπνου δικτύου με ένα συμβατικό δίκτυο είναι η διπλή συνεπαγωγή της σχέσης επικοινωνίας μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας, σε αντίθεση με το παραδοσιακό δίκτυο, όπου η ροή γίνεται μόνο σε μια κατεύθυνση, από τη παραγωγή, στην κατανάλωση. Η επιτυχία του έξυπνου δικτύου κρίνεται τόσο στις υποδομές (συσκευές, λογισμικό), αλλά και την καθολικότητα παροχής υπηρεσιών και κάλυψης αναγκών μέσω αυτού. Η υλική εφαρμογή του έξυπνου δικτύου απαιτεί λύσεις και πρακτικές που υπερβαίνουν το σημερινό δίκτυο. Με την ενσωμάτωση των αναπτυσσόμενων τεχνολογιών επικοινωνίας, μεταφοράς και αποθήκευσης, θα παρέχονται πιο σταθερές, αξιόπιστες και ασφαλέστερες υπηρεσίες με ταχύτερο χρόνο επισκευής. Κλείνοντας, το πέρασμα στο έξυπνο δίκτυο στοχεύει μεταξύ άλλων, να είναι πολύ οικονομικότερο σε επίπεδο ενέργειας, με σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη για τον πλανήτη και τις πόλεις που κατοικούμε.

Κάθε κόμβος διασύνδεσης με το δίκτυο, είναι ένα μικρό κύτταρο στο έξυπνο δίκτυο. Κάθε έξυπνη συσκευή, για παράδειγμα, είναι μέρος αυτού του τεράστιου δικτύου μεταφοράς ενέργειας και πληροφορίας. Μια έξυπνη πόλη θα μπορούσε να αποτελεί ένα σώμα για να παρατηρήσουμε τη συμπεριφορά και τα οφέλη του έξυπνου δικτύου. Οι εφαρμογές που έχουν αναπτυχθεί καλύπτουν το σύνολο της ζωής στη πόλη και ήδη τμήματα αυτών αποτελούν πραγματικότητα για πόλεις της Ευρώπης και του κόσμου.

Ένα αξιοσημείωτο κομμάτι των έξυπνων δικτύων είναι οι έξυπνοι μετρητές. Οι έξυπνοι μετρητές και τα οικιακά συστήματα διαχείρισης ενέργειας επιτρέπουν στους καταναλωτές να προγραμματίζουν πώς και πότε το σπίτι τους χρησιμοποιεί ενέργεια, με την ανατροφοδότηση ζήτησης και τα ποσοστά χρήσης ενέργειας να ενθαρρύνουν τους καταναλωτές να χρησιμοποιήσουν ενέργεια όταν η ζήτηση είναι χαμηλή, δίνοντάς τους οικονομικότερη κατανάλωση κατά τη διάρκεια αυτών των ωρών, με παράλληλα οφέλη για τη συμφόρηση του δικτύου. Μέσω έξυπνων συσκευών οι καταναλωτές θα ειδοποιούνται από κάποια επίπεδα ζήτησης και άνω ώστε να απενεργοποιούν τις περιττές συσκευές μέχρι να μειωθεί η ζήτηση, από κοντά, είτε απομακρυσμένα.

Σύμφωνα με πολιτική της ΕΕ που οδηγεί στην ανάγκη για έξυπνα δίκτυα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δεσμευτεί να επιτεύξει τους στόχους 20-20-20. Επεξηγηματικά, έως το 2020, η ΕΕ αναμενόταν να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990, να παράγεται το 20% της ενέργειας που καταναλώνεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και με αυτό τον τρόπο, θα έχει καταναλωθεί κατά 20% λιγότερη ενέργεια, καθώς και να απορροφήσει και να αντικαταστήσει σε ποσοστό 80% έξυπνους μετρητές, πλάνο που έχει επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό. [34],[35]

Έχοντας ξεκινήσει να βλέπουμε τις εφαρμογές των έξυπνων δικτύων στην Ευρώπη αλλά και τον κόσμο, μελλοντικά, η τεχνολογία τους θα αφορά το συγκεκριμένο υπάρχουσών και αναπτυσσόμενων τεχνολογιών, με την τεχνητή νοημοσύνη να λαμβάνει εξέχουσα θέση

στο κομμάτι της λήψης αποφάσεων (decision making). Η υλοποίηση του δικτύου θα αποτελέσει κίνητρο και βασικό παράγοντα για περισσότερες τεχνολογικές εξελίξεις. Η έξυπνη μέτρηση και η αποθήκευση ενέργειας, δοκιμάζονται σε μεγάλη κλίμακα και σε ορισμένες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Παρά όμως τη ζήτηση για νέες τεχνολογίες και τεχνική καινοτομία, στο επίκεντρο οφείλει να μείνει ο άνθρωπος. Το αντίκτυπο στη καθημερινότητα των ανθρώπων και η ικανότητα να απαντώνται πραγματικά προβλήματα—και όχι να παράγεται τεχνολογία για την τεχνολογία—οφείλουν να είναι προτεραιότητα κατά τη λήψη αποφάσεων, ενώ η υλοποίηση αυτών είναι ανάγκη να γίνεται με το βέλτιστο δυνατό, δημιουργικά και παραγωγικά, τρόπο.

Κομβικό είναι επίσης το ζήτημα της ανάπτυξης τεχνολογίας τόσο για την επικοινωνία εντός δικτύου, όσο και για την ασφάλεια των μεταφερόμενων δεδομένων και του εξοπλισμού. Το ύψος των απωλειών μπορεί να είναι τεράστιο, επομένως η πίεση για δημιουργία πρωτοκόλλων και αλγορίθμων είναι μεγάλη.

Βιβλιογραφία

1. Larik, Raja Masood. (2015). Technologies Used in Smart Grid to Implement Power Distribution System. *Journal of Electrical Engineering*. 16. 232-237.
2. Baseem Khan, Esayas Gidey, Habtamu Getachew, Hassan Haes Alhelou, Managing the generation and demand inside the smart-grid structure, Editor(s): John R. Vacca, Solving Urban Infrastructure Problems Using Smart, City Technologies, Elsevier, 2021
3. Miller J , The Smart Grid – Benefits and Challenges , EEI Annual Convention – Toronto, Modern Grid Strategy Team June 16, 2008
4. ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ, « Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα: από την καινοτομία στην αξιοποίηση », Βρυξέλλες, 2011
5. C. Li *et al.*, "Grid architecture for future distribution system — A cyber-physical system perspective," *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 2017, pp. 5235-5239
6. <https://smartgrid.epri.com/>
7. Cambell R, The Smart Grid : Status and Outlook, April 2018
8. www.citybranding.gr
9. Office of Electricity Delivery & Energy Reliability, U.S Department Of Energy. Smart Grid | Department Of Energy. URL: <http://energy.gov/oe/services/technology-development/smart-grid>
10. Stephen Jewkes. Europe to follow Italy's lead on smart meters. Reuters. 2013. URL: <http://www.reuters.com/article/energy-efficiency-smartmeters-italy-idUSL5N0EA3HL2013053>
11. Ειρήνη Α. Χριστοφόρου, Smart grid, Smart meters και η εφαρμογή τους στην Ελλάδα, Αθήνα 2016
12. <https://www.fortunegreece.com/>
13. <http://www.ikarosnetwork.gr/>
14. <https://dccg.gr/>
15. <https://trikalacity.gr/smart-trikala/>
16. <https://www.urenio.org/2015/02/02/smart-city-strategy-intelligent-thessaloniki-greece/>
17. <https://www.veria.gr/new/>
18. Παναγιωτοπούλου Μ, Στρατηγέα Α, Σωμαράκης Γ, Έξυπνες πόλεις και βιώσιμη αστική ανάπτυξη- Παραδείγματα από τη Μεσογειακή και την Ελληνική Εμπειρία
19. <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/street-crossing-of-the-future-2192>
20. <https://hub.beesmart.city/en/solutions/smart-mobility/smart-mobility-challenges-and-solutions-in-smart-cities>
21. <https://www.fortisis.eu/information/electric-cars/>
22. <https://www.bsigroup.com/en-GB/blog/Environmental-Blog/electric-transport-and-smart-cities/>
23. Evanthia A. Nanaki, Christopher J. Koroneos, Climate change mitigation and deployment of electric vehicles in urban areas, *Renewable Energy*, Volume 99, 2016, Pages 1153-1160
24. **Evanthia A. Nanaki , Electric Vehicles for Smart Cities and Communities: Challenges and Future Trends**, Elsevier 2020

25. Elena Paffumi, Michele De Gennaro, Giorgio Martini,
Innovative Technologies for Smart Cities: Towards Customer Driven Infrastructure Design for Large Scale Deployment of Electric Vehicles and Vehicle-to-Grid Applications, Transportation Research Procedia, Volume 14,2016, Pages 4505-4514
26. <https://www.information-age.com/electric-vehicles-smart-cities-123471387/>
27. Rodrigo Garcia-Valle and João A. Peças Lopes, eds.
Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks. Springer, 2013.
28. Canbing Li et al. Influences of Electric Vehicles on Power System and Key Technologies of Vehicle-to-Grid. Springer, 2016.
29. R. Liu, L. Dow, and E. Liu. «A survey of PEV impacts on electric utilities». In: Innovative
30. Smart Grid Technologies (ISGT), 2011 IEEE PES. 2011.
31. <https://www.newsauto.gr/news/30-000-ilektrika-aftokinita-e-go-made-in-greece/>
32. Sumedha Rajakaruna, Farhad Shahnia, and Arindam Ghosh, eds. Plug In Electric Vehicles in Smart Grids: Integration Techniques. Springer, 2015.
33. Adam Hahn, and Manimaran Govindarasu, "Cyber Attack Exposure Evaluation Framework for the Smart Grid", IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 2, no. 4, December 2011.
34. Χρυσόγελος Ν., Ο Ενεργειακός Τομέας στην Ελλάδα . Η πράσινη οπτική , Μάιος 2015
35. European Commission, European Smart Grids Technology Platform:
www.smartgrids.eu/
36. <https://www.prnewswire.com/news-releases/china-smart-meter-industry-report-2019-2026-301051742.html>
37. Λωτίδης Κ., Έξυπνοι Μετρητές Ενέργειας , Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών , Τμήμα Ηλεκτρολογίας, Καβάλα, Μάιος 2013
38. L. Alejandro, C. Blair, L. Bloodgood, M. Khan, M. Lawless, D. Meehan, P. Schneider, K. Tsuji, "Global Market for Smart Electricity Meters: Government Policies Driving Strong Growth", Office Of Industries U.S. International Trade Commission Washington, DC, 20436, USA, 2014.
39. http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter
40. [Πανοπούλου Α., Έξυπνα Δίκτυα και Συστήματα Τηλεμέτρησης](#)
41. Σχέδια δράσης δήμου Θεσσαλονίκης , Απρίλης 2014
http://www.thessaloniki.gr/userfiles/file/Dioikisi%28NeosOEY%29/DnsiAstSxedArxMeleton/TmEnergiVioklSxediasmou/Eyropaika_Programmata/Sxedio_drasis_gia_tin_aeiforo_energeia_tou_Dimou_Thessalonikis/SDAE_Dimou_Thessalonikis.pdf
42. John S. Vardakas, Nizar Zorba, and Christos V. Verikoukis, "A Survey on Demand Response Programs in Smart Grids: Pricing Methods and Optimization Algorithms", IEEE Communication Surveys and Tutorials, Vol 17, No 1, 2015.
43. K. Koumoutsos, E. A. Varvarigos, V. Nikolopoulos, A. Liakopoulos Eco - labeling Greek schools for energy efficiency over IPv6, 16th Panhellenic Conference on Informatics, 2012
44. Kathy Kowalenko. The Smart Grid: A Primer. The Institute: The IEEE News Source. 2010. URL: <http://theinstitute.ieee.org/technology-focus/technology-topic/the-smart-grid-a-primer545>
45. Home Energy Management Systems in Future Smart Grids I. Khan¹ , A. Mahmood¹ , N. Javid¹ , S. Razzaq² , R. D. Khan³ , M. Ilahi

46. Managing the generation and demand inside the smart-grid structure Baseem Khan¹ , Esayas Gidey¹ , Habtamu Getachew¹ and Hassan Haes Alhelou²
47. Tony Flick ,Justin Morehouse , Securing the Smart Grid: Next Generation Power , Drid Security , Syngress, 2010
48. Stephens J, Elizabeth J. Wilson, and Tarla Rai Peterson. Smart Grid (R)Evolution. Electric Power Struggles. Cambridge University Press, 2015.
49. Al Ridhawi, I., Otoum, S., Aloqaily, M., Jararweh, Y., & Baker, T. (2020). Providing secure and reliable communication for next generation networks in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 56, 102080.
50. <https://www.asme.org/topics-resources/content/top-10-growing-smart-cities>
51. F. Siddiqui, S. Zeadally, C. Alcaraz and S. Galvao, "Smart Grid Privacy: Issues and Solutions," in 2012 21st International Conference on Computer Communications and Networks, 2012.
52. R. Clarke, "What's Privacy?," 2006. [Online] <http://www.rogerclarke.com/DV/Privacy.html>.
53. National Institute of Standards and Technology, "Guidelines for Smart Grid Cybersecurity," 2014. [Online] <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2014/NIST.IR.7628r1.pdf>.
54. <https://www.politico.com/story/2015/01/energy-electricity-data-use-113901>
55. <https://tictac.gr/cyber-security-ti-einai/>
56. W. Wang and Z. Lu, "Cyber security in the Smart Grid: Survey and challenges," *Computer Networks*, vol. 57, no. 5, pp. 1344-1371, 2013.
57. D. Wei, Y. Lu, M. Jafari, P. Skare and K. Rohde, "Protecting Smart Grid Automation Systems Against Cyberattacks", *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 2, no. 4, pp. 782-795, 2011. DOI: 10.1109/tsg.2011.2159999
58. R. Leszczyna, "Cybersecurity and privacy in standards for smart grids – A comprehensive survey," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 56, pp. 62-73, 2018
59. Zhang, P., Xiao, W. and Choudhury, P. (2011) Communication Systems for Grid Integration of Renewable Energy Resources. *IEEE Network*, **25**, 22-29
60. Abbott, D. (2010) Keeping the Energy Debate Clean: How Do We Supply the World's Energy Needs. *Proceedings of the IEEE*, **98**, 42-66.
61. Amin, S.M. and Wollenberg, B.F. (2005) Toward a Smart Grid: Power Delivery for the 21st Century. *IEEE Power and Energy Magazine*, **3**, 34-41.
62. <http://dx.doi.org/10.4236/jpee.2016.48001>
63. <http://dx.doi.org/10.1109/PEDS.2009.5385726>
64. Van Lee, R. and Pramsad, R. (2000) OFDM for Wireless Multimedia Communications. Artech House, Inc., Norwood.
65. Βαΐου Ντ., Καραλή Μ. (1995). Η ανάπτυξη της πόλης και οι διαδρομές των ρεμάτων στην Αθήνα. Πρακτικά διεθνούς Συμποσίου "Προστασία και Περιβαλλοντική Διαχείριση των Ρεμάτων". Αθήνα.
66. Γαλάνη, Ν. (2004). Πρόγραμμα Ενοποίησης Αρχαιολογιών Χώρων Αθήνας: Η Ανάπλαση του Ιστορικού Κέντρου της Πόλης. Αθήνα: ΕΑΧΑ.
67. Λουκόπουλος, Δ. (1994). Πολιτική για την Ανάπτυξη των περιστατικών Δασών στην Αθήνα. Εισήγηση στο συνέδριο "Δάσος και Περιβάλλον" . Αθήνα.
68. Νταφά, Ε. (2014). Η βιώσιμη διαχείριση των ρεμάτων στο λεκανοπέδιο Αθηνών και η ένταξη τους σε ενιαία "Μπλε Δίκτυα": Επαναφέροντας "Μπλε Διαδρομές" στη Βορειοανατολική Αθήνα". Σπουδαστική εργασία στο μάθημα
69. Σαρηγιάννης, Γ. (2000). Αθήνα 1830-2000: Εξέλιξη-Πολοδομία-Μεταφορές. Αθήνα: Συμμετρία. Τόσιγκας, Π. (2005). Εδώ Κάποτε...Συμβολή στην Ιστορία της Ηλιούπολης. Αθήνα: ΚΨΜ.