

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων
Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματα

Μεταπτυχιακή Διατριβή



Χαρτογραφώντας τις Διαθέσιμες Τεχνολογίες
Πληροφορικής για Έξυπνες Πόλεις

Κυριάκος Σιάηλας

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ανδρέας
Καμηλάρης

Μάιος 2018

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων
Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφοριακά
και Επικοινωνιακά Συστήματα**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Χαρτογραφώντας τις Διαθέσιμες Τεχνολογίες
Πληροφορικής για Έξυπνες Πόλεις**

Κυριάκος Σιάηλας

Επιβλέπων Καθηγητής

**Δρ. Ανδρέας
Καμηλάρης**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών

στα Πληροφοριακά Συστήματα

από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων
Επιστημών

του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Μάιος 2018

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

Περίληψη

Η ανάγκη για τεχνολογίες έξυπνων πόλεων δείχνει ελάχιστα (έως και καθόλου) σημάδια επιβράδυνσης. Γεγονός το οποίο φυσικά και δεν προκαλεί έκπληξη γιατί ακριβώς οι πόλεις αυξάνονται σε μέγεθος και πληθυσμό, και η αναζήτηση για ψηφιακά εργαλεία και συστήματα που να βοηθούν στη διαχείριση των πόλεων που θέλουν να εφαρμόσουν έξυπνες λύσεις συνεχίζεται με αμείωτο ρυθμό. Υπάρχουν περιπτώσεις πόλεων όπου η μέση ταχύτητα των αυτοκινήτων είναι πιο χαμηλή (3.1mph) από την ταχύτητα των πεζών που κινούνται σε αυτήν (3.3 mph) (Ghosh and Lee, 2010)! Με αυτό το απλό αλλά εντυπωσιακό παράδειγμα μπορεί εύκολα κάποιος να κατανοήσει το μέγεθος των προβλημάτων των αστικών περιοχών. Και οι συγκοινωνίες όπως και τόσοι άλλοι τομείς είναι ένας τομέας εφαρμογής έξυπνων λύσεων όπου ο συνδυασμός των υποδομών μαζί με τις τεχνολογίες της πληροφορικής μπορούν να δώσουν λύσεις. Η μετατροπή του αστικού περιβάλλοντος σε έξυπνες πόλεις πραγματοποιείται μέσω της ανάπτυξης και εφαρμογής συγκεκριμένων τεχνολογιών. Οι έξυπνες αυτές λύσεις, στις πλείστες των περιστάσεων εφαρμόζονται μόνο σε μεμονωμένες περιοχές ή/και σε πιλοτική κλίμακα. Ακόμα και εάν κάποια εξ αυτών εφαρμοστεί σε ευρεία κλίμακα σε μια περιοχή η λύση αυτή σπάνια χρησιμοποιείται σε διαφορετικές περιοχές – περιπτώσεις. Ο λόγος που δεν γίνεται επαναχρησιμοποίηση των έξυπνων λύσεων είναι γιατί δεν έχει γίνει μέχρι σήμερα καταγραφή και ανάλυση τουλάχιστον των διαθέσιμων τεχνολογιών – εργαλείων στον τομέα αυτό των κοινών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα σημερινά μεγάλα αστικά κέντρα. Επίσης, δεν υπάρχουν καταγεγραμμένα τα αποτελέσματα, οι θετικές και οι αρνητικές επιπτώσεις των λύσεων οι οποίες προσφέρονται για τα προβλήματα αυτά.

Σκοπός της διατριβής αυτής είναι η χαρτογράφηση των διαθέσιμων τεχνολογιών, εφαρμογών και λογισμικών προγραμμάτων, τα οποία προηγουμένως είτε έχουν εφαρμοστεί σε πειραματικό επίπεδο είτε έχουν χρησιμοποιηθεί και είχαν θετικά αποτελέσματα στο βιοτικό επίπεδο των κατοίκων της πόλης στην οποία εφαρμόστηκαν. Ανάλυση επίσης θα γίνει και στις επιπτώσεις που είχαν οι λύσεις στη ζωή των ανθρώπων. Στην εργασία θα παρουσιαστούν και θα γίνει ανάλυση ενός αριθμού εργαλείων – τεχνολογιών και έξυπνων λύσεων, οι οποίες είτε αναλύθηκαν και εφαρμόστηκαν σε εργαστηριακό περιβάλλον είτε εφαρμόστηκαν πιλοτικά ή σε μικρή κλίμακα και μπορούν να τύχουν περισσότερης ανάπτυξης.

Στη συνέχεια, θα γίνει ανάλυση των προβλημάτων που δημιουργούνται πριν, κατά και μετά την εφαρμογή των έξυπνων λύσεων στις πόλεις καθώς επίσης και των προϋποθέσεων που πρέπει να πληρούν οι υποδομές αλλά και το πιο σημαντικό οι άνθρωποι που ζουν στις πόλεις στις οποίες θα γίνει εφαρμογή μιας ή περισσότερων έξυπνων λύσεων. Τέλος, θα γίνει αναφορά για το πώς συγκεντρώνονται και πώς αναλύονται δεδομένα τα οποία συλλέγονται για την σχεδίαση μιας έξυπνης λύσης ή χρησιμοποιούνται για την ομαλή λειτουργία – εφαρμογή της.

Αποτέλεσμα της εργασίας αυτής είναι η δημιουργία ενός οδηγού, ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τοπικούς φορείς, και όχι μόνο, ώστε να διευκολυνθούν όλες οι εμπλεκόμενες πλευρές στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε ευρεία κλίμακα. Μελετώντας τον οδηγό αυτό δεν θα χρειάζεται να γίνεται μελέτη και ανάλυση σε κοινά θέματα έχοντας σαν αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους και του απαιτούμενου χρόνου. Οι οικονομικοί πόροι που θα χρησιμοποιούνταν για τη μελέτη του θέματος, το οποίο ήδη έχει αναλυθεί προηγουμένως, θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση των έξυπνων λύσεων.

Summary

Mapping the Landscape of ICT Solutions for Smart Cities.

The need for smart cities technologies shows little (or no) signs of deceleration. A fact that, of course, is not surprising, because cities are growing in size and population, and the search for digital tools and systems that help managing the cities, which want to implement smart solutions, continues at a steady pace. There are examples of cities where the average speed of cars is lower (3.1mph) than the speed of pedestrians traveling on it (3.3 mph) (Ghosh and Lee, 2010)! With this simple yet striking example, one can easily understand the magnitude of the problems of urban areas. Transport and so many others are areas where the combination of infrastructures and IT can provide solutions. Turning an urban area into a smart city can be done by developing and implementing specific technologies. These smart solutions, in most circumstances, only apply to individual areas and / or to a pilot scale. Even if some of them are widely implemented in a specific area, these solutions rarely can be reused in different areas - cases. The reason why smart solutions are not reused is because there has been no inventory and analysis of the available technologies - tools in this area and what are the common problems facing today's large urban centers. There is also no concentration of results, positive and negative impacts of the solutions offered for these problems.

The aim of this dissertation is to map the available technologies, applications and software programs that have either been applied experimentally or have been used and have had a positive impact on the living standards of the residents of the city in which they were applied. An analysis will also be made of the impact of solutions on people's lives. The work will present and analyze a number of tools - technologies and smart solutions that have either been analyzed or implemented in a laboratory environment, or have been used on a small scale and can be more developed.

An analysis will then be made of the problems that arise before and after the implementation of smart solutions in cities. An analysis will also be made of the conditions that infrastructure must meet, but most importantly, how people living in cities where one or more smart solutions will be implemented must behave. Finally, there will be a description on how data is gathered and analyzed, and how it is used for the design or the smooth operation of an intelligent solution

The aim of this work is to create clear guide that can be used by local authorities, to facilitate all involved parties in the implementation of smart solutions on a large scale. By studying this guide, it will not be necessary to study and analyze common issues, resulting in reduced costs and time. Financial resources that would be used to study a subject that has already been analyzed before will be used to implement smart solutions instead.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις πιο ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου Δρ. Ανδρέα Καμηλάρη για την ουσιαστική βοήθεια που μου προσέφερε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Η υπομονή του και οι εύστοχες παρατηρήσεις του σε συνδυασμό με την εμπειρία του με τροφοδότησαν με καινούριες ιδέες και προτάσεις για την έναρξη, τη συνέχιση και την περάτωση της εργασίας μου.

Application mobile management framework
street Multi wireless based Transportation
smarter privacy things sensor urban service
fusion Social Energy City networks Efficient
quality IoT Its use environment
digital tool internet information
Control lighting Public Dynamic
future cell Real communication
parking parking Real communication
Parallel Cyber using data large sensing Approach
embedded time Case Applications
platform support analysis System Cloud visualization
key citizen design study Systems Security collection
demand Building intelligent emerging

Περιεχόμενα

1	Πίνακας συντομογραφιών	11
2	Εισαγωγή.....	12
2.1	Τι κάνει μια πόλη να θεωρείται έξυπνη	14
2.2	Έξυπνες πόλεις ή έξυπνοι πολίτες	14
2.3	Βιώσιμο περιβάλλον – Βιώσιμες (εφικτές) λύσεις (ISO 37101)	16
2.4	Κίνητρο έρευνας	16
3	Μεθοδολογία.....	17
4	Θεωρητικό Πλαίσιο.....	20
4.1	Τύποι έξυπνων πόλεων.....	20
4.2	Πλαίσια ανάπτυξης Έξυπνων Πόλεων	29
4.2.1	Τεχνολογική διάσταση	29
4.2.2	Ανθρώπινη διάσταση.....	29
4.2.3	Θεσμική διάσταση	30
4.3	Εργαλεία – λογισμικά - μοντέλα που χρησιμοποιούνται από τους φορείς χάραξης πολιτικών ΕΠ.....	31
4.3.1	Μοντέλο ωριμότητας έξυπνων πόλεων και εργαλείο αυτο-αξιολόγησης (Smart Cities Maturity Model and Self-Assessment Tool)	32
4.4	Βασικοί Δείκτες Απόδοσης Έξυπνων Πόλεων.....	35
4.5	ISO 37120 - Αειφόρος ανάπτυξη των κοινοτήτων - Δείκτες για υπηρεσίες πόλης και ποιότητα ζωής.....	38
4.6	IoT και WoT – Η σύνδεσή τους με τις Έξυπνες Πόλεις	40
4.6.1	IoT	40
4.6.2	WoT.....	44
4.7	Blockchain και Έξυπνες Πόλεις	49
4.8	Zigbee και Έξυπνες Πόλεις	50
5	Διαθέσιμες τεχνολογίες για ΕΠ.....	51
5.1	Τομείς εφαρμογής λύσεων σε ΕΠ.....	53
5.2	Διαθέσιμες αρχιτεκτονικές για Έξυπνες Πόλεις	58
6	Έξυπνη διακυβέρνηση	61
6.1	Ηλεκτρονική διακυβέρνηση.....	61
6.1.1	Υποβολή παραπόνων και εισηγήσεων ηλεκτρονικά - Συμμετοχή στην λήψη σημαντικών αποφάσεων	61
6.1.2	Διαφάνεια – Καταπολέμηση της διαφθοράς	63
6.2	Ηλεκτρονική ψήφος.....	64
6.3	Σύνδεση υπηρεσιών με τους πολίτες μέσω διαδικτύου	65

6.4	Δημόσια ασφάλεια – συστήματα παρακολούθησης	65
6.5	Διαχείριση εκτάκτων αναγκών	66
7	Ενέργεια – Περιβάλλον	67
7.1	Έξυπνοι μετρητές	67
7.1.1	Ηλεκτρική ενέργεια.....	67
7.1.2	Διαχείριση νερού	68
7.2	Διαχείριση ενέργειας	69
7.2.1	Ενεργειακά κτίρια	69
7.2.2	Χρήση ηλεκτρονικών αυτοκινήτων.....	70
7.3	Διαχείριση νερού	70
7.4	Δημόσιος φωτισμός	71
8	Υγεία.....	73
8.1	Συγκέντρωση ιατρικών αρχείων από Δημόσια νοσηλευτήρια και ιδιωτικές κλινικές	73
8.2	Φροντίδα ηλικιωμένων.....	74
9	Έξυπνες Συγκοινωνίες.....	74
9.1	Πράσινες μεταφορές	75
9.2	Έξυπνοι χώροι στάθμευσης	76
9.3	Έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας.....	81
9.3.1	Παρακολούθηση της κυκλοφορίας	81
9.3.2	Έξυπνα φώτα τροχαίας	82
9.4	Έξυπνες στάσεις λεωφορείων – Έξυπνα λεωφορεία.....	84
9.5	Πεζοί – Διαβάσεις πεζών	85
10	Συλλογή και ανάλυση δεδομένων.....	87
10.1	Big data και Έξυπνες Πόλεις	87
10.2	Συλλογή δεδομένων σε αστικά κέντρα	91
10.3	Κύκλος ζωής δεδομένων.....	92
10.4	Cloud Computing και έξυπνες πόλεις.....	94
10.5	Συνδυασμός ετερογενών συστημάτων	96
11	Συμπεράσματα – Ευρήματα	97
11.1	Ποια είναι τα προβλήματα που προσπαθούν να λύσουν οι λύσεις	97
11.2	Ποιος είναι ο αντίκτυπος στην κοινωνία κατά την εφαρμογή αυτών των λύσεων	104
11.3	Προκλήσεις για εφαρμογή έξυπνων λύσεων στις πόλεις	104
11.3.1	Προκλήσεις κατά τη χρήση των WoT και IoT.....	105
11.3.2	Προκλήσεις κατά τη χρήση του Blockchain	106
11.3.3	Ετερογενή συστήματα	107
11.3.4	Προκλήσεις συστημάτων υποστήριξης ΕΠ	108

11.3.5	Εξέλιξη της τεχνολογίας.....	112
11.4	Προβλήματα εφαρμογής έξυπνων λύσεων στις πόλεις.....	113
12	Πλαίσιο Έξυπνης Πόλης.....	114
12.1	Προϋποθέσεις που πρέπει να έχει μια πόλη για να εφαρμοστούν έξυπνες τεχνολογίες.....	116
12.2	Παράγοντες Επιτυχίας.....	117
12.3	Πως κάνεις μια έξυπνη πόλη εξυπνότερη;.....	118
12.4	Βασικές απαιτήσεις για μια έξυπνη πόλη.....	119
12.5	Προτεινόμενο πλαίσιο Έξυπνης Πόλης.....	120
13	Γενικά σχόλια.....	121
13.1	Αντίκτυπος (οικονομικός) των WoT και IoT στις ΕΠ.....	123
14	Επίλογος.....	124
15	Παραρτήματα.....	127
16	Βιβλιογραφία.....	141

1 Πίνακας συντομογραφιών

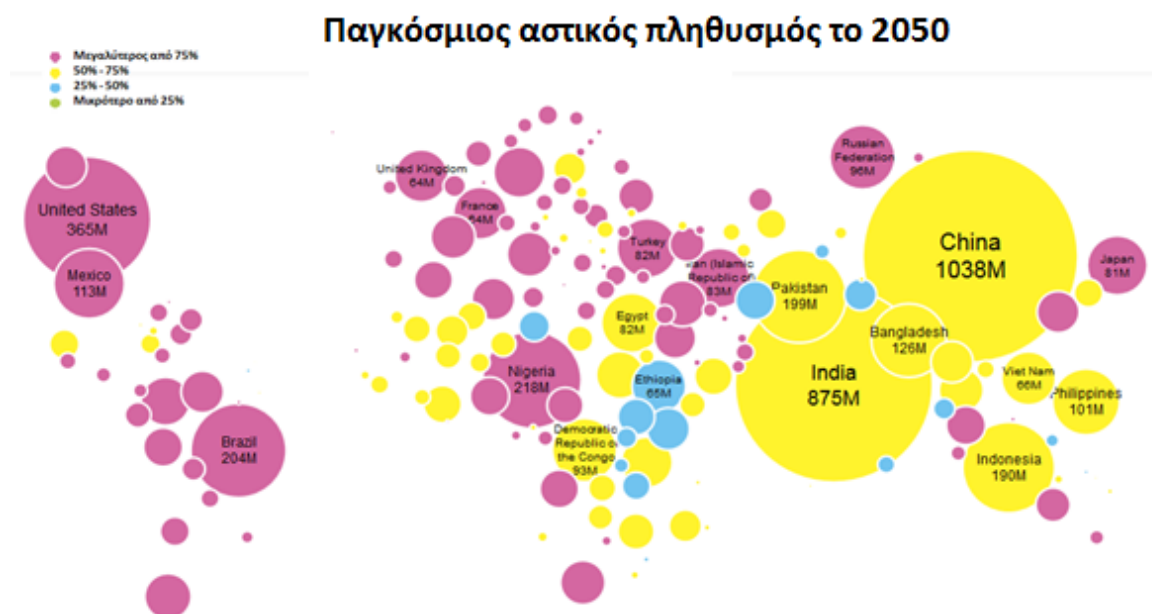
Συντομογραφία	Εξήγηση
ΕΠ	Έξυπνες Πόλεις
ΒΠ	Βιώσιμη πόλη (Sustainable city)
ΨΠ	Ψηφιακή πόλη (Digital city)
ΟΠ	Οικολογική πόλη (Eco city)
ΠΠ	Πράσινη πόλη (Green city)
ΔΠ	Διαλλακτική πόλη (Resilient city)
ΕΦΠ	Ευφυής πόλη (Intelligent city)
ΔΣΠ	Διασυνδεδεμένη πόλη (Ubiquitous city)
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορικής και επικοινωνιών
ΒΔΑ	Βασικοί δείκτες απόδοσης

2 Εισαγωγή

Έξυπνη πόλη (ΕΠ) - Ορισμός:

Μια ΕΠ είναι η πόλη με καινοτομίες η οποία χρησιμοποιεί τις τεχνολογίες της πληροφορικής και των επικοινωνιών όπως και άλλα τεχνολογικά μέσα με σκοπό να βελτιώσει την ποιότητα της ζωής των κατοίκων της και την αποδοτικότητα των υπηρεσιών που προσφέρονται σε αυτούς, εξασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι εφαρμογές των λύσεων αυτών θα πληρούν τις ανάγκες των σημερινών αλλά και των μελλοντικών γενεών σε σχέση με τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πιυχές (ITUNNEWS, 2014).

Μεγάλο ποσοστό ανθρώπων συνηθίζει να μετακινείται είτε προσωρινά είτε μόνιμα σε αστικές περιοχές, με την ελπίδα εύρεσης μιας καλύτερης δουλειάς ή ενός πιο βιώσιμου περιβάλλοντος από αυτό που τους προσφέρεται σε αγροτικές περιοχές. Ο μεγάλος αριθμός των ανθρώπων αυτών αλλά και ο αριθμός των υπαρχόντων κατοίκων αστικών περιοχών δημιουργεί συμφόρηση και πίεση στις περιοχές αυτές με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι πόροι (π.χ. νερό, ενέργεια κλπ.). Επίσης η ανάγκη εξυπηρέτησης των ανθρώπων αυτών, λογικό είναι να παρουσιάζει και αυξημένες απαιτήσεις στις υπηρεσίες που παρέχονται από την αυτήν. Λαμβάνοντας υπόψη ότι περισσότερος από το μισό πληθυσμό της γης ζει σε πόλεις ενώ το ποσοστό αυτό συνεχώς αυξάνεται και αναμένεται να αυξηθεί στο 75% μέχρι και το 2050 (βλ. Εικόνα 1), φαίνεται η επιτακτική ανάγκη για τη δημιουργία έξυπνων λύσεων οι οποίες να βελτιώνουν το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων αυτών.



Εικ. 1: Αναμενόμενος αστικός πληθυσμός σε όλες τις μεγάλες χώρες (Swigert, 2012)

Μια πόλη για να μπορεί να θεωρηθεί έξυπνη πόλη πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά: έξυπνη οικονομία, έξυπνες μεταφορές, έξυπνο περιβάλλον, έξυπνοι άνθρωποι και έξυπνη διακυβέρνηση. Η εφαρμογή έξυπνων λύσεων πρέπει να επιτρέπει επίσης την αλληλεπίδραση των διοικούντων με την κοινότητα της, χρησιμοποιώντας είτε τις υπάρχουσες υποδομές είτε δημιουργώντας νέες αναλόγως αναγκών, ούτως ώστε να προσφέρεται κοινωνική ανάπτυξη και ευημερία. Η ευημερία θα επιτευχθεί αναλόγως με το επίπεδο υπηρεσιών π.χ. ιατρικής περίθαλψης, κοινωνικής πρόνοιας, ασφάλεια πολιτών, εκπαίδευση κλπ. Εν ολίγοις η ΕΠ είναι αυτή που θεσπίζοντας τις διάφορες 'έξυπνες

προσεγγίσεις' της λαμβάνει υπόψη της την ικανότητα κάλυψης σημερινών αναγκών ως επίσης και την κάλυψη αναγκών των μελλοντικών γενεών.

Υπάρχει μια μερίδα ατόμων, η οποία έχει την λανθασμένη εντύπωση ότι η ΕΠ είναι η πόλη που γίνεται έξυπνη μέσω της χρήσης gadgets (έξυπνων μικροεφευρέσεων). Αυτό συνεπάγεται ότι η ΕΠ προσφέρει τις υπηρεσίες της μόνο στους κατοίκους που είναι οικονομικά ευκατάστατοι και έχουν την δυνατότητα αγοράς τέτοιων προϊόντων. Για παράδειγμα, μπορεί να γίνεται ανάλυση δεδομένων που να δείχνουν σε μια έξυπνη ομπρέλα εάν η μέρα θα είναι βροχερή και θα είναι η ομπρέλα αυτή απαραίτητη για τον κάτοχο της μια συγκεκριμένη μέρα. Λογικό η εφαρμογή της τεχνολογίας αυτής να έχει ψηλό κόστος το οποίο μεταφέρεται στον αγοραστή. Επομένως η εφαρμογή αυτής της 'έξυπνης λύσης' περιορίζεται και είναι επωφελής μόνο ένα μικρό αριθμό ατόμων. Με αποτέλεσμα να εγείρεται το ερώτημα ποια είναι η προστιθέμενη αξία της εφαρμογής των έξυπνων λύσεων, όταν οι λύσεις αυτές δεν είναι ευεργετικές για το σύνολο της κοινωνίας των ανθρώπων; Έξυπνες πόλεις ναι αλλά για ποιους (Suzuki, 2015);

Λαμβάνοντας υπόψη το πιο πάνω συμπεραίνεται ότι η εύρεση μιας ιδέας για εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης σε μια πόλη μπορεί να είναι εύκολη υπόθεση. Η πραγματική πρόκληση όμως είναι η ανάπτυξη της ιδέας αυτής για το σύνολο του πληθυσμού της πόλης. Επίσης, δημιουργείται και ένας αριθμός λοιπών ερωτημάτων όπως για παράδειγμα ποια δεδομένα πρέπει να συλλέγονται, πως θα συλλέγονται και πως θα αναλύονται, πως θα αναπτυχθεί για να λειτουργήσει σωστά η έξυπνη λύση, πως θα χρησιμοποιείται, πως θα εφαρμοστεί για να έχει συνέχεια το αποτέλεσμά της κλπ. Η εφαρμογή λύσεων, οι οποίες δεν λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες όλων των εμπλεκόμενων είναι δεδομένο ότι θα αποτύχουν. Οι λύσεις που θα εφαρμόζονται δεν πρέπει να έχουν ως στόχο την αφρόκρεμα και τους εκλεκτούς της πόλης αλλά πρέπει να επωφελείται το σύνολο αυτής. Μάλιστα κατά την σχεδίαση της και μετέπειτα στην εφαρμογή της πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη πως μπορούν όλοι οι άνθρωποι να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες ή σε προηγμένες τεχνολογίες χωρίς να έχουν τις απαραίτητες γνώσεις.

Λογικό είναι ο κάθε χώρος - οι διαφορετικές πόλεις να έχουν διαφορετικές ανάγκες. Οι προκλήσεις που καλούνται οι αρμόδιοι να λύσουν μέσα στο πλαίσιο της «Έξυπνης πόλης» χρήζουν προσαρμογής ώστε να είναι εφικτές και αποτελεσματικές αναλόγως των απαιτήσεων και των προϋποθέσεων. Εκτός από την χαρτογράφηση των διαθέσιμων λύσεων μεγάλο μέρος της μελέτης αυτής θα αφιερωθεί και στην ανάλυση των προβλημάτων στα οποία δίνουν λύσεις οι εφαρμογές της ΕΠ ως επίσης και τι χρειάζεται να ξεπεραστούν τα μέχρι τώρα άλυτα προβλήματα των πόλεων.

Παρόλο που υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών στον τομέα αυτό εντούτοις λόγω της φύσης του, υπάρχουν πάρα πολλά κενά στη σύνδεση των κομματιών τα οποία το καθένα με τη σειρά του ολοκληρώνει το παζλ που ονομάζεται Έξυπνη Πόλη. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η χαρτογράφηση των διαθέσιμων τεχνολογιών πληροφορικής για ΕΠ μέσω ανάλυσης επιστημονικών και ακαδημαϊκών ερευνών αλλά και παραδειγμάτων προκειμένου να καταγραφούν οι διαθέσιμες τεχνολογίες και τα εργαλεία, καθώς και οι τομείς εφαρμογής των έξυπνων λύσεων.

2.1 Τι κάνει μια πόλη να θεωρείται έξυπνη

Μια πόλη για να μπορεί να ενταχθεί στην κατηγορία των ΕΠ πρέπει να εκπληρώνει ορισμένες προϋποθέσεις. Η πιο βασική προϋπόθεση προφανώς είναι η χρήση της τεχνολογίας στις υπηρεσίες και υποδομές που εξυπηρετούν τους πολίτες αλλά και τους θεσμούς τους ίδιους. Και όμως η χρήση της τεχνολογίας δεν σημαίνει και απαραίτητα ότι η πόλη είναι έξυπνη. Ένα μικρό παράδειγμα είναι η προσπάθεια που έγινε στην πόλη της Βαλτιμόρης το 2015 να αλλάξουν το σύστημα παρακολούθησης των λεωφορείων. Το σύστημα αυτό αντικαθιστούσε προηγούμενα συστήματα μεν αλλά η τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε ήταν επίσης απαρχαιωμένη. Δούλευε με τη χρήση ραδιοσυχνοτήτων, οι οποίες κατά τη διάρκεια της διαδρομής του λεωφορείου χάνονταν με αποτέλεσμα το σύστημα να έχει λανθασμένες ενδείξεις πράγμα που αντί να εξυπηρετεί τους χρήστες του μάλλον περισσότερη ταλαιπωρία τους προκαλούσε. Επίσης, οι ενδείξεις μπορούσαν να παρουσιαστούν μόνο σε ιστοσελίδα και όχι σε μια πιο απλή και εύχρηστη εφαρμογή κινητών (Sweeney, 2015). Η εφαρμογή της λύσης αυτής παρόλο ότι χρησιμοποιούσε συστήματα τεχνολογίας εντούτοις δεν κατάφερε τον σκοπό της με κανένα τρόπο. Μπορεί η πόλη της Βαλτιμόρης να θεωρηθεί ΕΠ για τις συγκοινωνίες;

Έξυπνες πόλεις είναι αυτές που διαχειρίζονται τους πόρους τους αποτελεσματικά. Τα μέσα συγκοινωνίας, οι δημόσιες υπηρεσίες και η αντιμετώπιση καθημερινών αναγκών θα πρέπει να λειτουργούν με έξυπνο τρόπο (με τη βοήθεια φυσικά της τεχνολογίας), προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το κόστος, να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και γενικά να στοχεύει στην αύξηση των επιδόσεων και αποδόσεων στις υπηρεσίες που προσφέρει η πόλη στους κατοίκους της και όχι μόνο.

2.2 Έξυπνες πόλεις ή έξυπνοι πολίτες

Είναι κοινά αποδεκτό ότι καμιά εφαρμογή έξυπνης λύσης δεν μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην πόλη και γενικά στους κατοίκους εάν οι τελευταίοι δεν αντιλαμβάνονται την σημασία της τεχνολογίας στην ζωή τους. Και δεν είναι μόνο στη συμμετοχή των ατόμων που βασίζεται μια ΕΠ. Αλλά επίσης το κοινό και οι σκέψεις, απόψεις και εμπειρίες είναι αυτές που θα χαράξουν την πολιτική που πρέπει να ακολουθηθεί στην σχεδίαση και εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης σε οποιαδήποτε πόλη. Στο σημερινό περιβάλλον, στο σύγχρονο κόσμο, οι περισσότεροι κάτοικοι των πόλεων έχουν καθημερινή τριβή με εφαρμογές τεχνολογίας όπως έξυπνα κινητά, το διαδίκτυο και άλλες έξυπνες συσκευές πράγμα το οποίο βοηθά στην εύκολη αφομοίωση τεχνολογικών λύσεων που έχουν σαν στόχο τη μάζα.

Το σημαντικότερο και το πιο πολύτιμο στοιχείο σε μια πόλη είναι οι άνθρωποι της. Εξάλλου σε μια έξυπνη πόλη οι λύσεις που εφαρμόζονται έχουν στο επίκεντρο τους κατοίκους της. Υπάρχουν δύο τρόποι συμμετοχής των τελευταίων στις λύσεις αυτές. Ο πρώτος τρόπος είναι προφανώς να χρησιμοποιούν τις δυνατότητες που του προσφέρουν οι εφαρμογές έξυπνων λύσεων για την δική του ευκολία. Να έχουν δηλαδή την γνώση να αξιοποιήσουν ότι μπορεί να τους προσφέρει η τεχνολογία. Από την άλλη ο δεύτερος τρόπος συμμετοχής είναι να προσφέρουν δεδομένα δικά τους στα συστήματα ανάλυσης ώστε να μπορεί η λύση οι οποία θα εφαρμοστεί να έχει ευεργετικές για αυτούς επιδόσεις. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από τους κατοίκους της πόλης είναι αυτά που θα καθορίσουν την φύση αλλά και την επιτυχία της λύσης.

Υπό αυτές τις περιστάσεις, η εκπαίδευση των ατόμων για τα οποία προορίζονται οι έξυπνες λύσεις σε μια πόλη, είναι ένας σημαντικός κόμβος. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, υποσυνείδητα ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού είναι οικείο με την τεχνολογία επομένως δεν θα πρέπει να είναι δύσκολη η χρήση και η συμμετοχή αυτών σε μια έξυπνη λύση. Η εκπαίδευση είναι σημαντική ώστε να μπορούν να δημιουργηθούν και να χαλιναγωγηθούν (με την καλή έννοια) συμπεριφορές αντιμετώπισης της τεχνολογίας. Ένα απλό παράδειγμα είναι η εφαρμογή έξυπνων μετρητών στα σπίτια. Μπορούν τα άτομα να εκπαιδευτούν στο να διαβάζουν τις μετρήσεις για την κατανάλωση ενέργειας από τις συσκευές τους και να εξάγουν τα δικά τους χρήσιμα αποτελέσματα. Ωστόσο ποια η ουσία της εκπαίδευσης αυτής εάν και εφόσον τα άτομα δεν εκπαιδευτούν στην εξοικονόμηση πρώτα της ενέργειας. Ο σχεδιασμός μιας ΕΠ πρέπει πρώτα να αναλύει συγκεκριμένες συμπεριφορές των κατοίκων της οι οποίοι είτε ήδη θα έχουν ή θα φροντίσουν οι θεσμοί να παρέχουν την απαραίτητη εκπαίδευση για χρήση και συμμετοχή στην έξυπνη λύση (Tripathy P., Chauhan K.A., Khambete A.K. 2017).

Για την εμπλοκή των κατοίκων σε μια έξυπνη πόλη είναι σημαντικό να εντοπιστούν και οι κατάλληλοι μηχανισμοί – εργαλεία αλληλεπίδρασης οι οποίοι θα κάνουν τη συμμετοχή των κατοίκων εύκολη αλλά και θετική. Εξάλλου όσοι είναι να επηρεαστούν από την εφαρμογή μιας λύσης είναι και αυτοί των οποίων οι απόψεις, εισηγήσεις και προβληματισμοί πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν. Οι εισηγήσεις από το κοινό είναι αυτές οι οποίες στηρίζονται στις πραγματικές ανάγκες ενός συνόλου δείχνοντας τον δρόμο και τον τρόπο για σχεδίαση και εφαρμογή μιας πραγματικά βιώσιμης έξυπνης λύσης. Ακόμη και όταν η λύση είναι για οποιοδήποτε λόγω προκαθορισμένη μπορεί να γίνει έστω μια προσπάθεια επικοινωνίας των αρμοδίων με το κοινό ώστε τουλάχιστον να καθοριστεί ο τρόπος εμπλοκής και χρήσης αυτής. Εξάλλου η οποιαδήποτε λύση (είτε είναι έξυπνη είτε όχι) έχει σαν τελικό αποδέκτη τους κατοίκους μιας πόλης και από αυτούς στην τελική εξαρτάται η ουσιαστικότητα και η βιωσιμότητα της (Tripathy P., Chauhan K.A., Khambete A.K. 2017).

Όπως αναφέρεται και από τον Castelnovo (2016) η δημιουργία – το χτίσιμο μιας ΕΠ πρέπει πρώτα να ξεκινά από την πόλη και μετά να αναλύεται το “έξυπνο” κομμάτι. Εννοώντας φυσικά ότι πρώτιστος στόχος των εμπλεκόμενων στην ανάπτυξη της οποιασδήποτε έξυπνης λύσης για τα αστικά κέντρα είναι να θέσουν ως πυρήνα του έργου τους πολίτες και στη συνέχεια να γίνει ανάλυση για το είδος - τρόπο της τεχνολογίας που θα εφαρμοστεί. Από την άλλη πρέπει και οι κάτοικοι να έχουν ένα σχετικά ψηλό επίπεδο μάθησης για τη χρήση της τεχνολογίας. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως σχεδόν όλοι, αν όχι όλοι σίγουρα πλέον το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού σε ένα αστικό κέντρο έχει καθημερινή τριβή με την τεχνολογία είτε λόγω της εργασίας είτε λόγω ανάγκης όπως προστάζουν οι καιροί. Γεγονός το οποίο φυσικά βοηθά στην ομαλή χρήση μιας οποιασδήποτε έξυπνης λύσης σε μια πόλη. Από την άλλη όμως όταν το επίπεδο εξυπνάδας του πληθυσμού μιας πόλης είναι μεγαλύτερο από τον μέσο όρο, τότε η ανάπτυξη μιας ΕΠ γίνεται ακόμη πιο ομαλή, εύκολη και μπορεί να αποδίδει περισσότερα. Ο δείκτης ευφυίας των κατοίκων μιας περιοχής εξαρτάται και μπορεί να μετρηθεί βάση:

- τον αριθμό των ατόμων που συμμετέχουν στη δια βίου μάθηση
- τον αριθμό των ατόμων που εργάζονται στο τομέα της εκπαίδευσης (εκπαιδευτικοί, ακαδημαϊκοί)
- τον αριθμό των γυναικών που συμμετέχουν στην εξουσία
- το ποσοστό ατόμων που συμμετέχουν στις εκλογές
- τον αριθμό αιτήσεων για ευρεσιτεχνίες
- τον αριθμό ατόμων που συμμετέχουν στη δημόσια ζωή
- και γενικά την δημιουργικότητα και την κοσμοπολίτικη κουλτούρα των ατόμων που συμμετέχουν στην κοινότητα της πόλης

(Castelnovo W. 2016)

2.3 Βιώσιμο περιβάλλον – Βιώσιμες (εφικτές) λύσεις (ISO 37101)

Το να μετατραπεί ένα αστικό κέντρο σε μια έξυπνη πόλη είναι μια χρονοβόρα και πολύπλοκη διαδικασία. Χρειάζεται έρευνα και ανάλυση των πολυδιάστατων αναγκών της πόλης αλλά και των κατοίκων της ώστε η μετατροπή να είναι βιώσιμη και το αποτέλεσμα να είναι αποδοτικό. Δεν είναι σωστό να εφαρμόζετε η οποιαδήποτε λύση η οποία στην ουσία να έχει όλες τις σωστές προδιαγραφές αλλά να μην πετυχαίνει τον στόχο της. Αξίζει να επισημανθεί η “έξυπνάδα” μιας πόλης δεν περιορίζεται απλά και μόνο στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων αλλά στο βαθμό που αντιμετωπίζετε το πρόβλημα για το οποίο σχεδιάστηκε η λύση ενώ παράλληλα λαμβάνεται και υπόψη και η ικανότητα των κατοίκων να χρησιμοποιήσουν τα εργαλεία της για το δικό τους όφελος.

Μια ΕΠ είναι ένα σύστημα. Το σύστημα αυτό αποτελείται - εξαρτάται από τέσσερις τομείς: την κοινωνική ανάπτυξη, την οικονομική ανάπτυξη, την περιβαλλοντική διαχείριση και την αστική διακυβέρνηση (S. Al-Nasrawi et al. 2017). Προφανώς για να λειτουργήσει σωστά ένα σύστημα πρέπει όλα τα στοιχεία που το αποτελούν να είναι υγιή και λειτουργικά.

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης σχεδίασε πολύ πρόσφατα ένα πρότυπο, το ISO 37101, ώστε να βοηθήσει να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο σχεδίασης για τις ΕΠ. Ένα πλαίσιο το οποίο μπορούν να χρησιμοποιήσουν όλοι οι εμπλεκόμενοι – αρμόδιοι σε ένα μεγάλο έργο εντός της πόλης και να μπορούν να επωφελούνται όλοι στο έπακρο. Χρησιμοποιώντας το πρότυπο αυτό μπορούν οι αρμόδιοι να έχουν μια ολιστική προσέγγιση στο θέμα των ΕΠ. Σε αυτό γίνεται αναφορά στα σημεία τα οποία χρειάζονται προσοχή για τη σωστή σχεδίαση και ανάπτυξη της οποιασδήποτε λύσης. Μέσω του προτύπου προωθείται και ενθαρρύνεται η σωστή συνεργασία μεταξύ των υπηρεσιών ώστε η οποιαδήποτε κοινωνική αλλά και περιβαλλοντική αλλαγή να γίνει στα σωστά και αποδεκτά πλαίσια. Αναφορά γίνεται επίσης και στην ανάγκη εμπλοκής των κατοίκων στην οποιαδήποτε λύση. Τέλος το πρότυπο επιτρέπει στα άτομα – ομάδες κλειδιά μέσω μιας οργανωμένης διακυβέρνησης να παίρνουν τις σωστές αποφάσεις ώστε η οποιαδήποτε επένδυση να είναι αποδοτική. Η χρήση του προτύπου βοηθά γενικά μεγάλες κοινότητες να καθορίσουν τους στόχους τους αναλύοντας τις πραγματικές τους ανάγκες. Έχοντας ξεκάθαρους στόχους μπορούν να σχεδιάσουν την στρατηγική τους και να αναπτύξουν μια ΕΠ με πραγματικά βιώσιμες έξυπνες λύσεις (International Organization for Standardization, 2017).

2.4 Κίνητρο έρευνας

Η χαρτογράφηση των τεχνολογιών πληροφορικής στον τομέα των έξυπνων πόλεων είναι μια διαδικασία που δεν έχει ακόμη πραγματοποιηθεί, παρά την διαθεσιμότητα εκατοντάδων ψηφιακών λύσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί μεμονωμένα σε διάφορα πιλοτικά σενάρια έξυπνων πόλεων. Αναμένεται ότι μέσα από την επισκόπηση της βιβλιογραφίας θα υλοποιηθεί μια εργασία η οποία θα διευκολύνει την επιστημονική κοινότητα και τοπικούς φορείς ώστε να υιοθετήσουν πιο εύκολα διαθέσιμες τεχνολογίες, χωρίς να χρειάζεται να “ξαναανακαλύπτουν κάθε φορά τον τροχό”, επιτρέποντας τους να επενδύσουν στην ανάπτυξη και σε επιπλέον υλικό και λογισμικό.

Οι τεχνολογίες αυτές θα κατηγοριοποιηθούν σε κατηγορίες (ενέργεια, διακυβέρνηση, μεταφορές κλπ.). Θα γίνει καταγραφή των τεχνολογιών πληροφορικής οι οποίες είτε προτάθηκαν αλλά ποτέ δεν δοκιμάστηκαν είτε οι έξυπνες λύσεις οι οποίες έχουν εφαρμοστεί μόνο σε πιλοτικό στάδιο χωρίς ευρεία χρήση. Επίσης η αναφορά σε αντιπροσωπευτικά παραδείγματα εφαρμογών σε τομείς ΕΠ μπορεί να προσφέρει κατευθυντήριες γραμμές για το πώς και που μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι διαθέσιμες τεχνολογίες. Θα αναλυθούν οι προϋποθέσεις εφαρμογής των έξυπνων λύσεων και θα μελετηθεί κατά πόσον υπάρχει περιθώριο βελτίωσης και ποια συστατικά χρειάζονται την σωστή εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε αστικό περιβάλλον.

3 Μεθοδολογία

Η εργασία είναι μια θεωρητική έρευνα στον τομέα των ΕΠ όπου σαν εργαλείο χρησιμοποιεί την βιβλιογραφική ανασκόπηση για να συλλέξει στοιχεία και να τα παρουσιάσει στους αναγνώστες.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα αυτή είναι η ανάλυση – ανασκόπηση υπαρχόντων ερευνών στο πεδίο των έξυπνων πόλεων και στη συνέχεια αναφορά και ανάλυση σε εφαρμοσμένες ή σε υπό εφαρμογή λύσεις σε πραγματικό αστικό περιβάλλον σε πόλεις από όλο τον κόσμο.

Μέσα από την αρχική μελέτη του θέματος διαφαίνεται ότι πλέον ο όρος ΕΠ είναι ένας γενικός όρος ο οποίος είναι πολυσύνθετος και πολυδιάστατος. Θεωρήθηκε ορθό στα αρχικά κεφάλαια να γίνει αναφορά και ανάλυση της σημερινής έννοιας της ΕΠ. Η ιδέα προήλθε από την “ακαταστασία” που επικρατεί στον χώρο αυτό με τους όρους και ορισμούς που εμπίπτουν στο τομέα αυτό να μην είναι ακόμη ξεκάθαροι. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει επίσημη εξήγηση του όρου “Έξυπνη Πόλη”. Η εννοιοποίηση του όρου “Έξυπνη Πόλη” χαρακτηρίζεται μέσα από την μελέτη προηγούμενων ακαδημαϊκών ερευνών και βιβλίων που γράφτηκαν έχοντας σαν επίκεντρό τους τις ΕΠ. Έγινε μια προσπάθεια καταγραφής των υποκατηγοριών ΕΠ για τις οποίες η κάθε μια έχει την δική της σημασία και τις δικές της προϋποθέσεις ώστε ένα αστικό κέντρο να μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των έξυπνων λύσεων οι οποίες εφαρμόζονται σε αυτά. Εκτός από τις κατηγορίες αναφορά έγινε και στις διαστάσεις που διέπουν τις πόλεις (τεχνολογία – άνθρωπος - θεσμοί).

Μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στα αρχικά στάδια θεωρήθηκε επίσης απαραίτητο να γίνει ανάλυση όρων, εργαλείων αλλά και διάφορες άλλες έννοιες οι οποίες εμπίπτουν στο στοιχείο των ΕΠ. Στα αρχικά κεφάλαια γίνεται αναφορά στους διάφορους ορισμούς που αφορούν το πεδίο αυτό ως επίσης και αναφορά στις υποκατηγορίες των ΕΠ.

Στην χαρτογράφηση των τεχνολογιών για έξυπνες πόλεις δεν θα μπορούσε σαφώς να λείπει και η αναφορά σε εργαλεία τα οποία να αξιολογούν την ετοιμότητα της πόλης να δεχτεί οποιοδήποτε είδος έξυπνης λύσης. Αναφορά γίνεται επίσης για τους Βασικούς Δείκτες Απόδοσης των λύσεων για τις ΕΠ.

Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση βασικών τεχνολογιών – εργαλείων (IoT και WoT, blockchain και ZigBee) τα οποία θεωρούνται και σημαντικά αλλά και καινοτόμα και πολύ υποσχόμενα στον τομέα των ΕΠ. Πηγές για την ανάλυση των πιο πάνω πάρθηκαν επίσης από την επιστημονική βάση του IEEE Xplore, Emerald Insight, RefWorks, Wiley Online Library, Safari Books Online κ.α. αλλά και από το διαδίκτυο.

Για το κεφάλαιο “Διαθέσιμες τεχνολογίες ΕΠ” η βιβλιογραφία αποτελείται από μια συλλογή διάφορων πρόσφατων ερευνών με θέμα τις Έξυπνες Πόλεις από την επιστημονική βάση του IEEE Xplore. Σαν λέξεις κλειδιά χρησιμοποιήθηκαν οι:

- Smart cities
- Smart cities technologies
- Smart cities solutions
- Sustainable cities solutions

Εκτός αυτού ορισμένες έρευνες έχουν παρθεί από την βιβλιογραφία άλλων ερευνών οι οποίες είχαν σαν θέμα τους τις ΕΠ αλλά δεν ανάλυαν τα στοιχεία που θα βοηθούσαν στην έρευνα αυτή. Οι έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν στην περιλήψη τους ή στις λέξεις κλειδιά για την περιγραφή τους ονομασίες από τεχνολογίες και αρχιτεκτονικές που χρησιμοποιούνται στον τομέα των ΕΠ. Ο αριθμός των αποτελεσμάτων ήταν τριψήφιος. Για το λόγο αυτό επιλέχτηκαν μόνο ορισμένα στα οποία γίνονται αναφορές για συγκεκριμένες τεχνολογίες. Μέσα από την έρευνα έχουν βρεθεί 51 συνολικά περιπτώσεις οι οποίες αναλύονται στα επόμενα κεφάλαια και φαίνονται στο παράρτημα 1. Τα 51 ερευνητικά αρχεία που εντοπίστηκαν δίνουν μια καθαρή εικόνα για τις τεχνολογίες που έχουν χρησιμοποιηθεί στις ΕΠ. Επίσης στόχος με την ανάγνωση και την ανάλυση των ερευνών είναι να αναγνωριστούν οι διάφοροι τομείς όπου μπορούν να εφαρμοστούν έξυπνες λύσεις σε ένα αστικό περιβάλλον.

Λόγω της φύσης του θέματος ΕΠ έπρεπε να βρεθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός αρχείων η μελέτη των οποίων να μπορούσε να δώσει την συνολική εικόνα του αντικειμένου. Σκοπός ήταν να εντοπιστούν ποιες τεχνολογίες και ποια εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη του στόχου. Ποιος ήταν ο στόχος και ποιο το αποτέλεσμα της κάθε προσπάθειας και τι αντίκτυπο έχει η εφαρμογή της λύσης στον πληθυσμό της αλλά και στην κοινωνία ευρύτερα; Πως βελτιώθηκαν οι αριθμοί μετά την εφαρμογή της λύσης και ποιοι την χρησιμοποιούν αλλά και ποια προβλήματα παρουσιάστηκαν

Αναφορά επίσης γίνεται και στις διαθέσιμες αρχιτεκτονικές για ΕΠ. Εντούτοις λόγω της φύσης τους δεν μπορεί να δημιουργηθεί κάποιος πίνακας σύγκρισής μεταξύ τους εφόσον η κάθε μια έχει τη δική της φιλοσοφία. Η βιβλιογραφία για τις διαθέσιμες αρχιτεκτονικές προήλθε από το Google Scholar χρησιμοποιώντας λέξεις όπως: Smart city architecture, Smart city model και χρησιμοποιήθηκε ένας αριθμός ερευνών (15 στο σύνολο) με μεγάλο αριθμό παραπομπών.

Μετά από την διατύπωση των διαθέσιμων τεχνολογιών και εργαλείων αλλά και την αναφορά σε προηγούμενες γνώσεις, γίνεται αναφορά στα πεδία που μπορεί να εφαρμοστεί μια έξυπνη λύση σε πραγματικό αστικό περιβάλλον. Στην ουσία αναφέρονται και αναλύονται αντιπροσωπευτικά παραδείγματα για την κάθε κατηγορία. Πηγές για την ανάπτυξη του σημείου αυτού ήταν κυρίως το διαδίκτυο. Τα πεδία - τομείς αυτά προήλθαν μετά από την μελέτη των αρχικών ευρημάτων της βιβλιογραφίας για τις διαθέσιμες τεχνολογίες. Στόχος είναι μέσα από παραδείγματα εφαρμοσμένων λύσεων του παρελθόντος να δοθεί μια γενική ιδέα αλλά και να επεκταθεί η γνώση για το τι μπορεί να καταφέρει η χρήση της τεχνολογίας και ποια οφέλη μπορεί να δώσει στο σύνολο των κατοίκων οι οποίοι επηρεάζονται από την εφαρμογή της λύσης. Τα παραδείγματα έξυπνων λύσεων έχει το καθένα την δική του διάσταση και δείχνει πως στον πραγματικό κόσμο μπορούν να εφαρμοστούν οι διαθέσιμες τεχνολογίες που εντοπίστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Στόχος είναι να δοθούν κατευθυντήριες γραμμές για τον τρόπο που μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι διαθέσιμες τεχνολογίες που ανακαλύφθηκαν με την επισκόπηση της βιβλιογραφίας.

Στη συνέχεια αναλύεται η χρήση και ο ρόλος των δεδομένων στις ΕΠ ενώ τέλος γίνεται αναφορά στα συμπεράσματα, προκλήσεις και προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφία

Μέσα από την έρευνα αυτή θα απαντηθούν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

- Σε ποιους τομείς προσφέρονται έξυπνες λύσεις σε ένα αστικό περιβάλλον; Ποιες τεχνολογίες και εργαλεία και ποιες αρχιτεκτονικές χρησιμοποιούνται στις ΕΠ (Κεφάλαιο 4)
- Ποια προβλήματα αντιμετωπίζονται από αυτές τις λύσεις (Κεφάλαιο 4, Κεφάλαιο 10)
- Πως επηρεάζονται οι κάτοικοι και γενικά η κοινωνία από την εφαρμογή έξυπνων λύσεων στις πόλεις (Κεφάλαιο 10.2);
- Ποιοι είναι οι παράγοντες επιτυχίας εφαρμογής έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα (Κεφάλαιο 11)
- Πως μπορεί να κριθεί η ετοιμότητα ενός αστικού κέντρου να μετατραπεί σε μια έξυπνη πόλη; (Κεφάλαιο 11)
- Πως συλλέγονται και αναλύονται τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα; (Κεφάλαιο 9)
- Πως αντιμετωπίζονται οι δυσκολίες που προκύπτουν από την ετερογένεια συστημάτων και δεδομένων; (Κεφάλαιο 10.3)
- Ποιες οι προκλήσεις πριν, κατά και μετά την εφαρμογή έξυπνων λύσεων (Κεφάλαιο 10.3)
- Ποιες οι προκλήσεις για το μέλλον και πως μπορεί μια έξυπνη πόλη να γίνει εξυπνότερη (Κεφάλαιο 10.3, Κεφάλαιο 11)

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, στα συμπεράσματα παρουσιάζονται οι προϋποθέσεις και τα προβλήματα για μια ΕΠ και δημιουργείται ένα γενικό πλαίσιο για τη σωστή εφαρμογή λύσεων τεχνολογίας σε μια ΕΠ με 3 στρώματα: τομέας – τεχνολογία – δεδομένα.

4 Θεωρητικό Πλαίσιο

4.1 Τύποι έξυπνων πόλεων

Η μετατροπή των αστικών περιοχών σε έξυπνες πόλεις προϋποθέτει την οριοθέτηση ενός στόχου. Η φύση του στόχου αυτού είναι η αιτία που δημιουργήθηκαν (τουλάχιστον θεωρητικά) πολλές και διαφορετικές έννοιες - κατηγορίες έξυπνων πόλεων. Η μελέτη διάφορων βιβλιογραφιών καταλήγει στο συμπέρασμα ότι υπάρχουν πάρα πολλοί όροι οι οποίοι δημιουργήθηκαν για να εκφράσουν τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι εμπλεκόμενοι το είδος της ΕΠ. Όμως οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες πόλεων είναι οι πιο κάτω:

- Βιώσιμη πόλη (Sustainable city)
- Ψηφιακή πόλη (Digital city)
- Οικολογική πόλη (Eco city)
- Πράσινη πόλη (Green city)
- Πόλη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα (Low carbon city)
- Πόλη της γνώσης (Knowledge city)
- Διαλλακτική πόλη (Resilient city)
- Ευφυής πόλη (Intelligent city)
- Διασυνδεδεμένη πόλη (Ubiquitous city)
- Ζωντανή – κατοικήσιμη πόλη (Liveable city)
- Πόλη πληροφοριών (Information city)

(De Jong et al., 2015)

Στην πιο πάνω λίστα γινόταν επίσης αναφορά στον όρο Έξυπνη πόλη (Smart city) ο οποίος βρισκόταν στη δεύτερη θέση με τους πιο πολυχρησιμοποιημένους όρους στον τομέα αυτό. Για τους σκοπούς όμως της εργασίας αυτής ο όρος αυτός δεν θα αναλυθεί στο κεφάλαιο αυτό εφόσον ο όρος αυτός αναλύεται και σχολιάζεται σε όλα τα άλλα κεφάλαια.

Ο λόγος που γίνεται αναφορά τουλάχιστον θεωρητικά στην πιο πάνω παράγραφο είναι επειδή πολλοί εμπλεκόμενοι στην προσπάθεια τους να δώσουν μια πιο ελκυστική εμφάνιση - άκουσμα στην λύση την οποία προσφέρουν, πολλές φορές συγχέουν τους πιο πάνω όρους με το τι ακριβώς προσφέρεται. Για παράδειγμα μπορεί μια πόλη να διαφημίζεται ότι είναι μια Πράσινη πόλη στην ουσία όμως η οικολογική - έξυπνη λύση που προσφέρεται είναι η μείωση των καυσαερίων και όχι η ανάπτυξη λόγου χάρη δημόσιων ενεργειακών κτιρίων. Το τελευταίο είναι που δικαιολογεί το χαρακτήρα της πράσινης πόλης. Από την άλλη οι κατηγορίες μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους και ίσως αυτός είναι και ένας από τους κύριους λόγους που προκαλείτε η σύγχυσή αυτή. Αξίζει να σημειωθεί ότι μπορούν να υπάρξουν πόλεις οι οποίες να συνδυάζουν λύσεις που προσφέρονται σε δύο ή και περισσότερες από τις πιο πάνω κατηγορίες.

Επομένως δημιουργείται ένα ερώτημα. Αν όντως η πιο πάνω λίστα κατηγοριών υπάρχει στα αλήθεια ή αν στις ΕΠ δεν υπάρχουν κατηγορίες – διαφορετικά είδη. Έχει δηλαδή η εφαρμογή έξυπνων λύσεων διαφορετικά χαρακτηριστικά σε κάθε περίπτωση ώστε να μπορεί να κατηγοριοποιηθεί; Και αν ναι τότε τι το κάνει να ξεχωρίζει; Ο τρόπος εφαρμογής της ή το αποτέλεσμα της λύσης; Γιατί αν γίνει κατηγοριοποίηση βάση του αποτελέσματος τότε εφόσον το αποτέλεσμα εφαρμογής λύσεων οι οποίες μετατρέπουν μια πόλη είτε σε έξυπνη είτε σε βιώσιμη είτε σε αειφόρο είναι το ίδιο, άρα αυτό μπορεί να θεωρηθεί απλά ως αστική ανάπτυξη. Μια αστική ανάπτυξη η οποία έχει σαν στόχο την

αλληλεπίδραση της κοινωνίας με την οικονομία και το περιβάλλον. Τρεις διαστάσεις οι οποίες όταν σε μια πόλη βρίσκονται σε ισορροπία μπορούν να ωφελήσουν στο μέγιστο τους κατοίκους αυτής. Γιατί να υπάρχουν κατηγορίες ΕΠ εφόσον όλες μπορούν να εσωκλειστούν στον όρο αστική ανάπτυξη;

Εμβραθύνοντας στις τρεις προαναφερθέντες διαστάσεις μπορεί κάποιος να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι για να επιτευχθεί η ισορροπία σε αυτές τότε πρέπει η πόλη πρέπει να σχεδιαστεί με τρόπο ώστε να πετυχαίνετε βιώσιμη ανάπτυξη και οικολογικός εκσυγχρονισμός. Άρα η απάντηση στα προηγούμενα ερωτήματα αν και πολύπλοκη η διαδικασία για την ανακάλυψη της εντούτοις είναι απλή. Όλες οι έξυπνες λύσεις έχουν στόχο την ίδια κατεύθυνση, να είναι ευεργετικές προς τον άνθρωπο. Για να επιτευχθεί αστική ανάπτυξη πρέπει να γίνει χρήση της τεχνολογίας. Ο τρόπος χρήσης της τεχνολογίας σε συνάρτηση με τα αποτελέσματα του είναι αυτός που καθορίζει την κατηγορία της ΕΠ.

Βιώσιμη πόλη (Sustainable city)

Όλοι θα συμφωνήσουν ότι ο όρος Βιώσιμη Πόλη (ΒΠ) είναι συνώνυμος με την αστική ανάπτυξη. Σύμφωνα με μια έρευνα των de Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C. and Weijnen, M. (2015) είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιημένος όρος στον τομέα των ΕΠ. Σαν όρος χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά το 1987 σε μια έκθεση των Ηνωμένων Εθνών με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον (Our Common Future)» (Brundtland Commission, 1987).

Η ΒΠ θεωρείται η πόλη η οποία λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους της οικονομίας, του περιβάλλοντος και των απαιτήσεων της κοινωνίας δημιουργεί κανονισμούς οι οποίοι με την εφαρμογή τους να μειώνουν την ανάγκη παραγωγής ενέργειας. Είτε αυτό συνεπάγεται με πιο σωστή διαχείριση πρώτων υλών παραγωγής της είτε σωστή διαχείριση της ήδη παραγόμενης ενέργειας. Συνέπεια αυτού είναι η μείωση της εκπομπής καυσαερίων. Όμως η ΒΠ μπορεί να προσεγγιστεί και από διαφορετική οπτική γωνιά. Η απόδοση του όρου τη ΒΠ έχει ευρύ φάσμα. Το φάσμα αυτό μπορεί να ξεκινήσει από την προϋπόθεση ύπαρξης δεικτών μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και πως τα επίπεδα αυτής μπορούν να μειωθούν με την εφαρμογή λύσεων που κινούνται στο εύρος της ΒΠ.

Επίσης ΒΠ μπορεί να θεωρηθεί η πόλη η οποία ελέγχει όχι μόνο την παραγωγή αλλά και την κατανάλωση της ενέργειας ως επίσης και του νερού. Στο ευρύ πλαίσιο της ΒΠ μπορούν να προστεθούν ακόμα και ο έλεγχος ποιότητας του νερού, ο έλεγχος του όγκου των αποβλήτων και η δημιουργία πράσινων χώρων με αναλογίες. Μέσω δηλαδή του οικολογικού εκσυγχρονισμού της η πόλη θα πρέπει να εγγυάται ότι θα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός ωφελειών για τους κατοίκους αυτής. Ιδανικά μια ΒΠ θα πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιεί, αν όχι για όλες τις ανάγκες τουλάχιστον για ένα μεγάλο μέρος αυτών, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Χρησιμοποιώντας εργαλεία τεχνολογίας η ΒΠ διασφαλίζει την υψηλή ποιότητα ζωής των κατοίκων της και όχι μόνο. Γίνεται εκσυγχρονισμός των υπηρεσιών οι οποίες είναι υπεύθυνες στους τομείς του περιβάλλοντος, της κοινωνίας και της οικονομίας. Συνδυάζοντας τους τρεις πιο πάνω τομείς προσφέρεται η δυνατότητα αντιμετώπισης περιβαλλοντικών αλλαγών. Δημιουργεί με τον ίδιο τρόπο ισορροπημένους μηχανισμούς οι οποίοι είναι σε θέση να διαχειριστούν κρίσιμες και έκτακτες καταστάσεις. Η ΒΠ χρησιμοποιεί καινοτομίες οι οποίες παντρεύουν την τεχνολογία ορθής κατανομής ενέργειας με την σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος. Τέλος να σημειωθεί ότι η ΒΠ είναι ο πιο διαδεδομένος όρος στον τομέα των ΕΠ και για το λόγο αυτό ο όρος καλύπτει ένα ευρύ φάσμα πρακτικών οι οποίες μπορεί να συναντιούνται και σε άλλες κατηγορίες όπως θα δούμε πιο κάτω (de Jong et al., 2015).

Ψηφιακή πόλη (Digital city)

Περί τα τέλη του προηγούμενου αιώνα υπήρξε μια έκρηξη της αστικοποίησης αλλά και της ανάπτυξης της τεχνολογίας επικοινωνιών επίσης. Αναπόφευκτα τα δύο αυτά γεγονότα οδήγησαν τη σκέψη των ανθρώπων στο πως οι τεχνολογίες επικοινωνίας μπορούν να βοηθήσουν την προσφορά υπηρεσιών σε ένα κοινό το οποίο συνεχώς αυξανόταν με συνεπακόλουθο να αυξάνονται επίσης και οι ανάγκες του. Η ανάγκη αυτή δημιούργησε τις Ψηφιακές πόλεις. Μια πόλη για να χαρακτηριστεί Ψηφιακή Πόλη (ΨΠ) οφείλει να αξιοποιεί της τεχνολογίες της πληροφορικής οι οποίες είναι μεταξύ τους συνδεδεμένες μέσω ενός δικτύου ευρείας περιοχής (Μαυροφίδης, 2009). Με την επικοινωνία των τεχνολογιών αυτών διευκολύνονται οι καθημερινές λειτουργίες της πόλης. Απαραίτητη προϋπόθεσή για την επιτυχή λειτουργία της ΨΠ είναι η αποδοχή των λειτουργιών της από τους κατοίκους αυτής και εννοείτε επίσης η συμμετοχή της κοινωνίας στα έργα που αναπτύσσονται για αυτό το σκοπό.

Το 1990 όταν οι πόλεις και οι υπηρεσίες που προσέφεραν στους κατοίκους τους ξεκίνησαν να ψηφιοποιούνται ως πρώτος όρος για την αλλαγή αυτή χρησιμοποιήθηκε η Ψηφιακή Πόλη. Δηλαδή ΨΠ μπορεί να χαρακτηριστεί και ο πρόγονος των ΕΠ (Ishida, 2017) και όχι μόνος σαν μια υποκατηγορία αυτών. Ο όρος αυτός σήμερα βέβαια δεν έχει πλέον αυτήν τη σημασία. Όπως αναφέρει ο Toru Ishida η διαφορά της ΨΠ από τα υπόλοιπα είδη ΕΠ είναι ότι οι πόλεις αυτές προσφέρουν κυρίως υπηρεσίες μέσω του διαδικτύου ενώ οι υπόλοιπες βασίζονται και σε δεδομένα που λαμβάνονται από αισθητήρες. Σημαντικό ρόλο σε μια ΨΠ πόλη έχουν τα άτομα που είναι στην εξουσία της. Σκοπός των ατόμων αυτών είναι μέσω μιας έξυπνης λύσης να μπορούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους μέσω της τεχνολογίας και να διευκολύνουν με τον τρόπο αυτό τους κατοίκους της. Βέβαια εκτός της αλλαγής στο ψηφιακό περιβάλλον μιας πόλης, το φυσικό περιβάλλον και οι υποδομές της πρέπει να συνάδουν επίσης με το πρώτο (Scott, 2016). Η ΨΠ μέσω της τεχνολογικής της ικανότητας αλλά και σε συνδυασμό της πολιτικής της διαχείρισης πρέπει να είναι σε θέση να προσφέρει ελκυστικές και πρακτικές λύσεις στους κατοίκους της. Οι έξυπνες λύσεις που εφαρμόζονται σε μια πόλη αυτού του είδους εφόσον συλλέξουν τα απαραίτητα δεδομένα, δίνουν μετέπειτα και τις κατάλληλες πληροφορίες στα ενδιαφερόμενα μέλη είτε αυτή είναι τα άτομα της εξουσίας είτε οι κάτοικοι της πόλης ώστε όλοι τους να μπορούν να έχουν μια αλληλεπίδραση μεταξύ τους μέσω του διαδικτύου (Ishida, 2017).

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω οι ΨΠ πόλεις δεν είναι απαραίτητο να στηρίζονται σε δεδομένα από αισθητήρες για την εφαρμογή μιας ΕΛ. Εντούτοις για να αποφασιστεί ποια έξυπνη λύση και με ποιο τρόπο θα εφαρμοστεί αυτή, είναι απαραίτητη η χρήση και ανάλυση ενός αριθμού δεδομένων που η συλλογή τους θα γίνει όχι μέσω αισθητήρων αλλά μέσω των υφιστάμενων συστημάτων. Για παράδειγμα, εάν μια υπηρεσία μιας πόλης θέλει να εξελιχτεί και να εξυπηρετεί τους κατοίκους της μέσω του διαδικτύου και όχι μέσω μιας χαρτογραφημένης διαδικασίας πρέπει να συλλέξει τα δεδομένα της από το υφιστάμενο σύστημα (π.χ. αριθμός αιτήσεων, είδη φόρμας – εντύπων κτλ.) και αυτά να μπορούν μέσω της ψηφιοποίησης εγγράφων να μπορεί να προσφερθεί με άνεση και ευκολία στο κοινό (Νασιπούλου, 2017).

Οικολογική πόλη (Eco city)

Μια πόλη για να χαρακτηριστεί Οικολογική Πόλη (ΟΠ) πρέπει μέσω ενός ολοκληρωμένου πολεοδομικού σχεδιασμού και όχι μόνο, να μπορεί να διαχειριστεί και να εκμεταλλευτεί τα οικολογικά συστήματα εντός και εκτός της περιοχής της, να τα προστατεύει και να τα καλλιεργεί ώστε να μπορούν να συνεχίσουν να προσφέρουν τα οφέλη τους και στις επόμενες γενιές κατοίκων (Suzuki and Dastur, 2010). Από την άλλη όπως αναφέρει και ο Rüdiger Wittig μια πόλη για να είναι ΟΠ πρέπει να λειτουργεί όπως ακριβώς και ένα οικοσύστημα. Δηλαδή πρέπει να μεριμνά για την ανακύκλωση των υλικών και να χρησιμοποιεί όσο περισσότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί για κάλυψή

των αναγκών της. Γενικά μια ΟΠ πρέπει να λειτουργεί με γνώμονα το περιβάλλον και σαν στόχο να έχει τη μη επιβάρυνση του από τις λειτουργίες της είτε αυτές σχετίζονται με την βιομηχανία, την οικονομία ή τις μεταφορές κλπ.

Η χρήση τεχνολογιών σε αυτού του είδους των ΕΠ, δεν πρέπει να αλλάζει την περιβαλλοντική κουλτούρα της όπως επίσης και η κουλτούρα αυτή δεν πρέπει να εμποδίζει την τεχνολογική και οικονομική ανάπτυξη της πόλης. Χρειάζεται οι τεχνολογίες πληροφοριών και το οικολογικό περιβάλλον να συνυπάρχουν αρμονικά και υπεύθυνος “επιτηρητής” της κατάστασης αυτής είναι οι διοικούντες της πόλης ως επίσης και οι κάτοικοι αυτής (Grydehøj and Kelman, 2016). Συχνά οι ΟΠ θεωρούνται ουτοπία λόγω του ότι για να συνυπάρξει τεχνολογία και οικονομική ευημερία πρέπει παράλληλα να υπάρξει κάποια επιβάρυνση στο περιβάλλον. Και όμως στο πλαίσιο ανάπτυξης μιας πόλης το περιβάλλον μπορεί να επιβαρύνεται αλλά μπορεί επίσης να γίνεται και ταυτόχρονη αναπλήρωση του από την άλλη μεριά.

Υπάρχει όμως και μια άλλη άποψη η οποία θεωρεί ότι όταν μια πόλη χρησιμοποιεί περιβαλλοντικές λύσεις για τις ανάγκες της δεν είναι απαραίτητα ΟΠ. Για παράδειγμα μπορεί σε μια πόλη να υπάρχει πολιτική η οποία να επιβάλει τη χρήση ξύλου για την κατασκευή σπιτιών. Είναι μια οικολογική σκέψη προφανώς αλλά αν αυτή η ενέργεια δεν συνδυάζεται με την αναπλήρωση των κομμένων δέντρων από το περιβάλλον τότε η πόλη αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί μεν ΟΠ, αλλά δεν εισέρχεται με κανένα τρόπο στο θετικό πλαίσιο το οποίο χαρακτηρίζει τις ΕΠ (Cowley, 2016).

Στο υποκεφάλαιο αυτό αξίζει να σημειωθεί και οι σκέψεις των Suzuki and Dastur (2010), οι οποίοι σε άρθρο τους χαρακτηρίζουν τις eco^2 πόλεις σαν εκτός από το να είναι περιβαλλοντικά ανεπτυγμένες να είναι επίσης παράλληλα και οικονομικά ανεπτυγμένες. Δηλαδή το πλαίσιο και τη στρατηγική ανάπτυξη μια πόλης να βασίζεται στην αλληλεξάρτηση της οικολογικής και οικονομικής βιωσιμότητας. Με τον τρόπο αυτό σε ελεύθερη μετάφραση το eco^2 ($eco \times 2$) μεταφράζεται σε οικολογική (ecological) και οικονομική (economic) πόλη. Δύο έννοιες οι οποίες στο πλαίσιο μιας ΕΠ μπορεί να είναι αλληλένδετες και με τη συνεργασία των δύων να ενισχύεται και να αναπτύσσεται το αστικό περιβάλλον της πόλης (Suzuki and Dastur, 2010).

Πράσινη πόλη (Green city)

Μια άλλη κατηγορία ΕΠ η οποία έχει κοινά στοιχεία με το είδος πόλης που αναλύθηκε στο προηγούμενο υποκεφάλαιο είναι η Πράσινη Πόλη (ΠΠ). Υπάρχουν κοινά στοιχεία γιατί και οι δύο έχουν σαν κεντρικό στοιχείο το περιβάλλον αλλά διαφέρουν στον τρόπο που το διαχειρίζονται. Για παράδειγμα μια ΟΠ έχει σαν στόχο την αναπλήρωση των φυσικών πηγών ενέργειας όταν γίνει η χρήση τους ενώ από την άλλη πλευρά μια ΠΠ στόχο έχει να μειώσει στο ελάχιστο την κατανάλωση ενέργειας μειώνοντας παράλληλα και το μέγεθος των επιβλαβών αερίων που προέρχονται από την καύση υλικών (Lindfield and Steinberg, 2012). Επίσης οι υποδομές μιας ΠΠ θα πρέπει να αποφορτώνουν το περιβάλλον είτε με την αρχιτεκτονική τους είτε με διάφορες άλλες τεχνικές (μόνωση, ηλιακά πλαίσια κλπ.) και να θέτουν σαν προτεραιότητα τους την εξοικονόμηση ενέργειας όπου και όταν αυτό είναι εφικτό.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα του πλανήτη σήμερα είναι η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου που προέρχεται από την εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Το 70% των αερίων αυτών προέρχονται από τις ανεπτυγμένες πόλεις. Εάν αναλογιστεί κανείς το γεγονός ότι οι μεγάλες αστικές πόλεις καταλαμβάνουν μόλις το 2% της συνολικής έκτασης της γης εύκολα μπορεί να φανεί το μέγεθος του προβλήματος. Θέτοντας ως στόχο την μείωση των εκπομπών επιβλαβών αερίων, όλα οδηγούν στην θέλοντας και μη ανάπτυξη Πράσινων Πόλεων. Τέτοιες πόλεις

κατευθύνουν την ατζέντα τους με τρόπο ώστε να μπορούν να “πρασινίσουν” τις υπάρχουσες αλλά και καινούριες υποδομές τους, είτε αυτές είναι στην κατηγορία κτιρίων, μεταφορές ή διαχείριση υπηρεσιών (νερό, ενέργεια κλπ.).

Ένα άλλο σημαντικό παράδειγμα που δείχνει την αναγκαιότητα ανάπτυξης ΠΠ είναι το γεγονός ότι στην Κίνα στην οποία κατοικεί το 20% του ολικού πληθυσμού της γης έχουν για χρήση μόνο το 7% του συνολικού νερού της γης (Kim and Yoo, 2015). Αν αναλογιστεί κανείς το ποσοστό του πληθυσμού που ζει σε αστικά κέντρα στην χώρα τότε διαφαίνεται ότι ο σχεδιασμός πράσινων λύσεων για τις πόλεις αυτές δεν έχει να κάνει μόνο με την ιδέα της Έξυπνης Πόλης αλλά είναι γενικά είναι θέμα διαβίωσης και επιβίωσης των ανθρώπων .

Πόλη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα (Low carbon city)

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα ένα μεγάλο ποσοστό επιβλαβών αερίων προέρχεται από τα αστικά κέντρα λόγω της βιομηχανοποίησης τους, των μέσων μεταφοράς αλλά γενικά και από την αύξηση του πληθυσμού ο οποίος καταναλώνει ασταμάτητα πόρους κλπ. Σκοπός της πόλης που αναλύεται σε αυτή την ενότητα είναι να μειώσει τις ποσότητες εκπομπών άνθρακα που προκαλούνται από τις προαναφερθέντες αιτίες.

Προφανώς να γκρεμιστούν πόλεις και να ξαναφτιαχτούν από την αρχή με γνώμονα το περιβάλλον είναι κάτι το εξωπραγματικό. Από την άλλη όμως όπως υπάρχει η δυνατότητα για αντίστροφη μηχανική (reverse engineering) που μπορεί να φέρει και την ιδέα της αντίστροφης καύσης ανθράκων (reverse carboning). Σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή ανάπτυξη της οποιασδήποτε ΕΠ με χαμηλές εκπομπές άνθρακα είναι οι αρμόδιοι – υπεύθυνοι – εξουσία να κατανοήσουν ότι εκτός από το “τί και πως” δημιουργούνται τα καυσαέρια να κατανοήσουν και το “γιατί” (Kim, 2018).

Ο οργανισμός “Συνεργασία για την αστική βιωσιμότητα της Κίνας” (China Urban Sustainability Coalition) δίνει 10 βασικά σημεία για να επιτευχθεί ο στόχος της μείωσης του άνθρακα σε αστικά κέντρα. Τα 10 αυτά βασικά σημεία χωρίζονται σε τρία πλαίσια

Αστική ανάπτυξη με μειωμένα καύσιμα

1° Να δοθεί προτεραιότητα στην αποτελεσματική χρήση της γης οι οποία θα χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη έργων της πόλης. Δηλαδή όταν υπάρχει διαθέσιμη γη που να προσφέρεται για περαιτέρω ανάπτυξη της πόλης ο σχεδιασμός πρέπει να είναι ισορροπημένος με τον περιβάλλον.

2° Οι κάτοικοι της πόλης αυτής πρέπει να προτρέπονται αλλά και να βοηθούνται να χρησιμοποιούν για την μεταφορά τους μέσα τα οποία να μην είναι μηχανοκίνητα. Μέσα μεταφοράς δηλαδή τα οποία δεν παράγουν καυσαέρια τα οποία μολύνουν το περιβάλλον της πόλης.

3° Να προκρίνεται η όσο το λιγότερο μειωμένη χρήση ιδιωτικών οχημάτων για την διακίνηση των κατοίκων της πόλης. Εννοείτε ότι για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός πρέπει να υπάρχει ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό δίκτυο δημόσιων μεταφορών.

4° Σχεδιασμός και ανάπτυξη ποιοτικών δημόσιων χώρων (π.χ. πάρκα, πλατείες κλπ.) τα οποία να είναι εύκολα προσβάσιμα από τους κατοίκους αλλά επίσης να είναι και φιλικά προς το περιβάλλον.

Έλεγχος απόδοσης ενέργειας

5° Όταν γίνεται εφαρμογή μιας λύσης τεχνολογίας σε οποιαδήποτε υπηρεσία πρέπει να γίνεται με γνώμονα τη βελτίωση το περιβάλλοντος. Όπως για παράδειγμα μια έξυπνη λύση στον

τομέα της βιομηχανίας πρέπει να επιδιώκει τη μέγιστη ενεργειακή απόδοση μέσω της αποτελεσματικής και μη σπάταλης χρήσης της ενέργειας.

6° Οποσδήποτε κτίρια (και ειδικά τα δημόσια) μιας πόλης που θέλει να θεωρείτε έξυπνη πρέπει να έχουν την μέγιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση. Πρέπει να προωθείται η ιδέα των πράσινων κτιρίων.

7° Οι διοικούντες της πόλης πρέπει να βλέπουν ζεστά το θέμα της ανακύκλωσης υλικών. Όπου είναι δυνατόν να επιβάλλεται και να επιβραβεύεται η ανακύκλωση που θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των αποβλήτων και ως συνεπακόλουθο τη μειωμένη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

8° Εκτός από την ανακύκλωση των αναλώσιμων προϊόντων μπορεί να γίνεται και έλεγχος στην ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση του νερού. Όσο γενικά για τη χρήση του νερού επιβάλλεται η επιλογή μεθόδων με την ελάχιστη επίπτωση στην φύση που για να επιτευχθεί αυτό ίσως χρειαστεί σχεδιασμός καινούριων ή αποκατάσταση και βελτίωση των δικτύων άρδευσης.

Σωστή διακυβέρνηση

9° Οι διοικούντες μιας έξυπνης πόλης η οποία εμπίπτει στην κατηγορία αυτή πρέπει εκτός από τη σωστή διακυβέρνηση να διαχειρίζονται επίσης σωστά την πόλη. Πρέπει να πληροφορεί τους κατοίκους της για τις συνέπειες που έχουν τα καυσαέρια για το περιβάλλον αλλά επίσης και να τους προτρέπει στη χρήση έξυπνων και πράσινων λύσεων

10° Η εξουσία πρέπει να προτρέπει αλλά πρέπει και να επιβραβεύει τις επενδύσεις σε πράσινες λύσεις στις αστικές υποδομές. Επιβράβευση μπορεί να είναι κατάργηση φόρων ή ακόμα και μερική χρηματοδότηση έργων που δεν θα έχουν επιβάρυνση στο περιβάλλον.

(CHINA URBAN SUSTAINABILITY COALITION, 2015)

Πόλη της γνώσης (Knowledge city)

Μια πόλη μπορεί να θεωρείτε έξυπνη εάν και εφόσον μπορεί μέσω διάφορων τεχνολογιών να παραδώσει τις υπηρεσίες της στους κατοίκους αυτής. Όμως η έξυπνη λύση δεν εγκλωβίζεται μόνο στο πλαίσιο των εγκαταστάσεων και των φυσικών υποδομών. Αλλά για να γίνει μια Πόλη της γνώσης χρειάζεται σωστή επικοινωνία μεταξύ κατοίκων και υπηρεσιών οι οποίοι και οι δύο θα επωφελούνται από τις δυνατότητες της τεχνολογίας. Που για να γίνει αυτό χρειάζεται σωστή και εξειδικευμένη εκπαίδευση και γνώση (Cizelj and Sinkovec, 2012).

Μια “Πόλη της γνώσης” συνεχώς δημιουργεί, αξιολογεί, ανανεώνει και εφαρμόζει καινοτόμες λύσεις για τις ανάγκες της. Για να ολοκληρώσει το σκοπό αυτό υπάρχει συνεχής αλληλεπίδραση των κατοίκων μεταξύ τους αλλά και των κατοίκων μεταξύ των υπηρεσιών που τους εξυπηρετεί. (Ergazakis et al. 2004). Η τρόπος προσέγγισης της ανάπτυξης ενός αστικού κέντρου που χαρακτηρίζεται από αυτό τον τύπο της ΕΠ, είναι να υπάρχει μια καθαρή μελέτη και μια σωστά αναπτυγμένη μεθοδολογία ανάπτυξης της οποιασδήποτε έξυπνης λύσης. Σημαντικό ρόλο παίζει και η βαθιά γνώση πραγμάτων των ατόμων που θα εμπλακούν στα έργα ανάπτυξης. Έργα τα οποία τονώνουν την καινοτομία, τη γνώση και τη δημιουργικότητα της πόλης.

Από την άλλη όπως αναφέρεται σε άλλες βιβλιογραφίες το κλειδί για την ανάπτυξη τέτοιου είδους πόλεις δεν είναι μόνο η γνώση αλλά ένας συνδυασμός φασμάτων που ευνοούν την ευημερία μιας

αστικής περιοχής. Υπάρχουν πέντε σημεία κλειδιά τα οποία πρέπει να είναι καθορισμένα από πριν για την σωστή εφαρμογή έξυπνων λύσεων οι οποίες θα χαρακτηρίζουν με τον τύπο αυτό την πόλη.

- Καθορισμός της φύσης και του τρόπου εφαρμογής της γνώσης και μετατροπή της σε μια έξυπνη λύση.
- Καθορισμός πρότυπων για τις δραστηριότητες και την ακτίνα δράσης της λύσης
- Καθορισμός ατόμων με γνώσεις οι οποίοι να μπορούν να δημιουργήσουν και να διαχειριστούν τέτοιου είδους πρότυπα
- Καθορισμός των κεφαλαιουχικών πόρων της πόλης και τέλος
- Καθορισμός των βασικών σταδίων που εμπλέκονται στη δημιουργία μιας οικονομίας, η οποία πρέπει να βασίζεται σε μια κουλτούρα κοινής γνώσης

(Davies W. 2015).

Όλα τα πιο πάνω μαζί με την προϋπόθεση ότι υπάρχει η απαραίτητη ύπαρξη υποδομών ως επίσης και η θέληση θα βοηθήσει στην ανάπτυξη αλλά επίσης θα δημιουργήσει και καινούρια γνώση – καινοτομίες οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στις εφαρμοζόμενες έξυπνες λύσεις που θα προσφέρουν κοινωνική ποιότητα στους κατοίκους (Davies W. 2015).

Διαλλακτική πόλη (Resilient city)

Η Διαλλακτική Πόλη (ΔΠ) έχει ένα ευρύ φάσμα ορισμών. Όλοι όμως κινούνται στην κατεύθυνση της προστασίας και της διασφάλισης της συνεχούς λειτουργίας των κρίσιμων υπηρεσιών της. Μια ΕΠ για να μπορεί να μπει στη κατηγορία των ΔΠ πρέπει να προσφέρει το χαρακτηριστικό της ελαστικότητας και της προσαρμοστικότητας στις λύσεις που εφαρμόζει στο αστικό της περιβάλλον, εννοώντας ότι καθόλες τις μεταβαλλόμενες συνθήκες (και κυρίως μη ελεγχόμενες συνθήκες) πρέπει να μπορεί να αντέχει και να ανακάμπτει άμεσα. Σύμφωνα με τους Rob Dubbeldeman και Stephen Ward (2015) μια ΔΠ πρέπει να καλύπτει και να είναι ανθεκτική σε τρία σημεία κλειδα – τομείς:

1. Διασφάλιση της συνεχόμενης λειτουργίας κρίσιμων υπηρεσιών: Όπως είναι η παροχή νερού, ενέργειας, επικοινωνιών κλπ. Προφανώς και οι κάτοικοι της πόλης αυτής εξαρτώνται από την ομαλή λειτουργία των προαναφερθέντων υπηρεσιών. Οι διοικούντες της πόλης λοιπόν είναι οι υπεύθυνοι εφαρμογής έξυπνων λύσεων οι οποίες να διασφαλίζουν και προστατεύουν τις υπηρεσίες αυτές. Ως επίσης μπορεί η λύση αυτή να προτρέπει κατά την διατάραξη αυτών ή έστω εάν και εφόσον υπάρξει έκτακτο περιστατικό να μπορεί να προφέρει εναλλακτικές λύσεις σε εύλογα σύντομο χρονικό διάστημα.
2. Άμεση και επιτυχής αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών: Οι μεταφορές, η συνεχής παροχή νερού, κλπ. μπορούν να διακοπούν από ένα ατύχημα. Η ΔΠ είναι η πόλη η οποία έχει συμπεριλάβει στα σχέδια της τρόπους όπου με την χρήση της τεχνολογίας θα μπορεί να μειώσει στο ελάχιστο την επίδραση τέτοιων συμβάντων ενώ παράλληλα η χρήση της τεχνολογία επίσης είναι αυτή που θα τη βοηθήσει να επανέλθει στους κανονικούς ρυθμούς το συντομότερο.
3. Διαχείριση κρίσεων: Σε ένα περιστατικό κρίσης εκείνο που έχει μεγάλη σημασία είναι ο καθορισμός των πρώτων βημάτων – η λήψη των σωστών πρώτων αποφάσεων. Για να παρθούν αποφάσεις όμως πρέπει να υπάρχουν δεδομένα στα οποία οι αποφάσεις θα παρθούν βάση την ανάλυση που θα γίνει σε αυτά. Επομένως μια ΔΠ είναι αυτή που φροντίζει να προσφέρει στα υπεύθυνα για τη διαχείριση κρίσεων άτομα σωστές πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο ενώ παράλληλα παρέχει εργαλεία για την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων των αποφάσεων που πρόκειται να παρθούν κατά τη διάρκεια τέτοιων γεγονότων.

(Dubbeldeman and Ward, 2015)

Για να επιτευχθεί η συνεχόμενη παροχή υπηρεσιών στην ΔΠ, τα συστήματα τεχνολογίας πρέπει να είναι σύνθετα και να μπορούν να αλληλοεπιδρούν με όλες τις αναγκαίες υπηρεσίες – τομείς. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η γεωγραφική τοποθέτηση τους εννοώντας ότι πάντα σε καίρια συστήματα πρέπει να υπάρχει ένα εφεδρικό σύστημα το οποίο να καλύπτει την τυχόν αστοχία λειτουργίας του αρχικού. Τέλος ένα σύστημα τεχνολογίας για να εξυπηρετήσει μιας μεγάλης κλίμακας περιοχή προφανώς χρειάζεται να χτιστούν - δημιουργηθούν πολλά στοιχεία για να καταστεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Επομένως το δέσιμο των στοιχείων αυτό είναι εξίσου στρατηγικής σημασίας για την επίτευξη του στόχου αυτού (Bechtel Corporate, 2017).

Ευφυής πόλη (Intelligent city)

Η Ευφυής Πόλη (ΕΦΠ) είναι η πόλη η οποία με τη συλλογή των δεδομένων μπορεί να δώσει τη σωστή πληροφορία είτε στους κατοίκους για την εξυπηρέτηση αυτών αλλά επίσης και σωστές πληροφορίες μπορεί και πρέπει να δίνει στους έχοντας την εξουσία της για τη λήψη των σωστών τεκμηριωμένων αποφάσεων που εξυπηρετούν τα συμφέροντα των κατοίκων. Τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται είτε από αισθητήρες είτε από τα υπάρχοντα συστήματα της ενσωματώνονται στα συστήματα επεξεργασίας τους και οι πληροφορίες που προέρχονται από αυτά μοιράζονται σε όλες τις αρμόδιες υπηρεσίες και αυτές με τη σειρά τους μελετώντας τις θα μπορέσουν να αυξήσουν τις αποδόσεις τους και την αποτελεσματικότητά τους. Παράλληλα μπορούν να μειώσουν το κόστος λειτουργίας τους όπου και εάν αυτό είναι εφικτό (Siemens AG, 2014).

Οι έξυπνες λύσεις σε μια ΕΦΠ πόλη επικεντρώνονται στην αύξηση της παραγωγικότητας μέσω της καινοτομίας. Για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός η σχεδίαση τέτοιων λύσεων έχουν σαν κεντρικό άξονα τρία βασικά σημεία:

- Την εφευρετικότητα – δημιουργικότητα
- Συλλογική νοημοσύνη – ευφυΐα
- Τεχνητή νοημοσύνη

(Anthopoulos L.G. 2017)

Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι μια πόλη η οποία χρησιμοποιεί αυτοματισμούς στους διάφορους τομείς παροχής υπηρεσιών δεν σημαίνει παράλληλα ότι είναι και μια ΕΦΠ. Μπορεί η αυτοματισμοί αυτοί να είναι χρονοβόροι και άσκοποι με την έννοια ότι δεν προσφέρουν το μέγιστο που μπορούν να προσφέρουν τα τεχνολογικά συστήματα των υπηρεσιών. Το να είναι μια πόλη “ηλεκτρονική” δεν σημαίνει ότι είναι ΕΦΠ ούτε καν μπορεί να χαρακτηριστεί ΕΠ. Για να μπει στην ομάδα των ΕΠ και δη στην κατηγορία των ΕΦΠ πρέπει να υπάρχει καινοτομία στην παροχή υπηρεσιών της η οποία μέσω των τριών σημείων που προαναφέρθηκαν να στοχεύει στην πρακτικότητα – παραγωγικότητα (Deakin, 2013). Η ΕΦΠ έχει πολλές ομοιότητες με την ΨΠ που αναλύθηκε πιο πάνω. Η διαφορά όμως που τις κάνουν να ξεχωρίζουν είναι ότι η ΕΦΠ έχει τη δυνατότητα και το χαρακτηριστικό να αναπτύσσει καινοτόμες έξυπνες λύσεις, ενώ από την άλλη στην ΨΠ απλά υπάρχουν συστήματα τεχνολογίας τα οποία βοηθούν την εικόνα και την ανάπτυξη της πόλης. Επομένως μια ΨΠ δεν μπορεί να είναι κατά ανάγκη ΕΦΠ αλλά μια ΕΦΠ είναι εμπίπτει πάντα αλλά και ξεπερνά με την μοναδικότητα των έξυπνων λύσεων της την ΨΠ (Nam and Pardo, 2011).

Διασυνδεδεμένη πόλη (Ubiquitous city)

Διασυνδεδεμένη πόλη (ΔΠ) είναι η πόλη η οποία μέσω της υποδομής της μπορεί να έχει διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή δεδομένα και πληροφορίες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε από τους απλούς κατοίκους της είτε από τα άτομα στην εξουσία. Εκτός από την ψηφιοποίηση της πληροφορίας η πόλη η οποία θέλει να χαρακτηρίζεται ως ΔΠ πρέπει να επιτρέπει την συνεχόμενη ροή πληροφοριών οπουδήποτε και σε οποιοδήποτε βρίσκεται στην επικράτειά της (Anthopoulos L.G. 2017).

Οι ΔΠ μέσω της δυνατότητας που της προσφέρει η τεχνολογία παρέχει διασυνδεδεμένες υπηρεσίες οι οποίες εξυπηρετούν τους πολίτες της. Διάφοροι τομείς υπηρεσιών μπορεί να είναι συνδεδεμένοι μέσω δικτύων τα οποία μπορούν να φτάσουν και οι απλοί κάτοικοι της πόλης και να ανταλλάξουν πληροφορίες. Μπορεί να γίνει ανταλλαγή εγγράφων οποιαδήποτε ώρα από οποιαδήποτε συσκευή (Anthopoulos and Fitsilis, 2010). Για να είναι οι διαδικτυακές υπηρεσίες συνεχόμενα προσβάσιμες χρειάζεται να χτιστεί ένα δίκτυο αισθητήρων αλλά και συστήματα διαχείρισης των δεδομένων τα οποία συγκεντρώνεται από αυτούς. Μέσω του συνδεδεμένου περιβάλλοντος μπορούν οι πληροφορίες να μοιραστούν στα άτομα που ενδιαφέρονται για αυτές.

Ζωντανή – κατοικήσιμη πόλη (Liveable city)

Μια πόλη για να μπει σε αυτή την κατηγορία σημαίνει ότι μπορεί μέσω της τεχνολογίας να προσφέρει κοινωνικά ή/και οικονομικά κίνητρα στους πολίτες της οι οποίοι θα θέλουν να εργαστούν για αυτή και θα μπορούν να απολαμβάνουν τα οφέλη που προσφέρονται μέσω αυτής. Εξάλλου μια πόλη δεν μπορεί να θεωρηθεί έξυπνη μόνο με την παρουσία έξυπνων συστημάτων αλλά θα πρέπει να προτρέπει και να επιτρέπει στους κατοίκους να τα χρησιμοποιούν για το δικό τους όφελος (Sofeska, 2017).

Τα έξυπνα συστήματα της πόλης, όποιας φύσης και κατηγορίας και αν είναι, πρέπει να σχεδιάζονται και να αναπτύσσονται με γνώμονα την ευκολία στη χρήση από τα άτομα τα οποία το έχουν ανάγκη. Εάν οι υποδομές και τα συστήματα μιας πόλης είναι σωστά εφαρμοσμένα τότε αυτόματα οι χρήστες τους βελτιώνουν την ποιότητα ζωής τους. Είναι κοινά αποδεχτό ότι ο πληθυσμός της γης δεν θα σταματήσει να αυξάνεται αλλά επίσης και η ανάγκη για καλύτερης ποιότητας ζωής δεν μπορεί ούτε και πρέπει να σταματήσει. Επομένως μια ΕΠ αυτής της κατηγορίας πρέπει να έχει πολυδιάστατα δίκτυα και συστήματα τα οποία να εξυπηρετούν τις κοινωνικές οικονομικές και οποιασδήποτε άλλης φύσης ανάγκες και του τελευταίου κατοίκου της και όχι μόνο της μάζας (Torreta, 2010).

Πόλη πληροφοριών (Information city)

Η Πόλη Πληροφοριών (ΠΠ) είναι η πόλη η οποία μέσω του ψηφιακού περιβάλλοντος μπορεί και συγκεντρώνει πληροφορίες και μέσω του διαδικτύου μπορεί να τις προσφέρει στους κατοίκους της (Anthopoulos L.G. 2017). Η πληροφόρηση η οποία λαμβάνεται από τους κατοίκους της μπορεί να κάνει της δημόσιες υπηρεσίες της πιο ελκυστικές, πιο προσβάσιμες και σαφώς τη χρήση τους πιο αποτελεσματική. Σημαντικό ρόλο στην επιτυχία μιας πόλης αυτής της κατηγορίας έχει και το είδος αλλά και ο τρόπος που παραδίδονται οι πληροφορίες στους ενδιαφερόμενος.

Σε ένα αστικό περιβάλλον υπάρχουν διάφοροι τύποι πληροφοριών. Άλλες μπορεί να είναι πολύπλοκες, άλλες εύκολες στην κατανόηση, άλλες χρήσιμες και άλλες πάλι ανούσιες που δεν είναι καθόλου χρήσιμη η παρουσία τους. Τα έξυπνα συστήματα – λύσεις είναι αυτά που φιλτράρουν τις πληροφορίες αυτές και παραδίδουν τις απαραίτητες και χρήσιμες ώστε άνθρωποι και κυβερνητικοί θεσμοί να μπορούν να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους. Η ανάπτυξη μιας τέτοιας πόλης μπορεί να

τονώσει την κοινωνία και την οικονομία της περιοχής εφόσον πάντα η πληροφορία στο σύγχρονο κόσμο που ζούμε έχει μεγάλη αξία, αξία που μεγαλώνει περισσότερο όταν είναι διαθέσιμη στο ευρύ κοινό (F. Webster 2001).

4.2 Πλαίσια ανάπτυξης Έξυπνων Πόλεων

Οι Nam and Pardo (2011) σε μια έρευνα τους που δημοσιοποίησαν επέλεξαν να κατηγοριοποιήσουν τις ΕΠ σε διαφορετικές κατηγορίες από αυτές που αναλύθηκαν πιο πάνω. Η τοποθέτηση των πόλεων σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες – πλαίσια βασίζεται στην διάσταση στην οποία περικλείετε και αναπτύσσεται ταυτόχρονα η όλη ιδέα της έξυπνης λύσης. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κάθε πλαίσιο επίσης έχει τις δικές του υποκατηγορίες, οι πλείστες των οποίων είναι η κατηγορίες οι οποίες αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο και για το λόγο αυτό θα γίνει μόνο ονομαστική αναφορά στην κατηγορία – πλαίσιο που εμπίπτουν.

4.2.1 Τεχνολογική διάσταση

Το πλαίσιο της πόλης που έχει τεχνολογική διάσταση βασίζεται στην χρήση τεχνολογικών υποδομών – λύσεων μέσω των οποία η ανάπτυξη της πόλης στοχεύει στην ευμάρεια των κατοίκων της (Nam and Pardo, 2011). Οι υποκατηγορίες (οι οποίες εξάλλου αναφέρονται και αναλύθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο) που περιλαμβάνει το πλαίσιο αυτό είναι: η Ψηφιακή Πόλη, η Διασυνδεδεμένη Πόλη, η Πόλη των Πληροφοριών κτλ.

Για την κάλυψη των αναγκών της πόλης, το πλαίσιο αυτό στηρίζεται στην συνδεσιμότητα των κατοίκων, της εξουσίας, των υπηρεσιών, επιχειρήσεων και λοιπών φορέων μεταξύ τους. Η τεχνολογική διάσταση της πόλης αποτελεί ένα αναπτυγμένο δίκτυο επικοινωνιών το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ όλων των ατόμων τα οποία είτε κατοικούν είτε εργάζονται σε μια πόλη. Οι πόλεις που έχουν τεχνολογική διάσταση επίσης δίνουν την δυνατότητα στους πολίτες τους να έχουν απρόσκοπτη πρόσβαση στις διαθέσιμες πληροφορίες, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιούν τις διαθέσιμες τεχνολογίες οποιαδήποτε ώρα και σε οποιοδήποτε μέρος και αν βρίσκονται.

Στο επίκεντρο του πλαισίου αυτού βρίσκεται η ανάπτυξη του ψηφιακού περιβάλλοντος της πόλης το οποίο είναι υπεύθυνο να συλλέγει δεδομένα αλλά και παράλληλα μετά την ανάλυση να διανέμει τις πληροφορίες προς όποιο τις χρειάζεται. Οι κάτοικοι μέσω της εφαρμογής των έξυπνων λύσεων ζουν και εξαρτώνται σε μεγάλο μέρος από το διαδίκτυο. Το πλαίσιο αυτό δίνει τη δυνατότητα μέσω των δικτυωμένων πληροφοριακών συστημάτων να μπορούν οι κάτοικοι, επιχειρήσεις και κυβερνητικών θεσμών να αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (Nam and Pardo, 2011).

4.2.2 Ανθρώπινη διάσταση

Μια έξυπνη πόλη έχει και την ανθρώπινη διάσταση της, η οποία περιλαμβάνει την ανταπόκριση και συμπεριφορά των κατοίκων της προς τη χρήση εφαρμοσμένων έξυπνων λύσεων. Η επιτυχία μιας έξυπνης λύσης βασίζεται στην σωστή εκπαίδευση και απόκτηση της απαραίτητης γνώσης για την

ορθή χρήση της και να μπορεί να εκμεταλλευτεί ο καθένας στο έπακρο τις δυνατότητες που του προσφέρει μια έξυπνη λύση. Στο πλαίσιο αυτό εμπίπτει η Πόλη της Γνώσης η οποία αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Πριν, κατά και μετά την εφαρμογή οποιασδήποτε έξυπνης λύσης απαραίτητη προϋπόθεση είναι η καλλιέργεια ενός θετικού κλίματος προς αυτήν σιγουρεύοντας με τον τρόπο αυτό ότι θα χρησιμοποιηθεί από ένα μεγάλο ποσοστό των κατοίκων. Δίνεται έμφαση λοιπόν στην “ανθρώπινη υποδομή”. Μια πόλη η οποία έχει στον κόλπο της άτομα εκπαιδευμένα και μορφωμένα, εκτός από το ότι θα δεχτούν και θα ανταποκριθούν πιο θετικά σε ενδεχόμενη εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης, παράλληλα θα είναι τα ίδια άτομα τα οποία θα καινοτομήσουν και με τη σειρά τους θα προσφέρουν ιδέες – λύσεις που μέσω της τεχνολογίας θα αυξήσουν την ευμάρεια της πόλης. Η δημιουργικότητα της πόλης, η κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη πιστεύετε ότι εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το μορφωτικό επίπεδο των κατοίκων μιας πόλης.

Υπάρχει εξάλλου και η άποψη ότι η γνώση φέρνει γνώση. Όταν λοιπόν οι κάτοικοι μιας πόλης έχουν σε ικανοποιητικό βαθμό μόρφωση, αυτή λειτουργεί σαν μαγνήτης και μπορεί να ελκύσει περισσότερα μορφωμένα άτομα αυξάνοντας τις πιθανότητες για επιτυχία των έξυπνων λύσεων. Και όχι μόνο αυτό αλλά επίσης αυξάνει και τις πιθανότητες εύρεσης καινούριων λύσεων με μεγαλύτερη αποδοτικότητα (Nam and Pardo, 2011).

4.2.3 Θεσμική διάσταση

Για να εφαρμοστεί μια έξυπνη λύση σε μια πόλη κάποιος πρέπει να αναλύσει τις δυνατότητες – οφέλη της και να είναι σε θέση να πάρει απόφαση για έγκριση ή απόρριψη της. Επομένως οι θεσμοί – εξουσία είναι μια ακόμα σημαντική διάσταση για την επιτυχία της ΕΠ. Η θεσμική διάσταση μιας πόλης περιλαμβάνει τους κυβερνώντες και τις πολιτικές τους οι οποίες πρέπει να συνάδουν με το σύγχρονο περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτό εμπίπτουν η ΒΠ και η ΠΠ.

Οι θεσμοί οι οποίοι έχουν την εξουσία και την υπευθυνότητα λήψης αποφάσεων πρέπει να έχουν τεχνολογική συνείδηση, η οποία θα τους επιτρέψει να αξιολογήσουν σωστά της τεχνολογικές δυνατότητες – ευκαιρίες οι οποίες μπορούν με την αξιοποίηση τους να προσφέρουν άνεση και ευημερία στον κάθε κάτοικο της πόλης στην οποία υπηρετούν. Όταν η εξουσία έχει τη δυνατότητα και ικανότητα να εφαρμόζει σωστές - σωστά τεχνολογικές λύσεις επιτρέπει με τον τρόπο αυτό την μεταμόρφωση της από ένα απλό αστικό κέντρο σε μια πραγματικά έξυπνη πόλη.

Η κατανόηση ανάγκης για χρήση της τεχνολογίας σε υπηρεσίες που εξυπηρετούν τους κατοίκους μιας πόλης είναι η αιτία να για ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συνόλου (θεσμοί, κάτοικοι, επιχειρήσεις και υπηρεσίες). Ένα σύνολο το οποίο στοχεύει και μάλλον θα τα καταφέρει σε κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη της πόλης. Επομένως το πλαίσιο αυτό έχει ως στόχο την σωστή προετοιμασία, εκπαίδευση και μόρφωση των ατόμων που έχοντας στα χέρια τους την εξουσία μπορούν με τις αποφάσεις τους να την μεταμορφώσουν (Nam and Pardo, 2011)

4.3 Εργαλεία – λογισμικά - μοντέλα που χρησιμοποιούνται από τους φορείς χάραξης πολιτικών ΕΠ

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως πολλά άτομα θεωρούν ότι ΕΠ είναι οι πόλεις οι οποίες χρησιμοποιούν αναπτυγμένες τεχνολογίες ή μικροεφευρέσεις που προσφέρουν λύσεις σε απλές καθημερινές ανάγκες. Οι οποίες δεν είναι στην ουσία λύσεις αλλά μάλλον αγαθά πολυτελείας και για αυτό το λόγο η εξήγηση της έννοιας με τον τρόπο αυτό είναι λανθασμένη. Η χρήση της έννοιας «Έξυπνη Πόλη» πρέπει να γίνεται μόνο για να τονιστεί η σημασία της τεχνολογίας όπου μέσω των εργαλείων που προσφέρει μπορεί να γίνει εφικτή η ανάπτυξη μιας πόλης η οποία να κάνει τη διαφορά στο βιοτικό επίπεδο ζωής των κατοίκων της. Όλων των κατοίκων της (Kramers et al., 2014). Το γεγονός όμως ότι ούτε ακαδημαϊκοί αλλά ούτε και οι επαγγελματίες στο χώρο της ΕΠ έχουν καταλήξει σε ένα ορισμό για αυτήν είναι δύσκολο να καταλήξουν και στον τρόπο αξιολόγησης των αποτελεσμάτων που μπορεί να φέρει η εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης σε μια πόλη.

Οτιδήποτε έχει να κάνει με τη τεχνολογία σχετίζεται πάντα με την πληροφορία η οποία είναι στην ουσία επεξεργασμένα δεδομένα. Εκτός όμως από επεξεργασία δεδομένων χρειάζονται επίσης εργαλεία τα οποία θα καταδείξουν αν μια πόλη μπορεί να εξελιχθεί σε ΕΠ και αν ναι τότε επίσης υπάρχουν εργαλεία τα οποία θα καταγράψουν στρατηγικές, προτεραιότητες, επενδύσεις και γενικά τον όλο σχεδιασμό και προσαρμογή ενός πλάνου για την επίτευξη του στόχου αυτού (Scottish Cities Alliance, 2014). Τα εργαλεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς:

- Βελτιωμένης συλλογής δεδομένων
- Λεπτομερή επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων
- Βελτιωμένη απεικόνιση και προβολή των δεδομένων
- Στοχευμένη και δυναμική ανταπόκριση στα δεδομένα και τέλος
- Όλα τα πιο πάνω θα έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την βελτιωμένη αποδοτικότητα και καλύτερα αποτελέσματα με την εφαρμογή της έξυπνης λύσης

(Scottish Cities Alliance, 2014).

Η ανάλυση δεδομένων είναι το πιο σημαντικό κομμάτι όταν χρειάζεται να σχεδιαστεί ένα έργο για τις ΕΠ. Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδειχτεί ότι επιχειρήσεις και οργανισμοί οι οποίοι μελέτησαν και ξέρουν πως να αξιοποιήσουν τα δεδομένα ενός έργου μπορεί να:

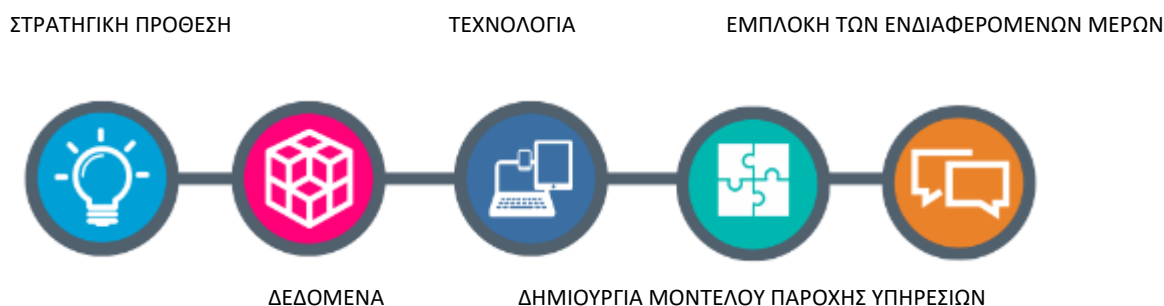
- Έχουν διπλάσιες πιθανότητες να πετύχουν στις οικονομικές τους δραστηριότητες
- Είναι πέντε φορές ταχύτεροι στις λήψεις καίριων αποφάσεων και
- Έχουν τριπλάσιες πιθανότητες ώστε τα σχέδια τους να εκτελεστούν όπως αρχικά έχουν σχεδιαστεί

(URBANTIDE, 2016)

Το ίδιο ισχύει και για το σχεδιασμό και εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης. Όμως μπορεί η επεξεργασία δεδομένων να είναι ένα σημαντικό μέρος του όλου έργου όμως δεν είναι το μόνο. Πριν από τη λήψη της οποιαδήποτε απόφασης πρέπει οι αρμόδιοι να μελετήσουν επίσης άλλα πρότυπα ΕΠ τα οποία μπορεί να είναι ήδη σε εφαρμογή αξιολογώντας τα μοντέλα διακυβέρνησης και τις υπηρεσίες οι οποίες προσφέρονται μέσω αυτών για να μπορέσουν να πείσουν επενδυτές να τους χρηματοδοτήσουν, ενώ παράλληλα να διασφαλίσουν ότι η λύση που θα εφαρμοστεί θα έχει το μέγιστο αποτέλεσμα στις επενδύσεις αυτές.

4.3.1 Μοντέλο ωριμότητας έξυπνων πόλεων και εργαλείο αυτο-αξιολόγησης (Smart Cities Maturity Model and Self-Assessment Tool)

Το μοντέλο αυτό βασίζεται στο αναγνωριστικό αναφοράς IDC MaturityScape. Το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε έργο ευρείας κλίμακας στο οποίο για την ολοκλήρωση του αλλά και για την συνεχόμενη προσφορά του απαιτείται η χρήση της τεχνολογίας. Είναι στην ουσία μια ομάδα εργαλείων των οποία τα αποτελέσματα τους επιτρέπουν στους αρμοδίους και στους εμπλεκόμενους στο έργο να ανταποκρίνονται σε οποιοδήποτε πρόκληση αλλά και στο ανταγωνιστικό περιβάλλον (IDC, 2016). Δίνει τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις – οργανισμούς να αναγνωρίζουν πιθανούς κινδύνους που μπορεί να προκύψουν πριν κατά και μετά το σχεδιασμό και εφαρμογή ενός έργου ώστε να μπορούν να ανταποκρίνονται ανάλογα με την κάθε πρόκληση



Πιο πάνω φαίνονται τα πέντε μέρη – διαστάσεις που το μοντέλο αξιολογεί την ετοιμότητα της πόλης στο καθένα από αυτά (URBANTIDE, 2016).

Στρατηγική πρόθεση: είναι το στρατηγικό πλάνο το οποίο ευθυγραμμίζει τις υπηρεσίες και λοιπούς αρμοδίους ώστε όλοι να έχουν ένα κοινό πλάνο βασιζόμενο στις στρατηγικές ανάγκες – προτεραιότητες μια πόλης οι οποίες πρέπει αυτές βάση της προτεινόμενης λύσης να ικανοποιηθούν στο έπακρο. Οι πόλεις που θεωρούνται επιτυχημένες ΕΠ είναι αυτές που τα αποτελέσματα της λύσης ικανοποιούν και ευθυγραμμίζονται με τις στρατηγικές προτεραιότητες της πόλης.

Δεδομένα: το δεύτερο μέρος του πλαισίου είναι η εξασφάλιση των δεδομένων. Δεδομένα τα οποία θα μπορούν να συλλεχτούν με τέτοιο τρόπο ώστε η επεξεργασία τους να είναι εύκολη αλλά επίσης και η ανάλυση τους να εξασφαλίζει την αποτελεσματικότητα της λύσης.

Τεχνολογία: Η χρήση της τεχνολογίας πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μπορεί να εξάγει αυτοματοποιημένα και δυναμικά αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Η καινοτομία της έξυπνης λύσης σε μια πόλη να βασίζεται ακριβώς στην ευελιξία της τεχνολογίας να χειρίζεται ολοκληρωμένες αρχιτεκτονικές ΤΠΕ που στόχο έχει το μέγιστο κέρδος τόσο για τους επενδυτές όσο και για τα άτομα που θα απολαύσουν τις υπηρεσίες της.

Δημιουργία μοντέλου παροχής υπηρεσιών: Μέσω της μελέτης των παραδοσιακών συστημάτων να γίνεται σύσταση για δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος. Βάση των δυνατοτήτων των παλιών συστημάτων να σχεδιάζεται το καινούριο σύστημα το οποίο αναλόγως των τεχνολογιών να προσαρμόζεται στις πραγματικές ανάγκες αλλά στις ευκαιρίες οι οποίες δεν αξιοποιούντουσαν από προηγούμενα συστήματα

Εμπλοκή των ενδιαφερόμενων μερών: Εφόσον προκύψει η δυνατότητα μιας έξυπνης λύσης για μια πόλη, απαραίτητο για την ανάπτυξη της είναι η εμπλοκή των επενδυτών και άλλων αρμοδίων – ενδιαφερόμενων ατόμων. Οι επενδυτές καλούνται να επενδύσουν σε κάτι καινοτόμο για αυτό και πρέπει να πειστούν ότι όντως η λύση θα προσφέρει θετικά αποτελέσματα στους πολίτες ενώ παράλληλα θα γίνει τουλάχιστον απόσβεση της αρχικής επένδυσης. Ταυτόχρονα η λύση θα αφομοιώνεται ολοένα και πιο πολύ από το κοινό το οποίο στόχευε, πράγμα το οποίο θα επιτρέπει και επιστροφή κερδών σε αυτούς (Scottish Cities Alliance, 2014).

Όλα τα πιο πάνω στάδια μαζί αλλά και το καθένα ξεχωριστά προκαλούν τους αρμόδιους εφαρμογής μιας έξυπνης λύσης σε ένα αστικό περιβάλλον να αξιολογήσουν την ετοιμότητα και την ωριμότητα όλων των εμπλεκόμενων πλευρών. Για να φανεί το επίπεδο ετοιμότητας υπάρχει συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο στο οποίο καλούνται να απαντήσουν και αναλόγως των απαντήσεων και των αποτελεσμάτων μπορεί η λύση να κατηγοριοποιηθεί σε 5 επίπεδα ετοιμότητας – ωριμότητας το οποίο επίσης χαρακτηρίζει και το επίπεδο της λύσης το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί στην πόλη αυτή.

- Επίπεδο 1 - Λύση συγκεκριμένου σκοπού μικρής κλίμακας (Ad-Hoc solution): Δεν υπάρχει συγκεκριμένη πρωτοβουλία αλλά ούτε και βούληση για εφαρμογή μιας λύσης σε ένα πλαίσιο που να επικεντρώνεται στις ψηφιακές υπηρεσίες. Εάν μια πόλη βρίσκεται σε αυτό το επίπεδο μετά την αυτοαξιολόγηση της τότε ίσως και να μην είναι σε θέση να εφαρμόσει οποιαδήποτε έξυπνη λύση μέχρι την περεταίρω ανάπτυξη της. Δεν υπάρχει καμιά στρατηγική πρόθεση για εφαρμογή κάποιας λύσης λόγω του ότι τα δεδομένα είναι περιορισμένα ενώ επίσης υπάρχουν προβλήματα με την ποιότητα τους και την ακεραιότητα αυτών. Οι επενδύσεις και οι υποδομές σε τεχνολογίες γενικά είναι περιορισμένες έως και εντελώς ανύπαρχτες. Οι αρμόδιοι παράλληλα δείχνουν την προτίμησή τους στα παραδοσιακά και συνηθισμένα συστήματα ενώ δεν διαφαίνεται και μεγάλη εμπάθεια στο να γίνει στροφή προς πιο σύγχρονα συστήματα για την παροχή των υφιστάμενων υπηρεσιών. Τέλος η έλλειψη πληροφόρησης για τις επιδόσεις των υπηρεσιών που προσφέρονται είναι ακόμη ένας λόγος που μια πόλη μπορεί να βρίσκεται σε αυτό το στάδιο.
- Επίπεδο 2 - Καιροσκοπική λύση (Opportunistic solution): Η ετοιμότητα της πόλης είναι στο σημείο το οποίο οι έξυπνες λύσεις οποίες μπορούν να συγχωνεύσουν υπάρχοντα συστήματα τα οποία θα παράγουν πιο μεθοδικά αποτελέσματα. Υπάρχει διάθεση να γίνουν επενδύσεις για νέα συστήματα υπηρεσιών ενώ παράλληλα υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός δεδομένων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα νέα συστήματα. Μπορεί να υπάρξουν όμως εμπόδια τα οποία από τη μια αναγνωρίζονται αλλά δεν υπάρχει η δυνατότητα ακόμη να ξεπεραστούν όπως για παράδειγμα ο περιορισμένος αριθμός δικτυωμένων υπηρεσιών οι οποίες εντούτοις είναι τουλάχιστον διαθέσιμες μέσω μικρών επενδύσεων να προσφέρουν βελτιωμένη πληροφόρηση στους πολίτες που τις χρησιμοποιούν.
- Επίπεδο 3 - Λύση συγκεκριμένου σκοπού και με επαναληψιμότητα (Purposeful and repeatable solution): Η πόλη μπορεί να βασιστεί σε ολοκληρωμένα συστήματα έξυπνων λύσεων όπου οι επενδυτές όταν τους ζητηθεί θα επενδύσουν είναι πρόθυμοι να δώσουν το σύνολο του κόστους του συστήματος και όχι μόνο ορισμένα μέρη του εφόσον βλέπουν ότι υπάρχει διάθεση και θέληση για την επιτυχία της εφαρμογής αυτού. Υπάρχει κοινό όραμα για την ΕΠ ενώ υπάρχουν υπεύθυνοι αρμόδιοι σε όσους τομείς χρειάζεται να εμπλακούν για την εφαρμογή της λύσης. Μπορεί να γίνει ορθή διαχείριση των δεδομένων εξαιτίας της δυνατότητας της σωστής καταγραφής και ανάλυσης μεγάλων σε αριθμό δεδομένων. Υπηρεσίες κλειδιά είναι ήδη συνδεδεμένες μεταξύ τους οι οποίες επίσης μπορούν να προσαρμοστούν και να διαμορφωθούν αναλόγως ανάγκης και προκλήσεων. Υπάρχει ταυτόχρονα και μεγάλη συμμετοχή του κοινού πράγμα που επιτρέπει τους επενδυτές να προσεγγιστούν με μεγαλύτερη ευκολία. Τέλος οι προϋπολογισμοί ετοιμάζονται και

προσαρμόζονται ώστε να διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα και διαφανής εφαρμογή της οποιαδήποτε έξυπνης λύσης

- Επίπεδο 4 - Λειτουργική λύση (Operationalised solution): Η πόλη είναι έτοιμη να δεχτεί μια λύση της οποίας τα συστήματα να αποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο ενώ ταυτόχρονα να λαμβάνουν δεδομένα από ευρείας κλίμακας διαφορετικών περιβαλλόντων. Υπάρχει όραμα για σωστή ανάπτυξη μιας έξυπνης λύσης της οποίας η εφαρμογή θα εγγυάται θετικά αποτελέσματα. Τα υπάρχοντα συστήματα προσφέρονται για περαιτέρω ανάπτυξη και τυχόν βελτιώσεις σε αυτά θα προσφέρουν παράλληλα και βελτίωση στο επίπεδο των υπηρεσιών. Υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και αποθήκευσης δεδομένων η ανάλυση των οποίων μπορεί να φανεί πάρα πολύ χρήσιμη στη λήψη σημαντικών αποφάσεων. Η διάθεση των εμπλεκόμενων είτε αυτοί είναι οι αρμόδιοι υπηρεσιών ή επενδυτές ή ακόμη και απλοί πολίτες που θα απολαμβάνουν – χρησιμοποιούν την έξυπνη λύση είναι ιδιαίτερα θετική. Επίσης μια πόλη με αυτό το επίπεδο ετοιμότητας έχει πολλά και διαφορετικά κανάλια επικοινωνίας με τα άτομα που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Άτομα τα οποία υλοποίησαν τις υπάρχουσες υποδομές μερίμνησαν για την πιθανότητα περαιτέρω ανάπτυξή τους , άρα αναλόγως ανάγκης μπορεί να επεκταθούν.
- Επίπεδο 5 - Βελτιστοποιημένη λύση (Optimised solution): Η στρατηγική της πόλης είναι προσαρμοσμένη για την έξυπνη ανάπτυξης αυτής γιατί οι προτεραιότητες είναι ξεκάθαρες και στοχεύουν την καινοτομία στην πόλη αυτή. Ο οδικός χάρτης για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή της έξυπνης λύσης δημιουργείται βάση σαφών ενδείξεων για τις ανάγκες της πόλης και των κατοίκων αυτής. Υπάρχει δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ενώ οι πιο πάνω διαδικασίες μπορούν να γίνονται αυτοματοποιημένα εφόσον η πόλη είναι σε μεγάλο βαθμό δικτυωμένη. Υπάρχει σαφής διάθεση από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη να προσαρμόζουν τα συστήματα και να επενδύουν σε αυτά. Παράλληλα η ηγεσία της πόλης έχει τη δυνατότητα όπου παρουσιάζεται ευκαιρία να καινοτομεί με γνώμονα της θετικές επιπτώσεις των καινοτόμων αυτών ιδεών προς τους πολίτες της.

(Scottish Cities Alliance, 2014).

Το όλο σκεπτικό του πλαισίου βασίζεται στο φαινόμενο του δικτύου (Network effect), όπου άνθρωποι, δεδομένα και τεχνολογία για να αυξήσουν τις πιθανότητες σωστής εφαρμογής αλλά και τον πολλαπλασιασμό των θετικών αποτελεσμάτων μιας έξυπνης λύσης πρέπει να είναι ενωμένα – δικτυωμένα μεταξύ τους. Και ακριβώς το μοντέλο αυτό αφουγκράζεται την ετοιμότητα των εμπλεκόμενων – αρμοδίων ως προς το εάν τα άτομα αυτά νοουμένου ότι κατασκευαστούν οι υποδομές θα μπορούν να ανταπεξέλθουν στις προκλήσεις για να εξασφαλίσουν την επιτυχία της εφαρμογής της λύσης. Τα αποτελέσματα για το επίπεδο ωριμότητας μιας πόλης δημιουργούνται από τις απαντήσεις σε συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο το οποίο δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό. Το ερωτηματολόγιο μπορεί να τύχει επίσης επεξεργασίας και αλλαγών αναλόγως του τομέα που θα εξεταστεί η πόλη αυτή (π.χ. ενέργεια, υδροδότηση, συγκοινωνίες κτλ.) Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό αξίζει να τονιστεί ότι το πλαίσιο βοηθά τις πόλεις να καταλάβουν τη θέση τους στο ταξίδι για την μετατροπή τους από απλό αστικό κέντρο σε μια καθόλα ΕΠ. Για να θεωρείτε μια έξυπνη πόλη επιτυχημένη πρέπει να είναι σε θέση να διαχειριστεί πολλά ευρείας κλίμακας στρατηγικά συστήματα των οποίων τα ωφέληματα να μπορεί να τα απολαύσει ο κάθε πολίτης αυτής (URBANTIDE 2016).

4.4 Βασικοί Δείκτες Απόδοσης Έξυπνων Πόλεων

Οι βασικοί δείκτες απόδοσης (ΒΔΑ) είναι μετρήσεις που μπορούν να δείξουν την απόδοση ενός έργου. Είναι φυσικά επιθυμητό το επίπεδο της απόδοσης του έργου να είναι υψηλό λόγω του ότι συνδέεται με το στρατηγικό στόχο που έχει τεθεί κατά το στάδιο της σχεδίασης. Οι ΒΔΑ είναι αυτοί που μετατρέπουν την εκτέλεση της στρατηγικής σε μετρήσιμους πλέον όρους. Η εφαρμογή των ΒΔΑ στις επιχειρήσεις είναι τυπική πρακτική διαχείρισης. Η εφαρμογή όμως και η μέτρηση της απόδοσης μιας λύσης σε μια ΕΠ είναι περίπλοκη υπόθεση. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας της πολιτικής, αλλά και λόγω του ότι μια έξυπνη λύση σε αστικό περιβάλλον λαμβάνει χώρα σε ένα περιβάλλον πολλαπλών διαστάσεων που επηρεάζουν το επίπεδο της απόδοσης.

Οι τοπικές διοικήσεις τείνουν να χρησιμοποιούν ένα ποικίλο σύνολο (ΒΔΑ) για να αξιολογήσουν την επιτυχία συγκεκριμένων σχεδίων - έργων. Αυτοί οι δείκτες μπορεί να αντικατοπτρίζουν τους περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους της πόλης, ως επίσης και τους οικονομικούς της στόχους. Υπάρχουν τρόποι και μονάδες μέτρησης οι οποίες μπορούν να δείξουν το μέγεθος της επιτυχίας μιας έξυπνης λύσης στην πόλη αλλά επίσης μπορούν να διατυπώσουν την πρόοδο των στρατηγικών σχεδίων για την επίτευξη των στόχων τους. Είναι σημαντικό οι μετρήσεις που “βαθμολογούν” την επιτυχία να συνδέονται με το όραμα και τους στόχους που έχουν τεθεί.

Υπάρχουν προηγούμενες έρευνες οι οποίες προσπαθούν να χαρακτηρίσουν η καθεμιά με διαφορετικό τρόπο αυτούς τους ΒΔΑ για τις ΕΠ. Πιο κάτω θα γίνει αναφορά σε ορισμένες από αυτές. Για αρχή οι Vogt, Dashja και Robinson (2013) επιδίωξαν να θεσπίσουν ένα πλαίσιο για τον σχεδιασμό και την παροχή ΒΔΑ σε δημόσιους και άλλους φορείς που εμπλέκονται στην υλοποίηση έργων ΕΠ. Το πλαίσιο αυτό καλύπτει διάφορα ζητήματα που πρέπει να υπολογίζονται κατά τη φάση σχεδιασμού των έργων, όπως: ακροατήριο, πεδίο εφαρμογής, κατηγορίες, αρχές και μονάδες. Περιλαμβάνει επίσης τις εκτιμήσεις σχετικά με την επιλογή, την αξιολόγηση και την εφαρμογή των ΒΔΑ από διάφορους ενδιαφερόμενους (Vogt, Dashja and Robinson, 2013). Εκτός των άλλων γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις κατηγορίες των ΒΔΑ και στις υποκατηγορίες* τους οι οποίες είναι:

ΒΔΑ για το περιβάλλον: Δείκτες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με τον ευρωπαϊκό 20/20/20 (οι ενεργειακοί στόχοι για το 2020 θα έχουν 20% μείωση των εκπομπών CO₂ σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, παραγωγή 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και 20% αύξηση της ενεργειακής απόδοσης).

Μερικές από τις μετρήσεις που σχετίζονται με το περιβάλλον είναι:

ΒΔΑ	Μονάδα μέτρησης
Εξικονόμηση Ενέργειας	kWh (MWh)
	kWh/m ²
	kWh ανά άτομο
Αποθήκευση θέρμανσης	kWh (MWh)
	kWh/m ²
	kWh ανά άτομο
Επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού	m ³
Μείωση CO ₂	kg/m ²
	kg ανά άτομο

ΒΔΑ για την οικονομία: τιμές και εκτιμήσεις για το οικονομικό αντίκτυπο εφαρμογής έξυπνης λύσης στις πόλεις.

Μερικές από τις μετρήσεις που σχετίζονται με την οικονομία είναι:

ΒΔΑ	Μονάδα μέτρησης
Καθαρό Όφελος	Χρήματα - Νόμισμα
Απόδοση των επενδύσεων	Χρόνια
Κόστος εφαρμογής	Χρήματα - Νόμισμα
	Χρήματα - Νόμισμα ανά άτομο
Λειτουργικό κόστος	Χρήματα - Νόμισμα
	Χρήματα - Νόμισμα ανά άτομο

ΒΔΑ για τις υπηρεσίες: Περιλαμβάνει τιμές που να μετρήσουν την ποιότητα μιας παρεχόμενης υπηρεσίας και τρόπους μέτρησης για το πώς μια λύση μπορεί να προσφέρει κοινωνική ευημερία ή χρησιμότητα στην κοινωνία.

ΒΔΑ	Μονάδα μέτρησης
Χρήστες με πρόσβαση σε υπηρεσίες ιστού	Αριθμός ατόμων
	Ποσοστό πλυθησμού
Μέση ταχύτητα Διαδικτύου	Mbit
Ενεργοί πολίτες	Αριθμός ατόμων
	Ποσοστό πλυθησμού

* Οι υποκατηγορίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι ενδεικτικές και δεν περιλαμβάνουν το σύνολο που αναφέρονται στην έρευνα

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι Vogt, Dashja και Robinson (2013) έχουν αναλύσει και αναφέρει στην έρευνα τους ΒΔΑ οι οποίοι ακολουθούν τις υπάρχουσες ευρωπαϊκές συστάσεις και υπάρχουσες συλλογές ΒΔΑ.

Μια άλλη πιο αναλυτική έρευνα για του ΒΔΑ ΕΠ έγινε από το United for Smart Sustainable Cities (2017). Αποτελεί στην ουσία μια μεγάλη και λεπτομερή συλλογή από δείκτες που θα επιτρέψουν στις πόλεις να μετρήσουν την πρόοδό τους με την πάροδο του χρόνου, να συγκρίνουν τις επιδόσεις τους με άλλες πόλεις. Οι ΒΔΑ καθορίζουν τα κριτήρια για την αξιολόγηση της συμβολής των ΤΠΕ για να καταστήσει τις πόλεις πιο έξυπνες και πιο βιώσιμες και να παράσχει στις πόλεις τα μέσα αυτοαξιολόγησης. Μέσω της ανάλυσης και της ανταλλαγής δεδομένων οι πόλεις θα μπορούν να αναπτύξουν πρακτικές – πρότυπα – πλαίσια τα οποία να μπορούν να αξιοποιηθούν για την επίτευξη των στόχων της αειφόρου ανάπτυξης σε αστικό περιβάλλον.

Και σε αυτήν την περίπτωση η απόδοση μιας ΕΠ εξαρτάται από τρεις διαστάσεις: οικονομία, περιβάλλον και κοινωνία και πολιτισμός. Σε κάθε διάσταση, υπάρχουν υποκατηγορίες που επικεντρώνονται σε πιο συγκεκριμένους τομείς απόδοσης και προόδου. Οι δείκτες υποδιαιρούνται περαιτέρω σε βασικούς και προηγμένους δείκτες. Οι βασικοί δείκτες είναι αυτοί που θα πρέπει να μπορούν να αναφέρονται από όλες τις πόλεις, και να παρέχουν μια βασική περιγραφή της ευφυΐας

και της βιωσιμότητας αυτής. Οι προηγμένοι δείκτες παρέχουν μια πιο εμπειριστατωμένη άποψη για μια πόλη και μετράνε την πρόοδο σε πιο μεγάλη ανάλυση (United for Smart Sustainable Cities, 2017).

Οι Marijuán, Etminan and Möller (2013) έχουν παρουσιάσει επίσης τους δικούς ΒΔΑ ΕΠ. Στην έρευνά τους γίνεται αναφορά σε:

- Γενικοί τεχνικοί δείκτες απόδοσης
- Γενικοί δείκτες περιβαλλοντικών επιδόσεων
- Γενικοί δείκτες οικονομικής απόδοσης
- Γενικοί δείκτες απόδοσης για τις τεχνολογίες που σχετίζονται με τις ΤΠΕ
- Γενικοί δείκτες απόδοσης για τεχνολογίες που σχετίζονται με την κινητικότητα

Οι πιο πάνω δείκτες είναι οι βασικοί δείκτες απόδοσης λύσεων σε ένα αστικό περιβάλλον και ο καθένας έχει τις δικές του υποκατηγορίες, ενώ στη συνέχεια της έρευνας γίνεται και αναφορά σε δείκτες οι οποίοι υποστηρίζουν τους γενικούς ΒΔΑ (Marijuán, Etminan and Möller, 2013).

Οι Albino, Berardi and Dangelico (2015), έχουν με τη σειρά τους συλλέξει και αναλύσει στην δική τους έρευνα προηγούμενες έρευνες που σχετίζονται με τους ΒΔΑ ΕΠ. Μέσα από τη δική τους έρευνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι πιο σημαντικοί ΒΔΑ είναι αυτοί που μπορούν να μετρήσουν:

- Το επίπεδο της δικτυακής υποδομής μιας πόλης.
- Το επίπεδο της αστικής ανάπτυξης που έχει
- Το επίπεδο της κοινωνικής ένταξης των κατοίκων και το κατά πόσο το κοινωνικό κεφάλαιο συμμετέχει στην αστική ανάπτυξη
- Το επίπεδο των περιβαλλοντικών επιδόσεων

(Albino, Berardi and Dangelico, 2015)

Άλλη μια έρευνα από τους Patrizia et al., (2012) έχει προσδιορίσει τους δικούς ΒΔΑ οι οποίοι μπορούν να μετρήσουν το επίπεδο εξυπνάδας μιας πόλης. Τα βασικά στοιχεία αυτών των δειχτών μετρούν τα τιμές και αποδόσεις στους πιο κάτω τομείς:

- Έξυπνη διακυβέρνηση (που σχετίζεται με τη συμμετοχή)
- Έξυπνο ανθρώπινο κεφάλαιο (που σχετίζεται με τους ανθρώπους)
- Έξυπνο περιβάλλον (που σχετίζεται με τους φυσικούς πόρους)
- Έξυπνη διαβίωση (που σχετίζεται με την ποιότητα ζωής) και
- Έξυπνη οικονομία (που σχετίζεται με την ανταγωνιστικότητα).

(Patrizia et al., 2012)

Τέλος, η πιο αποτελεσματική για το γράφοντα έρευνα στον τομέα των ΒΔΑ για ΕΠ είναι αυτή των Hara et al., (2016) όπου αναλύει με απλό τρόπο το πώς μπορεί να μετρηθεί η απόδοση μιας ΕΠ (βλ. Εικόνα 2). Η ανάλυση περιλαμβάνει 4 κατηγορίες (περιβάλλον, οικονομία, κοινωνία και ικανοποίηση). Η κάθε κατηγορία περιλαμβάνει άλλα 3 επίπεδα. Το 2^ο είναι υποκατηγορία των

αρχικών διαστάσεων και το 3^ο επίπεδο υποκατηγορία του 2^{ου}. Τέλος στο 4^ο επίπεδο είναι η τιμή που παίρνει ο κάθε δείκτης βάση της απόδοσης του. (Hara et al., 2016).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στο πρώτο επίπεδο καταγράφονται 4 κατηγορίες: α) Περιβάλλον β) Οικονομία γ) Κοινωνία και δ) Ικανοποίηση. Στη συνέχεια στο δεύτερο επίπεδο προτείνονται άλλη έξι υπό-δείκτες: «περιβάλλον», «οικονομία», «άνεση», «υγεία», «ασφάλεια» και «ικανοποίηση» οι οποίοι συνδέονται με τις προηγούμενες αρχικές κατηγορίες. Όπως αναφέρουν οι Hara et al. (2016) το "περιβάλλον" και η "οικονομία" είναι απαραίτητοι ΒΔΑ για κάθε ΕΠ ενώ οι υποκατηγορίες της "Κοινωνίας" επιλέγεται σύμφωνα με τους στόχους που πρέπει η έξυπνη λύση να υπηρετήσει την πόλη. Αξίζει να σημειωθεί ότι το κύριο χαρακτηριστικό των ΒΔΑ σε αυτή την έρευνα είναι ότι χρησιμοποιούνται διάφορες μονάδες για να μπορούν τα δεδομένα από όποια κατηγορία και προέρχονται να μετατραπούν σε μετρήσιμες μονάδες.

1st Layer (Unit: Monetary Value)	2nd Layer (Unit: Monetary Value)	3rd Layer (Unit: Monetary Value)	4th Layer Examples (Unit: Monetary Value, %, Time, Weight, etc.)	
Environment	Environment	Environment/natural resource	Amount of GHG emissions, waste, resource depletion (water, underground resources etc.), toxic substances, biodiversity	
		Energy	Resource depletion, amount of consumption, sustainability of electricity supply, utilization rate of renewable energy	
Economy	Economy	Cost performance	Cost: deployment, operation, maintenance, benefit: financial effect, profit, employment rate, enterprising rate, online billing rate	
		Accident	Accident rate (victims, damaged objects), damage cost	
		Natural disaster	Damage rate (victims, damaged objects), damage cost	
		Crime	Damage rate (victims, damaged objects), damage cost	
Society	Safety	Information security	Information accessibility, information leakage rate, information importance, damage cost	
		Health management	activity level, nursing care cost, social security cost	
		Prevention of illness	Morbidity (incidence rate, prevalence, fatality rate), medical expenses	
		Medical treatment	Mortality, morbidity, medical expenses	
	Health	Stress	Morbidity, medical expenses	
		Comfort	Diverse opportunities	Labor force participation rate, number of tourists, frequency of visit, purchase rate, leisure time, means of transportation
			Barrier free	Usage ratio (number of people, frequency), user demographics
			Simplicity	Usage ratio (number of people, frequency), willingness to use, satisfaction level with equipment
Ubiquitous	Service area, service penetration ratio, service duration			
Satisfaction	Satisfaction	Citizens' degree of satisfaction	Willingness to pay	

Εικόνα 2: Πίνακας με την υποδομή των ΒΔΑ (Hara et al., 2016)

4.5 ISO 37120 - Αειφόρος ανάπτυξη των κοινοτήτων - Δείκτες για υπηρεσίες πόλης και ποιότητα ζωής

Το πρότυπο ISO 37120: 2014 ορίζει και θεσπίζει μεθοδολογίες για ένα σύνολο δεικτών για την καθοδήγηση και τη μέτρηση της απόδοσης των υπηρεσιών πόλης και της ποιότητας ζωής. Ακολουθεί τις αρχές που έχουν τεθεί και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το πρότυπο ISO 37101: "Βιώσιμη ανάπτυξη στις κοινότητες" το οποίο αφορά Συστήματα διαχείρισης: Γενικές αρχές και απαιτήσεις. Το πρότυπο ISO 37120: 2014 εφαρμόζεται σε οποιαδήποτε πόλη, δήμο ή τοπική αυτοδιοίκηση που αναλαμβάνει να μετρήσει τις επιδόσεις του με συγκρίσιμο και επαληθεύσιμο τρόπο, ανεξαρτήτως μεγέθους και θέσης (ISO 37120:2014, 2018).

Γενικά, το πρότυπο ISO 37120 ορίζει 100 δείκτες απόδοσης της πόλης που θα μπορούσαν ή θα έπρεπε να μετρηθούν και πώς. Συγκεκριμένα, το πρότυπο ορίζει 46 βασικούς και 54 δείκτες στήριξης που οι πόλεις επιβάλλεται να παρακολουθούν (πυρήνας των ΒΔΑ) είτε θα έπρεπε (υποστηρικτικοί ΒΔΑ) να παρακολουθούν και να μετρούν κατά τη διάρκεια εφαρμογής μιας έξυπνης λύσης σε ένα αστικό περιβάλλον (SCC Staff, 2014).

Παραδείγματα για το πώς χωρίζει σε κατηγορίες, κύριους και υποστηρικτικούς ΒΔΑ το πρότυπο αυτό φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα

Theme	Core Indicator	Supporting Indicator
ECONOMY	<ul style="list-style-type: none"> City's unemployment rate Assessed value of commercial and industrial properties as a % of total assessed value of all properties % of city population living in poverty 	<ul style="list-style-type: none"> % of persons in full-time employment Youth unemployment rate Number of businesses per 100 000 population Number of new patents per 100 000 population per year
EDUCATION	<ul style="list-style-type: none"> % of female school-aged population enrolled in schools % of students completing primary education: survival rate % of students completing secondary education: survival rate Primary education students/teacher ratio 	<ul style="list-style-type: none"> % of male school-aged population enrolled in schools % of school-aged population enrolled in schools Number of higher education degrees per 100 000 population
ENERGY	<ul style="list-style-type: none"> Total residential electrical energy use per capita (kWh/year) % of city population with authorized electrical service Energy consumption of public buildings per year (kWh/ m²) % of total energy derived from renewable sources, as a share of the city's total energy consumption 	<ul style="list-style-type: none"> Total electrical energy use per capita (kWh/year) Average number of electrical interruptions per customer per year Average length of electrical interruptions

Εικόνα 3: ΒΔΑ από το ISO 37120

Αξίζει να αναφερθούν ότι οι κατηγορίες του προτύπου αυτού είναι 17 στο σύνολο και είναι οι ακόλουθες (οι οποίες με τη σειρά τους έχουν τους κύριους ΒΔΑ και τους υποστηρικτικούς ΒΔΑ):

- Οικονομία
- Εκπαίδευση
- Ενέργεια
- Περιβάλλον
- Χρηματοδότηση
- Ανταπόκριση σε έκτακτες ανάγκες
- Κυβέρνηση
- Υγεία
- Ψυχαγωγία
- Ασφάλεια
- Καταφύγιο – Σκέπη
- Στερεά απόβλητα
- Τηλεπικοινωνίες – Καινοτομίες
- Μεταφορές

- Πολεοδομικός σχεδιασμός
- Απόβλητα
- Διαχείριση νερού

(SCC Staff, 2014)

Οι τυποποιημένοι αυτοί δείκτες επιτρέπουν να αξιολογηθεί η απόδοσή τους και να εκτιμηθεί η πρόοδος που σημειώθηκε κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος- σχεδίου καθώς και να αντληθούν συμπεράσματα για την απόδοση των υπηρεσιών σε ένα αστικό περιβάλλον. Βοηθούν επίσης στην καθοδήγηση της πολιτικής, του σχεδιασμού και της διαχείρισης σε πολλούς τομείς μιας πόλης. Πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει το πρότυπο αυτό είναι πιο αποτελεσματική διακυβέρνηση και παροχή ποιοτικότερων υπηρεσιών καθορίζοντας τους δείκτες αναφοράς και τους στόχους. Υιοθετώντας το πρότυπο αυτό οι αρμόδιοι, θέτουν στην ουσία ένα πλαίσιο για τον προγραμματισμό της αειφορείας στην πόλη τους. Πλαίσιο το οποίο μπορεί να ελκύσει επενδύσεις εφόσον πλέον θα μπορούν τα κέντρα λήψης αποφάσεων να χαράσσουν με διαφάνεια στρατηγικά σχέδια τα οποία θα μπορούν να αξιολογούνται με μετρήσιμες μονάδες (SCC Staff, 2014).

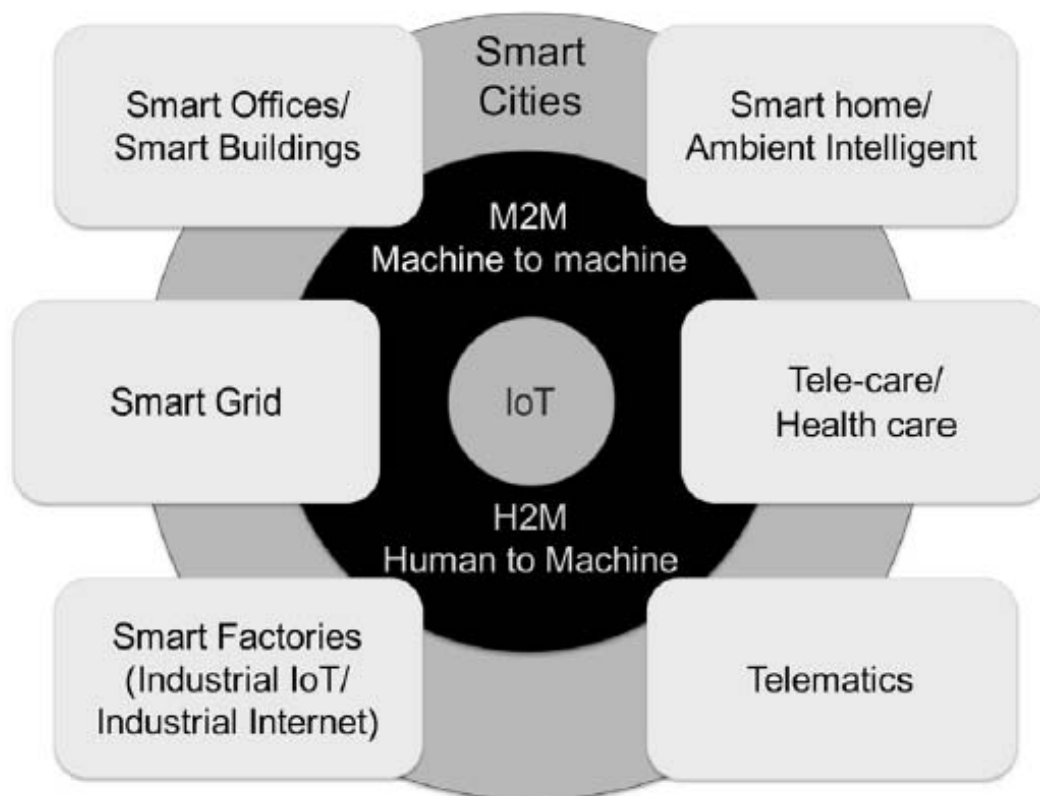
4.6 IoT και WoT – Η σύνδεσή τους με τις Έξυπνες Πόλεις

4.6.1 IoT

Ο όρος Internet of Things εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1999 σε ένα άρθρο του Kevin Ashton, όταν παρουσίασε μία έκθεση σχετικά με την αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID). Ήταν ο πρώτος ο οποίος περιέγραψε ένα σύστημα το οποίο ήταν συνδεδεμένο με το Διαδίκτυο μέσω πολλαπλών αισθητήρων. Η ιδέα της αυτόματης συλλογής δεδομένων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία RFID και την τεχνολογία ανίχνευσης, μαζί με τη συνεχή ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSNs), των αρχιτεκτονικών μηχανών-προς-μηχανών (M2M), της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και των σημασιολογικών τεχνολογιών, επέτρεψε την ανάπτυξη του IoT (Hui et al., 2017).

Το IoT θεωρείται ως επέκταση του υπάρχοντος διαδικτύου, όπου η αλληλεπίδραση Ανθρώπου με Άνθρωπο (H2H) κυριαρχεί στην καθημερινή επικοινωνία του δικτύου. Για να γίνει εφικτή η αλληλεπίδραση αυτή μεταξύ των ανθρώπων μπορεί η επικοινωνία να πάρει πολλές μορφές όπως για παράδειγμα μηνύματα κειμένου, τηλεδιάσκεψη φωνής και βίντεο, αλλά και κοινωνικής δικτύωσης. Την ίδια στιγμή η αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπου-μηχανής (H2M) έχει γίνει ένα ακόμα σημαντικό μέρος της επικοινωνίας μέσω του Διαδικτύου εφόσον λόγω ανάγκης αλλά και εφόσον η ανάπτυξη της τεχνολογίας το επέτρεψε οι μηχανές να γίνουν πιο έξυπνες με την τεχνητή νοημοσύνη. Ένα έξυπνο μηχάνημα ή έξυπνος υπολογιστής μπορεί να προσαρμόσει το περιεχόμενο για μια δυναμική ιστοσελίδα και να το παρουσιάσει σε έναν συγκεκριμένο χρήστη σύμφωνα με το ιστορικό περιήγησής του. Το IoT είναι μια ιδέα για να συνδεθούν τα αντικείμενα (πράγματα) με το Διαδίκτυο και η αλληλεπίδραση Thing-to-Thing ή M2M είναι η βασική τεχνολογία του IoT (Hui et al., 2017).

Οι ΕΠ εφαρμόζουν τις τεχνολογίες του IoT σε πολύ ευρύτερη κλίμακα, συνδέοντας τους ανθρώπους σε μια πόλη με όλες τις “έξυπνες τεχνολογίες” του IoT, προκειμένου να παράσχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για επιλεγμένους χρήστες με σωστές λεπτομέρειες την κατάλληλη στιγμή (Hui et al., 2017; Farahani et al., 2018). Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει μια τυπική ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών σε μια αρχιτεκτονική της ΕΠ.



Εικ. 2: Τυπική αρχιτεκτονική ΕΠ με το IoT (Hui et al., 2017, σελ. 359)

Ως εκ τούτου, το IoT επιτρέπει τη διασύνδεση φυσικών και εικονικών πραγμάτων. Αυτά τα πράγματα μπορεί να είναι αντικείμενα του φυσικού κόσμου ή πληροφορίες του εικονικού – ψηφιακού κόσμου. Αυτή η διασύνδεση – αλληλεπίδραση μπορεί να γίνει ανά πάσα στιγμή, σε οποιοδήποτε μέρος, και μεταξύ H2H, M2M και H2M. Ωστόσο, για να γίνει αυτό εφικτό υπάρχουν καθόλη την “διαδρομή” πολλά ετερογενή πράγματα συνθέτουν το IoT. Τα πιο σημαντικά είναι τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN), τα οποία αποτελούν τον πυρήνα του IoT. Ένα WSN διασυνδέει τους αισθητήρες, προκειμένου να αποκτήσει δεδομένα, με ένα διακομιστή ή ειδικό σύστημα για να επεξεργαστεί και ίσως να αυτοματοποιήσει τις εργασίες σε ένα μέρος. Μαζί με τα δίκτυα των αισθητήρων απαραίτητοι είναι και οι ενεργοποιητές (actuators), οι οποίοι επιτρέπουν την εκτέλεση ενεργειών, όπως κινητήρες, ανεμιστήρες, μηχανές κλπ. Ένας άλλος τύπος δικτύου είναι η σύντηξη μεταξύ ενός WSN και των ενεργοποιητών, γνωστού ως Wireless Sensor and Actuator Network (WSAN). Εκτός αυτού, τα Έξυπνα Αντικείμενα είναι επίσης σημαντικά στοιχεία, επειδή μπορούν να εκτελούν ενέργειες ως ενεργοποιητές, μπορούν να αισθανθούν επειδή συνήθως έχουν αισθητήρες και είναι έξυπνα ώστε να μπορούν να επεξεργάζονται πληροφορίες ή δεδομένα και να εκτελούν τις ανάλογες ενέργειες. Η δυνατότητα των πιο πάνω να μπορούν να συνδεθούν με το διαδίκτυο τα κάνει απαραίτητα κομμάτια του IoT.

Στη βάση αυτών, το IoT είναι η διασύνδεση ετερογενών αντικειμένων μεταξύ τους μέσω του Internet. Ο στόχος του IoT είναι να διασυνδέσει ολόκληρο τον κόσμο μέσω της δημιουργίας διαφορετικών

έξυπνων θέσεων για να αυτοματοποιηθεί, να βελτιώσει και να διευκολύνει την καθημερινή ζωή των πολιτών (González García et al., 2017; Farahani et al., 2018).

Σε αυτό το πλαίσιο οι Rashid et al. (2017) χρησιμοποίησαν το IoT προκειμένου να αποδείξουν ότι σε μία ΕΠ η χρήση αυτής της τεχνολογίας μπορεί να βοηθήσει άτομα με περιορισμένη κινητικότητα. Πιο συγκεκριμένα, οι τεχνολογίες IoT που χρησιμοποιήθηκαν είναι η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality) και RFID. Το πλαίσιο του συστήματος που προτείνουν μέσα από την έρευνα τους είναι μια διαδραστική εφαρμογή AR που “τρέχει” σε διαφορετικές διεπαφές, επιτρέποντας στον χρήστη να αλληλοεπιδράσει ψηφιακά με τα φυσικά αντικείμενα που επιθυμεί. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη σε ένα ενημερωμένο απόθεμα που παρέχεται από ένα σύστημα RFID. Η τεχνολογία RFID παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς μπορεί να εντοπίσει μεμονωμένα αντικείμενα χωρίς άμεση οπτική επαφή, καθώς και κρυφά αντικείμενα (Rashid et al., 2017). Μέσω της τεχνολογίας αυτής, αξιόπιστα και φθηνά συστήματα εντοπισμού θέσης (location aware systems) επιτρέπουν την αναπαράσταση της θέσης σε πραγματικό χρόνο σε 3D χάρτες, επιτρέποντας τη χρήση σεναρίων επαυξημένης πραγματικότητας (Santos et al., 2017).

Επίσης, οι Farahani et al. (2018) αναφέρονται σε διάφορες τεχνολογίες IoT στο πλαίσιο της ΕΠ. Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα εφαρμογής – χρήσης του IoT για της καθημερινές ανάγκες των ανθρώπων (όχι απαραίτητα χρήσης του για τις ΕΠ).

- Οι έξυπνες φορητές συσκευές, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ασθενείς που πρέπει να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την κατάσταση της υγείας τους, όπως η καρδιακή συχνότητα, η αρτηριακή πίεση και το επίπεδο γλυκόζης μέσω αισθητήρων, οι οποίες στη συνέχεια αποστέλλονται τις πληροφορίες αυτές σε εφαρμογές σε smartphones.
- Τα έξυπνα σπίτια μπορούν να ενισχυθούν από το IoT. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες ανίχνευσης θερμοκρασίας μπορούν να αλληλοεπιδρούν με τα συστήματα κλιματισμού. Επίσης, οι οικιακές κάμερες ασφαλείας μπορούν να καταγράψουν τυχόν εισβολείς και να στείλουν προειδοποιήσεις στους ιδιοκτήτες των κατοικιών μέσω εφαρμογών για κινητά.
- Τα συστήματα κυκλοφορίας και μεταφορών που ρυθμίζουν την κίνηση στους δρόμους μπορούν να παρακολουθούνται από το IoT για την επίτευξη έξυπνων πόλεων. Τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν και να αναλυθούν για να ενημερωθούν τα δίκτυα κυκλοφορίας και τα συστήματα μεταφοράς.
- Ακόμη και για τα σύστημα αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να λειτουργήσει με το IoT ώστε όλες οι παραδόσεις να μπορούν να καταγράφονται και να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο. Όταν τα αγαθά έχουν αποσταλεί στον προορισμό, τα αρχεία παράδοσης μπορούν να ενημερώνονται.
- Τέλος μία τράπεζα μπορεί μέσω του IoT να συνεργαστεί με αξιόπιστα συστήματα πληρωμών τρίτων μερών στα smartphones. Παραδείγματα περιλαμβάνουν τα Apple Pay, PayPal, Taobao και Alibaba, στα οποία οι πελάτες μπορούν να αγοράσουν και να πληρώσουν μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Οι πελάτες μπορούν να έχουν περισσότερες επιλογές πληρωμών και συνεπώς έναν πιο βολικό τρόπο για να ολοκληρώσουν τις συναλλαγές τους πιο εύκολα.

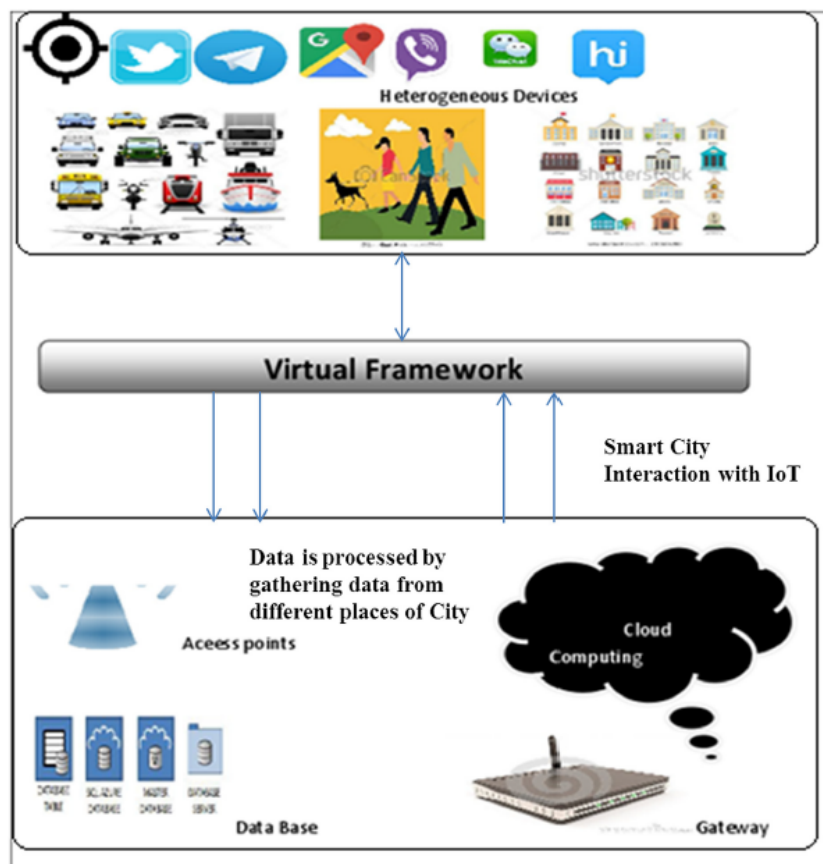
(Farahani et al., 2018)

Αυτές οι περιπτώσεις χρήσης του IoT μπορούν να χαρτογραφηθούν σε ένα γενικό μοντέλο, όπου αυτό θα παρέχει ευκολότερη ενσωμάτωση με διάφορες υπηρεσίες απρόσκοπτα, που κυμαίνονται από τους αισθητήρες έως την υποδομή δικτύου και από τα API έως την επεξεργασία μεγάλων δεδομένων

και, τέλος, από την ανάλυση στην πρότυπη μοντελοποίηση. Αυτή η προσέγγιση εξασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να έχουν ευκολότερη πρόσβαση στις υπηρεσίες.

Στον σημερινό κόσμο, οι πόλεις αντιμετωπίζουν μια σειρά προκλήσεων όπως η οικονομική ανάπτυξη, η ασφάλεια των πολιτών τους, η παρακολούθηση του περιβάλλοντος κλπ. Για τις προκλήσεις αυτές, το Διαδίκτυο έχει γίνει κρίσιμος παράγοντας ενός μελλοντικού σχεδιασμού. Λόγω των ωφελειών του IoT και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι πόλεις, ο ψηφιακός αστικός σχεδιασμός καθίσταται αρκετά ελκυστικός και κερδίζει γρήγορα το ενδιαφέρον των αρχιτεκτόνων, των μεταφορικών οργανισμών και των δημόσιων υπηρεσιών. Το IoT αποτελεί τη βασική αρχιτεκτονική για την υλοποίηση των έξυπνων αστικών έργων και είναι αρκετά ευέλικτο για να ικανοποιήσει τις δυναμικές και διαφορετικές απαιτήσεις των ανθρώπων.

Καινοτόμες τεχνολογίες όπως το δίκτυο καθορισμένο από λογισμικό (SDN) και η λειτουργία εικονικού δικτύου (NFV) μπορούν να επιταχύνουν τη βελτιστοποίηση των αρχιτεκτονικών IoT. Ενθαρρυμένοι από τα οφέλη μέσω της σύζευξης των SDN και NFV, οι Ahmed και Rani (2018) προτείνουν ένα έξυπνο λογισμικό προσομοίωσης IoT (ISS-IoT). Αξιοποίησαν στην ουσία τα πλεονεκτήματα της ένωσης λογισμικού και της ευφυούς επικοινωνίας, επεκτείνοντας την προσέγγιση ISS από πλατφόρμες δικτύου αισθητήρων σε έξυπνες εφαρμογές, επιτρέποντας μέσω της έξυπνη επικοινωνία εκτός από τη μετάδοση να γίνεται και επεξεργασία δεδομένων. Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τη χρήση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, αποτελούμενη από διακομιστές υπολογιστικού νέφους (Cloud), πύλες ελέγχου, επεξεργασία, μετάδοση και ανάκτηση μονάδων με αλληλεπίδραση ΕΠ μέσω virtualization.



Εικ. 3: Αλληλεπίδραση ετερογενών συσκευών στο πλαίσιο του ISS-IoT (Ahmed και Rani, 2018)

Στο επάνω επίπεδο, εγκαθίστανται πολλές εφαρμογές για ΕΠ αν και κάθε εφαρμογή είναι διαφορετική. Η χρήση των διεπαφών των προγραμμάτων API μπορεί να απλοποιήσει τις εφαρμογές και η χρήση της ίδιας φυσικής αρχιτεκτονικής μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος (κόστος υλοποίησης, συντήρησης, λειτουργίας και επεξεργασίας). Η έξυπνη επικοινωνία μπορεί να προσφέρει τη βέλτιστη λύση στον τελικό χρήστη και να μειώσει χρονικές καθυστερήσεις. Οι πύλες ελέγχου είναι προσβάσιμες μέσω εξουσιοδότησης, κάτι που αυξάνει περαιτέρω την ασφάλεια. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν την IIoT μία δυνητική αρχιτεκτονική και ένα καινοτόμο όραμα για να εξυπηρετήσουν τις απαιτήσεις των διαφόρων εφαρμογών και κατά συνέπεια να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα μιας ΕΠ (Ahmed & Rani, 2018).

Η έξυπνη κινητικότητα αποτελεί ένα ακόμη παράδειγμα του IoT και της ΕΠ. Ο Behrendt (2016) τονίζει πως, υπάρχει στενή σχέση μεταξύ των έξυπνων πόλεων, του IoT και των ευφυών μεταφορών, καθώς και οι τρεις έννοιες βασίζονται στην αυξανόμενη χρήση και εμπειρία των τεχνολογιών δικτύωσης και αισθητήρων. Με άλλα λόγια, η έξυπνη πόλη τείνει να επικεντρώνεται στο συνολικό αστικό περιβάλλον και την υποδομή, ενώ το IoT ασχολείται περισσότερο με τα φυσικά στοιχεία που συνθέτουν αυτά τα δικτυακά περιβάλλοντα. Οι έξυπνες μεταφορές είναι ένα σενάριο βασικής εφαρμογής και για τα δύο. Η τεχνολογία, οι πολίτες και η πολιτική είναι εξίσου σημαντικές και στις τρεις, αλλά η τεχνολογία συχνά παρουσιάζεται ως κυρίαρχη δύναμη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα αυτόνομα αυτοκίνητα.

4.6.2 WoT

Το IoT γίνεται πραγματικότητα, καθώς τα καθημερινά φυσικά αντικείμενα εξοπλίζονται με αισθητήρες και ενεργοποιητές, διασυνδέονται, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση με αυτά μέσω του Διαδικτύου. Η μεταφορά των IP στις ενσωματωμένες συσκευές ήταν μια επιτυχημένη προσπάθεια και, μαζί με την εισαγωγή του IPv6 (που παρέχει εξαιρετικά μεγάλες δυνατότητες διευθυνσιοδότησης), διευκόλυναν τη συγχώνευση του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου.

Βασιζόμενο στην έννοια του IoT, το Web of Things (WoT) επαναλαμβάνει καλά καθορισμένες τεχνικές Ιστού για τη διασύνδεση αυτής της νέας γενιάς φυσικών συσκευών με δυνατότητα σύνδεσης στο Διαδίκτυο. Ενώ το IoT επικεντρώνεται στη διασύνδεση ετερογενών συσκευών στο επίπεδο του δικτύου, το WoT μπορεί να θεωρηθεί ως μια πολλά υποσχόμενη πρακτική για την επίτευξη διαλειτουργικότητας σε επίπεδο εφαρμογής. Πρόκειται για τη λήψη του Ιστού και την επέκτασή του έτσι ώστε ο καθένας να μπορεί να συνδέσει συσκευές σε αυτό (A. Kamilaris and A. Pitsillides. 2016).

Η ενεργοποίηση Ιστού από έξυπνα αντικείμενα προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία και δυνατότητες προσαρμογής για τους τελικούς χρήστες. Για παράδειγμα, οι τελικοί χρήστες που είναι εξοικειωμένοι με τις νέες τεχνολογίες, μπορούν να δημιουργήσουν εύκολα μικρές εφαρμογές πάνω στις συσκευές τους. Ακολουθώντας την τάση των συμμετοχικών υπηρεσιών του Web 2.0, ιδίως των Web Mashups, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν εφαρμογές που συνδυάζουν συσκευές πραγματικού κόσμου, όπως οικιακές συσκευές, με εικονικές υπηρεσίες στον Παγκόσμιο Ιστό. Αυτός ο τύπος εφαρμογών αναφέρεται συχνά ως φυσικό Mashup. Στον ιστό, αυτός ο τύπος μικρής, ad-hoc εφαρμογής δημιουργείται συνήθως μέσω ενός επεξεργαστή Mashup (π.χ. Yahoo Pipes3), που είναι μια πλατφόρμα Web που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν οπτικά απλούς κανόνες για την σύνταξη ιστοσελίδων και πηγών δεδομένων (Guinard et al., 2010).

Το όραμα του WoT απεικονίζει μια άποψη όπου μια συλλογή από υπηρεσίες ιστού που θα μπορούσαν να ανακαλυφθούν, να σχεδιαστούν και να εκτελεστούν. Έτσι, εμπλουτίζεται το εύρος των παραδοσιακών υπηρεσιών διαδικτύου, προωθώντας τον ιστό από τις υπηρεσίες στον παγκόσμιο ιστό. Επιπλέον, το WoT είναι στην πραγματικότητα ένα οικοσύστημα υπηρεσιών όχι μόνο για την προσθήκη περισσότερων υπηρεσιών, αλλά περισσότερο για την εννοχρήστρωση διαφόρων ειδών υπηρεσιών με έναν ενιαίο τρόπο, καθιστώντας τις υπηρεσίες πιο ανθρωποκεντρικές και ευφυείς. Το πιο κάτω σχήμα απεικονίζει την έννοια του WoT.



Εικ. 4: WoT (Zeng et al., 2011, σελ. 427)

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για την ενσωμάτωση πραγμάτων στον Ιστό: η άμεση ενσωμάτωση και η έμμεση ενσωμάτωση. Για παράδειγμα, οι οικιακές συσκευές μπορούν να θεωρηθούν ως άμεση ολοκλήρωση, ενώ οι RFID ενσωματώνονται έμμεσα μέσω ενός αναγνώστη RFID με ενσωματωμένο διακομιστή. Συνήθως, ένα σύστημα δεν μπορεί να βασίζεται αποκλειστικά σε μία μόνο μέθοδο, αλλά μπορεί να χρησιμοποιεί και τις δύο μεθόδους ως υβριδικό τρόπο. Οι μέθοδοι αυτοί περιγράφονται παρακάτω (Zeng et al., 2011):

Άμεση ενσωμάτωση: Για την άμεση ενσωμάτωση των πραγμάτων στον Ιστό, απαιτείται καταρχήν όλα τα πράγματα να είναι διευθυνσιολογικά, δηλαδή όλα πρέπει να έχουν διεύθυνση IP ή πρέπει να είναι ενεργοποιημένα κατά τη σύνδεσή τους με το διαδίκτυο. Το WoT απαιτεί επίσης συνδεσιμότητα και διαλειτουργικότητα στο επίπεδο εφαρμογής. Ο εξυπηρετητής ιστού θα ενσωματωθεί έτσι ώστε τα πράγματα να μπορούν να κατανοήσουν το ένα το άλλο μέσω της γλώσσας ιστού που καθορίζεται από τα πρότυπα ιστού. Με την ανάπτυξη τόσο των τεχνολογιών επικοινωνίας όσο και των τεχνολογιών υπολογιστών, είναι πιθανό ότι περισσότερες συσκευές θα είναι ενεργοποιημένες με IP και θα μπορούν να ενσωματωθούν στον εξυπηρετητή ιστού.

Αυτές οι συσκευές μπορούν να ενσωματωθούν απευθείας στον Ιστό και να χρησιμοποιηθούν ως υπηρεσίες ιστού. Έτσι, μπορούν να επικοινωνούν απευθείας με ανθρώπους από οποιοδήποτε τερματικό με ένα πρότυπο πρόγραμμα περιήγησης στο web. Άλλες συσκευές μπορούν επίσης να

διαλειτουργούν μαζί τους μέσω τυποποιημένων λειτουργιών ιστού, π.χ. GET και POST. Έχουν προταθεί πολλές πρωτοποριακές λύσεις για την άμεση ενσωμάτωση έξυπνων πραγμάτων στον παγκόσμιο ιστό:

α) οι Guinard et al. (2010) παρουσίασαν ένα πρωτότυπο μοντέλο που ενσωματώνει άμεσα το Sun SPOT (συσσκευή με αισθητήρα και με ασύρματο δίκτυο) με διακομιστή ιστού. Κάθε συσκευή στο πρωτότυπο προσφέρει τη λειτουργικότητά της μέσω ενός διακομιστή ο οποίος μπορούσε να δεχτεί μηνύματα GET, POST, PUT και DELETE (μηνύματα – μέθοδοι του πρωτόκολλου HTTP).

β) οι Akribopoulos et al. (2010) εισήγαγαν μια αρχιτεκτονική όπου όλα τα μικρά προγραμματιζόμενα αντικείμενα ενσωματώνονται μέσω υπηρεσιών ιστού όπου οι εφαρμογές Sun SPOT και τα δεδομένα αισθητήρων εκτίθενται ομοιόμορφα μέσω υπηρεσιών ιστού. Οι εφαρμογές αυτές μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για αυτοματισμούς κτιρίων και για την απομακρυσμένη παρακολούθηση.

γ) οι Ostermaier et al (2011). παρουσίασαν ένα πρωτότυπο χρησιμοποιώντας προγραμματιζόμενες μονάδες WiFi χαμηλής ισχύος για τη σύνδεση των πραγμάτων απευθείας στο διαδίκτυο. Για να πετύχουν την πανταχού παρούσα πρόσβαση στα σημεία πρόσβασης χρησιμοποίησαν την τεχνολογία IEEE 802.11 και τη το πρωτόκολλο HTTP. Μέσω της έρευνας τους κατάφεραν να επιτρέψουν την απρόσκοπτη σύνδεση αισθητήρων, ενεργοποιητών και αντικειμένων καθημερινής ζωής μεταξύ τους και με το Web.

Όλες αυτές οι μελέτες αποδεικνύουν ότι είναι δυνατή η ενσωμάτωση έξυπνων πραγμάτων απευθείας στον Ιστό, δηλαδή μέσω της άμεσης ενσωμάτωσης.

Έμμεση ενσωμάτωση: Ωστόσο, δεν είναι όλες οι συσκευές αρκετά ισχυρές για να ενσωματωθούν στον Ιστό. Ορισμένες συσκευές διαθέτουν πολύ περιορισμένους πόρους για να επιτρέπουν ενσωματωμένο διακομιστή ιστού, όπως για παράδειγμα οι ετικέτες RFID. Από την άλλη πλευρά, μερικές φορές δεν υπάρχει ανάγκη άμεσης ενσωμάτωσης όλων των έξυπνων πραγμάτων (π.χ. κόμβων αισθητήρων σε ένα δίκτυο αισθητήρων) στο δίκτυο, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος, την ενέργεια και την ασφάλεια. Και στις δύο περιπτώσεις, μπορεί να υιοθετηθεί διαφορετικό πρότυπο, και πιο συγκεκριμένα η έμμεση ενσωμάτωση.

Σε αυτό το μοτίβο, εντοπίζεται ένας ενδιάμεσος διακομιστής μεσολάβησης ανάμεσα στα έξυπνα πράγματα και στον ιστό. Ο διακομιστής αυτός αποκαλείται συνήθως έξυπνη πύλη. Για τα έξυπνα πράγματα (για το τοπικό δίκτυο), η έξυπνη πύλη επικοινωνεί με τα έξυπνα πράγματα (π.χ. ανάγνωση από RFID) και επομένως θα πρέπει να κατανοεί τα πρωτόκολλα των έξυπνων πραγμάτων όποια και αν είναι αυτά. Από την άλλη, στο Διαδίκτυο, μπορεί η πύλη αυτή να είναι εύκολα προσβάσιμη ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί οποιαδήποτε απομακρυσμένη συσκευή προσπαθήσει να περάσει το μήνυμά της μέσω αυτής.

Αρκετά πρωτότυπα με έξυπνες πύλες για την άμεση ενσωμάτωση έξυπνων πραγμάτων στον ιστό έχουν δημοσιευθεί ορισμένα από τα οποία αναφέρονται πιο κάτω:

α) οι Hwang et al. (2003) σχεδίασαν μια έξυπνη πύλη - αισθητήρα για την ανίχνευση της συνάθροισης δεδομένων και της διαχείρισης του δικτύου αισθητήρων. Για να επιτρέπεται η χρήση του προγράμματος περιήγησης στο Web για την αποτελεσματική αναζήτηση και διαχείριση του δικτύου αισθητήρων, η πύλη του αισθητήρα είναι ενσωματωμένη σε ένα διακομιστή ιστού που υποστηρίζει το πρωτόκολλο HTTP1.1

β) οι Trifa et al. (2009) υλοποίησαν μία έξυπνη πύλη για διαδικτυακή αλληλεπίδραση και διαχείριση ενσωματωμένων συσκευών. Η πύλη επιτρέπει την πρόσβαση σε δίκτυα αισθητήρων μέσω μιας διεπαφής υπηρεσίας ιστού

γ) οι Guinard et al. (2009) οικοδομούν ένα πρωτότυπο δικτύου EPC χρησιμοποιώντας την τεχνολογία virtualization, cloud computing και τεχνολογίες δικτύου. Στο πρωτότυπο τους, ο αναγνώστης RFID συμπεριφέρεται σαν έξυπνη πύλη που εντοπίζεται μεταξύ του διακομιστή υπολογιστικού νέφους και των ετικετών RFID.

(Zeng et al., 2011)

Μέχρι στιγμής, τα έργα και οι πρωτοβουλίες, που υπάγονταν κάτω από τον γενικό όρο "Διαδίκτυο των πραγμάτων" (IoT), έχουν επικεντρωθεί κυρίως στη δημιουργία συνδεσιμότητας σε μια ποικιλία δύσκολων και περιορισμένων περιβάλλοντων δικτύωσης. Ένα υποσχόμενο επόμενο βήμα είναι η δημιουργία επεκτάσιμων μοντέλων αλληλεπίδρασης πάνω από αυτή τη βασική συνδεσιμότητα δικτύου και, συνεπώς, η εστίαση στο επίπεδο της εφαρμογής.

Στην έννοια του Web of Things, τα έξυπνα πράγματα και οι υπηρεσίες τους είναι πλήρως ενσωματωμένα στον Παγκόσμιο Ιστό επαναχρησιμοποιώντας και προσαρμόζοντας τις τεχνολογίες και τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται συνήθως για το παραδοσιακό περιεχόμενο Ιστού. Πιο συγκεκριμένα, μικροί διακομιστές Web ενσωματώνονται σε έξυπνα πράγματα και το αρχιτεκτονικό στυλ REST εφαρμόζεται σε πόρους στον φυσικό κόσμο. Η ουσία του REST είναι να επικεντρωθεί στη δημιουργία συνδεδεμένων υπηρεσιών στον Ιστό, έτσι ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν εύκολα.

Το REST είναι το αρχιτεκτονικό στυλ του Ιστού (που υλοποιείται από URIs, HTTP και τυποποιημένους τύπους μέσων, όπως HTML και Extensible Markup Language (XML)) και χρησιμοποιεί URIs για τον εντοπισμό πόρων στον Ιστό. Περιέχει υπηρεσίες σε ομοίμορφη διεπαφή (μεθόδους HTTP) από τη σημασιολογία της εφαρμογής τους και παρέχει μηχανισμούς στους χρήστες να επιλέγουν τις καλύτερες δυνατές αναπαραστάσεις για αλληλεπιδράσεις, γεγονός που το κάνει εύκολο κατανοητό στους ανθρώπους αλλά παράλληλα είναι εύκολα κατανοητό και για της μηχανές (Guinard et al., 2010).

Η κεντρική ιδέα του REST περιστρέφεται γύρω από την έννοια ενός πόρου ως κάθε συστατικό μιας εφαρμογής που αξίζει να προσδιοριστεί και να συνδεθεί με μοναδικό τρόπο. Στο Διαδίκτυο, η αναγνώριση των πόρων βασίζεται σε Ενιαίους Αναγνωριστές Πόρων (Uniform Resource Identifiers-URI) και οι παραστάσεις που ανακτώνται μέσω των αλληλεπιδράσεων των πόρων περιέχουν συνδέσμους προς άλλους πόρους, έτσι ώστε οι εφαρμογές να μπορούν να ακολουθούν συνδέσμους μέσω ενός διασυνδεδεμένου ιστού πόρων. Οι χρήστες των Υπηρεσιών REST υποτίθεται ότι ακολουθούν αυτούς τους συνδέσμους, ακριβώς όπως κάποιος περιηγείται σε ιστοσελίδες, προκειμένου να βρει πόρους για να αλληλοεπιδράσει. Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να "εξερευνήσουν" μια υπηρεσία απλά κάνοντας μία περιήγηση σε αυτήν, και σε πολλές περιπτώσεις οι υπηρεσίες θα χρησιμοποιούν μια ποικιλία τύπων συνδέσμων για να καθορίσουν διαφορετικές σχέσεις μεταξύ των πόρων. Οι πόροι είναι αφηρημένες οντότητες και δεν δεσμεύονται από κάποια συγκεκριμένη εκπροσώπηση. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μορφές για να αντιπροσωπεύσουν έναν μοναδικό πόρο. Ωστόσο, οι συμφωνημένες μορφές αναπαράστασης πόρων καθιστούν πολύ πιο εύκολο για ένα αποκεντρωμένο σύστημα χρηστών και εξυπηρετητών να αλληλοεπιδρούν χωρίς την ανάγκη για μεμονωμένες διαπραγματεύσεις. Στον Ιστό, η υποστήριξη τύπων πολυμέσων στο HTTP και η γλώσσα HTML (Hypertext Markup Language) επιτρέπουν την

αυτόνομη συνεργασία, αλλά και την περιήγηση από μέρους των χρηστών χρησιμοποιώντας υπερσυνδέσμους (Guinard et al., 2010).

Βασικά σημεία της αρχιτεκτονικής REST που προτείνονται από τους Guinard et al. (2010) είναι τα εξής:

Στην περίπτωση των έξυπνων πραγμάτων, προτείνεται η υποστήριξη για τουλάχιστον μια αναπαράσταση HTML, προκειμένου να διασφαλιστεί η δυνατότητα περιήγησης από τον άνθρωπο. Επειδή η HTML είναι μια αρκετά λεπτομερής μορφή, ίσως να μην εξυπηρετείται άμεσα από τα ίδια τα πράγματα, αλλά από ενδιάμεσους. Για επικοινωνίες από μηχανή σε μηχανή (M2M) προτείνεται η χρήση του JSON. Δεδομένου ότι το JSON είναι πιο "ελαφρύ" σε σχέση με το XML, θεωρείται από πολλούς ότι είναι καλύτερα προσαρμοσμένο σε συσκευές με περιορισμένες δυνατότητες όπως τα έξυπνα πράγματα. Επιπλέον, μπορεί να αναλυθεί άμεσα σε αντικείμενα JavaScript. Αυτό το καθιστά ιδανικό υποψήφιο για ενσωμάτωση σε Web Mashups

Στην αρχιτεκτονική REST, η αλληλεπίδραση με τους πόρους και η ανάκτηση των παραστάσεων τους λαμβάνει χώρα μέσω μιας ενιαίας διεπαφής που καθορίζει μια σύμβαση παροχής υπηρεσιών μεταξύ των υπολογιστών-χρηστών και των διακομιστών. Η ομοιόμορφη διεπαφή βασίζεται στην αναγνώριση (και συνεπώς στην αλληλεπίδραση) των πόρων, και στην περίπτωση του Ιστού, αυτή η διεπαφή ορίζεται από το HTTP. Τρία συγκεκριμένα τμήματα αυτής της διεπαφής είναι τα εξής:

Λειτουργίες: Το HTTP παρέχει τέσσερις κύριες μεθόδους αλληλεπίδρασης με πόρους, συχνά αναφερόμενες επίσης ως "ρήματα": GET, PUT, POST και DELETE. Το GET χρησιμοποιείται για την ανάκτηση της αναπαράστασης ενός πόρου. Το PUT χρησιμοποιείται για την ενημέρωση της κατάστασης ενός υπάρχοντος πόρου ή για τη δημιουργία ενός πόρου με την παροχή του αναγνωριστικού του. Το POST δημιουργεί έναν νέο πόρο χωρίς να καθορίζει κάποιο αναγνωριστικό. Το DELETE χρησιμοποιείται για να αφαιρέσει (ή να "αποσυνδέσει") έναν πόρο. Στο Web των πραγμάτων, αυτές οι πράξεις χαρτογραφούνται μάλλον φυσικά, αφού τα έξυπνα πράγματα προσφέρουν συνήθως απλές και ατομικές λειτουργίες

Διαπραγμάτευση περιεχομένου: Το HTTP καθορίζει επίσης έναν μηχανισμό για τους πελάτες και τους διακομιστές να επικοινωνούν σχετικά με τις αιτούμενες και παρεχόμενες παραστάσεις για κάθε δεδομένη πηγή. Αυτός ο μηχανισμός ονομάζεται διαπραγμάτευση περιεχομένου. Δεδομένου ότι η διαπραγμάτευση περιεχομένου ενσωματώνεται στην ομοιόμορφη διεπαφή του HTTP, οι χρήστες και οι διακομιστές έχουν συμφωνήσει τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες σχετικά με τις αιτούμενες και διαθέσιμες παραστάσεις πόρων και η διαπραγμάτευση επιτρέπει στους χρήστες και τους διακομιστές να επιλέξουν την καλύτερη αντιπροσώπευση για ένα συγκεκριμένο σενάριο.

Κωδικοί κατάστασης: η κατάσταση μιας απόκρισης αντιπροσωπεύεται από τυποποιημένους κωδικούς κατάστασης που αποστέλλονται πίσω ως μέρος της κεφαλίδας στο μήνυμα HTTP. Σε ένα Web of Things, αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμο, δεδομένου ότι δίνει ένα "ελαφρύ" αλλά ταυτόχρονα ισχυρό τρόπο ενημέρωσης για τις μη φυσιολογικές αιτήσεις εκτέλεσης.

(Guinard et al., 2010)

4.7 Blockchain και Έξυπνες Πόλεις

Το blockchain είναι μια τεχνολογία η οποία στην ουσία αποτελεί μια συνεχόμενη αυξανόμενη βάση δεδομένων όπου τα δεδομένα αυτά είναι ενωμένα μεταξύ τους ασφαλισμένα και κρυπτογραφημένα. Η βάση δεδομένων είναι διαδεδομένη σε όλους τους κόμβους ενός δικτύου (επιτρέπεται να διαμοιραστεί όχι όμως να αντιγραφεί) δημιουργώντας ένα ανοικτό διάγραμμα στο οποίο όλο το δίκτυο μπορεί να δει τις αλλαγές που πραγματοποιούνται στα δεδομένα. Αναπτύχθηκε αρχικά για έλεγχο του Bitcoin, και χρησιμοποιείται σε πολλές περιπτώσεις στο να επαληθεύονται ηλεκτρονικές συναλλαγές, δημιουργώντας ένα ανεξίτηλο αρχείο που δεν μπορεί να αλλάξει. Επιπλέον, η αυθεντικότητα του αρχείου αυτού μπορεί να εξακριβωθεί από ολόκληρη το δίκτυο χρησιμοποιώντας ακριβώς την μέθοδο blockchain αντί να υπάρχει μια κεντρική αρχή ελέγχου (Investopedia, 2018).

Υπάρχουν πολλοί τρόποι σήμερα για να πιστοποιηθεί η ταυτότητα ενός ατόμου σήμερα. Οι “παραδοσιακοί” όμως τρόποι μπορούν να αλλοιωθούν (πλαστογραφία), να χαθούν ή να καταστραφούν. Φυσικά με τους παραδοσιακούς τρόπους απουσιάζει και η ηλεκτρονική ταυτότητα, πράγμα απολύτως απαραίτητο στη σύγχρονη εποχή. Με το blockchain και τη δυνατότητα της ψηφιακής ταυτότητας που δίνει, παρέχει ασφάλεια, εγγυάται την ακεραιότητα δεδομένων ενώ εγγυάται επίσης και την ανωνυμία χωρίς να χρειάζεται οποιαδήποτε κεντρική μονάδα ελέγχου.

Έχουν αναπτυχθεί πολλές πρωτοβουλίες και έρευνες γύρω από τον τομέα αυτό, θέλοντας να εκμεταλλευτούν και να χρησιμοποιήσουν την δυνατότητα της ηλεκτρονικής ταυτότητα που προσφέρεται μέσω αυτού. Οι λύσεις που μπορούν να αναπτυχθούν επικεντρώνονται κυρίως στην προστασία προσωπικών δεδομένων, εξασφαλίζοντας ότι οι πράξεις τους και τα δεδομένα που παράγονται από την ηλεκτρονική τους δραστηριότητα θα είναι ασφαλισμένα και κρυπτογραφημένα, μειώνοντας ή αποκλείοντας εντελώς τις πιθανότητες για αποκρυπτογράφηση τους ή για τροποποίηση τους (Rivera et al., 2017).

Με το να βρεθούν τρόποι να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία blockchain στις ΕΠ μπορούν να υπάρξουν πολλά θετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα μπορεί να υπάρξει διαφάνεια στις κυβερνητικές πράξεις – αποφάσεις και μείωση της γραφειοκρατίας ενώ παράλληλα θα προκύψει και αύξηση στην παραγωγικότητα. Θα μπορούν να γίνουν οικονομικές συναλλαγές σε διασυννοριακό επίπεδο σε πραγματικό χρόνο χωρίς την ανάγκη διαμεσολαβητών (χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων) . Εκτός των άλλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία αυτή για καταγραφή του πληθυσμού με σκοπό την ανάλυση της ταχύτητας αύξησης αυτού και τις ανάγκες που πρέπει να καλύψει ένα αστικό μέρος στο οποίο κατοικούν τα άτομα αυτά. Ένα ακόμα θετικό αποτέλεσμα μπορεί να υπάρξει στον τομέα της υγείας όπου ασθενής θα μπορούν να μοιράζονται στοιχεία του ιατρικού τους φακέλου μόνο με άτομα – ιατρούς οι οποίοι χρειάζεται πρόσβαση σε αυτά κατόπιν “έγκρισης” τους ασθενούς. Τέλος μπορεί μια πόλη να γίνει πιο δημοκρατική και δίκαιη εφαρμόζοντας αυτή την τεχνολογία κατά τη διάρκεια των εκλογών της (Rivera et al., 2017).

Στην Κίνα, η ανάπτυξη ηλεκτρονικής διακυβέρνησης θεωρείται σημαντικό στοιχείο της εθνικής στρατηγικής πληροφορικής. Λόγω του πληθυσμού όμως η οποιαδήποτε αλλαγή ή εφαρμογή καινοτομιών χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα δύσκολη. Όμως πιστεύεται από πολλούς ότι με τη βοήθεια του blockchain μπορούν να ξεπεραστούν πολλές προκλήσεις. Μπορούν μέσω αυτού να δημιουργηθούν ατομικοί λογαριασμοί μέσω των οποίων να δίνεται η δυνατότητα πρόσβασης των ατόμων στις κρατικές υπηρεσίες. Μέσω του blockchain θα δίνεται στον κάθε πολίτη μια μοναδική ατομική ταυτότητα μαζί με μια επαληθεύσιμη ψηφιακή ταυτότητα. Έτσι για οποιαδήποτε πράξη – ενέργεια ενός πολίτη του οποίου τα δεδομένα θα καταγράφονται σε αρχεία θα μπορεί η κυβέρνηση να εξερευνά μόνο τα αρχεία αυτά, απλοποιώντας με τον τρόπο αυτό την γραφειοκρατία και θα

απλοποιούν άλλες διαδικασίες οι οποίες θα βελτιώσουν το χρόνο προσφοράς υπηρεσιών (Hou, 2017).

Σε μια άλλη περίπτωση στην Εσθονία το 2014 η εφαρμογή του blockchain στο e-Residency έχει δώσει τη δυνατότητα να αλλάξει θεμελιωδώς ο τρόπος με τον οποίο ελέγχεται και πιστοποιείται η αυθεντικότητα των πληροφοριών και των ταυτοτήτων. Η Εσθονία έγινε η πρώτη χώρα που άνοιξε τα ψηφιακά σύνορά και ο οποιασδήποτε στον κόσμο μπορεί να υποβάλει αίτηση για να γίνει μέλος του e-Resident. Με το να γίνει μέλος του e-Residency του επιτρέπει να διεξάγει εμπορικές δραστηριότητες με τον δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα. Η ιδιότητα του να είσαι μέλος του e-Residency μπορεί να μην αναγνωρίζεται στον πραγματικό κόσμο ως ένα επίσημο έγγραφο αλλά μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα “διαβατήριο” στον εικονικό κόσμο της τεχνολογίας (Sullivan and Burger, 2017).

Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης blockchain είναι ότι είναι ανθεκτικό σε πολλές απειλές. Επιπλέον, παρέχει μια σειρά από μοναδικά χαρακτηριστικά όπως βελτιωμένη αξιοπιστία, καλύτερη αντοχή σφάλματος, ταχύτερη και αποδοτικότερη λειτουργία και κυρίως δυνατότητα κλιμάκωσης. Έτσι, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας blockchain με λύσεις σε μια ΕΠ θα μπορεί να είναι ο τρόπος για δημιουργία πλατφορμών όπου όλες οι συσκευές θα μπορούν να επικοινωνούν με ασφάλεια κυρίως σε ένα κατακευματισμένο περιβάλλον. Με την τεχνολογία αυτή προσφέρεται η δυνατότητα διεύρυνσης διαλειτουργικότητας και τέλος η δυνατότητα επέκτασης συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε μια έξυπνη πόλη.

4.8 Zigbee και Έξυπνες Πόλεις

Το ZigBee είναι τεχνολογία ασύρματων επικοινωνιών χαμηλού κόστους και χαμηλής κατανάλωσης για εφαρμογές χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων και χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα εφαρμογών παρακολούθησης και ελέγχου. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του ZigBee είναι η δυνατότητα σχηματισμού δικτύου με ενσωματωμένη ευφυΐα για αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων. Εκτός αυτού τα δίκτυα που χρησιμοποιούν την τεχνολογία ZigBee μπορούν χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία να επεκταθούν τόσο σε έκταση όσο και σε αριθμό κόμβων (Ali et al., 2017).

Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι πιο απλοποιημένη και κυρίως πιο οικονομική από άλλες τεχνολογίες (Bluetooth, Wi-Fi κλπ.) που χρησιμοποιούνται σε άλλα ασύρματα δίκτυα. Το ZigBee μπορεί να εφαρμοστεί σε πληθώρα συσκευών όπως ασύρματους διακόπτες φωτισμού, οθόνες οικιακής ενέργειας, συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και άλλους καταναλωτικούς και βιομηχανικούς εξοπλισμούς που απαιτούν ασύρματη μεταφορά δεδομένων μικρής εμβέλειας (Zigbee.org, 2018). Λόγω της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας δεν μπορεί να μεταδώσει το σήμα του σε μεγαλύτερες αποστάσεις των 30 μέτρων σε εσωτερικούς χώρους και 100 μέτρων σε εξωτερικούς χώρους (απαραίτητη η οπτική επαφή). Μπορεί ωστόσο το σήμα να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιώντας μια ομάδα συσκευών εξοπλισμένες με ZigBee. Χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές χαμηλού ρυθμού δεδομένων που απαιτούν μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και ασφαλή – κρυπτογραφημένη (τα δίκτυα Zigbee είναι ασφαλισμένα με συμμετρικά κλειδιά κρυπτογράφησης 128 bit) δικτύωση (Zigbee.org, 2018).

Ένα τυπικό δίκτυο ZigBee μπορεί να αποτελείται από διάφορους τύπους συσκευών. Υπάρχει ο συντονιστής του δικτύου ο οποίος είναι μια συσκευή που εντός του δικτύου που γνωρίζει όλους τους κόμβους του και είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των πληροφοριών για κάθε κόμβο όσο και τις πληροφορίες που μεταδίδονται / λαμβάνονται μέσω αυτών. Με τη χρήση του του ZigBee μπορούν

να υποστηριχτούν πολλών ειδών τοπολογίες συστήματος, συμπεριλαμβανομένου της τοπολογίας αστέρα (star), πλέγματος (mesh) και του δέντρου συμπλέγματος (cluster tree). Η τοπολογία αστέρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυα τα οποία οι συσκευές έχουν κοντινή απόσταση μεταξύ τους και μπορεί να γίνει η επικοινωνία μεταξύ τους μέσω ενός κεντρικού δρομολογητή ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να αποτελεί μέρος ενός μεγαλύτερου δικτύου. Από την άλλη η τοπολογία πλέγματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που η επικοινωνία δεν μπορεί να διακοπεί. Έτσι όταν ένας κόμβος καταρρεύσει μπορούν οι κόμβοι – γείτονες του να βρουν εναλλακτικό μονοπάτι για να συνεχίσει η μεταφορά δεδομένων (Zigbee.org, 2018).

Αφού μια συσκευή συνδεθεί με το δίκτυο ZigBee, μπορεί να στείλει εντολές σε άλλες συσκευές στο ίδιο δίκτυο. Υπάρχουν δύο τρόποι αντιμετώπισης μιας συσκευής στο δίκτυο ZigBee:

- Άμεση διευθυνσιοδότηση: απαιτεί από τη συσκευή αποστολής να γνωρίζει τρία είδη πληροφοριών σχετικά με τη συσκευή λήψης: 1. Διεύθυνση 2. Αριθμός τελικού σημείου 3. Αναγνωριστικό συμπλέγματος
- έμμεση διευθυνσιοδότηση: απαιτεί να δεσμευτούν οι παραπάνω τρεις τύποι πληροφοριών σε έναν δεσμευτικό πίνακα.

Η συσκευή αποστολής δεδομένων χρειάζεται να γνωρίζει μόνο τη δική της διεύθυνση, τον αριθμό του τελικού σημείου και το αναγνωριστικό συμπλέγματος. Και αυτό το μονοπάτι που χρειάζεται η αποστολή δεδομένων να ακολουθήσει για να φτάσει στον προορισμό της μπορεί να βρεθεί μέσω του πίνακα αλλά επίσης μπορεί να μην είναι μόνο ένα. Όταν συμβαίνει έμμεση μετάδοση, αναζητείται ολόκληρος ο πίνακας δεσμών για τυχόν καταχωρήσεις όπου η διεύθυνση προέλευσης - τελικό σημείο και αναγνωριστικό συμπλέγματος αντιστοιχούν στις τιμές της μετάδοσης. Μόλις βρεθεί μια αντίστοιχη καταχώρηση, το πακέτο αποστέλλεται στη διεύθυνση προορισμού - τελικού σημείου. Αυτό επαναλαμβάνεται για κάθε είσοδο όπου το τελικό σημείο προέλευσης - διεύθυνση και η διεύθυνση συμπλέγματος αντιστοιχούν στις τιμές μετάδοσης (Zigbee.org, 2018).

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ZigBee υποστηρίζει μέχρι 65.000 κόμβους σε ένα μόνο δίκτυο. Σε αντίθεση με το Wi-Fi ή Bluetooth, σε ένα δίκτυο πλέγματος η συσκευή δεν χρειάζεται να συνδεθεί άμεσα με τον κόμβο προέλευσης, άρα δεν υπάρχει πρόβλημα εμβέλειας, επειδή κάθε συσκευή είναι ενωμένη με όλους τους κόμβους στο πλέγμα της και όλοι μπορούν να μιλήσουν – επικοινωνήσουν με όλους (Pocket-lint, 2018).

5 Διαθέσιμες τεχνολογίες για ΕΠ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει ανάλυση τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν σε πόλεις ή σε εργαστηριακές έρευνες. Οι έρευνες που έχουν συγκεντρωθεί και παρουσιάζουν τις διαθέσιμες τεχνολογίες στον τομέα των ΕΠ παρουσιάζονται στο Παράρτημα 1 .

Υπάρχουν πάρα πολλές διαθέσιμες τεχνολογίες, εργαλεία και αρχιτεκτονικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των ΕΠ. Λόγω της φύσης του ο τομέας αυτός μπορεί να έχει μια ποικιλία προβλημάτων που και αυτά με τη σειρά τους μπορούν να αντιμετωπιστούν με εφαρμογή ανάλογων λύσεων.

Πριν γίνει η αναφορά για τις διαθέσιμες τεχνολογίες αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι η πλειοψηφία των ερευνητικών αρχείων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του παραρτήματος 1 δεν έχουν εφαρμόσει – δοκιμάσει τις λύσεις που εισηγούνται σε ευρύ αστικό περιβάλλον παρά

μόνο τις έχουν δοκιμάσει τα μοντέλα και πρωτότυπα τους σε εργαστήρια. Σε ορισμένες των περιπτώσεων όπου αυτό επιτρεπόταν χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα τα οποία έχουν συγκεντρωθεί από πραγματικά αστικά κέντρα για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της λύσης ενώ σε ακόμη λιγότερα στον αριθμό η λύση που αναφέρεται έχει εφαρμοστεί σε πραγματικό περιβάλλον και έχει εξεταστεί υπό πραγματικές συνθήκες. Σε αντίθεση με άλλους τομείς οι έρευνες και οι λύσεις που προσφέρονται στον τομέα των ΕΠ, λόγω του ότι πρέπει να εξεταστεί και να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ περιβάλλον (συνεπάγεται με κόστος), συχνά οι ερευνητές αρκούνται στην δημιουργία πρωτότυπων - μοντέλων τα οποία εξετάζονται σε συνθήκες εργαστηρίου.

Στο πιο κάτω πίνακα φαίνονται όλες οι τεχνολογίες – μέθοδοι – εργαλεία (50 στο σύνολο) που έχουν αναφερθεί στις έρευνες για τις οποίες έχουν γίνει η ανάλυση.

5G	Αντικείμενα με δυνατότητα IoT
Big Data	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)
Blockchain	Δίκτυα αισθητήρων τοποθετημένοι στα αυτοκίνητα (Vehicular sensing networks)
Cloud computing	Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN)
Cloud database	Δίκτυα με αισθητήρες κατεύθυνσης
Crowdsourcing	Δίκτυα με επίκεντρο το περιεχόμενο (Content centric network - CCN)
Deep learning	Έξυπνοι αισθητήρες
Fog Computing	Έξυπνοι ασύρματοι αισθητήρες
Fuzzy-logic	Έξυπνοι μετρητές (Smart Meter eXtension - SMX)
GPS	Επικοινωνία ορατού φωτός (Visible light communication - VLC)
K-nearest neighbour	Ευέλικτο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων
Open data	Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες
Petri Nets	Ηλεκτρονικές πλατφόρμες
Smart grid	IoT
Smart Metering	Κινητοί αισθητήρες περιβάλλοντος σε συνδυασμό με μηχανική μάθηση
ZigBee	Κόμβοι έξυπνης πρόσβασης (Smart Access Nodes)
Αισθητήρες	Κόμβοι πρόσβασης δικτύου (Network Access Nodes)
Αισθητήρες ανθρώπινου σώματος	Κρυπτογράφηση δεδομένων
Αισθητήρες εικόνων	Μαγνητικοί αισθητήρες
Αισθητήρες θερμοκρασίας	Μικροελεγκτές
Αισθητήρες σε smartphones	παγκόσμιο σύστημα κινητής τηλεφωνίας (GSM)
Αισθητήρες στάθμευσης οχημάτων	Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (Passive Infrared Sensors)
Αισθητήρες στάθμης IR	Ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID)
Αισθητήρες σωματιδίων χαμηλού κόστους	Τεχνολογία M2M
Αισθητήρες υπερήχων	Τεχνολογία V2I (Vehicle to Infrastructure)

Πίνακας 1 Διαθέσιμες τεχνολογίες για ΕΠ

Από τις πιο πάνω τεχνολογίες όλες μπορούν να εφαρμοστούν ξεχωριστά αλλά επίσης πολλές είναι αυτές που μπορούν να συνδυάζονται μεταξύ τους ώστε να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα που να προσφέρει λύσεις στα προβλήματα ενός αστικού περιβάλλοντος.

Παρατηρώντας την στήλη “Αποτελέσματα - Ποσοστό επιτυχίας” στον πίνακα στο Παράρτημα 1 φαίνεται ότι από τις 51 περιπτώσεις που εξετάστηκαν όλες εκτός από μία (Baldoni et al., 2017) είχαν αποδειχτεί ότι μπορούν να προσφέρουν με αποδείξεις θετικά αποτελέσματα στις ανάλογες περιπτώσεις που εφαρμόστηκαν. Δεν γίνεται αναφορά σε όλες τις περιπτώσεις για ακριβές ποσοστό επιτυχίας αλλά σε όλες αναφέρεται πως και γιατί η λύση είναι επιτυχής.

5.1 Τομείς εφαρμογής λύσεων σε ΕΠ

Μέσα από την ανάλυση των ερευνών αναγνωρίστηκαν 11 τομείς εφαρμογής έξυπνων λύσεων σε αστικό περιβάλλον. Εκπληκτικός αριθμός καταγράφεται στον τομέα της ενέργειας όπου από τις 51 περιπτώσεις που έχουν αναλυθεί οι 17 ανήκουν σε αυτόν ενώ μόλις 2 περιπτώσεις ασχολούνται με τις δημόσιες υπηρεσίες.

Τομείς εφαρμογών
Ενέργεια
Μεταφορές
Επικοινωνίες
Υγεία
Διακυβέρνηση
Περιβάλλον
Απόβλητα
Διαχείριση νερού
Ασφάλεια
Δημόσιες Υπηρεσίες

Πίνακας 2 Τομείς εφαρμογών έξυπνων λύσεων σε αστικό περιβάλλον

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως οι περισσότερες των περιπτώσεις έχουν δοκιμαστεί και εφαρμοστεί μόνο σε πειραματικό στάδιο. Όμως για όλες τις παραπάνω κατηγορίες θα γίνει εκτενής ανάλυση και αναφορά σε λύσεις που εφαρμόστηκαν σε πραγματικό αστικό περιβάλλον στην συνέχεια.

Είναι λογικό πως δεν μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των λύσεων που εφαρμόστηκαν σε ίδιες κατηγορίες. Μπορεί να γίνεται αναφορά σε αποτελέσματα με συγκεκριμένους ΒΔΑ αλλά επειδή αναλόγως της περίπτωσης εφαρμόζονται διαφορετικά σενάρια, μοντέλα και εργαλεία δεν μπορεί να εξάξει κάποιος συμπεράσματα ότι η μια λύση μπορεί να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα από την άλλη. Εξάλλου εάν η οποιαδήποτε λύση που δοκιμάστηκε σε εργαστήρια αποφασιστεί να εφαρμοστεί σε πιο ευρεία κλίμακα πρέπει να γίνει ανάλυση του περιβάλλοντος στο οποίο θα εφαρμοστεί. Αυτό μπορεί να φανεί και από την μελέτη στη στήλη “**Πρόβλημα το οποίο λύνει**” όπου η κάθε περίπτωση, αν και μπορεί να χρησιμοποιεί την ίδια βάση για λύση (π.χ αισθητήρες), χρησιμοποιεί τα εργαλεία με διαφορετικό κάθε φορά τρόπο. Εντούτοις όλες δημιουργήθηκαν για να λύσουν διαφορετικά προβλήματα η κάθε μια. Δηλαδή η κάθε μια των 51 περιπτώσεων που παρατηρήθηκαν έχει το δικό της πρόβλημα στο οποίο προσφέρει λύση με μοναδικό και προσαρμοσμένο τρόπο.

Αν και όλες εκτός από μια των περιπτώσεων έχουν θετικά αποτελέσματα (είτε με εργαστηριακές αποδείξεις είτε με τις μετρήσεις σε πραγματικές εφαρμογές) εντούτοις ορισμένες από αυτές έχουν καταγράψει προβλήματα. Μικρά στον αριθμό φυσικά και προφανώς διαφορετικά μεταξύ τους λόγω

του ότι εφαρμόστηκαν σε διαφορετικές περιπτώσεις. Τα προβλήματα που καταγράφηκαν φαίνονται στον πιο κάτω πίνακα

Προβλήματα που παρουσιάστηκαν
Απουσία οικονομικού κινήτρου για τη χρήση Smart metering
Απόρρητο και ασφάλεια
Ετερογένεια των αισθητήρων
Μη λειτουργικό με χρήση άλλων τύπων αισθητήρων
Γωνιά λήψης - μετάδοσης δέσμης φωτός
Απρόσμενες διακοπές στο δίκτυο
Μικρή επιβάρυνση του δικτύου
Απώλειες αισθητήρων
Διαλειτουργικότητα διαφορετικών οικιακών συσκευών
Έλλειψη μηχανισμών αυτοματοποίησης της μέτρησης κριτηρίων
Το εύρος ζώνης (bandwidth) και οι περιορισμοί δικτύου, διπλότυπα δεδομένων (data deduplication)
Καθυστέρηση στην ανάλυση δεδομένων αποθηκευμένα στο Cloud
Πρόβλημα στην ακριβή θέση των οχημάτων

Πίνακας 3 Προβλήματα που παρουσιάστηκαν στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων

Εάν κάποιος θέλοντας να συνοψίσει τα πιο πάνω θα μπορούσε να συμπεράνει ότι το πιο συχνό πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι η ετερογένεια των συσκευών και των δεδομένων που συλλέγονται από ένα σύστημα. Πρόβλημα στο οποίο θα γίνει εκτενής αναφορά και ανάλυση σε επόμενο κεφάλαιο.

Ένα συμπέρασμα το οποίο φαίνεται από την παρατήρηση του Παραρτήματος 1 είναι το γεγονός ότι σε 24 των περιπτώσεων από τις 51 που εξετάστηκαν είχαν σαν εργαλείο είτε για συγκέντρωση των δεδομένων και την αποτελεσματική εφαρμογή της λύσης τους αισθητήρες. Είναι κοινά αποδεκτό πως μια ΕΠ εξαρτάται από τα δεδομένα και οι λύσεις που εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση εξαρτώνται από την ανάλυση αυτών. Λογικό είναι ωστόσο και οι ευρεία χρήση των αισθητήρων σε λύσεις ΕΠ. Μέσω αυτών γίνεται η συγκέντρωση των δεδομένων τα οποία είτε θα αναλυθούν σε πραγματικό χρόνο ώστε να εκτελεστούν οι ανάλογες ενέργειες ή θα χρησιμοποιηθούν στην φάση της ανάλυσης ώστε να παρθούν σωστές αποφάσεις κατά την σχεδίαση οποιουδήποτε συστήματος σε ένα αστικό περιβάλλον.

Όπως φαίνεται στον πιο κάτω πίνακα, αξίζει να σημειωθεί ότι 19 περιπτώσεις από το σύνολο των 51 που έχουν αναλυθεί χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο από ένα εργαλεία για την επιτυχή εφαρμογή – σχεδίαση της λύσης που προτείνεται.

Τομέας ΕΠ	Υποκατηγορία	Τεχνολογία - Αρχιτεκτονική - Εργαλεία
Απόβλητα	Διαχείριση αποβλήτων	Αντικείμενα με δυνατότητα IoT, Αισθητήρες
Απόβλητα, Μεταφορές	Διαχείριση αποβλήτων, διαχείριση κυκλοφορίας	Ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID), Αισθητήρες στάθμης IR, μικροελεγκτές, Αισθητήρες υπερήχων, παγκόσμιο σύστημα κινητής τηλεφωνίας (GSM), GPS
Ασφάλεια	Ασφάλεια πολιτών	Cloud database, Cloud Computing

Ασφάλεια	Ασφάλεια πολιτών	Έξυπνοι αισθητήρες, Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN), Κόμβοι έξυπνης πρόσβασης (Smart Access Nodes), κόμβοι πρόσβασης δικτύου (Network Access Nodes)
Δημόσιες Υπηρεσίες	Προσφορά υπηρεσιών	Cloud computing, Fog Computing
Δημόσιες Υπηρεσίες	Διαχείριση και παρακολούθηση της πόλης	IoT, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)
Διακυβέρνηση	Συμμετοχή στις αποφάσεις	Ηλεκτρονικές πλατφόρμες, Open data
Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Cloud computing, Αισθητήρες
Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Smart metering, Μαγνητικοί αισθητήρες
Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Big Data, Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες
Ενέργεια	Έλεγχος ενεργειακής απόδοσης	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN)
Ενέργεια	Μέτρηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	ZigBee, Smart Metering
Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα με επίκεντρο το περιεχόμενο (Content centric network - CCN)
Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	5G, Τεχνολογία M2M
Μεταφορές	Ρύθμιση της κυκλοφορίας	5G, Τεχνολογία M2M
Μεταφορές	Χώροι στάθμευσης	Αισθητήρες στάθμευσης οχημάτων, Crowdsourcing, GPS
Περιβάλλον	Ποιότητα του αέρα	Deep learning, IoT
Υγεία	Ασθενείς	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Cloud computing
Υγεία	Μεταφορά δεδομένων ασθενών	Cloud computing, Κρυπτογράφηση δεδομένων

Πίνακας 4 Κατηγορίες και υποκατηγορίες που έγινε χρήση περισσότερων από ένα εργαλεία - τεχνολογίες

Τέλος, αναλύοντας την κάθε περίπτωση ξεχωριστά φαίνεται ότι όλες οι λύσεις αυτές προσφέρουν απαντήσεις σε πραγματικά υπάρχοντα προβλήματα σε αστικά προβλήματα. Εντούτοις μόλις 8 των περιπτώσεων έχουν χρησιμοποιηθεί σε πραγματικές συνθήκες. Και μάλιστα και οι 8 περιπτώσεις εφαρμόστηκαν μόνο δοκιμαστικά και καμιά δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα.

Για σημαντικές τεχνολογίες και για τεχνολογίες που αξίζουν ιδιαίτερης σημασίας (κατά την άποψη του γράφοντα) όπως η χρήση του IoT (και WoT), blockchain και ZigBee γίνεται ανάλυση τους στα προηγούμενα κεφάλαια.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που μπορεί να φανεί μέσα από την ανάλυση του πίνακα στο παράρτημα 1 είναι οι τεχνολογίες – εργαλεία που χρησιμοποιούνται αναλόγως του τομέα που εξετάζονται –

εφαρμόζονται οι λύσεις. Για αρχή να αναφερθεί ότι οι τομείς που εφαρμόστηκαν οι λύσεις ήταν 10 στο σύνολο.

A/A	Τομέας	Αριθμός εμφάνισης
1	Ενέργεια	17
2	Μεταφορές	8
3	Επικοινωνίες	6
4	Υγεία	4
5	Ασφάλεια	3
6	Διακυβέρνηση	3
7	Διαχείριση νερού	3
8	Περιβάλλον	3
9	Απόβλητα	2
10	Δημόσιες Υπηρεσίες	2

Πίνακας 5 Αριθμός επανάληψης σε κάθε τομέα

Μεγάλος αριθμός ερευνών – λύσεων παρατηρείτε στον τομέα της Ενέργειας. Δικαιολογημένα είναι αυξημένος ο αριθμός αυτός εφόσον όλοι οι υπόλοιποι τομείς εξαρτώνται από την ενέργεια. Εξάλλου σύμφωνα με τους Navidi and Khatami (2017), η διαχείριση της ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας και είναι επίσης ένα από τα πιο απαιτητικά ζητήματα σε αυτά τα αστικά κέντρα λόγω της πολυπλοκότητας των ενεργειακών συστημάτων, αλλά και της αυξημένης ζήτησης της ενέργειας.

Στον πιο κάτω πίνακα φαίνεται ποιες τεχνολογίες – εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον κάθε τομέα. Αυτό δεν σημαίνει ότι αποκλείονται άλλες τεχνολογίες ή το ότι συγκεκριμένες τεχνολογίες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα συγκεκριμένο τομέα.

A/A	Τομέας	Τεχνολογίες - Εργαλεία
1	Ενέργεια	Smart metering, Smart grid, Αισθητήρες εικόνων, Αισθητήρες θερμοκρασίας, Ευέλικτο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN), Blockchain, ZigBee, Έξυπνοι μετρητές (Smart Meter eXtension - SMX), Cloud computing, K-nearest neighbour
2	Μεταφορές	Δίκτυα αισθητήρων τοποθετημένοι στα αυτοκίνητα (Vehicular sensing networks), Τεχνολογία V2I (Vehicle to Infrastructure), Μαγνητικοί αισθητήρες, 5G, Τεχνολογία M2M, Αισθητήρες στάθμευσης οχημάτων, Crowdsourcing, GPS, Έξυπνοι ασύρματοι αισθητήρες
3	Επικοινωνίες	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα με επίκεντρο το περιεχόμενο (Content centric network - CCN), Δίκτυα με αισθητήρες κατεύθυνσης, 5G, Τεχνολογία M2M, Blockchain, Επικοινωνία ορατού φωτός (Visible light communication - VLC)
4	Υγεία	Κινητοί αισθητήρες περιβάλλοντος σε συνδυασμό με μηχανική μάθηση, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Cloud computing, Αισθητήρες ανθρώπινου σώματος, Cloud computing, Κρυπτογράφηση δεδομένων
5	Ασφάλεια	Αισθητήρες σε smartphones, Cloud database, Cloud Computing Έξυπνοι αισθητήρες, Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN), Κόμβοι έξυπνης πρόσβασης (Smart Access Nodes), κόμβοι πρόσβασης δικτύου (Network Access Nodes)
6	Διακυβέρνηση	Ηλεκτρονικές πλατφόρμες, Open data Fuzzy-logic Petri Nets Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN)

7	Διαχείριση νερού	Cloud computing, Αισθητήρες Smart metering, Μαγνητικοί αισθητήρες Big Data, Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες
8	Περιβάλλον	Αισθητήρες σωματιδίων χαμηλού κόστους Deep learning, IoT, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)
9	Απόβλητα	Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (Passive Infrared Sensors), Αντικείμενα με δυνατότητα IoT, Αισθητήρες Ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID), Αισθητήρες στάθμης IR, μικροελεγκτές, Αισθητήρες υπερήχων, παγκόσμιο σύστημα κινητής τηλεφωνίας (GSM), GPS
10	Δημόσιες Υπηρεσίες	Cloud computing, Fog Computing IoT, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)

Πίνακας 6 Τεχνολογίες ανά τομέα

Όπως φαίνεται πιο πάνω μπορεί να παρατηρήσει κάποιος ότι υπάρχει μια ευελιξία στον τρόπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια τεχνολογία – εργαλείο σε ένα τομέα. Οι αισθητήρες (όποιας φύσης και να είναι) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε λύσεις σε όλους τους τομείς πλην της διακυβέρνησης. Αυτό δεν σημαίνει κατά ανάγκη ότι αποκλείονται εντελώς και ότι δεν προσφέρεται η χρήση τους στον τομέα αυτό. Απλώς μέσα από την έρευνα που διενεργήθηκε δεν βρέθηκε λύση που να κάνει χρήση των αισθητήρων στον συγκεκριμένο τομέα.

Ακόμη ένα σημείο που αξίζει αναφοράς είναι ο μεγάλος αριθμός αισθητήρων που παρουσιάζονται σε αυτές τις 51 έρευνες. Για τους αισθητήρες γίνεται αναφορά – χρήση σε 24 από αυτά. Τα είδη των αισθητήρων αριθμούνται στα 18 με μόνο ένα είδος να είναι γενικευμένης κατηγορίας.

Αισθητήρες
Αισθητήρες ανθρώπινου σώματος
Αισθητήρες εικόνων
Αισθητήρες θερμοκρασίας
Αισθητήρες σε smartphones
Αισθητήρες στάθμευσης οχημάτων
Αισθητήρες στάθμης IR
Αισθητήρες σωματιδίων χαμηλού κόστους
Αισθητήρες υπερήχων
Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)
Δίκτυα αισθητήρων τοποθετημένοι στα αυτοκίνητα (Vehicular sensing networks)
Δίκτυα με αισθητήρες κατεύθυνσης
Έξυπνοι αισθητήρες
Έξυπνοι ασύρματοι αισθητήρες
Ευέλικτο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων
Κινητοί αισθητήρες περιβάλλοντος σε συνδυασμό με μηχανική μάθηση
Μαγνητικοί αισθητήρες
Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (Passive Infrared Sensors)

Πίνακας 7 Τύποι αισθητήρων που εφαρμόζονται σε έξυπνες λύσεις

5.2 Διαθέσιμες αρχιτεκτονικές για Έξυπνες Πόλεις

Εκτός από τις διαθέσιμες τεχνολογίες που αναφέρθηκαν πιο πάνω υπάρχουν επίσης πολλές και διαφορετικές αρχιτεκτονικές – μοντέλα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να υλοποιηθεί μια ΕΠ. Λόγω της φύσης τους και της διαφορετικότητάς τους δεν μπορεί να δημιουργηθεί κάποιος πίνακας για τις διαθέσιμες αρχιτεκτονικές – πλαίσια για τις ΕΠ όπως έχει γίνει στο παράρτημα 1 για τις διαθέσιμες τεχνολογίες. Εξάλλου οι αρχιτεκτονικές αυτές βρίσκονται μόνο σε έρευνες χωρίς πρακτική εφαρμογή. Ως εκ τούτου θα γίνει αναφορά και ανάλυση σε ένα αριθμό των αρχιτεκτονικών που βρέθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Για αρχή, η έξυπνη αρχιτεκτονική πόλεων του Al-Hader et al. (2009) αποτελεί μια πυραμίδα πέντε επιπέδων. Το πρώτο στρώμα είναι όλη η υποδομή της έξυπνης πόλης, συμπεριλαμβανομένου του φυσικού περιβάλλοντος, των αισθητήρων και των δικτύων. Το δεύτερο επίπεδο είναι ένα στρώμα αποθήκευσης δεδομένων που περιέχει διάφορες βάσεις δεδομένων και πόρους. Το τρίτο επίπεδο είναι ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης κτιρίων. Το τέταρτο επίπεδο είναι μια διεπαφή που περιέχει την κοινή πλατφόρμα λειτουργιών και τις ολοκληρωμένες υπηρεσίες ιστού. Ενώ τέλος το τελευταίο επίπεδο αποτελεί την ενοποίηση και συνδυάζει όλα τα υπόλοιπα στρώματα μαζί (Al-Hader et al., 2009).

Οι Cimmino et al. (2013) θέλοντας να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των πολιτών οικονομικά και αποτελεσματικά στο περιβάλλον τον ΕΠ πρότειναν μια έξυπνη αστική αρχιτεκτονική τριών επιπέδων από την άποψη της επικοινωνίας συστημάτων της πόλης. Η γενική αρχιτεκτονική υποστηρίζει την εύκολη προμήθεια εφαρμογών και υπηρεσιών ΕΠ. Οι τεχνολογίες σύννεφων εφαρμόζονται στην παραδοσιακή στοίβα τηλεπικοινωνιών. Οι εικονικές μηχανές μπορούν να παρέχονται ως υπηρεσία σε οποιαδήποτε έξυπνη εφαρμογή πόλης (Cimmino et al., 2013).

Ο Theodoridis (2013) με τη χρήση του IoT περιγράφουν μια αρχιτεκτονική για ΕΠ με 3 επίπεδα και 3 στρώματα. Η αρχιτεκτονική τους είναι αυτή που εφαρμόστηκε στο Smart Santander. Τα τρία πρώτα επίπεδα είναι οι

- Συσσκευές: αποτελείται από αναπτυγμένες συσκευές IoT όπως αισθητήρες, αναγνώστες RFID και ετικέτες και smartphones, υποστηρίζοντας έτσι ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων επικοινωνίας.
- Πύλη: διασυνδέει τις συσκευές με υποδομή δικτύου
- Διακομιστής: παρέχει μεγάλες δυνατότητες επεξεργασίας και αποθήκευσης

Τα υπόλοιπα τρία στρώματα αποτελούν:

- Τη διαχείριση υποδομής: περιλαμβάνει στοιχεία λογισμικού και API (Application Programming Interface) που είναι υπεύθυνα για τη συνολική λειτουργία και απόδοση της υποδομής.
- Το στρώμα πειραματισμού IoT: αποτελείται από στοιχεία που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση ενός πειράματος χρησιμοποιώντας στοιχεία από διαφορετικές βαθμίδες.
- Το στρώμα λογισμικού και API: το οποίο εγγυάται τη συνεχή ροή δεδομένων σε έξυπνες υπηρεσίες πόλης.

(Theodoridis et al., 2013)

Ο Zygiaris (2012). καθόρισε ένα μοντέλο αναφοράς που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό έξυπνων χαρακτηριστικών καινοτομίας για μια πόλη. Υπάρχουν επτά στρώματα σε αυτό

το μοντέλο – αρχιτεκτονική: 1. Η πόλη, 2. Στρώμα Πράσινη πόλης, 3. Διασύνδεση της πόλης, 4. Όργανα μέτρησης για την πόλη, 5. Το στρώμα της ενσωμάτωσης, 6. Το στρώμα εφαρμογής και 7. Το στρώμα της καινοτομίας. Τα στρώματα 3-6 είναι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της έξυπνης πόλης (Zygiaris, 2012).

Η Balakrishna στην δική της αρχιτεκτονική πρότεινε τρία βασικά δομικά στοιχεία για εφαρμογές ΕΠ. Το πρώτο σημαντικό στοιχείο είναι τα μεγάλης κλίμακας όργανα της υποδομής της πόλης, συμπεριλαμβανομένων υποδομών κτιρίων, έργα – μέσα μεταφορών και συστήματα διαχείρισης περιβάλλοντος με διάφορους αισθητήρες. Το δεύτερο δομικό στοιχείο είναι η ανάπτυξη μεγάλης κλίμακας υποδομής δικτύου υψηλής ταχύτητας που διευκολύνει την κινητικότητα, τη συνδεσιμότητα και τη διαβίβαση πληροφοριών σε διάφορα επίπεδα και τη διανομή υπηρεσιών και προϊόντων στους τελικούς χρήστες. Το τρίτο δομικό στοιχείο είναι η αποτελεσματική διαχείριση των συγκεντρωτικών δεδομένων που προέρχονται από διάφορες πηγές (Balakrishna et al., 2012).

Οι Anthopoulos και Fitsilis πρότειναν μια φυσική αρχιτεκτονική που περιέχει 4 στρώματα – επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο της υποδομής περιέχει όλα τα συστήματα υπηρεσιών που βασίζονται στο δίκτυο. Το δεύτερο στρώμα πληροφοριών είναι ένα στρώμα αποθήκευσης πληροφοριών. Το στρώμα υπηρεσιών προσφέρει υπηρεσίες στους χρήστες. Τέλος το επιχειρηματικό στρώμα πραγματοποιείται ταυτόχρονα με όλα τα άλλα στρώματα, εφαρμόζοντας τους κανόνες και τα σχέδιά του σε όλες τις εφαρμογές και συστήματα. Οι συγγραφείς τονίζουν ότι η δημιουργία μιας ΕΠ πρέπει να προβλέπει την ενσωμάτωση των παραδοσιακών συστημάτων στη νέα υποδομή και την επαναχρησιμοποίηση των υφιστάμενων δεδομένων, την απλοποίηση των αστικών διαδικασιών, τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων, τη διαλειτουργικότητα των συστημάτων και εξοπλισμού και την παροχή εργαλείων παρακολούθησης και ανάλυσης τόσο των δεδομένων αλλά και των συστημάτων (Anthopoulos et al., 2010).

Οι Rong et al. (2014) δημιούργησαν τη δική τους αρχιτεκτονική αποτελούμενη από έξι στρώματα. Το πρώτο στρώμα είναι ένα στρώμα απόκτησης δεδομένων, το οποίο περιλαμβάνει συστήματα αισθητήρων και πηγές δεδομένων. Το επίπεδο μετάδοσης δεδομένων είναι το δεύτερο επίπεδο και περιλαμβάνει προηγμένο υλικό επικοινωνίας, τεχνολογίες δικτύου και έλεγχο μετάδοσης. Το τρίτο στρώμα, είναι ο διαχωρισμός και αποθήκευση δεδομένων. Στο τέταρτο επίπεδο είναι οι υπηρεσίες υποστήριξης, όπου τα δεδομένα επεξεργάζονται και χρησιμοποιούνται σε κοινές υπηρεσίες και πλατφόρμες. Το πέμπτο επίπεδο, είναι το στρώμα υπηρεσιών, το οποίο παρέχει εξειδικευμένες υπηρεσίες σε διάφορους τομείς (μεταφορές, ασφάλεια, ενέργεια κλπ.). Τέλος το έκτο στρώμα εφαρμογών που βασίζεται σε γεγονότα. Σε αυτό το επίπεδο, οι εφαρμογές που βασίζονται σε γεγονότα παρέχονται απευθείας στους τελικούς χρήστες της έξυπνης πόλης (Wenge et al., 2014).

Οι Klein et al (2008) πρότειναν ένα μοντέλο το οποίο εστιάζεται στις υποδομές και στην αποτελεσματική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για τις έξυπνες υποδομές και τα κέντρα δεδομένων. Ο στόχος ήταν να μειωθεί το ενεργειακό κόστος και να δημιουργηθούν μηχανισμοί ώστε οι υπηρεσίες να κατανοήσουν –διαβάζουν την ενεργειακή κατανάλωσή τους (Klein et al., 2008).

Οι Ασισμακοπούλου et al. (2011) πρότειναν μια αρχιτεκτονική για τη διαχείριση εκτάκτων αναγκών. Η αρχιτεκτονική αυτή είναι βασισμένη σε πληροφορίες που συλλέγονται από διάφορες οντότητες – αντικείμενα (ανθρώποι, αισθητήρες, οχήματα κλπ.) τα οποία βρίσκονται σε ένα περιβάλλον διασυνδεδεμένο. Σε αυτή τη διαδικασία, οι ίδιοι οι πολίτες μέσω κάποιου είδους εφαρμογής - συσκευής, συμβάλουν στην παροχή ακριβών και επικαιροποιημένων δεδομένων για κρίσιμα σενάρια, βοηθώντας έτσι τους εμπλεκόμενους φορείς στη διαδικασία λήψης αποφάσεων (Asimakopoulou et al., 2011).

Οι Attwood et al. (2011) προτείνουν μια αρχιτεκτονική ΕΠ με βάση τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από διάφορες υπηρεσίες εντός του αστικού περιβάλλοντος με σκοπό τα δεδομένα αυτά να χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων. Η βασική λειτουργία της αρχιτεκτονικής στηρίζεται σε ένα μηχανισμό ο οποίος συνδέει ένα δίκτυο αισθητήρων τοποθετημένων σε ολόκληρη την πόλη και των οποίων τα δεδομένα θα αντιστοιχούσαν σε μια ειδική - ανάλογη υπηρεσία (π.χ., βλάβη στο σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, νερού κλπ.). Αξίζει αναφοράς του γεγονότος ότι ακόμα και σε περίπτωση βλάβης σε οποιονδήποτε αισθητήρα, το σύστημα θα παραμείνει ενεργό εφόσον θα δημιουργηθεί ένα άλλο δίκτυο επικάλυψης από κόμβους που βρίσκονται ακόμη σε λειτουργία, επιτρέποντας τη διατήρηση και τη διανομή δεδομένων (Attwood et al., 2011).

Οι Blackstock et al. (2010) προτείνουν μια πλατφόρμα που ονομάζεται Magic Broker (MB2), μια εξέλιξη του αρχικού MB, που επιτρέπει τη διαλειτουργικότητα των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται σε μια έξυπνη λύση σε αστικό περιβάλλον. Αναπτύχθηκε με στόχο την δημιουργία ενός σταθερού μοντέλου για την τυποποίηση διεπαφών για την κατασκευή εφαρμογών του IoT. Μερικά από τα στοιχεία που περιλαμβάνει το μοντέλο αυτό είναι το χαρακτηριστικό των συμβάντων, οι κατάστασή τους και οι υπηρεσίες διαχείρισης των συμβάντων αυτών. Για να επιτραπεί η διαλειτουργικότητα των συσκευών, συμπεριλήφθηκε ένα λογισμικό υπεύθυνο για το χειρισμό πληροφοριών που προέρχονται από διαφορετικές συσκευές (Blackstock et al., 2010).

Οι Filippini et al. (2010) αναφέρονται στο SOFIA, μια αρχιτεκτονική που επικεντρώθηκε στην έννοια του έξυπνου περιβάλλοντος, προκειμένου να δημιουργήσει ένα σύστημα - περιβάλλον αντικειμένων που μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (αισθητήρες, συσκευές, συστήματα). Ο κύριος στόχος αυτού του έργου ήταν η ανάπτυξη μιας διαλειτουργικής πλατφόρμας να γίνει χρήση ενός συνόλου εφαρμογών μέσα στο πλαίσιο ενός έξυπνου περιβάλλοντος έχοντας όλα τα στοιχεία – συστήματα του ενσωματωμένα (Filippini et al., 2010).

Επίσης οι Hernandez et al. (2011) προτείνουν μια αρχιτεκτονική που ονομάζεται Ubiquitous Sensor Network (USN). Στόχος τους είναι η δημιουργία μιας υποδομής που να επιτρέπει την ενσωμάτωση ετερογενών και γεωγραφικά διασκορπισμένων αισθητήρων σε μια κεντρική βάση, όπου οι υπηρεσίες θα μπορούσαν να κάνουν χρήση των δεδομένων αυτών χωρίς ιδιαίτερο κόστος. Για τη δημιουργία της αρχιτεκτονικής αυτής βασίστηκαν στο IoT. Επιπλέον, η αρχιτεκτονική περιελάμβανε ένα επιπλέον στοιχείο το USN-Gateway, μια πύλη που επέτρεπε τη διαλειτουργικότητα μεταξύ των δικτύων αισθητήρων και του διαδικτύου (Sanchez et al., 2011).

Οι Lee et al. (2011) περιγράφουν στην δική τους πρόταση μια πόλη όπου οι αστικές υποδομές αποτελούνται από ανθρώπους και αντικείμενα που συνδέονται με τις ΤΠΕ, προσφέροντας μια σειρά υπηρεσιών προς μια αποτελεσματική και ολοκληρωμένη αστική διαχείριση. Η αρχιτεκτονική αυτή (Πλατφόρμα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Υπηρεσιών της πόλης - ISMP-UC) συνδυάζει τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον, παρέχοντας μια αρμονική συνύπαρξη μεταξύ των ανθρώπων, του περιβάλλοντος και της τεχνολογικής προόδου (Lee et al., 2011).

Η Αρχιτεκτονική Προσανατολισμού Υπηρεσίας (Service Oriented Architecture) που αναφέρουν οι Andreini et al. (2011) είναι μια άλλη αρχιτεκτονική για την οικοδόμηση ΕΠ, κάνοντας επίσης χρήση του IoT. Βασικά τα αντικείμενα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο θα δημοσιεύουν τις υπηρεσίες τους, υπηρεσίες που είναι προσβάσιμες από χρήστες κινητών τηλεφώνων, επιτρέποντας με τον τρόπο αυτό την αλληλεπίδραση ανθρώπων και μηχανών αλλά και την αλληλεπίδραση μηχανή με μηχανή (M2M). Ένα αντικείμενο αναγνωρίζεται από ένα όνομα, το οποίο χρησιμοποιείται για να το αποκτήσει πρόσβαση και να ζητήσει τις υπηρεσίες. Η αρχιτεκτονική αυτή χρησιμοποιεί το Distributed Hash Table (DHT), το οποίο δίνει τη δυνατότητα κλιμάκωσης του συστήματος (Andreini et al., 2011).

6 Έξυπνη διακυβέρνηση

Ξεκινώντας την ανάλυση στους τομείς που μπορούν να εφαρμοστούν οι έξυπνες λύσεις σε πραγματικό αστικό περιβάλλον και αναλύοντας τα αντιπροσωπευτικά δείγματα στον κάθε τομέα πρώτος και κύριος τομέας είναι η έξυπνη διακυβέρνηση (ΕΔ). Εξάλλου για να υπάρχει έξυπνη πόλη πρέπει να υπάρχει και έξυπνη διακυβέρνηση η οποία να φέρει και να διαχειριστεί την τεχνολογική ανάπτυξη στην πόλη αυτή. Μελετώντας υποθέσεις για την ΕΔ σε μια ΕΠ μπορεί κάποιος να αντικρύσει και άλλους όρους που να αναφέρονται στην ΕΔ όπως για παράδειγμα Έξυπνη Διοίκηση και Κέντρο Λήψης Έξυπνων Αποφάσεων. Όλα όμως στην ουσία έχουν το ίδιο εννοιολογικό πλαίσιο και ο όρος ΕΔ συνήθως αναφέρεται γενικά ως η χρήση τεχνολογιών για μετατροπή των δημόσιων οργανισμών ώστε να είναι πιο αποτελεσματικοί στις υπηρεσίες που προσφέρουν αλλά και εύκολα προσβάσιμοι στους πολίτες της πόλης.

Εμβραθύνοντας στον τομέα της ΕΔ προκύπτουν οι εξής δύο απόψεις. Για το αν πρέπει η διακυβέρνηση της πόλης να είναι αυτή που θα φέρει με τις αποφάσεις της τις έξυπνες λύσεις ή για το αν η διακυβέρνηση πρέπει να αλλάξει και να μετατραπεί από μόνη της η ΕΔ της πόλης. Ερωτήματα τα οποία θα αναλυθούν και θα βρεθούν απαντήσεις αναπτύσσοντας το συγκεκριμένο κεφάλαιο.

6.1 Ηλεκτρονική διακυβέρνηση

Ως ορισμός η Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση (ΗΔ) αναφέρεται στη χρήση της τεχνολογίας (δίκτυα ευρείας περιοχής, Internet, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων κτλ.) από κυβερνητικές υπηρεσίες ώστε να μπορεί η διοίκηση της χώρας – πόλης να εξυπηρετεί τους πολίτες αυτής (VINOD KUMAR, 2016). Οι τομείς εξυπηρέτησης είναι ποικίλοι όπως για παράδειγμα η καλύτερη παροχή κυβερνητικών υπηρεσιών στους πολίτες, οι βελτιωμένες αλληλεπιδράσεις με τις επιχειρήσεις και τη βιομηχανία, ενδυνάμωση της έννοιας του πολίτη μέσω της απρόσκοπτης πρόσβασης του τελευταίου σε πληροφορίες κλπ. Τα οφέλη είναι λιγότερη διαφθορά, αυξημένη διαφάνεια, μεγαλύτερη ευκολία στη χρήση των υπηρεσιών, αύξηση εσόδων ή / και μείωση του κόστους για τη χώρα – πόλη οι οποία εφαρμόζει τις λύσεις αυτές (VINOD KUMAR, 2016).

Οι έξυπνες λύσεις οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν στον τομέα αυτό πρέπει να επιτρέπει στους πολίτες να έχουν ενεργή συμμετοχή στην διαδικασία λήψης αποφάσεων αλλά και στην θετική και γρήγορη εξυπηρέτηση αυτών μέσω των υπηρεσιών που θα προσφέρονται. Για να έχουν οι πολίτες όμως ενεργή συμμετοχή όπως αναφέρει ο Kumar πρέπει οι πολίτες να τυγχάνουν σωστής ενημέρωσης – εκπαίδευσης. Οι αρμόδιοι χρειάζεται να ενθαρρύνουν τους πολίτες για τη χρήση της οποιασδήποτε λύσης με το να τους συμβουλεύουν ή ακόμη και με το να τους μετατρέπουν σε ένα σημαντικό κομμάτι της έξυπνης λύσης που θα εφαρμόσουν.

6.1.1 Υποβολή παραπόνων και εισηγήσεων ηλεκτρονικά - Συμμετοχή στην λήψη σημαντικών αποφάσεων

Κάθε αρμόδιος ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ευημερία των πολιτών μιας πόλης πρέπει να αφουγκράζεται τις ανάγκες αυτών. Υπάρχουν εργαλεία τα οποία επιτρέπουν τη συλλογή και συζήτηση σκέψεων και απόψεων μεταξύ εξουσίας και πολιτών. Τα εργαλεία αυτά μπορεί να

χρησιμοποιούν ηλεκτρονικά ενημερωτικά δελτία, ηλεκτρονικές φόρμες, ηλεκτρονικά μηνύματα ή και φόρουμ με σκοπό και στόχο την ενεργή συμμετοχή του πολίτη στην συζήτηση πριν από οποιαδήποτε λήψη απόφασης που θα έχει σαν αποτέλεσμα το μεγαλύτερο όφελος για αυτόν.

Media@komm

Το πρόγραμμα Media@komm αναπτύχθηκε σε πάρα πολλές πόλεις της Γερμανία το 2002 και σκοπό είχε να μετατρέψει τα δημαρχεία σε εικονικά δημοτικά κέντρα τα οποία να μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες μέσω διαδικτύου. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα δεν σκόπευε σε κάποια συγκεκριμένη λύση για όλες τις πόλεις αλλά αντ' αυτού η κάθε πόλη θα εφάρμοζε την δική της έξυπνη λύση αναλόγως των αναγκών της (Siegfried, 2002). Δηλαδή έγινε μια κοινή προσπάθεια ανάπτυξης της ΗΔ μέσω ενός κοινού σχεδίου με διαφορετικό τρόπο όμως σε κάθε περίπτωση. Σκοπός της κοινής αυτής προσπάθειας ήταν να εναρμονιστούν οι τοπικές διοικήσεις με την ηλεκτρονική διακυβέρνηση και η διάδοση των λύσεων αυτών σε άλλες πόλεις οι οποίες είχαν τις ίδιες ανάγκες (Traunmueller, 2003).

Esslingen και Ostfildern Media@komm

Σε δύο από τις πόλεις της Γερμανίας στις οποίες εφαρμόστηκε το πρόγραμμα αυτό ήταν η Esslingen και Ostfildern. Σκοπός του προγράμματος ήταν να ανοίξει κανάλια επικοινωνίας των πολιτών με την τοπική αυτοδιοίκηση. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν 6 υποπρογράμματα τα οποία αφορούσαν:

- Κοινοτικές υπηρεσίες
- Εκπαίδευση,
- Ηλεκτρονικό εμπόριο και ηλεκτρονικό εμπόριο
- Πολιτισμός
- Κοινωνικές υποθέσεις και
- Καινοτομία

(Siegfried, 2002)

Για να βάλουν τους πολίτες τους στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος και για να μπορέσουν να αφουγκραστούν τις ανάγκες τους οι τοπικές αρχές των δύο αυτών πόλεων δημιούργησαν φόρουμ σε σελίδες στο διαδίκτυο μέσα στα οποία μπορούσε να αναπτυχθεί μια υγιής συζήτηση για θέματα που αφορούσαν τις πόλεις ως επίσης και να γίνουν εισηγήσεις για το πώς μπορούν τα προβλήματα αυτά να επιλυθούν. Αξίζει να αναφερθεί ότι το φόρουμ που αναπτύχθηκε μέσω του Esslingen Media@komm ήταν το πρώτο στην Ευρωπαϊκή Ένωση του είδους του. Ήταν δηλαδή η πρώτη προσπάθεια επικοινωνίας των δημοτικών αρχών και των πολιτών μέσω του διαδικτύου (VINOD KUMAR, 2016).

Χαρακτηριστικά παραδείγματα έργων τα οποία υλοποιήθηκαν μέσω της ανοικτής συζήτησης των πολιτών με τις τοπικές αρχές ήταν η δημιουργία χωροταξικών σχεδιασμών και οι οριοθέτηση καινούριων οικιστικών περιοχών βάση των εισηγήσεων των πολιτών στα φόρουμ αυτά. Επίσης οι πολίτες ήταν αυτοί, που μέσω της δυνατότητας που τους πρόσφεραν οι διοικούντες μέσω των φόρουμ, εισηγήθηκαν να την δημιουργία της υπηρεσίας ESSOS ("Esslingen On-line Service") και PC (BürgerPC™). Το ESSOS είναι η υπηρεσία η οποία στόχευε στην μεγαλύτερη διαφάνεια στη λήψη αποφάσεων, στην διευκόλυνση των πολιτών για πρόσβαση σε πληροφορίες και υπηρεσίες και στον

ταχύτερο χειρισμό τοπικών προβλημάτων. Όσο για το BiirgerPC ήταν ένα πρόγραμμα το οποίο θα βοηθούσε την μερίδα των πολιτών που δεν είχαν γνώσεις τεχνολογίας να τους φέρει σε επαφή με αυτήν και να αποκτήσουν εμπειρία στο πώς να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο και να μάθουν τις δυνατότητες που προσφέρει αυτό (Siegfried, 2002).

E-petitions στη Γερμανία

Εφόσον στο πιο πάνω κεφάλαιο έγινε αναφορά σε πόλεις της Γερμανίας αξίζει να αναφερθεί άλλη μια έξυπνη λύση που εφαρμόζεται σε ολόκληρη τη χώρα που εντούτοις μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί και σε τοπικό επίπεδο από τις αρμόδιες αρχές. Οι Ηλεκτρονικές Αναφορές (HA) είναι μια δυνατότητα που προσφέρει στους πολίτες – κάτοικους μιας χώρας να υποβάλουν διαδικτυακά και παράπονα τα οποία σχετίζονται με καθημερινά προβλήματα σε μια περιοχή (Vrabie and Tirziu, 2016).

Ο κάθε πολίτης μπορεί να συμπληρώσει τη “φόρμα παραπόνων” και το υποβάλει στην αρμόδια υπηρεσία (Deutscher Bundestag, 2017). Το καινοτόμο σημείο στη λύση αυτή είναι το γεγονός ότι άλλοι συμπολίτες του παραπονούμενου μπορούν να συμμετάσχουν σε συζήτηση μέσω φόρουμ για το θέμα που αναφέρεται στη φόρμα ως επίσης και να συνυπογράψουν τη φόρμα χωρίς αυτοί να χρειάζεται να συμπληρώσουν και να υποβάλλουν άλλη φόρμα. (Beck, 2013).

6.1.2 Διαφάνεια – Καταπολέμηση της διαφθοράς

TXT CSC

Είναι κοινά αποδεκτό ότι ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πολίτες μιας χώρας ή πόλης είναι τη δυσμενή μεταχείριση τους από άτομα που έχουν εξουσία οι οποίοι θεωρούν τους εαυτούς τους υπεράνω και όχι ως λειτουργούς τους συστήματος και η γραφειοκρατία. Τα άτομα αυτά είτε ηθελήμενα είτε και άθελά τους προκαλούν καθυστέρηση στην εξυπηρέτηση πολιτών και η απρεπής συμπεριφορά τους σίγουρα βλάπτει την εικόνα της υπηρεσίας στην οποία εργάζονται.

Στις Φιλιππίνες το 2004 εισήχθη το TXT CSC (Odugbemi and Lee, 2011). Μια υπηρεσία που πρόσφερε το υπουργείο Δημόσιας Υπηρεσίας η οποία επέτρεπε στους πολίτες να ασκούν κριτική και πίεση σε διεφθαρμένους αξιωματούχους ή λειτουργούς του συστήματος όταν αυτοί δεν ήταν ιδιαίτερα εξυπηρετικοί προς το κοινό. Η λύση αυτή να προοριζόταν για ολόκληρη πολιτεία άρα σίγουρα μπορεί να εφαρμοστεί σε πιο μικρό βαθμό για να εξυπηρετήσει τους πολίτες μιας πόλης.

Η γενική ιδέα της υπηρεσίας αυτής ήταν ότι όταν οι πολίτες ήταν δυσαρεστημένοι από την εξυπηρέτηση τους από λειτουργούς της κυβερνήσεως ή όταν οι πρώτοι ανακάλυπταν διεφθαρμένους λειτουργούς τότε μπορούν μέσω ενός απλού μηνύματος να πραγματοποιήσουν καταγγελία. Με τον τρόπο αυτό η κακή ποιότητα υπηρεσιών ή έλλειψη της πρέπουσας συμπεριφοράς από υπαλλήλους τους κράτους αλλά και η απρόσωπη και αναποτελεσματική γραφειοκρατία θα μπορούσε πλέον να αναφερθεί σε πραγματικό χρόνο και να λάβουν χώρα οι απαραίτητες πράξεις για την βελτίωση τους. Εκτός βέβαια από καταγγελίες οι πολίτες μπορούν να στείλουν απλά μηνύματα μέσω του κινητού τους αναφέροντας απόψεις και εισηγήσεις για την πιο ομαλή λειτουργία της υπηρεσίας από την οποία εξυπηρετήθηκαν. Το υπεύθυνο τμήμα που είχε υπό την επίβλεψη του το TXT CSC είτε μελετούσε καταγγελία είτε απλά μια εισήγηση απαντούσε στον πολίτη ξανά μέσω γραπτού μηνύματος για την κατάσταση της υπόθεσης του (Odugbemi and Lee, 2011).

Αξίζει χαρακτηριστικά να αναφερθεί ότι το 2007 το υπουργείο Δημόσιας Υπηρεσίας δέχτηκε περισσότερα από 5000 μηνύματα μέσω της υπηρεσίας TXT CSC (Contrastisa, 2008). Σε μια άλλη αναφορά γίνεται λόγος ότι το υπεύθυνο τμήμα δεχόταν 1000-1500 μηνύματα μηνιαίως (Heeks, 2004). Τα μηνύματα αφορούσαν διάφορες υποθέσεις είτε απλές συμβουλές είτε καταγγελίες. Σημαντικό σημείο της λύσης αυτής είναι επίσης το γεγονός ότι το τμήμα που δέχεται τις καταγγελίες οφείλει να ερευνήσει στέλνοντας εκπρόσωπο του στο καταγγεληθέν τμήμα για να επιληφθεί της κατάστασης. Το κόστος ενός μηνύματος έχει το ίδιο κόστος ενός απλού μηνύματος εφόσον το υπουργείο φρόντισε ο αριθμός που χρησιμοποιείται να μην έχει επιπλέον χρέωση. Επίσης το Υπουργείο φρόντισε ο κάθε παραπονούμενος να παίρνει πίσω προσωπική απάντηση για το πώς θα τακτοποιηθεί το παράπονό του.

Το TXT CSC και άλλες παρόμοιες έξυπνες λύσεις είναι ένα όπλο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους πολίτες για να αναδείξουν τυχόν προβλήματα - διαφθορές σε μια υπηρεσία. Ένα όπλο το οποίο εφόσον εφαρμοστεί σε υπηρεσίες που παρουσιάζουν προβλήματα εντός των πόλεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον καθένα εύκολα γρήγορα και απλά εφόσον δεν χρειάζεται καν σύνδεση στο διαδίκτυο (Heeks, 2004). Εξάλλου στην απλούστευση του συστήματος (έλλειψη επιλογών, πλοήγηση σε ιστοσελίδες κλπ.) βασίζεται και η επιτυχία του. Με τον τρόπο αυτό, όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου, οι πολίτες μετατρέπονται σε ένα σημαντικό κομμάτι της έξυπνης λύσης και ένιωθαν και οι ίδιοι άνετοι να την χρησιμοποιήσουν εάν και εφόσον έκριναν ότι ήταν απαραίτητο.

Όπως αναφέρει ο Heeks μπορεί το εργαλείο αυτό να μην έχει φτάσει σε ψηλά επίπεδα στην χώρα που εφαρμόζεται ως επίσης και να πρόκειται για μια απλή λύση χωρίς εξελιγμένα συστήματα αλλά δείχνει τουλάχιστον ότι η εφαρμογή της λύσης αυτής μπορεί να εξοικονομήσει χρήμα και χρόνο στις υπηρεσίες μια πόλης όσο και στους πολίτες οι οποίοι εξυπηρετούνται από αυτές.

6.2 Ηλεκτρονική ψήφος

Active Citizens

Στην Μόσχα, το 2014 πρόσφερε την δυνατότητα για ηλεκτρονική ψήφο (όχι για εκλογικές αναμετρήσεις) στους κατοίκους της με την εφαρμογή Active Citizens. Η πλατφόρμα αυτή έχει φιλοξενήσει περισσότερες από 2700 ψηφοφορίες ενώ περισσότεροι από μισό εκατομμύριο Μοσχοβίτες την έχουν χρησιμοποιήσει. Η πλατφόρμα αυτή δίνει τη δυνατότητα στους κατοίκους της πόλης να επηρεάζουν τις αποφάσεις που αφορούν αστικά έργα στην πόλη, τις διαδρομές των δημόσιων συγκοινωνιών και άλλα. Όπως αναφέρει ο Andrey Belozeron, σύμβουλος στρατηγικής και καινοτομίας της Μόσχας, μπορεί μεν να μην χρησιμοποιείται η πλατφόρμα για εκλογικές αναμετρήσεις αλλά λαμβάνεται τόσο σοβαρά υπόψη η ψηφοφορίες μέσω αυτής που ουδέποτε δεν εφαρμόζονται απόψεις και δεν εκτελούνται έργα τα οποία να εναντιώνονται στο τι δείχνει η πλειοψηφία μέσω των ψηφοφοριών (Reese, 2017).

Πολύ πρόσφατα μάλιστα, το Δεκέμβρη του 2017 η πλατφόρμα αυτή ενισχύθηκε σε πιλοτικό στάδιο με την τεχνολογία του Blockchain. Δίνει δηλαδή την δυνατότητα σε κάθε πολίτη – χρήστη της πλατφόρμας να γίνει ένας κόμβος ενός δικτύου peer-to-peer. Με τον τρόπο αυτό μπορούν οι μετρήσεις και τα αποτελέσματα των ψηφοφοριών να μετρούνται και να επαληθεύεται η αυθεντικότητα των αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο (Reese, 2017)..

Επίσης διασφαλίζεται η ασφάλεια των προσωπικών δεδομένων των ψηφοφόρων αλλά και η ανωνυμία τους, εφόσον αυτά είναι φυλαγμένα σε διακομιστή που βρίσκεται αποκλεισμένος από το έξω δίκτυο. Με την εφαρμογή της λύσης αυτής αλλά και η ενίσχυση της με την τεχνολογία Blockchain αναμένεται ότι θα οδηγήσει στη βελτίωση της ασφάλειας και της διαφάνειας των πληροφοριών, καθώς και στη μείωση του διοικητικού κόστους για την κυβέρνηση της Μόσχας (Moscow City Web Site, 2017)

6.3 Σύνδεση υπηρεσιών με τους πολίτες μέσω διαδικτύου

DigiTel

Το DigiTel είναι ένα έργο που εφαρμόστηκε στην πόλη του Τελ Αβίβ και κατάφερε να χαρίσει στην πόλη αυτή τον τίτλο της εξυπνότερης πόλης στον κόσμο σε συνέδριο που πραγματοποιήθηκε στη Βαρκελώνη το 2014 (Marcus, 2016). Είναι μια εξατομικευμένη πλατφόρμα διαδικτύου (επίσης διαθέσιμη σε κινητά τηλέφωνα) με την οποία η χρήστες και συγκεκριμένα οι κάτοικοι το Τελ Αβίβ μπορούν να πληρώσουν για λογαριασμούς νερού ή άλλους λογαριασμούς προερχόμενους από το δημαρχείο της πόλης. Εκτός αυτού μπορεί να φέρει σε άμεση επικοινωνία τους πολίτες με λειτουργούς του δημαρχείου εφόσον μέσω αυτής της πλατφόρμας μπορούν να γίνουν αναφορές για τυχόν κινδύνους π.χ. για κακούς δρόμους με λακκούβες, να γίνει ενημέρωση για διάφορες εκδηλώσεις εντός της πόλης ή να γίνει ενημέρωση για τυχόν οδικά έργα που μπορεί να προκαλέσουν ταλαιπωρία σε συγκεκριμένες περιοχές της πόλης κ.α. (Naveh Safir, 2014).

Οι υπηρεσίες που προσφέρονται μπορούν να είναι εξατομικευμένες. Όπως αναφέρεται στο διαφημιστικό φυλλάδιο μπορεί να ειδοποιήσει μέσω μηνύματος στο κινητό ότι δρόμοι που χρησιμοποιούνται από ένα αριθμό χρηστών θα είναι κλειστοί για κάποια περίοδο αποφεύγοντας έτσι την ταλαιπωρία. Ως επίσης μπορεί να σταλεί ειδοποίηση σε γονείς τους οποίους να ενημερώνει ότι η ημερομηνία εγγραφής των παιδιών τους στο σχολείο είναι κοντά στην κατάληξη τους αλλά επίσης ταυτόχρονα να βοηθήσει τους γονείς στην εγγραφή των παιδιών τους μέσω διαδικτύου (Tel Aviv Municipality 2014).

Εκτός από τις τεράστιες ευκολίες που προσφέρονται μέσω της εφαρμογής, οι αρμόδιοι έσπρωξαν τον κόσμο στο να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή αυτή προσφέροντας εκπτώσεις και άλλες προσφορές στους χρήστες αυτής.

Αξίζει αναφοράς το γεγονός ότι εκτός από το DigiTel το πρόγραμμα για μετατροπή του Τελ Αβίβ σε έξυπνη πόλη περιλαμβάνει και άλλες υποκατηγορίες οι οποίες εξυπηρετούν τους πολίτες του σε διαφορετικούς τομείς όπως συγκοινωνίες, τουρισμό κλπ.

6.4 Δημόσια ασφάλεια – συστήματα παρακολούθησης

Στόχος των συστημάτων παρακολούθησης σε μια πόλη είναι η αποτελεσματική προστασία των πολιτών αλλά και της περιουσίας – χώρους που εμπίπτουν στην περιοχή της. Αυτό μπορεί να γίνει με τον χρόνο απόκρισης σε κρίσιμα γεγονότα αλλά επίσης και πρόληψη τέτοιων γεγονότων Τα συστήματα παρακολούθησης είναι αυτά που σε συνεργασία με τα αστυνομικά τμήματα μπορούν να παρέχουν ασφάλεια στους ανθρώπους μιας πόλης.

Μια τέτοια περίπτωση είναι και η χρήση τέτοιων συστημάτων από το αστυνομικό τμήμα του Λος Άντζελες από το 2007. Το σύστημα παρακολούθησης που εφαρμόστηκε είναι της εταιρείας AXIS Communications. Είναι ένα δίκτυο μη μόνιμα εγκατεστημένων καμερών και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιείται σε διάφορες περιπτώσεις και σε διάφορους χώρους όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο για έλεγχο καταστάσεων, διερεύνηση και αποτροπή εγκληματικών ενεργειών και σε περιπτώσεις όπου κρίνεται απαραίτητη η ασφάλεια ενός κρίσιμου γεγονότος που θα προσελκύσει μεγάλο αριθμό ατόμων (Axis Communications AB, 2014). Χρήση του έγινε σε σημαντικά γεγονότα που πραγματοποιήθηκαν στην πόλη όπως την τελετή αποχαιρετισμού του διαστημόπλοιου Endeavour αλλά επίσης και σε γεγονότα που λαμβάνουν χώρο κάθε χρόνο στην πόλη όπως παράδειγμα τα βραβεία Όσκαρ. Αξίζει να αναφερθεί ότι η πόλη του Λος Άντζελες έχει εγκατεστημένο δίκτυο μόνιμων καμερών, το οποίο χρησιμοποιεί για τις καθημερινές ανάγκες του αστυνομικού τμήματος, αλλά η εταιρεία Axis έχει δώσει τη δυνατότητα να μπορούν οι κάμερες του συστήματος της να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε σημείο της πόλης για την εξυπηρέτηση συγκεκριμένων σκοπών.

Οι κάμερες προσφέρουν τη δυνατότητα καταγραφής υψηλής ευκρίνειας βίντεο του οποίου η ροή μεταδίδεται μέσω αντενών στο κέντρο διαχείρισης γεγονότων. Τα βίντεο που καταγράφονται αποθηκεύονται σε αρχεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μετέπειτα χρόνο (Axis Communications AB, 2014). Επίσης όλες οι κάμερες μπορούν να ελεγχθούν ασύρματα και να μετατοπιστεί η γωνιά λήψης τους μέσω εντολών από ειδικό πρόγραμμα. Τα βίντεο που προέρχονται από τις κάμερες δεν τυγχάνουν κάποιας ειδικής μεταχείρισης - επεξεργασίας αλλά χρησιμοποιούνται από τους αστυνομικούς για παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο του χώρου που επέλεξαν να τοποθετήσουν τις κάμερες.

6.5 Διαχείριση εκτάκτων αναγκών

Όσο ψηλό και αν είναι το επίπεδο μιας ΕΠ δεν μπορεί να παραγκωνιστεί το γεγονός ότι οι έξυπνες λύσεις μπορούν να λειτουργήσουν εάν και εφόσον οι πολίτες νιώθουν και είναι πράγματι ασφαλείς. Επομένως κύριος στόχος των αρμοδίων θα πρέπει να είναι η αποτροπή οποιασδήποτε ζημιάς και η άμεση ανταπόκρισή τους σε περιπτώσεις που οι πολίτες τους χρειάζονται. Πιο κάτω θα γίνει ανάλυση ορισμένων έξυπνων λύσεων οι οποίες μπορούν να προσφέρουν θετικά στο τομέα αυτό.

FirstNet

Το FirstNet είναι ένα δίκτυο το οποίο θα αναπτυχθεί σε όλες τις πολιτείες της Αμερικής και θα δώσει τη δυνατότητα σε εκπαιδευμένα άτομα χρήσης εργαλείων επικοινωνίας τα οποία τους επιτρέπουν να δρουν άμεσα και συντονισμένα σε μια κατάσταση έκτακτης ανάγκης (Cleverley et al., 2014). Αφορμή προκάλεσε το γεγονός της επίθεσης στους δίδυμους πύργους στις 11 Σεπτεμβρίου το 2001 και η αταξία στις επικοινωνίες που προήλθε εξαιτίας του γεγονότος αυτού. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και με τη χρήση των κινητών τους τηλεφώνων μπορούν να στείλουν δεδομένα, βίντεο, εικόνες και αναφορές για ένα συμβάν ώστε να μπορούν να είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι εκ των προτέρων για την σωστή αντιμετώπισή του.

Το σύστημα βασίζεται στο δίκτυο 4G LTE και οι συσκευές των ατόμων τα οποία επιτελούν έργο στο FirstNet είναι ενωμένα σε αυτό το δίκτυο. Στο δίκτυο εμπλέκονται τόσο η κυβέρνηση αλλά παράλληλα και ιδιώτες επενδυτές. Η πρόκληση για τη δημιουργία και εφαρμογή του συστήματος αυτού είναι η ενσωμάτωση και ο συνδυασμός των ετερογενών δεδομένων που προέρχονταν από

διαφορετικά φύσεως συστήματα (ασύρματοι αστυνομίας, φωτογραφίες από κινητά, βίντεο από συστήματα παρακολούθησης κλπ.). Όμως μέσω της εμπλοκής διάφορων πάροχων κινητής τηλεφωνίας στις ΗΠΑ το σύστημα αυτό θα μπορέσει να λειτουργήσει και να μπορεί να συνδυάζει οποιαδήποτε συσκευή η οποία θα παρέχει πληροφορίες στα άτομα που θα εργάζονται στο έργο αυτό. Μέσω εφαρμογών στα κινητά τηλέφωνα κυρίως των εμπλεκόμενων, οι τελευταίοι δέχονται ειδοποιήσεις σχετικά με την τοποθεσία ενός έκτακτου περιστατικού, την φύση του και το μέγεθος του συμβάντος, ώστε να είναι σε θέση εκ των προτέρων να ετοιμαστούν και να ανταποκριθούν όσο το δυνατότερο πιο αποτελεσματικά στην παρουσία ανάγκης (Cleverley et al., 2014).

Αξίζει να αναφερθεί ότι το έργο είναι ακόμη υπό μελέτη γιατί η ανάπτυξη ενός τέτοιου έργου εμπλέκει πάρα πολλούς φορείς οι οποίοι πρέπει να συνεργαστούν για την σωστή σχεδίαση και εφαρμογή του.

7 Ενέργεια – Περιβάλλον

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει ανάλυση των υπάρχοντων έξυπνων λύσεων στον τομέα της ενέργειας ως επίσης και ανάπτυξη ενός πλαισίου το οποίο θα μπορεί να χρησιμοποιήσουν οι αρχές της οποιασδήποτε πόλης προς όφελος των κατοίκων. Μια ΕΠ για να υλοποιήσει τα σχέδια της στον τομέα της ενέργειας πρέπει να θέσει συγκεκριμένους στόχους. Αυτό που σηκώνει συζήτηση είναι το ότι σε ορισμένες περιπτώσεις οι αρχές της πόλης θέτουν ως στόχο τη μείωση των ρύπων. Η μείωση των ρύπων όπως θα αναλυθεί και πιο κάτω μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους μέσω της τεχνολογίας των πληροφοριών. Από την άλλη όμως μείωση των ρύπων προερχόμενοι από την ενέργεια μπορεί να επιτευχθεί και με μια «απλή» αλλαγή στην χρήση του καυσίμου το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται για την παραγωγή της. Ακόμη πιο πολύπλοκο γίνεται το θέμα της συζήτησης όταν η ενέργεια μπορεί να εξαχθεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επομένως βλέποντας τις επιλογές που υπάρχουν θα γίνει προσπάθεια στα πιο κάτω κεφάλαια να καταγραφούν οι ενδεχόμενες έξυπνες λύσεις ενώ στη συνέχεια θα αναλυθεί ένα πλαίσιο το οποίο θα περιλαμβάνει τις λύσεις αυτές σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις και τα όρια ορισμένων περιπτώσεων

7.1 Έξυπνοι μετρητές

Οι έξυπνοι μετρητές (EM) με την καταγραφή της κατανάλωσης της ενέργειας βοηθούν στην ισορροπημένη κατανομή ενέργειας. Μπορεί να ευκολύνουν τις αρχές στην τιμολόγηση ρεύματος νοικοκυριών και βιομηχανικών κτιρίων. Αξίζει να αναφερθεί ότι έξυπνοι μετρητές μπορούν να εφαρμοστούν και στη διαχείριση – κατανάλωση νερού και γκαζιού.

7.1.1 Ηλεκτρική ενέργεια

Στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων πολιτειών υπάρχουν εγκατεστημένοι 5,3 εκατομμύρια EM (Cruc.ca.gov, 2017), οι οποίοι επιτρέπουν στους καταναλωτές να έχουν λεπτομερείς πληροφορίες για την κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά παράλληλα επιτρέπει στις εταιρείες παραγωγής ενέργειας να εξάγουν συμπεράσματα για τις τάσεις κατανάλωσης ώστε να

μπορούν να προσαρμόζουν την τιμολόγηση τους αναλόγως αναγκών. Η εγκατάσταση των EM στην Καλιφόρνια είχε και έχει πολλές θετικές επιπτώσεις:

- Επιτρέπει την εύκολη αναγνώριση βλάβης στο δίκτυο και έτσι γίνεται ταχύτερη η διόρθωση της και μικρότερη σε χρόνο η ταλαιπωρία των κατοίκων που επηρεάζονται από αυτήν
- Παρέχεται η δυνατότητα στους υφιστάμενους αλλά και καινούριους πελάτες να γίνουν μέλος στο πρόγραμμα “καταγραφής ενέργειας ανά ώρα”. Όσοι επιλέξουν να γίνουν μέλη μπορεί να έχουν επιπλέον έκπτωση στο λογαριασμό τους. Παράλληλα ο πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί αξιοποιώντας την ανάλυση δεδομένων να δημιουργήσει σχέδια τιμολόγησης αναλόγως της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να κοιτάζουν την κατανάλωση τους μέσω ιστοσελίδας ώστε ελέγχουν (και φυσικά να μειώνουν) την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε συγκεκριμένες “ακριβές χρονικές περιόδους” της ημέρας αλλά επίσης και να μειώνουν την χρήση συσκευών με ψηλή ενεργειακή κατανάλωση. Μάλιστα ερευνάται και η περίπτωση στο μέλλον οι ιδιοκτήτες των σπιτιών με EM να μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις στα κινητά τους τηλέφωνα όταν η κατανάλωση τους για οποιοδήποτε λόγο υπερβεί ένα προκαθορισμένο όριο.
- Με τη χρήση των EM στην Καλιφόρνια μειώθηκε η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως οι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας δεν έχουν την ανάγκη να κτίσουν επιπλέον ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς, το κόστος των οποίων θα επωμιζόνταν οι καταναλωτές.

(Cpsc.ca.gov, 2017), (Sce.com, 2017), (Gans, Alberini and Longo, 2013)

7.1.2 Διαχείριση νερού

Με την εφαρμογή EM νερού παρέχονται δύο βασικές δυνατότητες: η δυνατότητα συλλογής πληροφοριών αυτόματα και ηλεκτρονικά και η δυνατότητα πρόσβασης στο σύστημα καταγραφής σε πραγματικό χρόνο (Graham and Rodney, 2013).

Η Καλιφόρνια έχοντας ως δεδομένο το πρόβλημα της ξηρασίας που την ταλανίζει εδώ και αρκετά χρόνια, προχώρησε πολύ πρόσφατα (μόλις το 2015) σε εφαρμογή πιλοτικού προγράμματος εφαρμογής EM νερού. Εγκατέστησε 200 EM νερού σε σπίτια τα οποία κατέγραφαν την χρήση νερού αυτόματα σε τακτά χρονικά διαστήματα. Οι EM που χρησιμοποιήθηκαν ήταν της εταιρείας Innon8. Ένα από τα πλεονεκτήματα αυτού του συγκεκριμένου EM ήταν ότι μπορούσε να εφαρμοστεί σε όλα τα προηγούμενα συστήματα μέτρησης κατανάλωσης νερού χωρίς περεταίρω αλλαγές στο υπάρχων σύστημα του κάθε σπιτιού (Wateronline.com, 2017). Μπορεί να καταγράψει την κατανάλωση του νερού κάθε ένα λεπτό και η αποστολή δεδομένων γίνεται με τη χρήση δικτύων από πάροχους υπηρεσιών κινητής τηλεφωνίας. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι με την εφαρμογή δόθηκε η δυνατότητα στους καταναλωτές να έχουν μέσω ιστοσελίδας άμεση πρόσβαση στα δεδομένα που κατέγραφαν οι μετρητές.

Λόγω του προβλήματος της ξηρασίας η Καλιφόρνια εξέδωσε ορισμένους κανονισμούς οι οποίοι πρέπει να ακολουθούνται από όλους. Με την εγκατάσταση EM νερού κατάφερε να περιορίσει την εσκεμμένη παρατεταμένη σπατάλη του νερού. Παράλληλα μπορούσαν οι αρμόδιες αρχές να εντοπίσουν με ευκολία τυχόν βλάβες στο δίκτυο και να ανταποκριθούν γρηγορότερα σε τέτοια γεγονότα. Μάλιστα η χρήση EM επέτρεπε σε ιδιοκτήτες σπιτιών να ανακαλύψουν διαρροές στις

εγκαταστάσεις και να τις διορθώσουν, μειώνοντας αμέσως το κόστος για το νερό στο νοικοκυριό (Finley, 2015).

7.2 Διαχείριση ενέργειας

ThingWorx

Η εταιρεία ThingWorx ειδικεύεται σε IoT πλατφόρμες και συστήματα τα οποία μπορούν σε πραγματικό χρόνο να μετρήσουν και να αναλύσουν δεδομένα του ηλεκτρικού δικτύου. Οι λύσεις που προσφέρονται βελτιώνουν την ασφάλεια, την συνεχή λειτουργία και την αξιοπιστία του δικτύου. Μέσω ενός κεντρικού ελέγχου του δικτύου μπορεί να γίνει παρακολούθηση για αντικείμενα του δικτύου όπως το SCADA αλλά παράλληλα μπορούν να γίνουν και έλεγχοι για την κατάσταση του δικτύου όπως για παράδειγμα τυχόν ανωμαλίες ώστε να μπορούν να διορθωθούν (Ptc.com, 2018).

Ορισμένοι χώροι όπου οι λύσεις της ThingWorx έχουν χρησιμοποιηθεί είναι στο Infosys Campus στο Mysore, στην Ινδία και την εταιρεία Embedded Energy Technology στο Πίτσμπουργκ. Στο Infosys Campus στόχος ήταν η μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας και η απεικόνιση της κατανάλωσης με τρόπο ευανάγνωστο ώστε να μπορούν οι αρμόδιοι να βελτιστοποιήσουν την χρήση των συστημάτων ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας (Iiconsortium.org, 2018).

Εφαρμόστηκε στην ουσία ένα “Κέντρο Ελέγχου ενέργειας” το οποίο βοήθησε στην ανάλυση των δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας. Μέσω των εργαλείων του μπορούσε να γίνει πρόβλεψη για την κατανάλωση ενέργειας ενώ παράλληλα μπορούσαν να σταλούν ειδοποιήσεις για τυχόν βλάβες ή για μη συνηθισμένες καταστάσεις στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Στην εταιρεία Embedded Energy Technology στο Πίτσμπουργκ επίσης χρησιμοποιείται η πλατφόρμα της ThingWorx. Αισθητήρες μπορούσαν να συλλέξουν δεδομένα από το εργοστάσιο που μετρούσαν τις θερμοκρασίες. Ο λόγος που γινόταν καταγραφή των θερμοκρασιών και η σχέση τους με την ενέργεια είναι διότι στο εργοστάσιο υπήρχαν συστήματα ατμού τα οποία είχαν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση. Με την μέτρηση της θερμοκρασίας σε διαφορετικές τοποθεσίες του συστήματος οι υπεύθυνοι ήταν σε θέση να εντοπίσουν τυχόν ανωμαλίες ώστε να μπορούν να διορθώσουν τις οποιεσδήποτε βλάβες στο σύστημα (Tracy, 2016)

7.2.1 Ενεργειακά κτίρια

Ένα από τα πολλά παραδείγματα εφαρμοσμένων λύσεων για ΕΠ σε κτίρια είναι η περίπτωση της Intel όπου το 2016 δημιούργησε το πρώτο έξυπνο ενεργειακό κτίριο στην Bangalore στην Ινδία. Στόχος της Intel ήταν να μειώσει τη χρήση πόρων όπως ρεύμα και νερό, ενώ παράλληλα να μπορεί να αύξει την λειτουργική αποδοτικότητα του κτιρίου. Στοχεύοντας στα πιο πάνω εκτός από εξοικονόμηση οικονομικών πόρων θα μπορεί να προσφέρει επίσης άνεση στα άτομα που εργάζονται στο κτίριο.

Με την ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονταν από αισθητήρες τοποθετημένους σε διάφορα μέρη του κτιρίου επέβαλε αυτοματισμούς στον φωτισμό και στην παροχή νερού. Ακόμα μέσω των της ανάλυσης των δεδομένων επιτεύχθηκε μια σταθερή θερμοκρασία στο κτίριο. Με τις λύσεις που

εφάρμοσε εκτός από διαχείριση ενέργειας κατάφερε να αυξήσει την χωρητικότητα του κατά 30%. Και αυτό διότι μελετώντας της συνήθειες των εργαζομένων βρήκε χώρους όπου ήταν κενοί και μπορούσαν να φιλοξενήσουν υπαλλήλους (Khandavilli, 2017).

7.2.2 Χρήση ηλεκτρονικών αυτοκινήτων

Με αφορμή την προηγούμενη ενότητα αξίζει στο σημείο αυτό να αναφερθεί μια έξυπνη λύση για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα οποία μπορεί να συνδυάσει επίσης και τα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω για τα ενεργειακά κτίρια. Είναι κοινά αποδεχτό ότι το μέλλον ανήκει στα ηλεκτρονικά αυτοκίνητα. Υπάρχουν όμως αμφισβητούμενες απόψεις για το θέμα αυτό, εφόσον μπορεί να απαλλαγεί το περιβάλλον από την μόλυνση των καυσαερίων αλλά από την άλλη θα υπάρχουν καυσαέρια τα οποία θα προέρχονται από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας για την φόρτιση των ηλεκτρονικών αυτοκινήτων. Εν πάση περιπτώσει, ομάδα τεχνικών από τη Siemens έχουν δείξει στην πράξη πως μπορούν τα ηλεκτρονικά αυτοκίνητα να βοηθήσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας σε έξυπνα χτίρια.

Η ιδέα ήταν ότι ένα ηλεκτρονικό αυτοκίνητο δεν είναι απαραίτητο αποκλειστικά να σπαταλά ηλεκτρική ενέργεια αλλά μπορεί να αποθηκεύει ενέργεια και να μπορεί να προσφέρει αυτή όταν και εφόσον παραστεί ανάγκη. Μπορούν δηλαδή αυτά να θεωρούνται και αποθηκευτικές μονάδες. Μετά από μελέτη δεδομένων, η ομάδα αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα ηλεκτρονικά αυτοκίνητα τα οποία με την άφιξη τους στο χώρο εργασίας των ιδιοκτητών τους μπορεί να συνδέονται αμέσως με σταθμούς επαναφόρτισης, δεν είναι απαραίτητο αυτά να έχουν πλήρη φόρτιση το συντομότερο εφόσον ο ιδιοκτήτης τους θα τα χρησιμοποιήσει αργά το απόγευμα. Επομένως όπως αναφέρθηκε προηγουμένως μπορούν αυτά να χρησιμοποιηθούν ως αποθηκευτικές μονάδες οι οποίες να ρυθμίζουν και να βοηθούν σε περιπτώσεις που οι απαιτήσεις ενέργειας μπορεί να είναι ψηλές. Πιο συγκεκριμένα μπορούν να δώσουν την απαιτούμενη ενέργεια σε μια συννεφιασμένη μέρα σε κτίρια τα οποία στηρίζονται για την λειτουργία τους σε φωτοβολταϊκά συστήματα (Ehrenberg, 2017).

Φυσικά σε ένα τέτοιο σύστημα υπάρχει ανάλυση δεδομένων από πολλά διαφορετικά συστήματα, ώστε να βοηθήσουν σε όλα τα πιθανά σενάρια κατά τη διάρκεια της ημέρας. Για παράδειγμα δεν επιτρέπεται να αφεθούν οι μπαταρίες των ηλεκτρονικών αυτοκινήτων να αποφορτιστούν εντελώς και να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια. Επίσης γίνεται ανάλυση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και σε συνδυασμό με τα δεδομένα των καιρικών συνθηκών εκτελούνται και οι ανάλογες ενέργειες.

7.3 Διαχείριση νερού

Ένας από τους πλέον σημαντικούς τομείς για την υποδομή της πόλης είναι το σύστημα ύδρευσης. Προφανώς με την αύξηση των πληθυσμών στις πόλεις, είναι φυσικό επακόλουθο να αυξηθεί και η κατανάλωση νερού. Η σωστές εφαρμογές έξυπνων λύσεων στον τομέα αυτό σε ένα αστικό περιβάλλον υποδεικνύει ότι η υποδομή ύδρευσης και αποχέτευσης οφείλει να συγκεντρώνονται και να διασφαλίζουν την αποτελεσματική διαχείριση αυτού του πολύτιμου πόρου. Ένα έξυπνο σύστημα νερού πρέπει να είναι σχεδιασμένο για να συλλέγει σημαντικά και σε πραγματικό χρόνο δεδομένα σχετικά με τη ροή, την πίεση και τη διανομή του νερού της πόλης. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι πέραν του 30% του νερού χάνεται από διαρροές (Ptc.com, 2018), ο εύκολος και γρήγορος

εντοπισμός το βλαβών στο δίκτυο είναι εξέχουσας σημασίας. Επιπλέον, είναι κρίσιμο ότι τα δεδομένα για την κατανάλωση να μπορούν να παρέχουν ακριβείς προβλέψεις για τη χρήση του νερού

WaterWorX

Το WaterWorX είναι μια πλατφόρμα SaaS (SCADA ως υπηρεσία) για τη διαχείριση του νερού. Είναι στην ουσία ένα σύστημα το οποίο με τη χρήση του IoT μπορεί να προσφέρει 24/7 έλεγχο σε αντλίες, συστήματα άντλησης, δεξαμενές, μετρήσεις ροής βαλβίδων, έλεγχος πίεσης και προσφέρει την δυνατότητα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων από τα πιο πάνω. Στο σύστημα υπάρχουν ασύρματοι αισθητήρες με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για τη συλλογή και αποστολή δεδομένων που σχετίζονται με τη διαχείριση του νερού. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να και να συνδεθούν με αρχιτεκτονικές σύννεφων και κατανεμημένων υπολογιστών (Marketplace.thingworx.com, 2018).

Το WaterWorX έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε μια μεγάλη ποικιλία συσκευών, συμπεριλαμβανομένων των κινητών tablet και των smartphones, πράγμα που βοηθά το προσωπικό συντήρησης και χειρισμού του δικτύου νερού, να έχει άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο 24 ώρες την ημέρα. Μπορεί να αναπτυχθεί σε οποιοδήποτε σύστημα νερού λόγω της ευελιξίας του που προσφέρει το IoT. Η σύνδεση με συσκευές όπως η αντλία ενεργοποίησης / απενεργοποίησης, οι πιέσεις, οι ροές, τα επίπεδα, οι θερμοκρασίες μπορούν πλέον να γίνονται με κινητές συσκευές κατά τη διάρκεια όλου του 24ώρου.

Επειδή το WaterWorX είναι ενεργοποιημένο μέσω διαδικτύου, οι συσκευές και οι διαδικασίες σας μπορούν να ελέγχονται τοπικά ή σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Υπάρχει η δυνατότητα παρακολούθησης, συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μέσω εργαλείων του συστήματος. Για παράδειγμα, το σύστημα WaterWorX παρέχει τη δυνατότητα έγκυρης ενημέρωσης σε ένα χρήστη σε περίπτωση που μια δεξαμενή παρουσιάσει μια πιθανή κατάσταση υπερχειλίσης, έτσι ώστε οι αντλίες να μπορούν να αρχίσουν να αντισταθμίζουν ανάλογα (Aquamatix.net, 2018).

7.4 Δημόσιος φωτισμός

CityTouch

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, μια πόλη για να μετατραπεί από απλό αστικό κέντρο σε μια ΕΠ πρέπει να έχει ένα επίπεδο ωριμότητας. Στον τομέα του δημόσιου φωτισμού δεν νοείται ΕΠ η οποία να μην χρησιμοποιεί λάμπες LED για τις ανάγκες της. Μπορεί η αναφορά του σημείου αυτού να μην είναι έξυπνη λύση για ΕΠ αλλά είναι ένας παράγοντας από τον οποίο οι αρμόδιοι μιας πόλης πρέπει να έχουν υπόψη τους πριν την δημιουργία οποιουδήποτε έργου που αφορά το δημόσιο φωτισμό. Και ο λόγος που αναφέρεται αυτό είναι επειδή όλες οι έρευνες υποδεικνύουν το τεράστιο οικονομικό όφελος το οποίο προέρχεται με αυτήν την απλή αλλαγή. Σύμφωνα με το IoTUK (2017) η Βοστώνη στις ΗΠΑ το 2012 τοποθέτησε λάμπες LED στο 40% του δημόσιου φωτισμού της και κατάφερε να εξοικονομήσει \$2,8 εκατομμύρια ανά χρόνο στο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας.

Μια έξυπνη λύση στον τομέα του δημόσιου φωτισμού είναι το CityTouch από την εταιρεία Philips και έχει εφαρμοστεί μεταξύ άλλων στην πόλη του Λος Άντζελες. Με το CityTouch μπορούν να

διαχειρίζονται σε πραγματικό χρόνο και με βάση το χάρτη όλο τον δημόσιο φωτισμό ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το σύστημα. Μέσω αυτού μπορούν επίσης να ελέγξουν την κατανάλωση και να γίνεται συνεχής επίβλεψη του δικτύου με αναφορές για τυχόν βλάβες. Οι πληροφορίες που μπορούσε να δώσει το σύστημα ήταν ακριβής και περιέγραφαν την τοποθεσία και το είδος του προβλήματος

Η εγκατάσταση του CityTouch ήταν εύκολη εφόσον δεν χρειαζόταν οποιαδήποτε μετατροπή στο υφιστάμενο υλικό. Και η σύνδεση καινούριων κόμβων με το υφιστάμενο δίκτυο δεν απαιτεί οποιαδήποτε προεργασία. Μάλιστα όπως αναφέρεται από τη Philips η εγκατάσταση είναι τόσο εύκολη ώστε μια ομάδα συνεργείου εγκατάσταση μπορεί να εγκαταστήσει μέχρι και 500 κόμβους στους πασσάλους την ημέρα (Philips, 2015).



Εικ. 5: Εγκατάσταση CityTouch κόμβων σε υφιστάμενους πασσάλους φωτισμού (Philips, 2015)

Φωτισμός κατόπιν ζήτησης (Lighting on demand) - CitySense

Κοιτάζοντας τον δημόσιο φωτισμό από μια άλλη πλευρά, στην πόλη Helmond στην Ολλανδία, εφάρμοσαν το πρόγραμμα CitySense το 2013. Η λύση αυτή προσφέρεται από την εταιρεία Tvilight. Το VitySense είναι στην ουσία ένας αισθητήρας με ενσωματωμένο ασύρματο σύστημα ελέγχου φωτισμού. Η συσκευή είναι αδιάβροχη και κατασκευασμένη να αντέχει σε όλες τις καιρικές συνθήκες και η λειτουργία του βασίζεται στο να παρέχει φωτισμό όταν αισθανθεί την παρουσία πεζών, ποδηλατιστών ή οχημάτων. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί ένα δίκτυο πλέγματος (mesh network) σε πραγματικό χρόνο, το οποίο στην ουσία μπορεί να θέσει σε λειτουργία γειτονικά φώτα δημιουργώντας με αυτό το τρόπο ένα ασφαλές κύκλο φωτισμού γύρω από έναν πεζό – ποδηλάτη - οδηγό. Η προσαρμογή στην ανθρώπινη παρουσία γίνεται αυτόματα ενώ παράγοντες παρεμβολής όπως τα μικρά ζώα ή τα κινούμενα δέντρα φιλτράρονται και αγνοούνται. Το CitySense διαθέτει ενσωματωμένη κεραία και ένα συνδεδεμένο καλώδιο, το οποίο καθιστά την εγκατάσταση απλή και οικονομικά αποδοτική, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων που η ανάλυση τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλες οικονομικές, υποδομές και περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες (Huizinga, 2018).

Με το να παρέχεται φωτισμός σε συγκεκριμένο χώρο και όταν αυτό χρειάζεται, η πόλη κατάφερε να μειώσει το κόστος του δημόσιου φωτισμού. Παράλληλα με το να φωτίζεται το οδικό δίκτυο, μονοπάτια πεζών και κατοικημένοι χώροι προσφέρεται το αίσθημα ασφάλειας στους κατοίκους. Ένα πρόβλημα το οποίο πάντα ταλανίζει τις πόλεις είναι το συνεχές άναμμα του δημόσιου φωτισμού χωρίς σκοπό. Από την άλλη η συνεχής παροχή φωτισμού είναι αναγκαία για την δημόσια ασφάλεια. Με την εφαρμογή της λύσης αυτής η πόλη Helmond, κατάφερε να έχει και τους πολίτες της ασφαλές και ευχαριστημένους και να μειώσει και τις δαπάνες της για το κόστος λειτουργίας του δημόσιου φωτισμού της. Αξίζει να αναφερθεί ότι το κόστος μειώθηκε κατά 70% ενώ παράλληλα τα έξοδα διαχείρισης του δημόσιου φωτισμού μειώθηκαν κατά 50% (Smart Cities World, 2017).

8 Υγεία

Η μετάβαση στην ηλεκτρονική υγεία έχει σαν σκοπό και στόχο την βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας των υπηρεσιών υγείας και κοινωνικών υπηρεσιών. Η ηλεκτρονική υγεία αφορά τη διαδικασία θεραπείας καθώς και τη διαχείριση ασθενών με την υποστήριξη των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας. Η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει πολλά στον τομέα αυτό. Ορισμένα από τα ωφέληματα – δυνατότητες είναι:

- Υπηρεσίες τηλεϊατρικής, ειδικότερα σε εξοπλισμό κινητής παρακολούθησης (π.χ. παρακολούθηση στο σπίτι)
- Ηλεκτρονικό αρχείο υγείας – ασθενών
- Ηλεκτρονική πρόσβαση σε δίκτυα πληροφόρησης - αρχεία για την υγεία των πολιτών, με δεδομένα προερχόμενα από τους ασθενείς τα οποία βοηθούν ποικιλότροπος τους πάροχους ιατρικών υπηρεσιών

8.1 Συγκέντρωση ιατρικών αρχείων από Δημόσια νοσηλευτήρια και ιδιωτικές κλινικές

Το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενή είναι κατά 99% των περιπτώσεων γραμμένα σε χαρτί φυλαγμένα σε δωμάτια – αποθήκες. Ένας ασθενής ο οποίος μπορεί να χρειάζεται να παρακολουθείται από δύο ή περισσότερους γιατρούς πρέπει είτε να μεταφέρει αντίγραφο του ιστορικού του από τον ένα γιατρό στον άλλο είτε ο κάθε γιατρός να έχει το δικό του αρχείο για τον ίδιο ασθενή.

Για αποφυγή της ταλαιπωρίας των ασθενών υπάρχει η λύση της ψηφιοποίησης των ιατρικών αρχείων σε κεντρικές βάσεις δεδομένων όπου θα μπορεί ο κάθε γιατρός να έχει άμεση πρόσβαση για την καλύτερη εξυπηρέτηση των ασθενών. Αξίζει να αναφερθεί επίσης ότι με την αποθήκευση των αρχείων στις βάσεις δεδομένων δεν θα κινδυνεύει πλέον να χαθεί ο ιατρικός φάκελος ενός ασθενή είτε λόγω φυσικής καταστροφής είτε εξαιτίας ανθρώπινης αμέλειας.

Μια λύση που προσφέρεται από την εταιρεία Forgerock είναι η “Πλατφόρμα ταυτότητας ForgeRock” (ForgeRock Identity Platform). Με την πλατφόρμα αυτή μπορεί να δημιουργηθούν ψηφιακές ταυτότητες για ασθενείς και ψηφιακοί ιατρικοί φάκελοι οι οποίοι να συμπεριλαμβάνουν όλο το ιατρικό ιστορικό ενός ασθενούς. Φυσικά η πλατφόρμα αυτή προστατεύει την ιδιωτική ζωή και τα

προσωπικά δεδομένα των ασθενών. Μέσω τη πλατφόρμας και της συνεργασίας ιατρών και ασθενών δίνεται η δυνατότητα συλλογής δεδομένων από εφαρμογές κινητών τηλεφώνων, φορητές συσκευές (wearables) κλπ. ώστε να μπορεί να δημιουργηθεί ψηφιακό ιατρικό αρχείο το οποίο μπορεί να μοιραστούν διάφορα ιατρικά τμήματα αναλόγως ανάγκης. Το αρχείο αυτό έχει την εξουσιοδότηση ο ασθενής να το μοιραστεί με ειδικούς γιατρούς ή και με οποιοδήποτε άλλο φορέα παροχής φροντίδας υπό όρους και για όσο χρονικό διάστημα αυτός το επιθυμεί (ForgeRock.com, 2018).

8.2 Φροντίδα ηλικιωμένων

Μια άλλη έξυπνη λύση ήταν αυτή η οποία δοκιμάστηκε στην Santa Marta της Βραζιλίας όπου σκοπό είχε να ωφελήσει ηλικιωμένους και παραπληγικά άτομα τα οποία δεν μπορούσαν να επισκεφτούν το τοπικό νοσοκομείο λόγω αδυναμίας. Έτσι οι αρμόδιοι έθεσαν σε δοκιμαστική βάση ένα σχέδιο το οποίο εξόπλιζε νοσοκομειακό προσωπικό με τσάντες οι οποίες περιείχαν απαραίτητες ιατρικές συσκευές και τους έστελνε έξω στα σπίτια των ασθενών. Η δοκιμή αυτή κατάφερε προσφέρει ιατρική φροντίδα σε ηλικιωμένα άτομα και σε άτομα με αναπηρία και να τα κρατήσει γενικά ευχαριστημένα. Όμως η επιτυχία του πειράματος αυτού είναι ότι από τις επισκέψεις κατάφεραν οι νοσηλευτές μέσα από τις συνηθισμένες εξετάσεις να διαγνώσουν άλλες 20 ασθένειες στους ασθενείς λόγω του ότι οι αναλύσεις γίνονταν επιτόπου και δεν υπήρχε χρονοτριβή στην εξαγωγή αποτελεσμάτων. Ενώ υπό κανονικές συνθήκες τα αποτελέσματα των εξετάσεων (αν υπήρχε η διαθεσιμότητα να γίνουν αυτές) τα αποτελέσματα δίνονταν μετά την πάροδο 2 εβδομάδων. Με τον τρόπο όμως αυτό τα αποτελέσματα των εξετάσεων μπορούσαν να παρθούν σε μόλις 3 λεπτά.

Το αρνητικό του όλου πλάνου είναι ότι ο εξοπλισμός που χρειαζόταν για να εξοπλιστεί μια τσάντα νοσηλευτή που θα παρείχε εξωτερική φροντίδα ήταν ιδιαίτερα ακριβώς. Από την άλλη όμως η πρόγνωση και η πρόωρη θεραπεία ασθενειών (η οποία πρόγνωση γινόταν με την χρήση αυτού του ακριβού εξοπλισμού) εξοικονομούσε πολύ περισσότερα χρήματα από όσο η αξία τέτοιας τσάντας. Η αξία της ιατρικής τσάντας ήταν \$42000 αλλά η έγκαιρη πρόγνωση και θεραπεία ασθενειών μπορεί να εξοικονομήσει έως και \$ 200000. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι επισκέπτες ενός νοσοκομείου κοστίζουν \$136000 ανά 1000 ασθενείς, έξοδα τα οποία μπορούν να μειωθούν με τη χρήση αυτής της λύσης (Enbysk, 2013).

9 Έξυπνες Συγκοινωνίες

Ο τομέας των συγκοινωνιών είναι μια από τις πιο σημαντικές πτυχές για μια έξυπνη πόλη. Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα στο χώρο των συγκοινωνιών είναι το πρόβλημα της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι συγκεκριμένα στο Λονδίνο η μέση ταχύτητα ενός αυτοκινήτου είναι μόλις 17mph. Ο αριθμός από μόνος του δεν φαντάζει τραγικός. Εάν όμως προστεθεί το γεγονός ότι ο αριθμός αυτός η ίδια μέση ταχύτητα που είχαν οι άμαξες πριν από 100 χρόνια στην πόλη αυτή τότε μπορεί εύκολα να καταλάβει κανείς την ανάγκη άμεσης εξεύρεσης έξυπνων λύσεων στον τομέα αυτό (Ghosh and Lee, 2010). Οι λύσεις που προσφέρονται στα μέσα μεταφοράς είτε δημόσια είτε ιδιωτικά, είτε εξυπηρετούν πεζούς είτε χρήστες αυτοκινήτων, είτε τους κατοίκους τις πόλης ή επισκέπτες αυτής πρέπει να είναι απλοποιημένες. Σκοπός της χρήσης των έξυπνων συστημάτων μεταφοράς είναι η ελαχιστοποίηση της ώρας του ταξιδιού και η έγκυρη ενημέρωση των ταξιδιωτών με την άμεση παράδοση πληροφοριών όταν και όπου χρειάζεται σε

θέματα που έχουν να κάνουν με την μετακίνηση του κοινού. Η σχεδίαση αυτών και η εφαρμογή τους δε, πρέπει να είναι προσεχτική για να παρέχει άνεση σε όσους τις χρησιμοποιούν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί όταν οι έξυπνες λύσεις έχουν τα ακόλουθα στοιχεία:

- Χρησιμοποίηση κοινόχρηστων αλλά εξιδεικευμένων μέσων μεταφοράς
- Δημιουργία έξυπνων διαδρομών και μέσων πλοήγησης
- Σωστές και έξυπνες ταξιδιωτικές πληροφορίες

Η διαχείριση των πιο πάνω στοιχείων είναι εφικτή χρησιμοποιώντας εργαλεία συλλογής δεδομένων τα οποία μετά την ανάλυση τους μπορούν να δείξουν τις προτιμήσεις των ανθρώπων που κυκλοφορούν στην πόλη ούτως ώστε να εφαρμοστούν σωστές πρακτικές λύσεις για τη διακίνηση τους. Δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν από:

- GPS συσκευές εγκατεστημένες είτε σε ιδιωτικά αυτοκίνητα ή δημόσια μέσα μεταφοράς
- Κλειστά κυκλώματα παρακολούθησης εγκατεστημένα σε κεντρικούς δρόμους ή κεντρικές πλατείες
- Ιστορικά δεδομένα βασισμένα στις μετρήσεις προηγούμενων χρόνων

Το πεδίο εφαρμογής των Έξυπνων Συγκοινωνιών (ΕΣ) είναι τεράστιο και αυτό μπορεί να συμπεριλάβει τους ανθρώπους σαν πεζούς αλλά και ως χρήστες των μέσων μεταφοράς όπως ιδιωτικά αυτοκίνητα, ποδήλατα, λεωφορεία και άλλα. Στόχος των ΕΣ είναι η ελαχιστοποίηση του χρόνου ταξιδιού των ανθρώπων αλλά και των εμπορευμάτων ως επίσης και οι δίκαιη κατανομή των διαθέσιμων πόρων ώστε όλοι να απολαμβάνουν στο μέγιστο βαθμό την ασφάλή τους διακίνηση και τη λήψη ακριβών πληροφοριών για τις διαθέσιμες προς αυτούς λύσεις για μετάβαση τους στους χώρους της πόλης. Επίσης με την λήψη των πληροφοριών αυτών θα μπορεί να υπολογίσει και να αποφασίσει την πιο αποτελεσματική για αυτό διαδρομή χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε μέσο θεωρήσει αυτό σωστός. Τέλος θα του επιτρέπεται να πραγματοποιεί κρατήσεις (π.χ. για χώρο στάθμευσης) με τρόπο δυναμικό είτε πριν είτε κατά τη διάρκεια του ταξιδιού (Ghosh and Lee, 2010).

9.1 Πράσινες μεταφορές

Το 92% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στον τομέα των μεταφορών προέρχεται από ορυκτά καύσιμα τα οποία μολύνουν το περιβάλλον (Needtoknow.nas.edu, 2017). Το γεγονός αυτό πρέπει να αποτελέσει ως μοχλός πίεσης προς τους αρμοδίους για εξεύρεση πιο πράσινων λύσεων για τις δημόσια αλλά και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς.

Στην πόλη Transdev της Ολλανδίας έχουν καταλάβει ότι οι μεταφορές παίζουν σημαντικό ρόλο στην βιωσιμότητα της πόλης και στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Έτσι το 2016 ξεκίνησαν να χρησιμοποιούν 43 λεωφορεία τα οποία λειτουργούσαν μόνο με ηλεκτρική ενέργεια. Μάλιστα ο “στόλος” αυτός των λεωφορείων είναι ο μεγαλύτερος πράσινος στόλος στην Ευρώπη. Τα λεωφορεία αυτά μπορούσαν να φορτιστούν πλήρως σε διάρκεια μισής ώρας μόνο. Μετέτρεψαν ένα παλιό σταθμό ανεφοδιασμού καυσίμων σε κέντρο φόρτισης των λεωφορείων αυτών ενώ παράλληλα επιδίωξαν να χρησιμοποιούνται σε κοντινές διαδρομές όπου υπήρχαν ψηλά επίπεδα ρύπανσης καυσαερίων (Peeples, 2016).

9.2 Έξυπνοι χώροι στάθμευσης

Η διαθεσιμότητα κενών θέσεων στάθμευσης είναι ένα από τους σημαντικότερους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις μετακινήσεις των κατοίκων μιας πόλης με τα ιδιωτικά οχήματα τους. Η ενημέρωση για τους χώρους οι οποίοι έχουν κενές θέσεις στάθμευσης ως επίσης και το γνωρίζει κάποιος από πριν την χρέωση η οποία θα υπάρξει είναι προφανώς κάτι που επηρεάζει τις αποφάσεις των οδηγών. Η εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης η οποία να μπορεί να ενημερώνει εκ των προτέρων για τις ελεύθερες θέσεις μιας περιοχής μπορεί να επιδράσει θετικά στις διακινήσεις μέσα στην πόλη ενώ ταυτόχρονα μειώνεται επίσης και η ταλαιπωρία που μπορούν να υποστούν τόσο οι οικείοι της πόλης όσο και οι επισκέπτες αυτών. Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από ενημέρωση σε πραγματικό χρόνο μπορεί επίσης να υπάρξει και πρόβλεψη για τις διαθέσιμες ελεύθερες θέσεις στάθμευσης μέσα από την ανάλυση ορισμένων δεδομένων. Οι προβλέψεις αυτές μπορούν να μειώσουν τις ουρές αυτοκινήτων και τους χρόνους αναμονής των οδηγών αυτοκινήτων οι οποίοι θα περιπλανιόνται στην πόλη με σκοπό να βρουν χώρους στάθμευσης.

Η απόφαση των οδηγών για την επιλογή του χώρου στάθμευσης επηρεάζεται από 3 καταστάσεις:

- Οι προσωπικές προτιμήσεις του κάθε οδηγού
- Η απόσταση του χώρου στάθμευσης από τον τόπο ενδιαφέροντος του
- Κατά πόσο ο χώρος στάθμευσης είναι κοντά σε άλλες χρήσιμες για αυτόν υποδομές (Vlahogianni et al., 2016)

SPARK (Smart Parking Management system)

Σαφώς και στον τομέα αυτό έχουν γίνει πάρα πολλές έρευνες και επενδύσεις. Μια οικονομικά αποδοτική λύση στο πρόβλημα εύρεσης κενών χώρων στάθμευσης προέρχεται από το Κέντρο Ανάπτυξης Προηγμένων Υπολογιστών στην Ινδία (Centre for Development of Advanced Computing). Η λύση που προβάλλουν βασίζεται σε ένα “Ασύρματο δίκτυο αισθητήρων” και το ονομάζουν SPARK (Smart Parking Management system). Το σύστημα αυτό μπορεί να προσφέρει προηγμένες λειτουργίες όπως απομακρυσμένη παρακολούθηση στάθμευσης, αυτοματοποιημένη καθοδήγηση στον κενό χώρο στάθμευσης ως επίσης και μηχανισμό κράτησης κενών θέσεων (Srikanth, S. V. et al., 2009). Οι λειτουργίες του συστήματος αυτού έχουν ως σκοπό την ελαχιστοποίηση του χρόνου που καταναλώνεται για να βρεθεί μια κενή θέση στάθμευσης και την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα αποτελείται από έξη υποσυστήματα – στοιχεία:

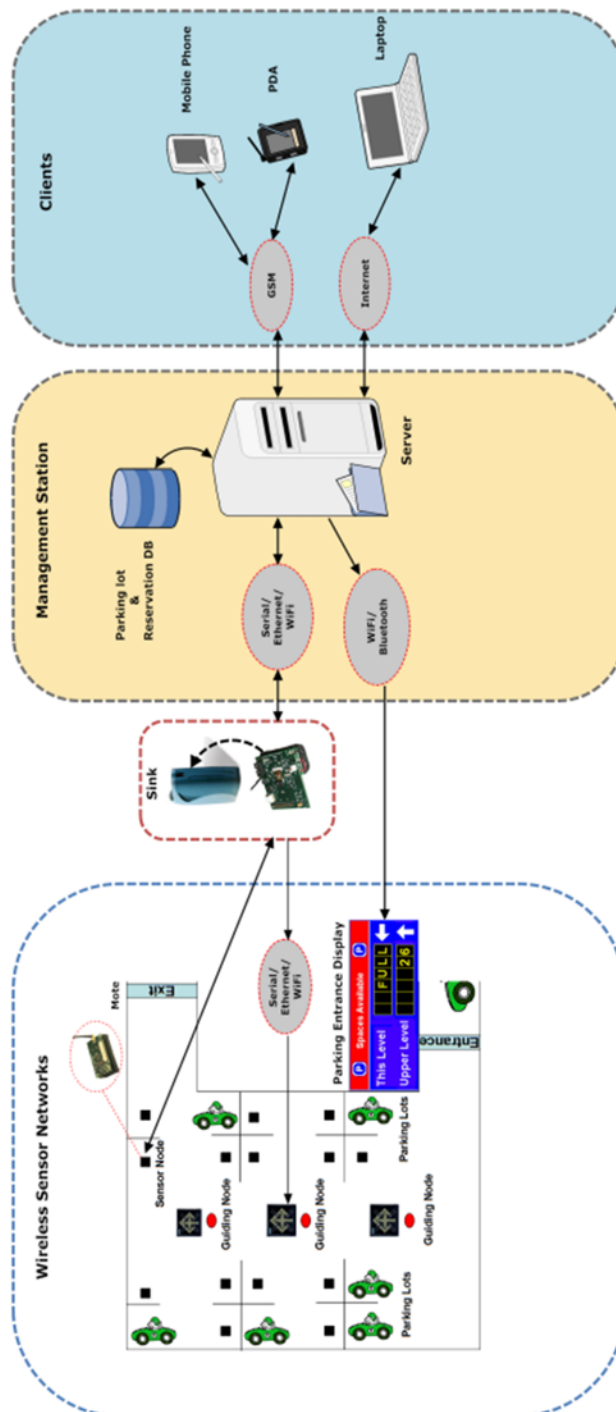
1. Υποσύστημα Ασύρματο Δίκτυο Αισθητήρων: Είναι υπεύθυνο για την παρακολούθηση της κατάστασης των θέσεων στάθμευσης κατά πόσο αυτές είναι ελεύθερες ή κρατημένες και τις πληροφορίες αυτές τις στέλνουν μέσω μιας συχνότητας
2. Υποσύστημα SINK: Σε αυτό το κομμάτι γίνεται οι συλλογή των πληροφοριών προερχόμενες από τους αισθητήρες. Στο σημείο αυτό γίνεται μόνο συλλογή πληροφοριών οι οποίες στη συνέχεια αποστέλλονται παρακάτω για επεξεργασία. Λειτουργεί ως πύλη μεταξύ ασύρματου δικτύου αισθητήρων και εξωτερικών δικτύων
3. Υποσύστημα Διαχείρισης Στάθμευσης: Είναι το σημείο στο οποίο γίνεται η επεξεργασία των πληροφοριών και σαν δεδομένα πλέον στέλνονται για αποθήκευση στη βάση δεδομένων. Η βάση δεδομένων κρατά αρχείο με την κατάσταση των θέσεων στάθμευσης ως επίσης και αρχείο που καταγράφεται η υγεία των αισθητήρων. Η κατάσταση των ελεύθερων θέσεων αποτυπώνεται σε οθόνη στην είσοδο του χώρου στάθμευσης. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω υπάρχει και η δυνατότητα κράτησης μιας θέσης. Σε αυτό το σενάριο ο οδηγός ζητάει καθοδήγηση για κενές θέσεις και το σύστημα εφόσον επεξεργαστεί τα δεδομένα θα

απαντήσει στον “υποψήφιο πελάτη” σε περίπτωση που υπάρχει κενή θέση για το όχημα του και αν αυτός δεχθεί το μήνυμα τότε μπορεί να γίνει η κράτηση της θέσης.

4. Υποσύστημα Αυτοματοποιημένες Καθοδήγησης: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την καθοδήγηση του οδηγού μέσα στο χώρο στάθμευσης για την ευκολότερη πρόσβαση του στις κενές θέσεις. Το υποσύστημα διαχειρίζεται σηματοδότες οι οποίοι δείχνουν στον οδηγό την κατεύθυνση που πρέπει να ακολουθήσει για να φτάσει στις διαθέσιμες κενές θέσεις. Δείχνει τη διαθεσιμότητα των χώρων στάθμευσης σε όλες τις τρεις κατευθύνσεις (αριστερά /δεξιά /μπροστά).
5. Υποσύστημα Εμφάνισης Εισόδου: Είναι το υποσύστημα το οποίο είναι τοποθετημένο στην είσοδο του χώρου στάθμευσης και δείχνει τον αριθμό των κενών θέσεων. Ο αριθμός αυτός ανανεώνεται αυτόματα βάση των δεδομένων που λαμβάνουν και αποστέλλουν οι αισθητήρες. Εκτός από τον αριθμό των θέσεων οι οθόνη δείχνει επίσης ολόκληρη την διαρρύθμιση του χώρου στάθμευσης για την εύκολη κατατόπιση του οδηγού που εισήρθε σε αυτό

Υποσύστημα Πελάτη: Είναι το υποσύστημα το οποίο επιτρέπει στους οδηγούς να αλληλεπιδρούν με το SPARK. Υπάρχει εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα η οποία έχει δύο λειτουργίες. Η πρώτη είναι να δείχνει στον οδηγό τον αριθμό των διαθέσιμων κενών θέσεων στο χώρο στάθμευσης ενώ η δεύτερη λειτουργία είναι να επιτρέπει σε αυτόν την πραγματοποίηση κράτησης μιας θέσης εάν και εφόσον υπάρχει αυτή η δυνατότητα. Για την κράτηση της θέσης απαιτείται η καταχώρηση της ώρας άφιξης ως επίσης και τα νούμερα του αυτοκινήτου (Srikanth, S. V. et al., 2009).

Το πιο πάνω σύστημα αναπτύχθηκε μόνο ως πρωτότυπο από το Κέντρο Ανάπτυξης Προηγμένων Υπολογιστών στην Ινδία. Αξίζει να αναφερθεί ότι η λειτουργία του συστήματος είναι εντελώς αυτόματη πλην της εφαρμογής εννοείτε και της συντήρησης του. Αν και αναπτύχθηκε μόνο ως πρωτότυπο εντούτοις το σύστημα αυτό μπορεί να ικανοποιήσει σε πραγματικές συνθήκες πολλά σενάρια διαχείρισης της στάθμευσης οχημάτων (Srikanth, S. V. et al., 2009).



Εικ. 6: Η αρχιτεκτονική του συστήματος SPARK (Srikanth, S. V. et al., 2009)

ParkiFi

Μια ακόμα λύση η οποία προσφέρεται στον τομέα αυτό αλλά, μέχρι τη στιγμή που γράφεται η εργασία αυτή, η εφαρμογή της περιορίζεται μόνο στην πόλη του Denver είναι το ParkiFi. Σύμφωνα με την εταιρεία κατασκευής αυτής της λύσης, αφορμή για την ανάπτυξη της ήταν οι ήδη υπάρχοντες λύσεις οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε μεγάλους προστατευόμενους χώρους όπου προφυλάσσονταν από τις καιρικές συνθήκες. Πολλές εταιρείες έχουν ήδη βρει τη λύση για αυτούς

τους χώρους – ελεγχόμενους χώρους. Τι γίνεται όταν οι χώροι στάθμευσης είναι σε ακάλυπτους χώρους και σκορπισμένοι σε όλη τη πόλη; Παρόλο που ήδη υπήρχαν ένα σωρό άλλες εφαρμογές οι οποίες είχαν σαν θέμα τους τους χώρους στάθμευσης εντούτοις ο Ryan Sullivan και ο Rishi Malik, ιδρυτές της εταιρείας, εμπνευστήκαν τη δική τους λύση. Με βάση τη λογική τους όλες οι εφαρμογές που προϋπήρχαν είχαν έλλειψη πληροφόρησης. Πότε δηλαδή ένας χώρος στάθμευσης είναι ελεύθερος και που βρίσκεται (Parkifi.com, 2017).

Για να ξεχωρίσουν από τους υπόλοιπους έφτιαξαν μια λύση η οποία εστιάζει σε μια σημαντική λεπτομέρεια έναντι των άλλων. Σαν “πελάτες” της εφαρμογής δεν έβλεπαν τους οδηγούς των οχημάτων αλλά τους ιδιοκτήτες των χώρων στάθμευσης (Dicksteen, 2015). Με την υπόσχεση ότι θα επωφελούνταν οι ιδιοκτήτες των χώρων στάθμευσης επέτρεπε στους Ryan Sullivan και ο Rishi Malik να δημιουργήσουν μια πλατφόρμα η οποία θα συγκέντρωνε δεδομένα από προκαθορισμένους χώρους με την άδεια των ιδιοκτητών.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα του ParkiFi είναι οι ανθεκτικοί ασύρματοι αισθητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την συλλογή δεδομένων. Οι αισθητήρες αυτοί είναι σκληροί, μπορούν να αντέξουν σε ψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες και κακές καιρικές συνθήκες, αντέχουν μεγάλο βάρος (μέχρι και το βάρος ενός ημιφορτηγού) ενώ τέλος είναι ανθεκτικοί στα μηχανικά λάδια και οποιαδήποτε άλλα υγρά τα οποία μπορεί να αποβάλλονται από αυτοκίνητα.



Εικ. 7: Αισθητήρας ParkiFi (Parkifi.com, 2017)

Οι αισθητήρες αυτοί λόγω του μικρού μεγέθους τους δεν έχουν ανάγκη από μεγάλη ηλεκτρική ενέργεια για αυτό το λόγω είναι εφοδιασμένοι με μπαταρίες οι οποίες μπορούν να διαρκέσουν για μεγάλο χρονικό διάστημα (μέχρι και πέντε χρόνια). Ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια έχουν μόνο οι δέκτες των σημάτων από τους αισθητήρες οι οποίοι μπορούν να τοποθετηθούν σε πολύ αραιά διαστήματα.



Εικ. 8: Τοποθέτηση δέκτη δεδομένων προερχόμενα από τους αισθητήρες (Parkifi.com, 2017)

Οι αισθητήρες είναι εύκολοι στην τοποθέτησή τους και δεν χρειάζεται να χαλαστούν μεγάλες αποστάσεις δρόμων παρά μόνο χρειάζεται ένα μικρό άνοιγμα μιας τρύπας στο έδαφος για να τοποθετηθούν μέσα. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε 5 λεπτά ο καθένας (σκάψιμο – τοποθέτηση – κλείσιμο της τρύπας) ενώ μπορούν να τοποθετηθούν μέχρι και 1000 αισθητήρες σε διάστημα 83 ωρών. Επίσης η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει τη νύχτα οπότε και οι περισσότερες θέσεις είναι άδειες χωρίς να ενοχλούνται οι οδηγοί – πελάτες του χώρου στάθμευσης (Dicksteen, 2015).



Εικ. 9: Τοποθέτηση αισθητήρων (Parkifi.com, 2017)

Οι αισθητήρες διαβάζουν και ενεργοποιούνται με την ανίχνευση των μετάλλων ενός οχήματος και αναλόγως των δεδομένων στέλνουν το σήμα στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης. Έχουν 99% επιτυχία

στην ανίχνευση οχημάτων αλλά το πιο σημαντικό είναι ότι έχουν μειωμένο κόστος σχεδόν μόλις το 1/10 από άλλους αισθητήρες που κυκλοφορούν στην αγορά και οποιαδήποτε άλλη λύση υπάρχει στον τομέα αυτό (Parkifi.com, 2017).

9.3 Έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας

Κάθε χρόνο περισσότερο από ένα εκατομμύριο άνθρωποι πεθαίνουν εξαιτίας αυτοκινητιστικών δυστυχημάτων ενώ πέρα των 50 εκατομμυρίων τραυματίζονται (Ponz A. et al., 2015). Υπάρχουν ορισμένες τεχνολογίες οι οποίες μπορούν εκτός από τη χρήση τους στους κύριους δρόμους εκτός πόλεων να εφαρμοστούν επίσης και μέσα στις πόλεις για αποτροπή ατυχημάτων και προστασία είτε των οδηγών αλλά συνάμα και των πεζών. Επίσης ένα σημαντικό τομέας στον οποίο πρέπει να λάβουν υπόψη οι αρμόδιοι για το σχεδιασμό μιας έξυπνης πόλης είναι η διαχείριση της κυκλοφορίας αλλά και διαχείριση της κυκλοφοριακής συμφόρησης που μπορεί να προέλθει στις πλείστες των περιπτώσεων από τα ατυχήματα. Σαρωτές λέιζερ και κάμερες είναι ορισμένες τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν και σε συνδυασμό με άλλες εφαρμογές πληροφοριακών συστημάτων να προσφέρουν αξιοπιστία και ακρίβεια στην πρόβλεψη ατυχών περιστατικών και να βοηθήσουν στη σωστή λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση της κυκλοφορίας.

Δυστυχώς τα σημερινά μέσα - συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας έχουν περιορισμό στο εύρος και στο είδος των πληροφοριών. Έχουν αδυναμία συγκέντρωσης σημαντικών δεδομένων και σε συνάρτηση με την έλλειψη σύνθετων συστημάτων τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν τέτοιες πληροφορίες έχουν σαν συνεπακόλουθο την μη έγκαιρη και ακριβή πρόβλεψη για το ρεύμα και τις τάσεις των οχημάτων που κινούνται στο δίκτυο τους. Η ανάπτυξη των υποδομών που υποστηρίζουν την διακίνηση στην πόλη είτε οχημάτων είτε πεζών έχει μείνει στάσιμη εδώ και χρόνια. Είναι κοινά αποδεχτό ότι το μεγαλύτερο εμπόδιο στην ανάπτυξη νέων υποδομών είναι το οικονομικό κόστος αλλά από την άλλη μπορούν να υπάρξουν επιλογές για πιο σωστή διαχείριση της κυκλοφορίας σε μια πόλη χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα μέσα, φτάνει να υπάρχει θέληση από τους αρμοδίους.

9.3.1 Παρακολούθηση της κυκλοφορίας

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος για να παραχθούν δεδομένα για ανάλυση είναι η εφαρμογή συσκευών GPS στα οχήματα τα οποία ήδη κυκλοφορούν στην πόλη. Επίσης κάμερες τοποθετημένες σε σημαντικά σημεία μπορούν να συλλέξουν δεδομένα τα οποία στέλνονται σε ένα κεντρικό σύστημα για περαιτέρω επεξεργασία και λήψη αποφάσεων.

Στο Amsterdam υπάρχει ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας το οποίο αναλύοντας δεδομένα από τους δρόμους της πόλης μπορεί να στείλει πληροφορίες στα συστήματα πλοηγών των αυτοκινήτων ώστε να ενημερώνονται οι οδηγοί για την κατάσταση στο οδικό δίκτυο (Amsterdam Smart City, 2015). Μάλιστα υπάρχει η δυνατότητα μέσω εφαρμογής σε κινητά να αποστέλλεται η πιο κατάλληλη διαδρομή στους οδηγούς ώστε να φτάσουν το προορισμό τους το συντομότερο όχι ακολουθώντας την πιο κοντινή διαδρομή αλλά ακολουθώντας την διαδρομή με την πιο μικρή κίνηση βάση δεδομένων που αναλύονται σε πραγματικό χρόνο (CVO, 2017). Με την εφαρμογή του συστήματος αυτού έχει επιτευχθεί μείωση στην σπατάλη χρόνου μέσα στο αυτοκίνητο κατά 10% για τους κατοίκους της πόλης (Lakshminarasimhan, 2016)

9.3.2 Έξυπνα φώτα τροχαίας

Ένας από τους λόγους που προκαλείται κυκλοφοριακή συμφόρηση στις πόλεις είναι η λάθος διαχείριση των φώτων τροχαίων και τα λανθασμένα χρονικά περιθώρια μεταξύ του πράσινου και του κόκκινου. Ακόμη και όταν τα φώτα αυτά ρυθμιστούν αναλόγως αναγκών π.χ. πρωινές με νυχτερινές ώρες εντούτοις δεν είναι ποτέ σε θέση να ανταπεξέλθουν στις πραγματικές ανάγκες εφόσον είναι κοινά αποδεχτό ότι αυτές αλλάζουν δυναμικά αναλόγως των περιπτώσεων. Δηλαδή δεν μπορούν τα απλά φώτα τροχαίας να αλλάξουν τα χρονικά περιθώρια του πράσινου αλλά και ούτε να επικοινωνήσουν μεταξύ τους για την ανάλυση της κυκλοφορίας και ρύθμιση των χρονικών διαστημάτων αναλόγως. Τα έξυπνα φώτα τροχαίας είναι ένα σύστημα το οποίο μπορεί να συνδυάσει τα “παραδοσιακά” φώτα τροχαίας με αισθητήρες οι οποίοι με τη συλλογή δεδομένων και επεξεργασία αυτών σε ένα κεντρικό σύστημα να μπορεί να γίνεται πιο ομαλή η δρομολόγηση και σωστή κατανομή της κυκλοφορίας των οχημάτων.

Surtrac (Scalable Urban Traffic Control)

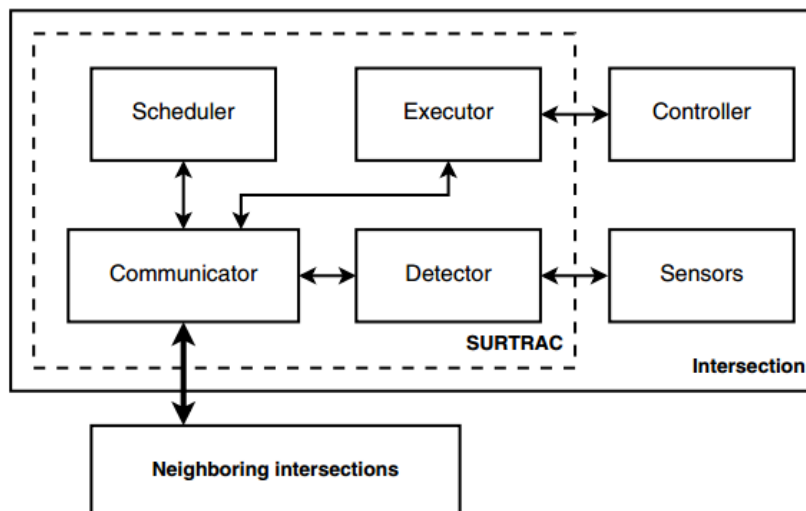
Το Surtrac είναι ένα σύστημα το οποίο βελτιστοποιεί τους χρονοδιακόπτες στα φώτα τροχαίας μέσω αισθητήρων οι οποίοι διαβάζουν δεδομένα για το πώς είναι η κίνηση των οχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία. Το κυρίως πλεονέκτημα του Surtrac είναι ότι ανταποκρίνεται στις ανάγκες της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και μεταβάλλει τους χρόνους αναλόγως των συνθηκών (Surtrac, 2017). Επίσης αξίζει να σημειωθεί το Surtrac δεν χρειάζεται ένα κεντρικό σύστημα ανάλυσης δεδομένο αλλά αντιθέτως οι όποιοι υπολογισμοί και εφαρμογή αλγορίθμων γίνεται τοπικά. Με τον τρόπο αυτό μπορεί το σύστημα αυτό να αναπτυχθεί σταδιακά σε πολλές διασταυρώσεις ενός οδικού δικτύου ενώ παράλληλα θα βοηθήσει περαιτέρω βελτίωση απόδοσης των ήδη υφιστάμενων σημείων.

Σε αντίθεση με τα πιο πολλά και κοινά συστήματα στα φώτα τροχαίας το Surtrac χρησιμοποιεί τεχνική νοημοσύνη με αλγόριθμους που σχετίζονται με την οδική κυκλοφορία. Το κάθε σύστημα επιτρέπει να μένει αναμμένο το πράσινο βάση της “ζήτησης” την δεδομένη στιγμή ενώ παράλληλα μπορεί να επικοινωνήσει με τα υφιστάμενα γειτονικά συστήματα και να συνεργαστούν μεταξύ τους ώστε να βελτιώσει το καθένα την απόδοση του αναλόγως των περιστάσεων. Μπορεί να γίνει δηλαδή ένας διάδρομος πράσινων φώτων το οποίο επιτρέπει την ομαλή και γρήγορη κυκλοφορία των οχημάτων (Surtrac, 2017). Ο αλγόριθμος ο οποίος χρησιμοποιεί το Surtrac υπολογίζει την βέλτιστη σειρά των ενεργειών που πρέπει να ολοκληρωθούν για να “καθαρίσει” ο διάδρομος σε συνάρτηση βέβαια με το χρόνο και τους κανόνες ασφαλείας. Η βέλτιστη λύση είναι αυτή που θα εξυπηρετήσει τα οχήματα που πλησιάζουν στην διασταύρωση από οποιαδήποτε κατεύθυνση με το μικρότερο χρονικό διάστημα (F. Smith et al., 2013).



Εικόνα 1: Αριστερά πριν την εφαρμογή του Surtrac και δεξιά μετά την εφαρμογή του (Surtrac, 2017).

Η εφαρμογή του συστήματος αυτού κατάφερε να μειώσει μέχρι και 25% τον χρόνο ταξιδιού και 40% το χρόνο αναμονής των οχημάτων (IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News, 2016). Ένα ακόμη πλεονέκτημα το οποίο προσφέρει είναι το ότι μειώνει τις εκπομπές ρύπων κατά 21% λόγω του μειωμένου χρόνου αναμονής των αυτοκινήτων. Είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε βελτιστοποιεί την διακίνηση όχι μόνο των οχημάτων αλλά επίσης και των ποδηλατών αλλά και των πεζών. Ένα ακόμη πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι το γεγονός ότι εάν ένα σημείο χαλάσει το υπόλοιπο σύστημα δεν θα επηρεαστεί και θα μπορεί να είναι σε λειτουργία. Μπορεί τα σημεία στις διασταυρώσεις να συνεργάζονται μεταξύ τους στους υπολογισμούς είναι όμως ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.



Εικ. 10: Πως λειτουργεί το Surtrac (F. Smith et al., 2013)

Στο πιο πάνω σύστημα πίσω από το κεντρικό σύστημα και τους αισθητήρες γίνεται μια ενδοεπικοινωνία μεταξύ ορισμένων υποσυστημάτων. Όλη η επικοινωνία δρομολογείται μέσω ενός Communicator για κάθε διασταύρωση και τα περισσότερα μηνύματα δρομολογούνται τοπικά. Όλα

τα δεδομένα όμως κωδικοποιούνται ως μηνύματα προκαθορισμένων τύπων και μπορούν να απευθύνονται σε οποιαδήποτε διασταύρωση.

Ο ανιχνευτής (detector) διαχειρίζεται τις διασυνδέσεις με όλους τους αισθητήρες που βρίσκονται σε μια διασταύρωση. Οι αισθητήρες λαμβάνουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, τα κωδικοποιούν σε ένα μήνυμα και στη συνέχεια τα στέλνουν στον Scheduler.

Ο Scheduler προγραμματίζει ενέργειες για τον έλεγχο της κυκλοφορίας με βάση τα δεδομένα τα οποία αναλύθηκαν προηγουμένως. Δημιουργεί στην ουσία ένα χρονοδιάγραμμα για την κατανομή του πράσινου χρόνου σε μια διασταύρωση. Το χρονοδιάγραμμα αυτό αποστέλλεται στη συνέχεια στον Εκτελεστή για να εκτελέσει της σωστές ενδείξεις των σημάτων κυκλοφορίας στους σηματοδότες

Ο εκτελεστής (executor) επικοινωνεί συνέχεια με τον scheduler ώστε να μπορεί να ακολουθήσει το χρονοδιάγραμμα που παρέχεται από αυτόν, επιτρέποντας τα οχήματα να περάσουν την διασταύρωση σύμφωνα με τις εντολές της τρέχουσας φάσης μέχρι την προγραμματισμένη ώρα λήξης φάσης, οπότε και ζητά εντολές για την επόμενη φάση (F. Smith et al., 2013).

Μάλιστα όπως αναφέρει ο ιδιοκτήτης της εταιρείας στο μέλλον σκοπός τους είναι να χρησιμοποιήσουν περισσότερους αισθητήρες οι οποίοι με τα δεδομένα τα οποία θα συλλέγουν θα μπορούν να δίνουν ειδοποιούν τους οδηγούς των αυτοκινήτων για την αλλαγή της συμπεριφοράς των φώτων αλλά επίσης και τα φώτα να μπορούν να δίνουν προτεραιότητα σε δημόσια μέσα κυκλοφορίας ή και ασθενοφόρα (IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News, 2016).

9.4 Έξυπνες στάσεις λεωφορείων – Έξυπνα λεωφορεία

Μια απλή και πρακτική λύση η οποία προφέρει η εταιρεία Fältcom είναι η δυνατότητα σύνδεσης επιβατών λεωφορείων με το διαδίκτυο. Ως αποτέλεσμα της έξυπνης λύσης αυτής, οι επιβάτες των λεωφορείων τα οποία εκτελούν μακρινά δρομολόγια, μπορούν να εργαστούν στους ΗΥ, να κάνουν τα μαθήματα, να σερφάρουν στο διαδίκτυο, να μοιραστούν φωτογραφίες με φίλους και να ακούσουν μουσική κατά τη διάρκεια της διαδρομής - οπουδήποτε και οποτεδήποτε στιγμή αυτοί το θέλουν και ανεξάρτητα από τα όρια των σχεδίων κινητής τηλεφωνίας τους. Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω με την εφαρμογή αυτή θα μπορούν οι επιβάτες εκτός των κινητών τηλεφώνων (τα οποία έχουν ήδη σχέδια κινητής τηλεφωνίας) οι επιβάτες θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν και τους ηλεκτρονικούς τους υπολογιστές (Fältcom, 2018).

Το Internet Onboard είναι μια εφαρμογή που λειτουργεί χρησιμοποιώντας μια συσκευή με το όνομα Fältcom – MIIPS η οποία εγκαθίσταται στο λεωφορείο και ενώνεται με κεραία. Η συσκευή αυτή είναι επίσης ενωμένη με ένα τουλάχιστον σημείο πρόσβασης (Access Point) του οποίου η εμβέλεια καλύπτει την έκταση του λεωφορείου και μέσω αυτού ο επιβάτες ενώνονται στο διαδίκτυο.



Εικ. 11: Fältcom – MIIPS (Fältcom, 2018)

Σε κάθε επιβάτη παρέχονται 300 MB δεδομένων και ειδοποιούνται όταν παραμείνει το 10%. Όταν εξαντληθούν όλα τα δεδομένα, ο χρήστης λαμβάνει μια νέα ειδοποίηση ότι η ομάδα δεδομένων έχει εξαντληθεί, αλλά θα επανέλθει το όριο σε μία ώρα. Η MIIPS μονάδα συλλέγει και αποστέλλει πληροφορίες παρέχοντας μια εικόνα του αριθμού των συνδεδεμένων πελατών και των στατιστικών σχετικά με το πόσα δεδομένα έχουν διανεμηθεί κατά την τελευταία ώρα / ημέρα / εβδομάδα / μήνα.

Άλλη μια λύση στον τομέα των λεωφορείων είναι αυτή των έξυπνων στάσεων. Το Μάντσεστερ πρόκειται να γίνει η πρώτη πόλη του Ηνωμένου Βασιλείου για να αποδείξει τη χρήση των τεχνολογιών IoT σε μεγάλη κλίμακα. Μεταξύ άλλων έξυπνων λύσεων, μία εξ αυτών είναι και η δημιουργία έξυπνων στάσεων λεωφορείων. Οι χρήση των λεωφορείων θα είναι πιο αποτελεσματικές και πιο ευχάριστες εφόσον πλέον οι απλές στάσεις θα γίνουν πιο έξυπνες και ο χρόνος αναμονής ενός λεωφορείου θα είναι πιο ευχάριστος. Θα παρέχεται η δυνατότητα μέσω μιας ψηφιακής σήμανσης να μπορούν οι άνθρωποι να κάνουν check-in και να ενημερώσουν τους οδηγούς λεωφορείων ότι τους περιμένουν. Οι στάσεις θα είναι εξοπλισμένες με αισθητήρες, οι οποίοι θα μπορούν συνδεθούν με άλλες συσκευές ώστε να μπορούν οι τελευταίες με ψηφιακή σήμανση να ενημερώνουν για την ύπαρξη ατόμων στην στάση αυτή (Browne, 2015)

9.5 Πεζοί – Διαβάσεις πεζών

Οι πόλεις συνεχίζουν να αναζητούν τρόπους για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια των πεζών και να βελτιώσουν τα μοντέλα κυκλοφορίας. Μια εκ των πολλών λύσεων είναι αυτή της εφαρμογής Διαδραστικών διασταυρώσεων - διαβάσεων σε πραγματικό χρόνο. Τέτοιες διαβάσεις τοποθετούνται σε διασταυρώσεις για να παρέχουν στους πεζούς μια θέση για να διασχίσουν το δρόμο σε σχετική ασφάλεια. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των οχημάτων άλλο τόσο αυξάνεται και ο αριθμός των ατόμων που χρησιμοποιούν τα πόδια για να φτάσουν στο προορισμό τους. Ωστόσο, καθώς περισσότεροι άνθρωποι περπατούν στους προορισμούς τους και καθώς περισσότερα αυτοκίνητα οδηγούνται στους δρόμους της πόλης, σε πολλούς πεζόδρομους παρατηρείται αυξημένος αριθμός ατυχημάτων.

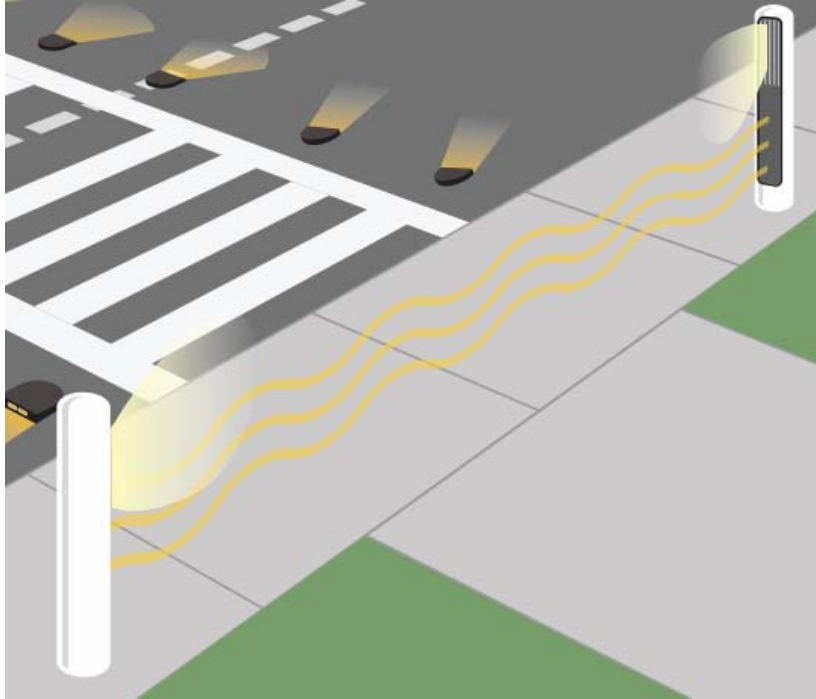
Οι έξυπνες διασταυρώσεις θα βασίζονται στην τεχνολογία του IoT για να καθορίσουν το πότε οι πεζοί θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη διασταύρωση αναλόγως της κυκλοφορίας των οχημάτων. Για παράδειγμα, αν δεν υπάρχουν πεζοί στην περιοχή, οι αισθητήρες θα το ανιχνεύουν αυτό και η διασταύρωση θα είναι “νεκρή”. Θα επιστρέψει στην λειτουργία μόνο όταν ένας πεζός έρθει σε επαφή με το σύστημα.

Smart Crosswalk

Ένα τέτοιο σύστημα είναι το Smart Crosswalk. Το Smart Crosswalk™ προειδοποιεί τους οδηγούς σε πραγματικό χρόνο για τους πεζούς που διασχίζουν μέχρι 1.000 πόδια πριν από την διασταύρωση, δίνοντας στους οδηγούς αυτοκινήτων αρκετό χρόνο να επιβραδύνουν την ταχύτητα τους πριν από τη διασταύρωση πεζών.

Το Smart Crosswalk™ ενεργοποιείται με δύο τρόπους: είτε αυτόματα μέσω αισθητήρων υπέρυθρης ακτινοβολίας που ενεργοποιούνται όταν ένας πεζών εισέρχεται στο διάδρομο ή με χειροκίνητο κουμπί. Κάθε μέθοδος ενεργοποίησης έχει τα πλεονεκτήματά της. Εντούτοις, συνιστάται ο συνδυασμός και των δύο ώστε να διασφαλίζεται η βέλτιστη ασφάλεια - καθώς ορισμένοι πεζοί είναι

πιο εξοικειωμένοι και συμμορφούμενοι με το πάτημα ενός κουμπιού, ενώ άλλοι δεν είναι. Όπως φαίνεται και από την πιο κάτω εικόνα. Οι αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας βρίσκονται μέσα σε ένα ζευγάρι πασσάλων οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στις δύο άκρες του περάσματος - διασταύρωσης. Οι πάσσαλοι αυτοί παρέχουν ένα “ελκυστικό” και εύκολα αναγνωρίσιμο φωτεινό σημείο εισόδου (NightGuide) και προτρέπει τον πεζό να εισέλθει από το σημείο αυτό ώστε να ενεργοποιηθεί το σύστημα



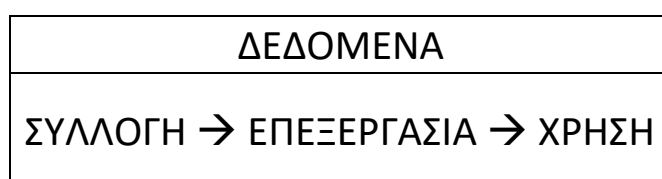
Εικ. 12: Απεικόνιση του συστήματος Smart Crosswalk (Lightguardsystems.com, 2017)

Το Crosswalk™ μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να λειτουργεί με τροφοδοσίας A/C, την ηλιακή ενέργεια ή και τα δύο. Σε τοποθεσίες όπου το κόστος ηλεκτρικής τροφοδοσίας είναι πολύ υψηλό, η ηλιακή ενέργεια να είναι η καλύτερη επιλογή.

(Lightguardsystems.com, 2017)

10 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Το κάρβουνο και ο χάλυβας τροφοδότησαν την βιομηχανία του 19^{ου} αιώνα, το πετρέλαιο οδήγησε εξελίξεις τον 20^ο αιώνα, ενώ ο 21^{ος} αιώνας βασίζεται σε δεδομένα και πληροφορίες. Για να σχεδιαστεί να εφαρμοστεί και να ολοκληρωθεί μια έξυπνη λύση σε ένα αστικό περιβάλλον χρειάζεται να γίνει συλλογή ανάλυση και επεξεργασία στοιχείων – δεδομένων τα οποία προέρχονται από το περιβάλλον της πόλης. Τα δεδομένα αυτά χρειάζονται είτε για να παρθούν αποφάσεις για το τι είδος λύση θα εφαρμοστεί, είτε να εκτελεστούν οι ανάλογες ενέργειες κατά τη διάρκεια που υλοποιείτε η λύση και αυτή είναι ενεργή. Εξάλλου τα δεδομένα είναι η “τροφή” η οποία δίνει ενέργεια στην τεχνολογία μιας πόλης. Η ανάλυση των δεδομένων είναι αυτή που επιτρέπει σε ένα αστικό κέντρο να γίνει ΕΠ και όχι απλά και μόνο να αυτοματοποιήσει τις υπηρεσίες του (Sinaeepourfard et al., 2016).



10.1 Big data και Έξυπνες Πόλεις

Το Big data (BD) είναι ένας όρος που περιγράφει τον μεγάλο όγκο δεδομένων - τόσο δομημένων όσο και μη δομημένων – που συγκεντρώνεται σε ένα σύστημα. Ο όγκος των δεδομένων αυτών αυξάνεται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου. Το BD μπορεί να αναλυθεί και να καταλήξουν για ιδέες που οδηγούν σε καλύτερες αποφάσεις και στρατηγικές κινήσεις. Τα BD αναφέρονται σε μια διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων που χρησιμοποιείται όταν οι “παραδοσιακές” τεχνικές εξόρυξης δεδομένων και χειρισμού δεν μπορούν να αποκαλύψουν τη γνώση και τη σημασία του μεγάλου όγκου δεδομένων. Δεδομένα που είναι αδόμητα ή χρονικά ευαίσθητα ή απλά πολύ μεγάλα δεν μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία από απλά συστήματα βάσεων δεδομένων. Όταν ο όγκος δεδομένων είναι μεγάλος απαιτεί μια διαφορετική προσέγγιση επεξεργασίας που ονομάζεται Big Data, η οποία χρησιμοποιεί μαζικό παραλληλισμό στο άμεσα διαθέσιμο υλικό (Techopedia.com, 2018). Τα δεδομένα τα οποία αποτελούν το Big Data σε ένα περιβάλλον έχουν τα πιο κάτω χαρακτηριστικά:

- Ένταση – όγκος: η ένταση που εισέρχονται τα δεδομένα στο σύστημα
- Ταχύτητα: πόσο συχνά εισέρχονται στο σύστημα
- Ποικιλία: τα δεδομένα υπάρχουν σε πολλά είδη μορφών
- Μεταβλητότητα: η ροή και η ταχύτητα μπορεί να μεταβάλλονται αναλόγως περιπτώσεων και καταστάσεων
- Περιπλοκότητα: τα δεδομένα δεν προέρχονται πάντα από τις ίδιες πηγές

(Sas.com, 2018)

Η εξέλιξη του Big data και του IoT διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στην εφαρμογή και υλοποίηση σχεδίων για έξυπνες λύσεις στις πόλεις. Το Big Data προσφέρει τη δυνατότητα στις πόλεις να

αποκτήσουν πολύτιμες πληροφορίες από ένα μεγάλο αριθμό δεδομένων που συλλέγονται μέσω διαφόρων πηγών – αισθητήρων ενώ το IoT επιτρέπει την ενσωμάτωση αισθητήρων αυτών και άλλων λοιπών συστημάτων στο περιβάλλον πραγματικού κόσμου χρησιμοποιώντας υπηρεσίες υψηλής δικτύωσης. Ο συνδυασμός του IoT και του Big Data στον χώρο των έξυπνων προσφέρει νέες και ενδιαφέρουσες προκλήσεις στον σχεδιασμό των μελλοντικών ΕΠ.

Η εφαρμογή και χρήση του Big Data στις ΕΠ χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η μια είναι η εφαρμογή σε συστήματα εκτός δικτύου ενώ η άλλη είναι η εφαρμογή σε συστήματα ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο είναι διαφορετικές, επειδή βασίζονται σε στιγμιαία εισαγωγή και γρήγορη ανάλυση δεδομένων ώστε αυτά να είναι σε θέση να πάρουν απόφαση και να εκτελέσουν μια ενέργεια σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή ή σε συγκεκριμένη χρονολογική σειρά. Σε πολλές περιπτώσεις, εάν μια απόφαση δεν μπορεί να ληφθεί μέσα στο προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα τότε αυτή εάν παρθεί μετέπειτα και είναι σωστή εκ των υστέρων, τότε αυτή είναι άχρηστη και ανούσια. Συνεπώς είναι σημαντικό να συλλέγονται έγκαιρα όλα τα απαραίτητα δεδομένα που απαιτούνται για τη λήψη τέτοιων αποφάσεων ή εκτέλεσης ενεργειών και παράλληλα η ανάλυση τους να γίνεται με γρήγορο και αξιόπιστο τρόπο. Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο συνήθως χρειάζονται υψηλότερες τεχνολογικές απαιτήσεις και πιο προηγμένα συστήματα με περισσότερη υπολογιστική ισχύ (Al Nuaimi et al., 2015).



Οι εφαρμογές έξυπνων τεχνολογικών λύσεων σε αστικά κέντρα σχεδιάζονται και αναπτύσσονται αναλόγως των απαιτήσεων που απορρέουν από την ιδιαίτερη φύση των αναγκών της πόλης. Ορισμένες από αυτές τις απαιτήσεις είναι τεχνολογικές, ενώ άλλες αφορούν την ευαισθητοποίηση των πολιτών και τους ρόλους των κυβερνήσεων. Επιπλέον, ορισμένες από αυτές τις απαιτήσεις είναι γενικές και ισχύουν για οποιαδήποτε μεγάλη εφαρμογή δεδομένων, ενώ άλλες είναι ειδικές και εξυπηρετούν ανάγκες συγκεκριμένων πόλεων. Πιο κάτω αναφέρονται οι απαιτήσεις αυτές

- Διαχείριση Big Data: Τα δεδομένα παράγονται και συλλέγονται σε αστικά κέντρα έχουν τεράστιο όγκο αλλά και ποικιλία, ενώ είναι στις πλείστες των περιπτώσεων και συνεχόμενα, λαμβάνονται δηλαδή σε τακτική βάση. Το τελευταίο ειδικά είναι και ο λόγος που δίνεται η δυνατότητα να παρακολουθείτε σε πραγματικό χρόνο του τι συμβαίνει στην πόλη ανά πάσα στιγμή. Για να εξασφαλιστεί η σωστή και χρήσιμη αξιοποίηση αυτών των δεδομένων σε εφαρμογές έξυπνων πόλεων, είναι σημαντικό να υπάρχουν κατάλληλα και αποτελεσματικά εργαλεία διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων. Η διαχείριση δεδομένων περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εκτέλεση αρχιτεκτονικών, πολιτικών, πρακτικών και διαδικασιών που διαχειρίζονται σωστά τις ανάγκες του κύκλου ζωής των δεδομένων καθόλη τη διάρκεια της χρήσης του σε εφαρμογές ΕΠ. Είναι επίσης κοινά αποδεκτό ότι τα δεδομένα προέρχονται από διαφορετικές πηγές με διαφορετικές μορφές, επομένως αυτή η ετερογένεια καθιστά αναγκαία τη χρήση προηγμένων συστημάτων τα οποία θα έχουν την υπολογιστική δύναμη και θα είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τις διαφορετικές μορφές δεδομένων. Τα συστήματα αυτά εκτός από την συλλογή και διαχωρισμό των δεδομένων θα μπορούν παράλληλα να προσφέρουν στη διαμόρφωση, τη διαχείριση, την ταξινόμηση και τον έλεγχο όλων αυτών των δεδομένων.
- Πλατφόρμες επεξεργασίας δεδομένων: Οι εφαρμογές έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα λόγω του πληθυσμού των κατοίκων εξυπακούεται ότι θα συλλέγουν ή/και θα αναλύουν μεγάλο αριθμό δεδομένων. Η συλλογή ή/και ανάλυση των δεδομένων αυτών απαιτούν τεράστια ικανότητα υπολογιστικής ισχύς. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη για ανάπτυξη και υλοποίηση πρώτα κλιμακούμενων και αξιόπιστων πλατφόρμων λογισμικού. Οι πλατφόρμες για ΕΠ πρέπει να προσφέρουν δυνατότητες υψηλής υπολογιστικής απόδοσης, ενώ παράλληλα να είναι εξίσου απαραίτητο να είναι σταθερές και αξιόπιστες και να μπορούν να παρέχουν υψηλά επίπεδα αντοχής σφάλματος. Τέλος είναι σημαντικό και αξίζει να αναφερθεί ότι τέτοια συστήματα πρέπει να υποστηρίζονται – διαχειρίζονται από μια ικανή και εκπαιδευμένη ομάδα ατόμων η οποία μπορεί να ανταπεξέλθει σε όποια πρόκληση και αν παρουσιαστεί για οποιοδήποτε λόγο
- Υποδομή έξυπνων δικτύων: Για την εφαρμογή έξυπνων λύσεων στις ΕΠ απαιτείται η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων. Τα δίκτυα αυτά συνδέουν αισθητήρες και συσκευές με τα συστήματα ανάλυσης δεδομένων. Επομένως είναι σημαντικό για το δίκτυο να είναι σε θέση να μεταφέρει αποτελεσματικά τα συλλεγόμενα δεδομένα από τις πηγές τους (αισθητήρες, κινητά τηλέφωνα, αυτοκίνητα, κτίρια κλπ.) στο δίκτυο πρέπει να είναι πάντα “ζωντανό” ώστε να μπορεί να μεταφέρει τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο εάν και εφόσον χρειαστεί ή σε προκαθορισμένο χρόνο όταν αυτό απαιτείται. Τα δεδομένα μπορεί να είναι ακατέργαστα συμβάντα ή φιλτραρισμένα ή μαζεμένοι αριθμοί. Όποια μορφή και να έχουν μεταφέρονται μέσω του δικτύου σε ένα κεντρικό σημείο επεξεργασίας ή σε κατανομημένα ενδιάμεσα σημεία επεξεργασίας για προεπεξεργασία ή για περαιτέρω φιλτράρισμα και συσσωμάτωση προτού μεταφερθούν στη βασική μονάδα λήψης αποφάσεων. Το φιλτράρισμα ειδικά είναι σημαντική παράμετρος σε ένα δίκτυο ΕΠ και απαραίτητο επειδή συμβάλει στη μείωση του όγκου των δεδομένων με αποτέλεσμα η κυκλοφορία τους μέσα στο δίκτυο να είναι πιο γρήγορη ενώ πιο γρήγορη επίσης θα είναι και η επεξεργασία. Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι με το φιλτράρισμα δεν πρέπει να θυσιάζεται το η ακεραιότητα, η ακρίβεια και η ορθότητα των δεδομένων που συγκεντρώνονται.
- Προηγμένοι Αλγόριθμοι: Προφανώς χρειάζεται η δημιουργία και η χρήση αλγόριθμων κατάλληλους για επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων τα οποία μάλιστα έχουν μεγάλη ταχύτητα και ροή ταχύτητα. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι αλγόριθμοι αυτοί πρέπει να καλύπτουν ανάγκες εξόρυξης και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο ή και για

επεξεργασία σε δεδομένα εκτός δικτύου. Αυτοί οι αλγόριθμοι πρέπει να έχουν την βέλτιστη απόδοση στο να χειρίζονται, εκτός από μεγάλους όγκους δεδομένων, και μεγάλη ποικιλία τύπων δεδομένων.

- **Ανοιχτό πρότυπο τεχνολογίας:** Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα δεδομένα των ΕΠ περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό ετερογενών συστημάτων και δεδομένα, χρειάζεται να αναπτυχθεί ένα ανοικτό πρότυπο για το σχεδιασμό και την εφαρμογή τέτοιων λύσεων. Το ανοικτό πρότυπο θα επιτρέψει στο οποιοδήποτε σύστημα να έχει την ευελιξία για περεταίρω αναβάθμιση, συντήρηση και προσθήκη περισσότερων λειτουργιών στο σύστημα.
- **Ασφάλεια και απόρρητο:** Στις πλείστες των περιπτώσεων τα δεδομένα που συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία για την οποιαδήποτε εφαρμογή έξυπνης λύσης στην ΕΠ περιέχουν κάποια μορφή ευαίσθητων ή ιδιωτικών πληροφοριών. Επομένως είναι εξίσου σημαντικό να διασφαλιστεί ότι όλα αυτά τα στοιχεία – δεδομένα είναι προστατευμένα και ότι παρέχεται στο έπακρο η ασφάλεια της ιδιωτικής Παρόλο που μια έξυπνη πόλη προσφέρει πολλά θετικά πλεονεκτήματα στους κατοίκους της, δημιουργεί επίσης διάφορες απειλές για την ασφάλεια, την ευημερία και την ιδιωτικότητα τους, βασιζόμενη σε μεγάλο βαθμό στα δεδομένα τους. Άρα οι αρμόδιοι για την λήψη αποφάσεων για την οποιαδήποτε εφαρμογής λύσης σε μια ΕΠ πρέπει εκ των προτέρων να δώσουν τις κατάλληλες οδηγίες οι οποίες θα περιλαμβάνουν πολιτικές και διαδικασίες που θα εγγυόνται την ασφάλεια των δεδομένων από όποια πιθανότητα παράνομης πρόσβασης ή κακόβουλων επιθέσεων
- **Ενημέρωση των πολιτών:** Είναι υποχρέωση των διοικούντων της πόλης να δώσουν τη δυνατότητα στους πολίτες να μάθουν πώς να χρησιμοποιούν σωστά και με ασφάλεια τις λύσεις σε μια ΕΠ. Εξάλλου κύρια παράμετρος για την επιτυχία της οποιασδήποτε λύσης σε αστικό περιβάλλον είναι η συμμετοχή των κατοίκων σε αυτή. Μέσω εκστρατειών μπορεί να προσφερθεί εκπαίδευση και γνώση για την ορθολογιστική χρήση των εφαρμογών αλλά παράλληλα μπορεί να ενημερωθούν και οι πολίτες για το πώς να προστατεύουν την ιδιωτική τους ζωή
- **Κυβερνητικός ρόλος:** Οι διοικητικές οντότητες των ΕΠ πρέπει να επανεξετάσει και να αναβαθμίσει τις πολιτικές των πληροφοριών και των δεδομένων βάση των αναγκών για τη εφαρμογή της οποιασδήποτε λύσης, ενώ παράλληλα θα πρέπει να διασφαλίζει την ορθότητα και την καταλληλότητα της λύσης ως επίσης και να διασφαλίζει την ιδιωτική ζωή και τα προσωπικά δεδομένα των κατοίκων που παρέχουν δεδομένα στο σύστημα.

(Al Nuaimi et al., 2015)

Εκτός από τις πιο πάνω απαιτήσεις που πρέπει να έχει ένα σύστημα διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων, όπως αναφέρουν και οι Al Nuaimi et al., (2015), απαιτήσεις προκύπτουν αναλόγως και με τη φύση της λύσης. Επομένως οι προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν πιο πάνω σε συνάρτηση με τις ανάγκες που πρέπει να καλύψει μια έξυπνη λύση βάση των πραγματικών αναγκών της πόλης δημιουργούν μια πρόκληση για τον σχεδιασμό της λύσης. Η πρόκληση αυτή ως ένα σημείο μπορεί να αντιμετωπιστεί με την εφαρμογή προσομοιώσεων σε εικονικά συστήματα. Η προσομοίωση προσφέρει την δυνατότητα πρόβλεψης πριν την εφαρμογή και δίνει μια ρεαλιστική άποψη του τρόπου με τον οποίο οι εφαρμογές μπορεί να συμπεριφέρονται και αν αυτές θα έχουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα (Al Nuaimi et al., 2015).

10.2 Συλλογή δεδομένων σε αστικά κέντρα

Τα συστήματα τα οποία υποστηρίζουν τις λύσεις για τις ΕΠ δέχονται πολλά δεδομένα με πολλές διαφορετικές μορφές και από ετερογενείς πηγές, λόγω του ότι στις πλείστες των περιπτώσεων εξαρτώνται από τη χρήση του ΙοΤ. Τα δεδομένα αυτά περιλαμβάνουν διάφορους τομείς όπως η κίνηση στους δρόμους, οι καιρικές συνθήκες, τιμές ρύπανσης του αέρα κλπ. Όλα αυτά τα δεδομένα λόγω του όγκου τους και τις περιστάσεις όπου συλλέγονται πάντα σε αυτά υπάρχουν και δεδομένα με θόρυβο. Σε κάθε περίπτωση η επιτυχία στην συλλογή καταρχήν και στη συνέχεια στην ανάλυση δεδομένων σε χρήσιμες πληροφορίες εξαρτώνται από τρεις παράγοντες:

- Τον αριθμό των σφαλμάτων στη μέτρηση που εξαρτάται από την ακρίβεια των συσκευών συλλογής δεδομένων
- Ο θόρυβος στο περιβάλλον και η ποιότητα της επικοινωνίας και επεξεργασίας δεδομένων
- Η λεπτομέρεια και η ποιότητα των παρατηρήσεων των δεδομένων όπως αυτές καταγράφονται βάση των δυνατοτήτων των συστημάτων συλλογής δεδομένων

(Barnaghi et al., 2015)

Φυσικά όλες οι περιπτώσεις συλλογής δεδομένων έχουν η κάθε μια τις δικές τις διαστάσεις η οποίες έχουν να κάνουν με το είδος, το χώρο, το χρόνο κλπ., αναλόγως των αναγκών που χρειάζονται να καλύψουν. Υπόψιν επίσης πρέπει να λαμβάνεται και το γεγονός ότι σε αστικά κέντρα τα δεδομένα έχουν τεράστιους όγκους, εισέρχονται με υψηλή ροή, με ψηλή ταχύτητα και πάντα υπάρχει διαφορετική ποικιλία.

Όπου υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων υπάρχει και πρόβλημα με την ακρίβεια των δεδομένων και κατά συνέπεια των παρατηρήσεων και των μετρήσεων που προέρχονται από τις ανάλυσης αυτών. Το πρόβλημα όμως μπορεί να βελτιωθεί με το να αυξηθεί η συχνότητα και η πυκνότητα της δειγματοληψίας. Φυσικά πρώτιστα είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν συσκευές – συστήματα τα οποία να παρέχουν αυτές τις δυνατότητες, συστήματα δηλαδή με μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Από την άλλη όμως, όπως ήδη αναφέρθηκε ο μεγάλος όγκος δεδομένων προκαλεί προβλήματα θορύβου. Όμως και για αυτό το πρόβλημα υπάρχουν μέθοδοι οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν κατά τη διάρκεια της συλλογής (πριν δηλαδή από την ανάλυση). Όσον αφορά το θέμα -πρόβλημα της λεπτομέρειας που μπορεί να εξάξει κάποιος από τα δεδομένα επίσης υπάρχουν τεχνικές που βοηθούν στην μείωση του όπως η γραμμική μέθοδος, η πολυώνυμη παρεμβολή και γκαουσιανά μοντέλα.

Στο πιο κάτω πίνακα περιγράφονται το είδος των προβλημάτων κατά τη συλλογή των δεδομένων, το πρόβλημα που προκαλείται και η ενδεικνυόμενη λύση σε αυτό (Barnaghi et al., 2015).

ΠΡΟΒΗΜΑΤΑ		ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ - ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΛΗΣΗΣ
ΕΙΔΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ	ΠΡΟΒΛΗΜΑ	
Ποιότητα πληροφορίας (QoI)	Ακρίβεια ως προς το είδος των δεδομένων	Προσαρμοστική δειγματοληψία
		Βαθμονόμηση της συσκευών συλλογής

	Ακρίβεια ως προς τη σωστή μέτρηση	Εφαρμογή φίλτρων θορύβου
Χαρακτηριστικά δεδομένων	Ταχύτητα όγκου	Δυνατότητα μεταβλητότητας της μετάδοσης
	Ποικιλία δεδομένων	Διαλειτουργικότητα και έμφαση στη σημαντικότητα
Περιορισμοί	Απαιτούμενη ενέργεια για τη συλλογή	Συλλογή δεδομένων σχετικούς με τους πόρους και το περιβάλλον. Επεξεργασία βάση ιεραρχικότητας. Κατανομή σε κεντρικά ή κατακεντρωμένα συστήματα αναλόγως ανάγκης.
	Απαιτούμενη ενέργεια για την ανάλυση	
	Συνδεσιμότητα	

Η ακρίβεια και η λεπτομέρεια των δεδομένων εξαρτάται πάντοτε από τη διαθεσιμότητα κατάλληλων, ακριβών, ποιοτικών και αξιόπιστων δεδομένων. Αυτό εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των κατάλληλων – υγιών πηγών δεδομένων καθώς επίσης και μέθοδος απόδειξης της καταλληλότητας και της αξιοπιστίας τους.

Η αξιοπιστία των πληροφοριών προερχόμενων από εξωτερικών πηγών δεδομένων χρειάζεται να παρακολουθείται μόνιμα τόσο πριν την εφαρμογή της οποιασδήποτε λύσης (στην περίπτωση – φάση σχεδίασης της δηλαδή) όσο και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης – εφαρμογής της ώστε να επιτυγχάνεται ικανοποιητική λειτουργικότητα και απόδοση της εφαρμογής και εμπειρία χρήστη. Οι υποδομές ΕΠ έχοντας μια ποικιλία πηγών πληροφοριών, οφείλουν επίσης να έχουν συστήματα τα οποία να μπορούν να ανταπεξέλθουν στην διαφορετικότητα αυτή. Σε αντίθεση με τις κοινές –καθημερινές υποδομές αισθητήρων IoT (για οικιακή και προσωπική – ιδιωτική χρήση μικρής κλίμακας), οι πόλεις συχνά παράγουν συγκεντρωτικές και συγκεκριμένες πληροφορίες. Τα δεδομένα κίνησης, για παράδειγμα, συχνά στηρίζονται μόνο σε ένα υποσύνολο αυτοκινήτων που μετριοούνται και φιλτράρονται για να δίνουν μια εικόνα ολόκληρης της κατάστασης. Εάν αυτό το δείγμα για οποιοδήποτε λόγω παρουσιάζει λανθασμένη εικόνα τότε η όλη έννοια της έξυπνης λύσης μάλλον προβλήματα και ταλαιπωρία μπορεί να προκαλέσουν σε ένα οδικό δίκτυο για παράδειγμα. Επομένως η επαλήθευση και η συνεχής αξιολόγηση δεδομένων είναι επιτακτική ανάγκη για την ορθότητα των αποφάσεων – εκτέλεση ενεργειών και για την αποδοτικότητα της όποιας έξυπνης λύσης (Kuemper et al., 2016).

10.3 Κύκλος ζωής δεδομένων

Μέσα σε ένα αστικό κέντρο μπορεί να γίνει συλλογή των δεδομένων μέσα από μια μεγάλη ποικιλία πηγών, συμπεριλαμβανομένων των αισθητήρων πόλης (δημόσιοι αισθητήρες που τοποθετούνται από υπηρεσίες της πόλης), της συμμετοχικής ανίχνευσης (αισθητήρες φορητές συσκευές - μηχανήματα των κατοίκων της, όπως τα αυτοκίνητα, smartphones κλπ.), κάμερες ή ακόμη και από υπάρχοντα συστήματα υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων πληροφοριών από τη δημόσια διοίκηση, δεδομένων χρηστών από κοινωνικά δίκτυα. Χαρακτηριστικό είναι ότι σύμφωνα με έρευνες για την Βαρκελώνη (μια από τις πλέον ΕΠ της Ευρώπης και του κόσμου γενικότερα), ο όγκος των δεδομένων που μπορεί να συλλεχτεί ανά ημέρα μπορεί να φτάσει τα 8GB. 8GB προερχόμενα μόνο από αισθητήρες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο περιβάλλον της πόλης. Αυτός ο τεράστιος όγκος δεδομένων πρέπει να συλλέγεται και να διαχειρίζεται ανάλογα με τις ανάγκες μιας

πόλης και ανάλογα με την εφαρμοζόμενη έξυπνη λύση και τα δεδομένα πρέπει να έχουν τον δικό τους κύκλο ζωής σε αυτό το πλαίσιο (Sinaeepourfard et al., 2016).

Οι Sinaeepourfard et al (2016) προτείνουν ένα μοντέλο διαχείρισης δεδομένων το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε περιβάλλον ΕΠ. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από 3 μέρη 1. Απόκτηση – συλλογή δεδομένων, 2. Διατήρηση δεδομένων και 3. Επεξεργασία δεδομένων

Για την **Συλλογή δεδομένων** (1^ο μέρος στο κύκλο ζωής δεδομένων) υπάρχουν ορισμένα βήματα – ενέργειες οι οποίες εκτελούνται σε αυτό το στάδιο.

- Συλλογή δεδομένων
 - Άμεση συλλογή δεδομένων απευθείας από φυσικές συσκευές που βρίσκονται τοποθετημένες στην πόλη, όπως αισθητήρες, κάμερες παρακολούθησης, έξυπνα τηλέφωνα χρηστών οχήματα κ.λπ.
 - Έμμεση συλλογή δεδομένων προερχόμενα από άλλες πηγές πόλεων, π.χ. συστήματα δημόσιων οργανισμών
 - Εξερεύνηση και ανακάλυψη νέων πηγών δεδομένων που μπορούν να επεκτείνουν τα διαθέσιμα πεδία δεδομένων στην πόλη
- Φιλτράρισμα δεδομένων
 - Εφαρμογή ορισμένων μεθόδων βελτιστοποίησης δεδομένων, όπως φιλτράρισμα δεδομένων για μείωση του θορύβου και κατά συνέπεια μείωση της πιθανότητας λάθους στα συμπεράσματα, συνάθροιση δεδομένων, συμπύεση δεδομένων κλπ. Σκοπός σε αυτή τη φάση είναι να παρθεί η καλύτερη δυνατή ποσότητα των δεδομένων που μπορεί να διαχειριστεί το σύστημα.
 - Ταξινόμηση ή και κατηγοριοποίηση των δεδομένων το οποίο θα προσφέρει βελτιωμένη απόδοση στο σύστημα ανάλυσης τους
- Ποιότητα δεδομένων
 - Έλεγχος του επιπέδου ποιότητας δεδομένων μέσω διάφορων τεχνικών – αλγορίθμων
 - Απόρριψη ή διόρθωση δεδομένων χαμηλής ποιότητας, ενώ σε περιπτώσεις αποτυχίας συλλογής – παραγωγής δεδομένων η συγκεκριμένη πηγή που παρουσιάζει πρόβλημα ελέγχεται για την αιτία σφάλματος της
 - Παρακολούθηση της ποιότητας των ροών δεδομένων και, σε περίπτωση συνεχών αποτυχιών, να προχωρήσει σύμφωνα με τις προβλεπόμενες πολιτικές (πχ. Απόρριψη της συσκευής ή ανανέωση της).
- Περιγραφή δεδομένων
 - Τοποθέτηση περιγραφών – καρτελών στα δεδομένα ώστε να είναι εύκολη η αναζήτηση και εύρεση τους στο σύστημα στο μέλλον
 - Προσθήκη μεταδεδομένων (metadata) όπως για παράδειγμα πληροφορίες χρονόμετρησης (δημιουργία, συλλογή, τροποποίηση, κ.λπ.), εντοπισμός θέσης (πόλη, χώρος, συντεταγμένες GPS) κλπ. ώστε να μπορούν αυτά να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον για συγκεκριμένους σκοπούς

Μετά από τη συλλογή δεδομένων στο δεύτερο μέρος του κύκλου ζωής των δεδομένων βρίσκεται η φάση της **Διατήρησης των δεδομένων** η οποία περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενέργειες:

- Ταξινόμηση δεδομένων
 - Ταξινόμηση και οργάνωση δεδομένων πριν από την αποθήκευση, σύμφωνα με το επιχειρηματικό μοντέλο της πόλης.
 - Προσθήκη πρόσθετων μεταδεδομένων σχετικά με την αποθήκευση, όπως χρόνος λήξης, χρήση και δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης, επίπεδο ασφάλειας κλπ.

- Προσθήκη επιπλέον ετικετών που περιγράφουν την γενεαλογία των δεδομένων και την προέλευσή τους
- Αρχείο δεδομένων
 - Αποθήκευση του μεγάλου όγκου δεδομένων που συλλέγονται και υποβάλλονται σε επεξεργασία στα συστήματα της πόλης. Τα δεδομένα αρχικά αποθηκεύονται τοπικά σε μικρούς χώρους αποθήκευσης, ενώ στην συνέχεια όταν αυτά συγκεντρωθούν σε ένα κεντρικό σημείο μπορούν να αποθηκευτούν στο Cloud (εάν αυτό υποστηρίζεται) ή σε κεντρικούς χώρους αποθήκευσης
 - Δημιουργία κανονισμών για την τη μακροπρόθεσμη διατήρηση των δεδομένων όπως για παράδειγμα η ημερομηνία λήξης τους
- Διάδοση των δεδομένων
 - Παροχή διεπαφής χρήστη για ασφαλή ιδιωτική ή δημόσια πρόσβαση σε αποθηκευμένα δεδομένα και διαχείριση της κοινής χρήσης δεδομένων προφυλάσσοντας τα προσωπικά δεδομένων των ατόμων από τα οποία έχουν συλλεχτεί τα δεδομένα.
 - Εφαρμογή των πολιτικών προστασίας, ιδιωτικότητας και ασφάλειας σύμφωνα με τις απαιτήσεις του οργανισμού – πόλης

Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο του κύκλου ζωής των δεδομένων βρίσκεται η **Επεξεργασία δεδομένων**

- Επεξεργασία δεδομένων
 - Είναι το στάδιο όπου γίνονται όλες οι επεξεργασίες δεδομένων που απαιτούνται για τη χρήση στην εφαρμογή ή στο σύστημα για την έξυπνη λύση
- Ανάλυση Δεδομένων
 - Το στάδιο που εκτελούνται οι αλγόριθμοι και τεχνικές που θα δώσουν το επιθυμητό αποτέλεσμα της όποιας λύσης. Στο στάδιο αυτό γίνεται η ανακάλυψη νέων γνώσεων.

(Sinaeepourfard et al., 2016)

10.4 Cloud Computing και έξυπνες πόλεις

Οι έξυπνες λύσεις - εφαρμογές στις ΕΠ όπως ο φωτισμός του δρόμου, ο έξυπνος χώρος στάθμευσης και η διαχείριση της οδικής κυκλοφορίας σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε σε προηγούμενα κεφάλαια, αρχίζουν να αναπτύσσονται ευρέως σε ολόκληρο τον κόσμο, βελτιώνοντας τις λειτουργίες της πόλης και την ποιότητα ζωής, μειώνοντας το κόστος και τη χρήση ενέργειας και βελτιώνοντας την εξυπηρέτηση των κατοίκων – πολιτών. Αυτές οι υπηρεσίες τείνουν να δημιουργούνται ως αυτόνομες εφαρμογές, αλλά τα πλήρη οφέλη μιας ΕΠ θα υλοποιηθούν μόνο εάν αυτές οι εφαρμογές είναι σε θέση να μοιράζονται δεδομένα με άλλα συστήματα, να αλληλοεπιδρούν με άλλες εφαρμογές μέσω Διαδικτύου ώστε διάφορε άλλες λειτουργίες της πόλης να μπορούν εάν υπάρχει η δυνατότητα από αυτές τις εφαρμογές. Επιπλέον, πολλές πόλεις αναπτύσσονται ταχύτατα και όσοι εφαρμόζουν έξυπνες λύσεις οφείλουν να έχουν στο μυαλό τους την δυνατότητα επεκτασιμότητας των εφαρμογών και των συστημάτων που τις υποστηρίζουν ώστε να μπορούν να καλύψουν ανάγκες που θα παρουσιαστούν στο μέλλον. Η φυσική τοποθεσία συστημάτων επομένως δεν είναι η ενδεικνυόμενη λύση. Αντί αυτού πλέον οι λύσεις σύννεφων είναι το επόμενο βήμα.

Το Cloud computing είναι μια τεχνολογία - μοντέλο που επιτρέπει την πρόσβαση στο δίκτυο σε μια κοινόχρηστη ομάδα από διαμορφωμένους υπολογιστικούς πόρους (π.χ. δίκτυα, διακομιστές,

αποθηκευτικούς χώρους, εφαρμογές και υπηρεσίες) που μπορούν να παρασχεθούν γρήγορα και να μπουν σε λειτουργία με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης (Nowicka, 2014).

Το Cloud computing αποτελείται από πέντε βασικά χαρακτηριστικά και τρία μοντέλα υπηρεσιών

Χαρακτηριστικά

- Αυτοεξυπηρέτηση κατά παραγγελία (on-demand self-service): Ένας χρήστης μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση σε υπολογιστικές δυνατότητες, όπως είναι ο χώρος, οι εφαρμογές του διακομιστή και το δικτύου του, χωρίς να απαιτείται απαιτείται ανθρώπινη αλληλεπίδραση
- Ευρεία πρόσβαση στο δίκτυο (broad network access): Η δυνατότητα να είναι συνεχώς διαθέσιμο και χωρίς διακοπή το δίκτυο του οποίου οι αλλαγές και οι οποιαδήποτε ανάγκη πρόσβασης σε αυτό γίνονται μέσω τυποποιημένων μηχανισμών
- Συγκέντρωση πόρων (resource pooling): Οι υπολογιστικοί πόροι συγκεντρώνονται για να εξυπηρετούν πολλούς χρήστες χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πολλαπλών λειτουργιών, με διαφορετικούς φυσικούς και εικονικούς πόρους. Το χαρακτηριστικό αυτό προσφέρει μια αίσθηση ανεξαρτησίας ως προς την τοποθεσία, δεδομένου ότι ο πελάτης γενικά δεν έχει κανέναν έλεγχο ή γνώση σχετικά με την ακριβή θέση των παρεχόμενων πόρων
- ταχεία ελαστικότητα (rapid elasticity): Οι δυνατότητες του διακομιστή προς το χρήστη είναι απεριόριστες. Η υπολογιστική ισχύ ή αποθηκευτικός χώρος μπορούν ενισχυθούν ανά πάσα στιγμή, και
- μετρημένη υπηρεσία (measured service): η δυνατότητα να ελέγχεται αυτόματα η χρήση των πόρων. Η χρήση των πόρων μπορεί να παρακολουθείται, να ελέγχεται και να αναφέρεται, παρέχοντας διαφάνεια τόσο για τον παροχέα όσο και για τον καταναλωτή της χρησιμοποιούμενης υπηρεσίας.

Μοντέλα υπηρεσιών

- Software as a Service – SaaS: η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή ώστε η οποιαδήποτε εφαρμογή να μπορεί να είναι προσβάσιμη από διάφορες συσκευές.
- Platform as a Service – PaaS: η δυνατότητα που παρέχει μια πλατφόρμα που επιτρέπει στους πελάτες να αναπτύξουν, να τρέχουν και να διαχειρίζονται εφαρμογές χωρίς την πολυπλοκότητα κατασκευής και συντήρησης της υποδομής που συνήθως συνδέεται με την ανάπτυξη και την εκκίνηση μιας εφαρμογής
- Infrastructure as a Service – IaaS: η ικανότητα που παρέχει τη δυνατότητα εικονικών υπολογιστικών πόρων μέσω του Διαδικτύου

(Nowicka, 2014)

Τα χαρακτηριστικά τα οποία περιεγράφηκαν πιο πάνω μπορούν να προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα για επιχειρήσεις – οργανισμούς:

- Μειωμένες δαπάνες για εξοπλισμό υλικών συστημάτων λόγω του ότι πλέον όλα είναι εικονικά
- Μειωμένο κόστος για προσωπικό IT και δυνατότητα αξιοποίησης τέτοιου προσωπικού σε άλλα τμήματα
- Δυνατότητα επέκτασης της υπολογιστικής δύναμης ενός συστήματος άμεσα και γρήγορα

- Δυνατότητα βελτιωμένης χρήσης των συστημάτων πληροφορικής μέσω συγκεντρωμένων πόρων που εξυπηρετούν πολλούς χρήστες. Τα συστήματα λόγω της εικονικής τους φύσης μπορούν να είναι προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις – ανάγκες του οργανισμού.
- Δυνατότητα πληρωμής είτε “υλικού” αγαθού είτε για άδειες χρήση ανά χρήστη έτσι ώστε οι χρήστες να επιβαρύνονται μόνο με το κόστος των υπολογιστικών δυνατοτήτων που χρειάζονται και χρησιμοποιούν για κάλυψη των αναγκών τους

(Centre for Economics and Business Research Ltd, 2010)

10.5 Συνδυασμός ετερογενών συστημάτων

Υπάρχει μια πρόβλεψη ότι μέχρι το 2020 θα υπάρχουν περισσότερο από 25 δισεκατομμύρια συσκευές οι οποίες θα χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική διαχείριση των πόρων σε διάφορους τομείς όπως η έξυπνη διαχείριση ενέργειας, η διαχείριση αποβλήτων, ο έλεγχος της κυκλοφορίας κλπ. σε αστικά κέντρα (Kazmi et al., 2017). Είναι πασιφανές ότι οι συσκευές θα έχουν διαφορετικές λειτουργίες – εφαρμογές και διαφορετικές ενέργειες θα εκτελούνται από αυτές αναλόγως των αναγκών που καλούνται να εξυπηρετήσουν αλλά και αναλόγως της φύσης - κατασκευής τους. Αυτό προκαλεί μια ετερογένεια σε συσκευές και συστήματα η οποία μπορεί να ξεπεραστεί με τη διαλειτουργικότητα που προσφέρουν ορισμένα μοντέλα τα οποία στηρίζονται σε συνδεδεμένα δεδομένα. Υπάρχει πρόκληση για την ετερογένεια συστημάτων και η πραγματική πρόκληση βρίσκεται στο σημείο ότι οι πληροφορίες που συλλέγονται να μπορούν να διαχειριστούν και να διαμοιραστούν σε διαφορετικές πλατφόρμες και εφαρμογές.

Έχουν αναπτυχθεί αρκετές πλατφόρμες - μοντέλα, τα οποία διευκολύνουν τη συλλογή δεδομένων από ομοιογενείς και ετερογενείς συσκευές IoT. Τα μοντέλα αυτά παρέχουν μια σειρά λειτουργιών, π.χ. συλλογή δεδομένα από αισθητήρες, μετατροπή αυτών σε μια συγκεκριμένη μορφή και τέλος μεταδίδει τα δεδομένα αυτά στις εφαρμογές για εκτέλεση ανάλογων ενεργειών. Επιπλέον, κάποιες πλατφόρμες χρησιμοποιούν επίσης την ισχύ άλλων τεχνολογιών ΤΠΕ, ιδίως των υποδομών υπολογιστικού νέφους που αναφέρθηκαν πιο πάνω, δείχνοντας έτσι τον τρόπο για “συνεργασία” του IoT με το cloud. Αυτές οι πλατφόρμες ενθαρρύνουν τους τελικούς χρήστες να προσαρτήσουν τις συσκευές IoT τους στην υποδομή του cloud και να επιτρέψουν την εύκολη χρήση των API για την ανάκτηση παρατηρήσεων – δεδομένων τα οποία θα είναι χρήσιμα για την εφαρμογή και την επιτυχία της οποιασδήποτε έξυπνης λύσης (Kazmi et al., 2017).

Η ετερογένεια δεν παρουσιάζεται μόνο στα συστήματα αλλά επίσης και στα δεδομένα τα οποία συλλέγονται αποτέλεσμα της ετερογένειας που υπάρχει στους αισθητήρες συγκέντρωσης αυτών των δεδομένων. Για να αντιμετωπιστεί η πρόκληση αυτή τα συστήματα τα οποία διαχειρίζονται τα δεδομένα τους έχουν “ανατεθεί” πολιτικές – κανόνες οι οποίοι στην ουσία καθορίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος και όποιες συσκευής βρίσκεται στο δίκτυο.

11 Συμπεράσματα – Ευρήματα

11.1 Ποια είναι τα προβλήματα που προσπαθούν να λύσουν οι λύσεις

Μέσα από τη μελέτη των ερευνών αλλά και την ανάλυση των αντιπροσωπευτικών παραδειγμάτων που εφαρμόστηκαν σε πραγματικές συνθήκες μπορούν να εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Προφανώς η εφαρμογή των λύσεων τεχνολογίας είναι απαραίτητη και επιτυχημένη όταν αυτή επιλύει τα προβλήματα για τα οποία σχεδιάστηκε να διορθώσει. Με βάση ότι έχει αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια μπορεί να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο το οποίο εσωκλείει τους γενικούς τομείς – πυλώνες για τους οποίους μπορεί μια ΕΠ να είναι ωφέλιμη είτε προς τους κατοίκους της αλλά και γενικά σε όλα τα άτομα που ζουν στο περιβάλλον της. Στο πιο κάτω πίνακα φαίνονται οι πυλώνες, πέντε στο σύνολο τους, και στη συνέχεια γίνεται ανάπτυξη και γενικευμένη ανάλυση στα προβλήματα τα οποία στοχεύουν να λύσουν οι έξυπνες λύσεις.

ΑΝΘΡΩΠΟΙ	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΕΥΗΜΕΡΙΑ	ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ	ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
Ασφάλεια	Μείωση - Διαχείριση Ενέργειας	Οικονομική Ανάπτυξη	Οργάνωση	Επεκτασιμότητα
Υγεία	Διαχείριση Πρώτων Υλών	Καινοτομία	Συμμετοχή	Επαναληψιμότητα
Ποιότητα Ζωής	Ρύπανση	Ευζωία	Γραφειοκρατία	Ανθεκτικότητα
Πρόσβαση Στις Υπηρεσίες				
Κοινωνική Συνοχή				

Πίνακας 8: Πυλώνες για ΕΠ

ΑΝΘΡΩΠΟΙ

Ασφάλεια

Ο τομέας της ασφάλειας είναι ένα κρίσιμο συστατικό για την ποιότητα ζωής στις πόλεις. Κατά ακρίβεια υπάρχουν τρεις κατηγορίες ασφάλειας οι οποίες υπάρχει ανάγκη να αντιμετωπιστούν με τη χρήση της τεχνολογίας. Η πρώτη κατηγορία είναι η εγκληματικότητα και η ανάγκη πρόληψης της βίας, η δεύτερη κατηγορία είναι η πρόληψη κοινωνικών εγκλημάτων και τέλος η τρίτη κατηγορία αφορά την ανάγκη προστασίας από καταστροφές. Η τελευταία κατηγορία μάλιστα μπορεί να χωριστεί σε περαιτέρω υποκατηγορίες όπως για παράδειγμα η ανάγκη προστασίας από:

- Φυσικές καταστροφές
- Ατυχήματα
- Κινδύνους για τη δημόσια υγεία
- Επιθέσεις κλπ.

Η ανάγκη για ασφάλεια και στις τρεις περιπτώσεις συνεπάγεται ότι η χρήση τεχνολογίας είναι απαραίτητη για την αντιμετώπισή τους ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που είναι τρεις διαφορετικές κατηγορίες εντούτοις και οι τρεις συνδέονται μεταξύ τους εφόσον υπάρχει ανάγκη για συνοχή συστημάτων για τη σωστή διαχείριση περιστατικών και για την ολοκληρωμένη προσέγγιση για την ασφάλεια στην πόλη (Mongia et al., 2018), (Dey et al., 2012), (Baldoni et al., 2017)

Υγεία

Η υγεία των κατοίκων των πόλεων χρήζει ιδιαίτερης προσοχής εφόσον από τους κατοίκους εξαρτάται μια πόλη και κατ' επέκταση η βιωσιμότητάς της. Ένας από τους σκοπούς – στόχους των ΕΠ είναι η ανάπτυξη και η χρήση τεχνολογιών οι οποίες μπορούν να χειρίζονται μεγάλους όγκους δεδομένων. Οι αναλύσεις των δεδομένων αυτών όσων αφορά την υγεία μπορεί να χρησιμοποιηθούν για να προβλεφτούν ή και να εντοπιστούν σημεία της υγείας του πληθυσμού. Προβλέψεις μπορεί να γίνουν για επιδημίες ή αναλύσεις για τις επιπτώσεις στην υγεία κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων καιρικών φαινομένων. Η τεχνολογία σε ένα αστικό περιβάλλον επίσης μπορεί να δώσει λύσεις που σχετίζονται με την υγεία των κατοίκων χρησιμοποιώντας πληροφορίες που περιλαμβάνουν σε ψηφιακά αρχεία υγείας, ενώ ακόμη μπορεί να δοθεί η δυνατότητα για προσφορά υπηρεσιών υγείας κατοίκων ή/και απομακρυσμένες διαγνώσεις.

Ένα ακόμη σημείο που μπορεί να αναφερθεί για τον τομέα της υγείας είναι ότι η χρήση της τεχνολογίας στο πλαίσιο ενός αστικού περιβάλλοντος μπορεί να διευκολύνει την παροχή υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιώντας έξυπνες και δικτυωμένες τεχνολογίες που συμβάλλουν στην παρακολούθηση των συνθηκών υγείας των πολιτών. Μπορεί να γίνει εστίαση στην πρόληψη αντί για στη θεραπεία, ενώ παράλληλα τα έξυπνα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης έχουν μεγάλες δυνατότητες στις γηράσκουσες κοινωνίες στις ανεπτυγμένες χώρες και μπορεί να μειώσουν την ανισότητα στην υγειονομική περίθαλψη μεταξύ ομάδων υψηλού και χαμηλού εισοδήματος (United Nations, 2016).

Η χρήση ψηφιακής και κινητής τεχνολογίας έχει και σίγουρα στο μέλλον με μεγαλύτερους ρυθμούς θα δημιουργεί έξυπνες λύσεις υγειονομικής περίθαλψης για άτομα που κατοικούν σε αστικά κέντρα. Η επανάσταση του ΙΟΤ που έχει εξαπλωθεί στον τομέα της ενέργειας, των μεταφορών, της ασφάλειας και της υποδομής θα έχει σαφή αποτελέσματα στην υγειονομική περίθαλψη. Ένα ενοποιημένο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων, αναλύσεων και ερευνητικών πρακτικών θα οδηγήσει σε μια νέα εποχή στην αντιμετώπιση των σύγχρονων προβλημάτων υγείας. Ένας υγιής πληθυσμός δημιουργεί τη σωστή ισορροπία σε κάθε κοινωνία. ΕΠ με λύσεις και συσκευές που ενώνονται με το ΙΟΤ μπορούν να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο απόκρισης, να προσφέρουν γρήγορες υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης, να μειώσουν τον υπερπληθυσμό στα νοσοκομεία κλπ. (Cook et al., 2018), (Duarte et al., 2015), (Liu et al., 2017), (Chaudhary et al., 2018).

Ποιότητα Ζωής

Οι ΕΠ θα πρέπει να σημαίνουν καλύτερες υπηρεσίες για τους πολίτες, πιο υπεύθυνες διοικήσεις και μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον με την όποια απόφαση και αν παρθεί η οποία επηρεάζει το σύνολο. Με βάση τις τεχνολογικές καινοτομίες, τα αστικά κέντρα μπορούν να μετατραπούν σε πολύπλοκα οικοσυστήματα – ΕΠ που έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν την ευχρηστία των υπηρεσιών, τη λειτουργικότητα και τη βιωσιμότητα γενικά του αστικού περιβάλλοντος αξιοποιώντας ένα δίκτυο που αποτελείται από άτομα, συστήματα - διαδικασιών και δεδομένα

Η σχέση μεταξύ υλικών και άυλων στοιχείων επικεντρώνεται στη δημιουργικότητα και την καινοτομία, γεγονός που συμβάλει στην αύξηση του επιπέδου της ποιότητας ζωής όχι μόνο των κατοίκων των πόλεων αλλά και οποιαδήποτε ατόμων χρησιμοποιούν τον χώρο τους είτε για εργασία είτε για τουρισμό κλπ. Η ανάγκη για βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και η ανάγκη για βελτίωση της ευημερίας και της ποιότητας ζωής μπορεί να καλύπτει πλέον με τις ΕΠ, δηλαδή, τον συνδυασμό του ανθρώπινου κεφαλαίου, του κοινωνικού κεφαλαίου και της υποδομής των τεχνολογιών –

συστημάτων. Μέθοδοι και λύσεις που στηρίζονται και υποστηρίζεται από το IoT στην ενέργεια, στη διαχείριση του νερού και σε άλλες κρίσιμες ενέργειες όπως μεταφορές, ιατρική περίθαλψη κλπ. μπορούν βελτιστοποιήσουν συστήματα όπου αυτά με τη σειρά τους θα βοηθήσουν αποτελεσματικά, να αυξηθεί η ποιότητα ζωής μιας πόλης (Vttresearch.com, 2016).

Πρόσβαση Στις Υπηρεσίες

Οι πολίτες στη σύγχρονη εποχή είναι καλά μορφωμένοι – εκπαιδευμένοι, καλά ενημερωμένοι και πολύ καλά συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Οι πιο πάνω λόγοι είναι αυτοί που αυξάνουν τις προσδοκίες που περιμένουν να έχουν από τις αρχές των πόλεων τους. Η μόρφωση, η ενημέρωση και η διασύνδεση δημιουργούν την ανάγκη για αυτά τα άτομα να μπορούν να ελέγχουν ως ένα σημείο τα άτομα που αποφασίζουν για αυτούς αλλά επίσης θέλουν και ενεργή συμμετοχή στην λήψη αποφάσεων που τους επηρεάζουν.

Επίσης δημιουργείται η ανάγκη για συγκεκριμένο πλέον τρόπο εξυπηρέτησης των αναγκών τους, βάση του προφίλ του καθενός πολίτη, την ηλικία, τις προτιμήσεις του κλπ. ενώ επίσης η ανάγκη για αλληλεπίδραση μεταξύ ατόμων και συστημάτων είναι ακόμη ένας σημείο που καλούνται οι έξυπνες λύσεις να δώσουν απάντηση σε αυτό (Mohamed et al., 2017), (Sotres et al., 2017).

Κοινωνική Συνοχή

Η κοινωνική συνοχή αποτελεί συνάρτηση της συμμετοχής των ατόμων σε μια εφαρμοσμένη έξυπνη λύση. Βασίζεται φυσικά στον σεβασμό των αρχών προς τους πολίτες και στο γεγονός ότι όλοι οι δημόσιοι χώροι και οι υπηρεσίες είναι κοινό αγαθό για όλους. Οι δημόσιοι χώροι ενισχύουν την εμπιστοσύνη του κοινού εάν και μόνο εάν όλοι μπορούν να πάνε παντού. Η ανάγκη – αίσθημα της δημοκρατίας πρέπει να προτρέπει τους πολίτες να αποφασίσουν αυτοί μέσω συζήτησης για τη σωστή πορεία δράσης και το τι χρειάζεται να γίνει και στη συνέχεια η τεχνολογία να αναλάβει να διαχειριστεί το πώς θα επιτευχθούν οι αποφάσεις αυτές. Πολλές ΕΠ έχουν ψηλά ποσοστά επιτυχίας στις εφαρμοζόμενες λύσεις τους και πολλούς ψηλούς δείκτες στην εκπαίδευση, στην οικονομία κλπ. Και όμως πολλές από αυτές δεν υπάρχει κοινωνική συνοχή πράγμα το οποίο δείχνει ότι δεν υπάρχει πουθενά η τέλεια πόλη ακόμη και ότι υπάρχουν πολλά που μπορούν να γίνουν για να αυξηθεί ο αριθμός αυτής (Vttresearch.com, 2016).

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Μείωση - Διαχείριση Ενέργειας

Σε ένα αστικό περιβάλλον υπάρχει τεράστια ανάγκη για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ψηφιακούς ελέγχους και αναλυτικά εργαλεία για την αυτοματοποίηση, την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της διανομής και της χρήσης ενέργειας. Τέτοια συστήματα - εργαλεία βελτιστοποιούν τη λειτουργία και τη χρήση του δικτύου, εξισορροπώντας τις ανάγκες των διαφόρων ενδιαφερομένων μερών (καταναλωτές, παραγωγούς και πάροχους) (Ferreira et al., 2017), (Expósito et al., 2018), (Veena et al., 2016)

Διαχείριση Πρώτων Υλών

Προηγουμένως αναφέρθηκε το πρόβλημα διαχείρισης της ενέργειας, η οποία χρησιμοποιεί πρώτες ύλες. Η διαχείριση των πρώτων υλών και η σωστή χρήση τους είναι ένα άλλο πρόβλημα το οποίο καλείτε να λύσει η τεχνολογία στις ΕΠ. Για παράδειγμα υπάρχει ανάγκη για ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων από τα συστήματα υδροδότησης, μια ανάλυση η μπορεί να δείξει τυχόν ανωμαλίες (όπως διαρροές) στο δίκτυο σε πραγματικό χρόνο ώστε να προσφέρεται η δυνατότητα στην αρμόδια αρχή για μια καλύτερη διαχείριση της ροής του νερού. Επίσης η εξοικονόμηση νερού, η μείωση του κόστους διανομής και η αύξηση της αξιοπιστίας και διαφάνειας τη διανομή νερού είναι δεδομένες ανάγκες – προβλήματα τα οποία μπορεί να καλυφτούν με τη χρήση ψηφιακών συστημάτων (Vttresearch.com, 2016).

Ρύπανση

Είναι ένας τομέας ο οποίος περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα από προβλήματα αστικών περιοχών. Για αρχή μπορεί να ονομαστεί το πρόβλημα των αποβλήτων. Υπάρχει ανάγκη για παρακολούθηση, τη συλλογή, μεταφορά, επεξεργασία και ανακύκλωση (αναλόγως υλικών) των αποβλήτων. Μία από τις κύριες δυστοκίες των παραδοσιακών μεθόδων της διαχείρισης αποβλήτων είναι η αδυναμία πρόβλεψης του χρόνου συλλογής των αποβλήτων όπου τα φορτηγά περισυλλογής αποστέλλονται συχνά για τη συλλογή αποβλήτων όταν οι κάδοι δεν είναι γεμάτοι (Chen et al., 2017), (Kök et al., 2017), (Abdelbacet et al., 2015).

ΕΥΗΜΕΡΙΑ

Οικονομική ανάπτυξη

Όλες οι πόλεις έχουν σαν επιδίωξη τους να την οικονομική ανάπτυξη και την οικονομική ευημερία. Οι ευκαιρίες ψηφιακής υποδομής που προσφέρει μια ΕΠ είναι ένας μοχλός ο οποίος μπορεί να σπρώξει την οικονομία ενός αστικού κέντρου προς τα πάνω. Και ποιος δεν θα ήθελε να δει νέες εταιρείες στο περιβάλλον του γεγονός το οποίο όχι μόνο θα προσφέρει στις αρχές της πόλης αλλά επίσης θα βοηθήσει και το κοινό με το άνοιγμα καινούριων θέσεων εργασίας.

Εξάλλου αυτή είναι η εποχή της ψηφιακής αλλαγής. Επομένως όσο πιο κοντά στην τεχνολογία βρίσκονται οι υπηρεσίες μιας πόλης τόσο περισσότερους ανθρώπους ωθούν στην χρήση αυτής και κατά συνέπεια θα συμβάλει στην ανάπτυξη της ψηφιακής οικονομίας. Το πρόβλημα της στενής οικονομίας λύνεται σε ένα περιβάλλον ΕΠ εφόσον μπορεί να υπάρξει αύξηση στην χρηματοδότηση επιχειρηματικών κεφαλαίων. Τελευταίο σημείο που αξίζει να αναφερθεί είναι η εξοικονόμηση πόρων φέρνει λεφτά, ή μάλλον δεν σπαταλούνται – δαπανούνται περισσότερα χρήματα. Και μπορεί μια πλειάδα έξυπνων λύσεων να προσφέρουν τη δυνατότητα αυτή ακριβώς (Vttresearch.com, 2016).

Καινοτομία

Υπάρχει ανάγκη για συνεργασία ατόμων και εταιρειών για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων. Σε ένα αστικό περιβάλλον προσφέρεται μια μοναδική ευκαιρία σε εταιρείες, κυβερνήτες και ερευνητές για να αναπτύξουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα και φυσικά καλύτερες λύσεις η οποίες να προσφέρουν την άνεση η οποία υπολείπεται από παλιά συστήματα. Υπάρχει και κατανοείται από πολλούς η ανάγκη για κατάργηση του “καφέ πλαισίου” ενός αστικού περιβάλλοντος και δημιουργία ενός νέου “πράσινου πλαισίου” το οποίο θα μειώνει και θα εξαλείφει τις επιπτώσεις του πρώτου. Τέλος η καινοτομία είναι αυτή που θα ενδυναμώσει την συμμετοχή των πολιτών, των επιχειρήσεων

και άλλων λοιπών ενδιαφερόμενων στη διαμόρφωση του μέλλοντος ενός χώρου μέσα από τις επιλογές που έχουν και τις αποφάσεις που θα λάβουν (Vttresearch.com, 2016)

Ευζωία

Η πρόθεση πίσω από κάθε έξυπνο πρόγραμμα πόλεων είναι η βελτίωση των αποτελεσμάτων που θα έχει αντίκτυπο για τους πολίτες. Οι ΕΠ μπορούν να βοηθήσουν τους κατοίκους παρέχοντας τους ψηφιακά «μάτια και αυτιά» μέσω της υποδομής της, και χρησιμοποιώντας την τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών να μπορεί ο καθένας να νιώσει ασφάλεια ότι οι λειτουργίες των συστημάτων ενέργειας και νερού, των δικτύων μεταφοράς, των ανθρώπινων υπηρεσιών και λοιπών επιχειρήσεων λειτουργούν ομαλά. Ουδέποτε θα σταματήσει να υφίσταται και να υπάρχει η ανάγκη για βελτίωση της καθημερινής ζωής των πολιτών και ουδέποτε θα σταματήσει να υπάρχει η απαίτηση για μετατροπή της καθημερινής τους ζωή σε πιο αποτελεσματική. Δίπλα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της καθημερινής ζωής, όπως τα κοινωνικά μέσα ή οι ηλεκτρονικές υπηρεσίες, οι ΤΠΕ αύξησαν επίσης την ικανότητα της κοινωνίας των πολιτών και των μη κρατικών φορέων να οργανώσουν, να απαιτήσουν και να βρουν λύσεις. Τεράστια συμβολή σε αυτές τις αλλαγές είναι η ποσότητα και η πρόσβαση στα διαθέσιμα δεδομένα, τα οποία έχουν αυξηθεί σημαντικά με την ψηφιοποίηση (Vttresearch.com, 2016).

ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ

Οργάνωση

Οι κοινωνίες έχουν γίνει πιο ποικίλες όσον αφορά τον πολιτισμό ενώ ταυτόχρονα οι πόλεις έχουν γίνει πιο πολύπλοκα συστήματα. Οι καινοτομίες στις ΤΠΕ αυξάνουν την πολυπλοκότητα που αντιμετωπίζουν οι πόλεις, αλλά και παράλληλα οι λύσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση αυτής της πολυπλοκότητας, επιτρέποντας πιο οργανωμένη και πιο ανοικτή διακυβέρνηση. Η οργάνωση για την διακυβέρνηση βασίζεται πάντα σε ένα νομικό και επίσημο πλαίσιο. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο υπάρχει ανάγκη για ισορροπία μεταξύ των καθιερωμένων – προκαθορισμένων και των νέων – καινοτόμων μορφών διακυβέρνησης.

Χωρίς την ύπαρξη ιδιαίτερων και εξιδικευμένων συστημάτων, από μόνο του ένα αστικό περιβάλλον περιέχει πληροφορίες και γνώσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση των κατοίκων αυτού. Οι κάτοικοι έχουν συχνά μια καλύτερη και βαθύτερη, ή τουλάχιστον διαφορετική, κατανόηση του τι συμβαίνει στην περιοχή τους παρά από τους εκλεγμένους πολιτικούς ή τους δημοτικούς υπαλλήλους. Αυτή η γνώση με σωστή οργάνωση και τις κατάλληλες βοήθειες από την εφαρμογή έξυπνων εφαρμογών μπορούν να δώσουν λύσεις στις ανάγκες των κοινωνικών υπηρεσιών. Χρειάζεται επίσης σωστή οργάνωση ώστε οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής να μπορούν να επωφεληθούν από αυτό, με τη συλλογή δηλαδή δεδομένων και τη χρήση πληροφοριών προκειμένου να λάβουν πιο ενημερωμένες και ορθές αποφάσεις (Simonofski et al., 2017), (Szabó et al., 2017).

Συμμετοχή

Είναι κοινά αποδεκτό ότι υπάρχει ανάγκη οι αρχές των πόλεων να αφουγκράζονται τα προβλήματα που οι κάτοικοι αυτών έχουν. Πρέπει να υπάρχει σύνδεση μεταξύ των κατοίκων και των ατόμων που λαμβάνουν τις αποφάσεις ώστε να μειωθεί το χάσμα μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών. Είναι σημαντικό επίσης να γίνει κατανοητό ότι παρόλο που ορισμένες δραστηριότητες – ενέργειες

λαμβάνουν χώρα σε ολόκληρη την πόλη, οι απαιτήσεις των πολιτών ποικίλλουν αισθητά μεταξύ των περιοχών ανάλογα με τον τόπο. Άρα είναι ορατή επίσης και η ανάγκη η οποία να φέρνει ορισμένες πρωτοβουλίες σε ένα κεντρικό σημείο που να έχουν πρόσβαση οι κάτοικοι ενός αστικού κέντρο ώστε να μπορούν να την βαθμολογήσουν – αξιολογήσουν και να μπορούν να σχολιάζουν – παρατηρήσουν ώστε αυτή να διορθωθεί εάν αυτό θεωρηθεί αναγκαίο. Εκτός από τα άτομα που κυβερνούν, ιδέες για τη σωστή διαχείριση μιας πόλης μπορεί να εκφέρει και ένα πολίτης, ένα οργανωμένο σύνολο ή ακόμη και μια εταιρεία, οι οποίοι όλοι τους θα θέλουν το κοινό καλό της πόλης. Χρειάζονται όμως οι τρόποι για απευθείας επικοινωνία με τους αρμόδιους και αυτή οι επικοινωνία να μην είναι μόνο δικαίωμα των προνομιούχων ατόμων. Τέλος εκτός από την δυνατότητα για την συμμετοχή στις λήψεις αποφάσεων, οφείλεται να δίνεται η δυνατότητα στους πολίτες για την αξιολόγηση – βαθμολόγηση για την εφαρμογή αποφάσεων που τους επηρεάζουν (Simonofski et al., 2017), (Szabó et al., 2017).

Γραφειοκρατία

Η γραφειοκρατία είναι ένα τεράστιο πρόβλημα στην καθημερινότητα των ατόμων στις πόλεις αλλά παράλληλα και ένα τεράστιο εμπόδιο στις επιχειρήσεις οι οποίες είναι πρόθυμες να διαθέσουν κεφάλαια για να αναπτυχθούν και να δραστηριοποιηθούν σε μια πόλη. Η γραφειοκρατία σε πολλές υπηρεσίες στερούν στους ανθρώπους της πόλης την βελτίωση της ποιότητας της ζωής τους και δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη ιδεών αλλά και εξυπηρέτηση βασικών αναγκών τους σε εύλογα χρονικά διαστήματα. Τα αστικά κέντρα χρειάζονται έξυπνες πολιτικές και οι τοπικές αρχές πρέπει να είναι μοχλοί που να βοηθούν την ανάπτυξη και όχι να την εμποδίζουν με την γραφειοκρατία (Bolívar, 2015).

Τέλος όσο και αν φαίνεται παράξενο η ίδια η γραφειοκρατία ταλαιπωρεί έργα τα οποία σχεδιάστηκαν για να την καταπολεμήσουν και δεν εφαρμόζονται. Το πρόβλημα αυτό δημιουργεί τεράστιες ευκαιρίες ανάπτυξης για τις εταιρείες που μπορούν να βοηθήσουν τις πόλεις να καταργήσουν τα εμπόδια και να καθορίσουν τις βέλτιστες πρακτικές για τη χρήση των τεχνολογιών του IoT.

ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Επίτηδες στον πίνακα πάνω η διαχείριση συστημάτων έχει διαφορετική μορφή. Και αυτό γιατί σε αυτό το στάδιο δεν γίνεται ανάλυση για το πια προβλήματα μπορούν να επιλύσουν οι ΕΠ αλλά είναι το σημείο αυτό που πρέπει η οποιαδήποτε εφαρμογή έξυπνης λύσης να φροντίσει και να λαμβάνει υπόψη ακριβώς την επεκτασιμότητα και επαναληψιμότητα της αλλά και την ανθεκτικότητα της.

Επεκτασιμότητα

Η έγκαιρη κατανόηση και επικύρωση της επεκτασιμότητας των σύνθετων και δικτυωμένων έξυπνων συστημάτων της πόλης πρέπει να αποτελούν βασικά σημεία μεταξύ των τεχνολογικών λύσεων. Για να δημιουργηθούν αξιόπιστες εφαρμογές έξυπνων πόλεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι νέες αρχιτεκτονικές λογισμικού και οι εξελίξεις που αντιμετωπίζουν αυτές τις προκλήσεις.

Όταν σχεδιάζεται μια λύση η οποία θα έχει “όγκο” και θα εξυπηρετεί μεγάλο αριθμό ατόμων - συσκευών, υπάρχει ανάγκη για καθορισμό μιας συστηματικής και κλιμακωτής μεθόδου σχεδίασης

και ανάπτυξης της, η οποία στην ουσία είναι μια μοντελοποίηση ενός πλαισίου των συστημάτων αναλόγως των αναγκών που καλούνται να καλύψουν. Τα συστήματα που καλούνται να καλύψουν αυτές τις ανάγκες εκτός από ισχυρή υπολογιστική δύναμη πρέπει να έχουν επίσης μια δυναμικά εξελισσόμενη δυνατότητα. Για να γίνει αυτό χρειάζεται μια κοινή κατανόηση μεταξύ των στοιχείων του συστήματος και των αναγκών που καλούνται να καλύψουν, από την αρχή (στο στάδιο της σχεδίασης), μέσω της ανάλυσης της δυναμικής των κλιμακωτών συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό θα ώστε να γίνεται εύκολη και εφικτή η διασφάλιση της επεκτασιμότητας τους.

Η κλιμακούμενη αρχιτεκτονική διασφαλίζει ότι δεν θα υπάρξει πρόβλημα με το χειρισμό της κίνησης των δεδομένων τα οποία αυξάνονται καθώς αυξάνεται και ο αριθμός των χρηστών. Με συστήματα δυναμικής φύσης, προσφέρεται επίσης η δυνατότητα κλιμάκωσης – ενίσχυσης της υπολογιστικής ισχύς η οποία βοηθά και χρειάζεται για την ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για τη γρήγορη λήψη αποφάσεων (Citykeys-project.eu, 2015).

Επαναληψιμότητα

Υπάρχουν πολλά οφέλη από την δυνατότητα επαναληψιμότητας μιας έξυπνης λύσης από μια πόλη σε άλλη. Η επαναληψιμότητα των έργων θα μπορούσε να διευρύνει το δυναμικό της αγοράς στις πόλεις που είναι ήδη δοκιμασμένες αυτές οι λύσεις ενώ παράλληλα θα μπορούν νέες πόλεις να αυξήσουν την δική τους “αξία” χρησιμοποιώντας δοκιμασμένες λύσεις χωρίς αυτές να χρειάζονται να σχεδιάζουν καινούριες και να πειραματίζονται με εμφανή τον κίνδυνο αποτυχίας.

Η επαναληψιμότητα των συστημάτων μπορεί επίσης να έχει διαφορετικό χαρακτήρα από αυτόν που σχολιάστηκε πιο πάνω. Επαναληψιμότητα μπορεί επίσης να σημαίνει την ενσωμάτωση του πλαισίου λύσης που εφαρμόστηκε σε ένα τομέα της πόλης, σε άλλους επίσης τομείς οι οποίοι στην ουσία να συνεργάζονται για το κοινό καλό. Είναι σημαντικό να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι εμπόδια για την επαναληψιμότητα είναι η αυξημένη ετερογένεια είτε των συστημάτων είτε των δεδομένων τα οποία τα πρώτα διαχειρίζονται ως επίσης πρόκληση είναι και η διαφορετικότητα στην κλίμακα κάλυψης τέτοιων συστημάτων (λόγω του πληθυσμού και των διαφορετικών αναγκών τους) (Citykeys-project.eu, 2015).

Ανθεκτικότητα

Με την ανθεκτικότητα συνεπάγεται η αποφυγή αποτυχιών που είναι απaráδεκτα συχνές ή σοβαρές, όταν αντιμετωπίζουν αλλαγές σε ένα αστικό περιβάλλον. Η ανθεκτικότητα διευκολύνει ή μάλλον διασφαλίζει ότι οι κοινότητες – ομάδες ατόμων που υπάρχουν στις πόλεις μπορούν να εξυπηρετούνται από τα συστήματα των έξυπνων λύσεων και οι ανάγκες τους οι αναπτύσσονται – εξελίσσονται – αυξάνονται ταχέως θα έχουν την πλήρη κάλυψη των συστημάτων αυτών. Εξάλλου με την ανθεκτικότητα των λύσεων μπορεί επίσης να διασφαλιστεί ότι η λύση που προσφέρεται είναι μόνιμη και δεν θα καταρρεύσει με την πάροδο του χρόνου αναγκάζοντας τους αρμόδιους να σχεδιάζουν συνεχώς καινούρια συστήματα με αποτέλεσμα να αυξάνουν τον προϋπολογισμό τους. Τυχόν αύξηση του τελευταίου συνεπάγεται με κόστος για τους κατοίκους της περιοχής (Citykeys-project.eu, 2015)

11.2 Ποιος είναι ο αντίκτυπος στην κοινωνία κατά την εφαρμογή αυτών των λύσεων

Η εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα έχει ως συνεπακόλουθο την δημιουργία μιας κοινωνίας με γνώση. Μια κοινωνία με γνώση είναι ένα σύνολο ανθρώπων οι οποίοι είτε ηθελημένα είτε άθελα τους λόγω του περιβάλλοντος τους μαθαίνουν να καλλιεργούν και να αναπτύσσουν τις ικανότητές τους. Σημαντικό είναι να αναφερθεί το γεγονός ότι η κάθε κοινωνία έχει τη δική της ιδιαιτερότητα και τα δικά της στοιχεία γνώσης όμως όλες έχουν σαν επίκεντρο τους και αιτία ανάπτυξης των ικανοτήτων τους την τεχνολογία. (Dattakumar and Sharma, 2016).

Στο πλαίσιο των ΕΠ, οι κοινωνίες της γνώσης αποτελούνται από "έξυπνους ανθρώπους". Οι άνθρωποι αυτοί μπορεί να είναι δημιουργικοί και καινοτόμοι επίσης. Μπορούν να εμπιστευτούν ο ένας τον άλλον και οργανωμένοι και ενωμένοι να εργαστούν προς την κατεύθυνση ενός κοινού στόχου, την ευημερία δηλαδή στην περιοχή τους. Οι κάτοικοι μιας ΕΠ μπορεί να είναι πολιτιστικά ώριμοι και ικανοί να αποδεχθούν ξένες ιδέες και να εργαστούν για την πρόοδο της πόλης τους. Η εκπαίδευση τους και η μόρφωση τους είναι στοιχεία τα οποία αυξάνουν την κοινωνική συνοχή, την αλληλοεκτίμηση και τον σεβασμό μεταξύ των ανθρώπων. Όπως επίσης αναφέρεται άτομα τα οποία ζουν και εργάζονται σε έξυπνα αστικά κέντρα μπορούν να χαρακτηριστούν ως εργατικά με υψηλή εξειδίκευση. Και αυτό γιατί μέσω της ΕΠ δίνεται οι δυνατότητα σε αυτούς να έχουν συνεχή πρόσβαση σε πληροφορίες. Οι άνθρωποι αυτοί αποτελούν τον πυρήνα των ΕΠ και από αυτούς εξαρτάται η βιωσιμότητα τους και η ανάπτυξη τους (Dattakumar and Sharma, 2016).

Από την άλλη όμως υπάρχει και το ενδεχόμενο η γνώση που δημιουργείται σε μια ΕΠ να περιορίζεται και να διοχετεύεται σε ένα σύνολο ανθρώπων. Το σενάριο αυτό ελλοχεύει κινδύνους εφόσον το σύνολο αυτών των ανθρώπων μπορεί να επωφελείται περισσότερο από την υπόλοιπη κοινότητα. Εκτός από την αδικία αυτή σε ένα περιβάλλον ΕΠ εάν η γνώση δεν μεταφερθεί στο σύνολο των κατοίκων της μπορεί να δημιουργήσει κοινωνικούς και πολιτιστικούς διαχωρισμούς μεταξύ των ατόμων που θεωρούνται μορφωμένοι – εκπαιδευμένοι και εύποροι και αυτών που είναι αναλφάβητοι και φτωχοί. Ο κίνδυνος δηλαδή είναι να δημιουργηθούν δύο γκρουπ, το πρώτο να είναι οι "σούπερ συνδεδεμένοι άνθρωποι" και το δεύτερο να είναι οι άνθρωποι οι οποίοι να μην είναι τεχνολογικά εκπαιδευμένοι. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως παρόλο που αναφέρθηκε πάμπολλες φορές προηγουμένως ότι ο πυρήνας των ΕΠ είναι ο άνθρωπος εντούτοις πουθενά αυτός είναι πάντα που αφήνεται στο περιθώριο, παραγκωνίζεται και ξεχνιέται κατά τη διάρκεια σχεδίασης μιας λύσης και το μεγαλύτερο ποσοστό προσπάθειας και προσοχής λαμβάνει το είδος της τεχνολογίας και οι πολιτικές που πρέπει να ακολουθηθούν για αυτήν.

Είναι κοινά αποδεκτό ότι υπάρχουν περισσότερα προβλήματα παρά λύσεις σε αυτά. Και όμως η τεχνολογία είναι αυτή που θα βοηθήσει στην αύξηση του αριθμού των λύσεων. Φυσικά και η τεχνολογία μόνη της δεν είναι από μηχανής θεός εφόσον χωρίς την συμμετοχή των ανθρώπων δεν μπορεί να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των τελευταίων. Επίσης αποδεκτό είναι το γεγονός ότι στον αναπτυγμένο κόσμο υπάρχει η γνώση – εκπαίδευση – έξυπνάδα σε ένα μεγάλο σύνολο ανθρώπων. Και αυτή αναπτύσσεται και αυξάνεται. Το ερώτημα είναι εάν οι άνθρωποι θα είναι αρκετά έξυπνοι, αρκετά σύντομα, ώστε να προλάβουν την εξέλιξη της τεχνολογίας και ο αριθμός των λύσεων να ισοσταθμιστεί με τον αριθμό των προβλημάτων;

11.3 Προκλήσεις για εφαρμογή έξυπνων λύσεων στις πόλεις

11.3.1 Προκλήσεις κατά τη χρήση των WoT και IoT

Στις ΕΠ, διατίθενται διάφορες συσκευές IoT και συναφείς υπηρεσίες για την εύρεση τοποθεσίας, έξυπνη αναγνώριση, παρακολούθηση, και διαχείριση δεδομένων από μέρους των πολιτών. Μία από τις προκλήσεις αυτών των περιβαλλόντων είναι να επιτρέπουν στους χρήστες κινητής τηλεφωνίας να καταναλώνουν απρόσκοπτα τις προσφερόμενες υπηρεσίες, και συχνά να συνδυάζουν λειτουργίες που προσφέρονται από πόρους λογισμικού και hardware οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή (Urbietta et al., 2017).

Μία ενδιαφέρουσα έρευνα διεξήχθη από τον Anthopoulos (2017), η οποία εξέτασε την περίπτωση δέκα έξυπνων πόλεων, προκειμένου να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα ως προς την ύπαρξη της ΕΠ έναντι της έξυπνης ουτοπίας, δηλαδή κατά πόσο οι ΕΠ είναι πράγματι ΕΠ. Η έξυπνη πόλη, της οποίας η απαρχή είναι το 1994, εξελίσσεται κυρίως μετά το 2011 και συνοδεύει την έννοια της πόλης. Από αυτή την άποψη, η έξυπνη πόλη είναι καταρχήν μία πόλη, της οποίας η απόδοση ουσιαστικά βασίζεται σε αστικές υποδομές, εγκαταστάσεις και πολεοδομία. Έτσι, εάν η πόλη διαθέτει επαρκείς υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και ισχυρή οικονομική ικανότητα (όπως οι πόλεις Λονδίνο, Νέα Υόρκη και Χονγκ Κονγκ κ.λπ.), έχει καλές επιδόσεις και προσφέρει ευκαιρίες στους πολίτες της, ανεξάρτητα από τις ευφυείς εγκαταστάσεις της.

Επιπλέον, εάν η πόλη ακολουθήσει τον αειφόρο σχεδιασμό, περιέχει αρκετούς ανοικτούς χώρους και εξασφαλίζει την ικανοποίηση των πολιτών, είναι πιο πιθανό να γίνει μια πόλη που μπορεί να κατοικηθεί (δηλαδή Μελβούρνη, Βιέννη και Νέο Songdo). Από την άλλη πλευρά, η νοημοσύνη έχει αναγνωριστεί ως καινοτομία βασισμένη στις ΤΠΕ. Από την άποψη αυτή, μια πόλη θα μπορούσε να θεωρηθεί έξυπνη, ακόμη και αν δεν διαθέτει υποδομή ή υπηρεσίες βασισμένες σε ΤΠΕ, αλλά εξυπηρετεί τις τοπικές ανάγκες με πληροφορίες (όπως η Γενεύη). Ωστόσο, το παράδοξο είναι ότι όλα τα πρότυπα έξυπνων πόλεων θεωρούν αυτή τη νοημοσύνη να βασίζεται σε ΤΠΕ, αν και παρέχουν δείκτες επιδόσεων πόλεων που μετρούν όλα τα είδη τοπικής χωρητικότητας. Συνεπώς, πρέπει να εντοπιστούν οι αντίστοιχες μετρήσεις που θα εστιάζουν μόνο στην έξυπνη χωρητικότητα των πόλεων με βάση τις ΤΠΕ.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς, καμία από τις περιπτώσεις των πόλεων που εξέτασαν δεν αφορά μια αστική ουτοπία και από αυτή την άποψη οι πολίτες θα πρέπει να επανεξετάσουν τις προσδοκίες τους από μια έξυπνη πόλη και να συνειδητοποιήσουν ότι αποσκοπεί στη βελτίωση της τοπικής ζωής έναντι ορισμένων προκλήσεων (κλιματική αλλαγή, οικονομική ανάπτυξη κλπ.), καθώς και στην ενίσχυση του πολεοδομικού σχεδιασμού. Ακόμα και μια επίσκεψη στην "πόλη του αύριο" του New Songdo δεν δίνει στο άτομο την αίσθηση της ζωής στο μέλλον και είναι πιο πιθανό για τους κατοίκους να βιώσουν ενημερωμένες ή πλήρως αυτοματοποιημένες τυπικές υπηρεσίες (δηλαδή συλλογή απορριμμάτων, συστήματα τηλεχειρισμού και θέρμανσης). Δεδομένου ότι διάφορες ουτοπικές προσδοκίες μπορούν να δημιουργηθούν εύκολα μετά από μια συζήτηση σχετικά με την έξυπνη πόλη, ορισμένες πόλεις φαίνεται να προσελκύουν πολίτες που ενδιαφέρονται για την τεχνολογία και τον προγραμματισμό (δηλαδή Μελβούρνη, Τάμπερε, Λονδίνο, Βιέννη).

Ιδιαίτερα σημαντική πρόκληση αποτελεί το ζήτημα της ιδιωτικότητας και της εμπιστοσύνης. Τα ζητήματα ιδιωτικού απορρήτου προκύπτουν από την κατάρτιση λεπτομερών δεδομένων σχετικά με την καταναλωτική συμπεριφορά ατόμων και από τη δημιουργία προγνωστικών μοντέλων για τη χρήση ενέργειας, νερού και μεταφορών. Δεν είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ένα μελλοντικό σύστημα πληροφοριών σε όλη την πόλη, εξαιτίας των αισθητήρων στο σπίτι, τα μέσα μεταφοράς και των ψηφιακών ιχνών που συλλέγονται από το εισιτήριο ψηφιακής μεταφοράς. Η κατάργηση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να μην είναι εύκολη, αν συνεπαγόταν τη μη διαθεσιμότητα βασικών

υπηρεσιών, όπως η θέρμανση ή η μεταφορά, ή η απαίτηση πληρωμής ασφαλιστρών. Για να επιτύχει, οι δημόσιες υποδομές IoT απαιτούν ευρεία δημόσια υποστήριξη, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω ευρείας δέσμευσης των πολιτών και μέτρων που θα βοηθήσουν τους πολίτες να κατανοήσουν το σκοπό και τις συνέπειες των προτεινόμενων εξελίξεων. Αν αυτό δεν γίνει νωρίς, μπορεί κάποιος να περιμένει την αντίσταση από εκείνους που τελικά θα επηρεαστούν από αυτές τις εξελίξεις. Πολλά σχέδια έξυπνης ενέργειας στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη έχουν ήδη εγκαταλειφθεί επειδή οι καταναλωτές δεν εμπιστεύτηκαν τις προθέσεις των εταιρειών ενέργειας κατά την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στο σπίτι (BCS – The Chartered Institute for IT, 2013).

Ένας άλλος τομέας ενδιαφέροντος αυτών των συστημάτων σε όλη την πόλη, δηλαδή της αρχιτεκτονικής της ΕΠ, που σχετίζεται με τις διαδικασίες ανάπτυξης και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. Πολλοί από αυτούς ξεκινούν με προκαταρκτικές προδιαγραφές και βασίζονται σε ένα λεπτομερές σχέδιο παράδοσης, δεδομένου ότι το σύστημα μπορεί να προβλεφθεί και να καθοριστεί πλήρως πριν κατασκευαστεί και ότι η βασική πρόκληση είναι να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι και το κόστος του έργου.

Με αυτή την έννοια, πολλά από αυτά τα έργα ακολουθούν ένα κλασικό μοντέλο ανάπτυξης του δημόσιου τομέα. Αυτό το μοντέλο μπορεί να είναι ακατάλληλο, δεδομένου ότι είναι απίθανο να μπορεί να καθοριστεί πλήρως ένα σύστημα πόλωσης IoT σε όλη την πόλη. Πολλές από τις υποκείμενες έννοιες είναι ακόμη άγνωστες (π.χ. ποια είναι τα κατάλληλα μοντέλα προστασίας της ιδιωτικής ζωής που υποστηρίζουν την ανταλλαγή προσωπικών αναγνωρίσιμων πληροφοριών σε ένα οικοσύστημα ιδιωτικών και εμπορικών οντοτήτων, τα οποία ταυτόχρονα ικανοποιούν τις προτιμήσεις των τελικών χρηστών), ενώ παράλληλα οι ιδιότητες των πολύπλοκων συστημάτων IoT είναι αναδυόμενες ιδιότητες (π.χ. επίβλεψη από ομότιμους με τη βοήθεια έξυπνων μετρητών), οι οποίες μπορούν να γίνουν πλήρως κατανοητές μόνο μετά την ανάπτυξή τους (BCS – The Chartered Institute for IT, 2013).

11.3.2 Προκλήσεις κατά τη χρήση του Blockchain

Αναλόγως αναγκών και υπάρχουν διαφορετικές εφαρμογές που απαιτούν διαφορετικές δομές ή αρχιτεκτονικές blockchain. Η τεχνολογία blockchain απαιτεί – βασίζεται στο να λειτουργούν όλοι οι κόμβοι που περιλαμβάνονται στο σύστημα ως επαληθευτές για το δίκτυο, ενώ απαιτείται προηγούμενη εξουσιοδότηση από μια κεντρική αρχή ή κοινοπραξία ώστε μια συσκευή να πάρει άδεια για να γίνει μέλος του συστήματος. Λόγω της φύσης και της διαφορετικότητας των αναγκών που καλούνται να καλύψουν συστήματα έξυπνων λύσεων σε ένα αστικό περιβάλλον, αυτοί οι τύποι - μπλοκ αλυσίδων απαιτούν προφανώς διαφορετικές προσεγγίσεις για την επίτευξη συναίνεσης και ομαλής λειτουργίας του δικτύου. Η έλλειψη πρωτοκόλλων τα οποία να διασφαλίζουν την ακεραιότητα και την γνησιότητα των δεδομένων είναι μια πρόκληση η οποία χρειάζεται να αντιμετωπιστεί. Χωρίς αυτό δεν μπορεί η τεχνολογία του Blockchain να συνεισφέρει σε λύσεις ΕΠ γιατί δεν θα μπορεί να χωρίς τα πρωτόκολλα αυτά να εγγυηθεί την ασφάλεια των δεδομένων στο δίκτυο. Επίσης ένα ακόμη πρόβλημα το οποίο προκαλεί η ανάγκη της επανάληψη του υπολογισμού σε όλους τους κόμβους του δικτύου, είναι το ζήτημα της επεκτασιμότητας. Αυτό μπορεί να μειωθεί με την εφαρμογή μιας κεντρικής εξέτασης (μειώνοντας τον κόπο και τον χρόνο υπολογισμού) προτού η οποιαδήποτε πράξη εγκριθεί και γίνει μαζική η υιοθέτηση της από τους κόμβους του δικτύου

Σκοπός της τεχνολογίας Blockchain είναι να φέρει την αλλαγή στην επεξεργασία δεδομένων μέσω μη ελεγχόμενων - επηρεαζόμενων από των άνθρωπο συστημάτων. Ωστόσο αυτή η μη παρέμβαση

του ανθρώπου ίσως να επιφέρει πρόβλημα όταν το σύστημα το οποίο καλείτε να εξυπηρετήσει κάποιες ανάγκες περιπλέκει νομικά ζητήματα. Εννοώντας φυσικά ότι ένα σύστημα το οποίο δεν επιβλέπεται και δεν μπορεί να δεχθεί την παρέμβαση από άνθρωπο για τις αποφάσεις μπορεί και λογικό είναι να παραβιάζει το νόμο και να είναι “ανυπάκουο” στις νομοθεσίες (Sun, Yan and Zhang, 2016)

11.3.3 Ετερογενή συστήματα

Τα ετερογενή συστήματα παρουσιάζουν διάφορες προκλήσεις που προκύπτουν από τη διαλειτουργικότητα και εντείνονται από την εφαρμογή τους στις έξυπνες πόλεις. Η διαχείριση των πόρων και του δικτύου, η ποιότητα της υπηρεσίας λύσης, η ασφάλεια, η αξιοπιστία, και η δυνατότητα κλιμάκωσης είναι τα κυριότερα ζητήματα. Οι προκλήσεις της ετερογένειας παρουσιάζονται πιο κάτω

Διαχείριση πόρων και δυνατότητα κλιμάκωσης: Λόγω της ανομοιογένειας είναι απαραίτητη η σωστή και αποτελεσματική διαχείριση όλων των διαθέσιμων πόρων, η οποία θα βοηθήσει στην βελτιστοποίηση της λύσης. Λόγω του δυναμισμού των συστημάτων και της ανάγκης για πάριμο αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο η ετερογένεια και η ανάλυση των δεδομένων που προέρχονται από μη όμοιους αισθητήρες προκαλεί κωλύματα τα οποία καλούνται να λύσουν μοντέλα και μηχανισμοί που αναφέρθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Επίσης σημαντικό σημείο είναι το πώς η σωστή διαχείριση μπορεί να αυξήσει τη χωρητικότητα των συστημάτων, καθώς και να παράσχει καλύτερες υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες. Η εξισορρόπηση φορτίου εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του συστήματος - δικτύου και τους αλγόριθμους οι οποίοι χρησιμοποιούμε σε αυτά. Ωστόσο, οι έξυπνες πόλεις μπορούν να προσφέρουν αρχιτεκτονικές υβριδικών δικτύων, οι οποίες μαζί με τη διαλειτουργικότητα και την πολυπλοκότητα περιλαμβάνουν νέους αλγορίθμους και λύσεις για την αντιμετώπιση ετερογενών απαιτήσεων και χαρακτηριστικών δικτύου, όπως η επεκτασιμότητα.

Ποιότητα υπηρεσίας και αξιοπιστία: Σε ένα τόσο πολύπλοκο περιβάλλον υπάρχει ανάγκη για αξιοπιστία και σωστή στοχευμένη υποστήριξη για τη λύση που προσφέρεται. Η αξιοπιστία εξασφαλίζει τη συνέχεια της υπηρεσίας για μια συγκεκριμένη χρονική. Η εγγύηση της αξιοπιστίας αποτελεί κρίσιμη πτυχή για την προσέλκυση – προσήλωση και διατήρηση των τελικών χρηστών, καθώς και για την ποιότητα υπηρεσίας. Οι υπηρεσίες πρέπει να είναι διαθέσιμες οπουδήποτε και οποτεδήποτε για τους τελικούς χρήστες, δεδομένου ότι οι χρήστες αυτοί αναμένονται να είναι πολύ εξαρτημένοι από τις υπηρεσίες ως αποτέλεσμα της ευκολίας που εξασφαλίζουν οι ΕΠ.

Ασφάλεια: Λόγω του μεγέθους και της ετερογένειας σε συστήματα ΕΠ δημιουργούνται υψηλά επίπεδα πολυπλοκότητας. Αυτή η πολυπλοκότητα προκαλεί όπως είναι φυσικό και προβλήματα ασφάλειας. Πολλές από αυτές τις λύσεις χρησιμοποιούν ασύρματη τεχνολογία πράγμα που δημιουργεί προβλήματα ασφάλειας για τα δεδομένα. Επίσης μέσα σε ένα διαλειτουργικό πλαίσιο μιας ΕΠ πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί οι οποίοι να καθορίζουν ή/και να επαληθεύουν τις ταυτότητες των χρηστών αλλά και να γίνεται έλεγχος εξουσιοδότησης για το ποια άτομα μπορούν να διαχειρίζονται τέτοια πολύπλοκα συστήματα.

(Avelar et al., 2015)

11.3.4 Προκλήσεις συστημάτων υποστήριξης ΕΠ

Σύμφωνα με τους Saidu et al. (2015), για να επικοινωνούν μεταξύ τους οι πολλαπλές συσκευές, υπάρχουν προκλήσεις διαχείρισης της επικοινωνίας αυτών των συσκευών. Αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται ότι οι συσκευές θα πρέπει να παρέχουν κάποια έξυπνη λειτουργικότητα. Αυτή η έξυπνη λειτουργικότητα ομαδοποιείται στις εξής πέντε κατηγορίες (Saidu et al., 2015):

- **Αποθήκευση πληροφοριών:** Παραδοσιακά, οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε βάσεις δεδομένων ή σε διακομιστές βάσεων δεδομένων, ανάλογα με το μέγεθος του οργανισμού ή για ποιες πληροφορίες απαιτούνται. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται από αυτές τις έξυπνες συσκευές μπορούν είτε να είναι είτε στατικές (π.χ. ημερομηνία παραγωγής / λήξης, απογραφές καταγραφών και ιδιοκτήτες), είτε δυναμικές (π.χ. θερμοκρασία, τοποθεσία, συσκευή σε χρήση ή στατική). Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν με διάφορους τρόπους που κυμαίνονται από την ανάγνωση-εγγραφή ή μόνο για ανάγνωση και μπορούν επίσης να αποθηκευτούν σε δίσκους, γραμμικούς κώδικες κ.λπ. Μια ομάδα ερευνητών από τη Microsoft και το Πανεπιστήμιο του Τέξας στο Austin έχουν αναπτύξει ένα σύστημα αρχειοθέτησης που ονομάζεται "Bolt". Το σύστημα αυτό συνδυάζει και φιλτράρει πληροφορίες από διάφορους ανιχνευτές, επιτρέποντας σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές όπως ψυγεία, κάμερες παρακολούθησης ή θερμαντήρες να μεταφέρουν δεδομένα σε ασφαλές απομακρυσμένη θέση αποθήκευσης, όπως ένα σύστημα υπολογιστικού νέφους, για κοινή χρήση με άλλες συσκευές σε άλλες τοποθεσίες.
- **Συλλογή πληροφοριών:** Μπορεί επίσης να απαιτείται από συσκευές να συγκεντρώνουν αυτόνομα πληροφορίες για διάφορους λόγους. Τέτοιες πληροφορίες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τις θερμοκρασίες χώρου για συσκευές θέρμανσης, τοποθεσίες ή ακόμα και χρόνο ή διάρκεια. Εκτός από την παρακολούθηση θέσεων αντικειμένων μπορούν να συγκεντρωθούν πληροφορίες για ελέγχους συντήρησης. Το Knightscope, μια εταιρεία που ιδρύθηκε από τον William Santana Li, δημιούργησε μια σειρά από "αυτόματες μηχανές δεδομένων" δηλαδή τις k5 και k10. Αυτά τα μηχανήματα αναμένεται να συγκεντρώσουν περιβαλλοντικές πληροφορίες και να τα ανατροφοδοτήσουν σε οργανισμούς που στοχεύουν στο να βοηθήσουν στην οικοδόμηση των στοιχείων τους και να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων κρίσιμης σημασίας. Οι δημιουργοί αναμένουν ότι αυτές οι συσκευές θα χρησιμοποιηθούν σε τομείς που θα χρησιμοποιηθούν για να παρακολουθήσουν την πρόοδο των κατασκευών, να βοηθήσουν στην τήρηση του αποθέματος στις βιομηχανίες και ακόμη και για διάφορους ερευνητικούς σκοπούς, όπως η συλλογή στατιστικών στοιχείων.
- **Επικοινωνία / Πρωτόκολλα:** Η δυνατότητα ανταλλαγής στοιχείων μεταξύ τους και των διακομιστών μέσω του διαδικτύου ή άλλων πλατφορμών επικοινωνίας είναι εφικτή σε ένα ενσύρματο ή ασύρματο σενάριο. Η ασύρματη επικοινωνία είναι δυνατή μέσω ραδιοφώνου, φωτεινών κυμάτων ή ηχητικών κυμάτων. Η επικοινωνία συσκευών είναι σημαντική για ειδοποιήσεις σε άλλες συσκευές ή στους χρήστες αυτών των συσκευών.
- **Επεξεργασία πληροφοριών:** Το IoT αξιοποιεί τα δεδομένα που συλλέγονται από διάφορες συσκευές για λήψη αποφάσεων και προκαθορισμένες ενέργειες. Ο επεξεργαστής ενός ψηφιακού υπολογιστή επεξεργάζεται πληροφορίες για την παραγωγή κατανοητών αποτελεσμάτων. Η επεξεργασία περιλαμβάνει τη συλλογή πληροφοριών, την καταγραφή, τη συναρμολόγηση δυαδικών ψηφίων, την ανάκτηση ή τη διάδοση πληροφοριών. Το IoT σημαίνει ότι πολλά στοιχεία

σε ένα περιβάλλον απαιτούν πρόσβαση στο διαδίκτυο και επεξεργασία δεδομένων. Οι μεγάλες ποσότητες δεδομένων θα απαιτούν επεξεργασία κάθε φορά, καθιστώντας απαραίτητη την ύπαρξη εξελιγμένων μικροελεγκτών και μικροεπεξεργαστών που μπορούν ενδεχομένως να επικοινωνούν με άλλες συσκευές στο περιβάλλον τους.

- Εκτέλεση ενεργειών: Τα αντικείμενα που είναι εφοδιασμένα με μικροελεγκτές IoT μπορεί επίσης να έχουν τη δυνατότητα να αναλαμβάνουν δράση με βάση τα παρεχόμενα σε αυτούς δεδομένα. Τέτοιες ενέργειες θα μπορούσαν να είναι για παράδειγμα η ενεργοποίηση ενός θερμοστάτη ή ακόμα και κλειδώματος θυρών ή ρύθμισης συναγερμών και περιλαμβάνει οποιαδήποτε ενέργεια που θα μπορούσε να επηρεάσει την τρέχουσα κατάσταση του πραγματικού κόσμου.

Στο πλαίσιο της από κοινού χρήσης IoT και WoT, επίσης γείρονται και συγκεκριμένες προκλήσεις. Οι προκλήσεις αυτές, σύμφωνα με τους Kamilaris και Pitsillides (2016) είναι οι ακόλουθες:

1. Η ετερογένεια των συσκευών ενός συστήματος που η κάθε συσκευή “τρέχει” με τα δικά της πρωτόκολλα επικοινωνίας. Δηλαδή τα ετερογενή δεδομένα που συλλέγονται έχουν διαφορετική μορφή και η πρόκληση είναι να αναλυθούν – επεξεργαστούν αναλόγως των αναγκών του συστήματος.

Σύμφωνα με μια έρευνα όμως των Kazmi et al., (2017), το πρόβλημα αυτό μπορεί να μειωθεί μέσω ενός μοντέλου συλλογής δεδομένων το οποίο χρησιμοποιεί τεχνολογίες συνδεδεμένων δεδομένων. Δηλαδή το μοντέλο αυτό μέσω της διαλειτουργικότητας να αποθηκεύει τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από το σύστημα μιας ΕΠ βάση ήδη υπάρχοντων οντολογιών. Ο σκοπός αυτός πετυχαίνεται με την χρήση εικονικοποιημένων προγραμματιζόμενων διεπαφών για καινοτόμες οικονομικά αποδοτικές εφαρμογές του IoT (Virtualized programmable Interfaces for innovative cost-effective IoT deployments) (Kazmi et al., 2017)

2. Συνεχής ανίχνευση. Ορισμένες κινητές εφαρμογές που υποστηρίζουν το IoT / WoT απαιτούν συνεχή ανίχνευση, επεξεργασία σήματος, ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων. Για το λόγο αυτό εκτός από την υπολογιστική ισχύ που χρειάζεται η συνεχή λήψη – αποστολή – ανάλυση δεδομένων χρειάζεται και η ενέργεια η οποία να κρατά τη συσκευή ανίχνευσης ζωντανή.

Για να περιοριστεί το πρόβλημα αυτό πρέπει κατά την εφαρμογή του οποιουδήποτε συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί το IoT να γίνεται επιλογή των δεδομένων και μόνο όσα χρειάζονται να αποστέλλονται για επεξεργασία (A. Kamilaris and A. Pitsillides. 2016).

3. Αίσθηση πλήθους. Συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται για ανίχνευση δεδομένων μπορούν να συλλέγουν λανθασμένα δεδομένα με αποτέλεσμα να υπάρχουν λανθασμένα συμπεράσματα – αποφάσεις. Όσα φίλτρα και αν υπάρχουν σε μια εφαρμογή πάντα θα υπάρχει θόρυβος στα δεδομένα ο οποίος προκαλεί σύγχυση κατά την επεξεργασία αυτών.

Μια από τις στρατηγικές που αναφέρονται σε έρευνα των Liu et al., (2016) για την επίλυση του προβλήματος αυτού είναι η αναγνώριση πολλαπλών ίδιων δεδομένων. Για παράδειγμα όταν χρειάζεται να επεξεργαστούν φωτογραφίες ή βίντεο, ένα λογισμικό αναλύει και αναγνωρίζει φωτογραφίες παρόμοιου περιεχομένου καταφέροντας έτσι να μειώσουν τον θόρυβο πετυχαίνοντας καλύτερες αποδόσεις στα συστήματα (Liu et al., 2016).

4. Το πρόβλημα περιεχομένου και η ασφάλεια. Το πρώτο οποίο συμβαίνει επειδή τα συσκευές - τηλέφωνα που συλλέγουν δεδομένα ενδέχεται να βρίσκονται για περιορισμένη χρονική περίοδο στο χώρο που συμβαίνει ένα συμβάν. Για παράδειγμα μια συσκευή η οποία χρειάζεται να συλλέξει δεδομένα για την ανάλυση π.χ. του αέρα αλλά ο χρόνος που τυγχάνει να βρίσκεται σε

ένα συγκεκριμένο μέρος να μην είναι αρκετός ώστε να καταφέρει να συλλέξει τα απαραίτητα δεδομένα για ανάλυση. Όσο για την ασφάλεια των δεδομένων υπάρχουν περιπτώσεις όπου προσωπικά δεδομένα όπως για παράδειγμα η θέση του χρήστη της συσκευής να μην πρέπει να αποκαλυφθεί εχτός και αν ο χρήστης το επιτρέψει. Επίσης υποχρέωση των αρμοδίων είναι να διασφαλίζουν ότι τα συστήματα που χρησιμοποιούν την τεχνολογία IoT είναι σωστά προστατευμένα από κακόβουλους χρήστες

Λύση στα δύο πιο πάνω προβλήματα μπορεί να δώσει η έρευνα του Quiyet C (2017) όπου υποδεικνύει πως οι αρμόδιοι ή τα συστήματα που εφαρμόζονται για μια ΕΠ θα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ασκούν τον έλεγχο του τρόπου με τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα τους αλλά και ποια δεδομένα είναι αυτά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

5. Το απόρρητο. Η πρόκληση είναι στην προφύλαξη των προσωπικών δεδομένων τα οποία συλλέγονται από χρήστες συσκευών για τα οποία οφείλετε να διαφυλάσσεται η ανωνυμία τους.

Για να επιτευχθεί η ανωνυμία των δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί το AnonymSense το οποίο προσφέρει τεχνικές που προστατεύουν την ιδιωτική ζωή του χρήστη της συσκευής από την οποί συλλέγονται δεδομένα (Shin et al., 2011)

6. Η αξιοπιστία των δεδομένων. Προφανώς η αξιοπιστία των δεδομένων όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι ιδιαίτερα σημαντική ειδικά σε τομείς που χρειάζεται ακρίβεια για την εξαγωγή ορθών συμπερασμάτων π.χ. στον τομέα της υγείας. Ακρίβεια επίσης χρειάζεται και όταν χρειάζεται να συλλεχθούν δεδομένα που αφορούν το περιβάλλον π.χ. μετρήσεις για τη μόλυνση του αέρα.

Το RERUM, το οποίο προτείνεται από τον E. Z. Tragos et al., (2014), μπορεί να εισάξει την έννοια της εμπιστοσύνης σε ένα σύστημα συλλογής δεδομένων και μέσω των τεχνικών – στρωμάτων του διευκολύνει την αξιοπιστία τους. Η βασική ιδέα είναι ότι με τη χρήση προηγμένων τεχνικών σύντηξης θα επιτρέπεται μόνο σε αξιόπιστες αντικείμενα – συσκευές του συστήματος να ανταλλάσσουν δεδομένα ενώ παράλληλα η κόμβοι η οποίοι έχουν μειωμένη απόδοση μπορούν να αποκλειστούν από το δίκτυο (E. Z. Tragos et al., 2014)

7. Η αναζήτηση και η ανακάλυψη συσκευών σε πραγματικό χρόνο οι οποίες μπορούν να μοιράσουν τις πληροφορίες που κατέχουν με τα έξυπνα συστήματα.

Για τον σκοπό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα CubeSensors, οι οποίες είναι μικρές συσκευές οι οποίες έχουν πολλούς και διάφορους αισθητήρες ενσωματωμένους και μπορούν να συλλέξουν δεδομένα τα οποία με την ανάλυση τους μπορούν να δώσουν πληροφορίες όσο αφορά την υγρασία, το θόρυβο κλπ. σε ένα χώρο. (Cubesensors.com, 2018)

8. Η εξατομίκευση των συστημάτων, η πειστικότητα για την χρήση αυτών και η ανάλυση των συναισθημάτων του χρήστη. Για το πρώτο η πρόκληση βρίσκεται στην δυνατότητα των συστημάτων να μπορούν να εξατομικεύσουν τις πληροφορίες που δίνουν βάση των ειδικών αναγκών του χρήστη. Η τεχνολογία είναι ένα μέσω το οποίο ο καθένας μπορεί να χρησιμοποιήσει για να αλλάξει τον τρόπο ζωής του και να δώσει καλύτερη ποιότητα στη ζωή του. Στο σημείο αυτό αν και υπάρχει ο αρχικός ενθουσιασμός για τη χρήση της, η πρόκληση βρίσκεται στην “ιδιότητα” των ανθρώπων να χάνουν το ενδιαφέρον τους σε πράγματα (στην συγκεκριμένη περίπτωση τα αντικείμενα τεχνολογίας) έστω και αν αυτά μπορούν να διορθώσουν τον τρόπο ζωής τους ή και να τους βοηθούν στην καθημερινή τους ζωή. Επίσης τα συστήματα ως μηχανές δεν έχουν συναίσθημα αλλά ούτε και συνείδηση. Άρα συνεπάγεται ότι κατά τη διάρκεια ανάπτυξης έξυπνων συστημάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και αυτές οι παράμετροι ώστε οι

αποφάσεις που παίρνονται για εκτέλεση των οποιοδήποτε ενεργειών να είναι εκτός από σωστές βάση των αριθμών να είναι επίσης και λογικές.

Για τις πιο πάνω προκλήσεις ο γράφων δεν βρήκε κάποια εξειδικευμένη λύση η οποία να σχετίζεται με το θέμα των ΕΠ για την οποία αξίζει αναφορά. Εξάλλου φαίνεται ότι δεν έχει ακόμη τυποποιηθεί κάποια τεχνική για πού να αντιμετωπίζει τις πιο πάνω προκλήσεις.

9. Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων. Η πρόκληση βρίσκεται στην δυνατότητα να μπορεί ένα σύστημα να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες προέρχονται μετά από ανάλυση δεδομένων τα οποία βρίσκονται σε δεξαμενές δεδομένων. Η συλλογή δεδομένων είτε αυτά προέρχονται από κινητά τηλέφωνα είτε από οποιασδήποτε άλλης μορφής συστήματα, είναι χρονοβόρες ενώ συνήθως σε μεγάλες δεξαμενές δεδομένων τα δεδομένα δεν έχουν υψηλή ποιότητα – αξιοπιστία.

Ένας τρόπος για να μειωθεί το πρόβλημα αυτό, τουλάχιστον για ακαδημαϊκές έρευνες, είναι η πλατφόρμα CrowdSignals (Crowdsignals.io, 2018). Η πλατφόρμα αυτή επιτρέπει στους χρήστες να επιλέγουν δεδομένα τα οποία χρειάζονται για τις ακαδημαϊκές έρευνες τους από συγκεκριμένες δεξαμενές δεδομένων οι οποίες δημιουργήθηκαν όταν πολίτες είχαν δώσει την συγκατάθεσή τους για την συλλογή δεδομένων από τις συσκευές τους.

10. Αποδεικτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα του IoT και WoT. Για να γίνουν επενδύσεις, και σε αυτό τον τομέα πρόκειται για μεγάλες επενδύσεις, χρειάζονται αποδείξεις ότι η εφαρμογή των IoT και WoT θα έχουν αποτέλεσμα και οικονομικό όφελος για τους επενδυτές.

Για το σκοπό αυτό η εταιρεία EVERYTHING (EVERYTHING IoT Smart Products Platform, 2018) προσφέρει τη δυνατότητα σε αντικείμενα να συνδεθούν με τα δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί για αρχή δοκιμαστικά συστήματα τα οποία μέσα από την δοκιμή τους να δώσουν χρήσιμα στοιχεία για την αποτελεσματικότητά τους (EVERYTHING IoT Smart Products Platform, 2018).

Εκτός των παραπάνω, οι Hernández-Muñoz et al. (2011) αναφέρονται σε μία ακόμη πρόκληση: το Μελλοντικό Διαδίκτυο (Future Internet). Οι συγγραφείς υποστηρίζουν πως, από τη στιγμή που εντοπίζονται σημαντικές προκλήσεις των ενοποιημένων πλατφορμών ΤΠΕ σε επίπεδο αστικής κλίμακας, είναι σαφές ότι η μελλοντική ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων θα επιτευχθεί μόνο σε συνδυασμό με ένα τεχνολογικό άλμα στην υποδομή των συστημάτων αυτών. Εκφράζεται η άποψη πως, αυτό το τεχνολογικό άλμα μπορεί να γίνει με τη θεώρηση των έξυπνων πόλεων ως το προσκήνιο του Μελλοντικού Διαδικτύου (Future Internet).

Παρόλο που δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός του Μελλοντικού Διαδικτύου, μπορεί να οριστεί ως ένα κοινωνικοτεχνικό σύστημα που περιλαμβάνει πληροφορίες και υπηρεσίες προσβάσιμες από το Διαδίκτυο, σε συνδυασμό με το φυσικό περιβάλλον και την ανθρώπινη συμπεριφορά και υποστηρίζοντας έξυπνες εφαρμογές κοινωνικής σημασίας. Έτσι, το Μελλοντικό Διαδίκτυο μπορεί να μετατρέψει μια έξυπνη πόλη σε μια ανοιχτή πλατφόρμα καινοτομίας που υποστηρίζει τον κάθετο τομέα επιχειρηματικών εφαρμογών που βασίζονται σε οριζόντιες τεχνολογίες.

Το IoT αποτελεί έναν από τους πυλώνες του Μελλοντικού Διαδικτύου για τη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος ΕΠ. Σε αυτό το πλαίσιο, οι Hernández-Muñoz et al. (2011) αναφέρουν πως υπάρχει μια αμφίδρομη σχέση μεταξύ του Μελλοντικού Διαδικτύου και των έξυπνων πόλεων: από τη μία πλευρά, το Μελλοντικό Διαδίκτυο μπορεί να προσφέρει λύσεις σε πολλές προκλήσεις που αντιμετωπίζει μία ΕΠ, ενώ από την άλλη πλευρά, οι ΕΠ μπορούν να παράσχουν ένα εξαιρετικό πειραματικό περιβάλλον για την ανάπτυξη, τον πειραματισμό και τον έλεγχο των κοινών μηχανισμών

εξυπηρέτησης του Μελλοντικού Διαδικτύου που απαιτούνται για την επίτευξη της «ευφυΐας» σε διάφορους τομείς εφαρμογών.

Για να αναπτυχθεί πλήρως το παράδειγμα της ΕΠ, όμως, σε ένα ευρύ γεωγραφικό πεδίο, απαιτείται καλύτερη κατανόηση διαφόρων ζητημάτων όπως η απαιτούμενη χωρητικότητα, η δυνατότητα επέκτασης, η διαλειτουργικότητα και η τόνωση της ταχύτερης ανάπτυξης νέων και καινοτόμων εφαρμογών. Αυτές οι γνώσεις πρέπει να ληφθούν υπόψη για να επηρεάσουν τις προδιαγραφές του σχεδιασμού αρχιτεκτονικής του Μελλοντικού Διαδικτύου. Η διαθεσιμότητα τέτοιων υποδομών αναμένεται να τονώσει την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών και εφαρμογών από διάφορους τύπους χρηστών και να συμβάλει στη συλλογή μιας πιο ρεαλιστικής αξιολόγησης της προοπτικής των χρηστών μέσω δοκιμών αποδοχής αυτών των τεχνολογιών.

11.3.5 Εξέλιξη της τεχνολογίας

Η τεχνολογική ανάπτυξη των ΕΠ, των υπηρεσιών και των εφαρμογών προχωρά ασταμάτητα, βασιζόμενη σε τομείς όπως το Internet των πραγμάτων (IoT), οι υπηρεσίες cloud και τα μεγάλα δεδομένα. Ωστόσο, από πολλές απόψεις λείπει η συνεκτική κατανόηση της δημόσιας προοπτικής για τη δημιουργία μιας έξυπνης πόλης και η έλλειψη γνώσης για το μέλλον. Για μια πόλη, με τις μυριάδες και πολύπλοκες μονάδες - συστήματα, υπάρχει η πρόκληση της διαλειτουργικότητας. Η δυνατότητα δηλαδή ενός συστήματος του οποίου οι διεπαφές να είναι πλήρως δημόσια τεκμηριωμένες και να συνδέεται και να λειτουργεί με άλλα συστήματα, χωρίς περιορισμούς στην πρόσβασή τους ή φραγμούς στην υλοποίηση όποια τεχνολογία και αν επιλεγεί να χρησιμοποιηθεί.

Το πρόβλημα στο σημείο αυτό είναι η “ημερομηνία λήξης” της τεχνολογίας η οποία χρησιμοποιείται για την όποια λύση. Είναι κοινά αποδεκτό ότι η τεχνολογία συνεχώς γερνάει και αναγεννάτε ταυτόχρονα. Σκοπός των αρμοδίων κατά τη διάρκεια της σχεδίασης μιας λύσης πρέπει να είναι η επέκταση όσο πιο πολύ γίνεται της διάρκειας ζωής του συστήματος. Και αυτό είναι αναγκαίο ώστε να αποφευχθεί η ανάγκη για συνεχή υλοποίηση συστημάτων πράγμα χρονοβόρο αλλά κυρίως δαπανηρό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί λαμβάνοντας υπόψη για χρήση τις τελευταίες τεχνολογίες σε ένα τομέα ή ακόμη και χρησιμοποίηση ήδη δοκιμασμένων συστημάτων τα οποία όμως να προσαρμόζονται στις ανάγκες ή και να εμβολιάζοντας αυτά με καινούριες τεχνολογίες επεκτείνοντας με τον τρόπο αυτό τη διάρκεια ζωής τους.

Στόχος σε μια ΕΠ είναι οι πλείστες αν όχι όλες οι υπηρεσίες που παρέχονται στους κατοίκους της να λειτουργούν σε ένα ψηφιακό περιβάλλον Στο πλαίσιο αυτό, είναι ζωτικής σημασίας η πόλη να αναλάβει την ευθύνη για την ψηφιακή υποδομή, ακριβώς όπως ανέλαβε προηγουμένως την ευθύνη για τα προηγούμενα συστήματα και υποδομές την ευθύνη για εξασφάλιση της μακροζωίας των έξυπνων λύσεων. Η κατανόηση της ευθύνης αυτής είναι και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να γίνει σωστή εφαρμογή της στρατηγική της διακυβέρνηση για ανάπτυξη των περιοχών για τις οποίες είναι υπεύθυνη, τώρα και στο μέλλον. Μιλώντας για ΕΠ και διάρκεια ζωής συστημάτων αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι η επιτυχία εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο καθορίζονται τα πρότυπα και το πλαίσιο για την αποδοτική χρήση της ΤΠΕ, τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί συναίνεση παλιών και νέων συστημάτων και τέλος τον τρόπο συνδυασμού δοκιμασμένων τεχνολογιών με εμβολιασμό αυτών με καινοτόμες ιδέες (Persistent Systems Ltd, 2017).

11.4 Προβλήματα εφαρμογής έξυπνων λύσεων στις πόλεις

Η εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε ευρεία κλίμακα είναι ακόμη και σήμερα εξαιρετικά περιορισμένος. Και σύμφωνα με τους Ghosh and Lee ο λόγος δεν είναι η έλλειψη ανθρώπινων ή οικονομικών πόρων αλλά κυρίως η έλλειψη φαντασίας και κινήτρων (Ghosh and Lee, 2010). Είναι κοινά αποδεχτό ότι όποια μεγάλη εφεύρεση υπήρξε στην ανθρώπινη ιστορία είναι προϊόν φαντασίας. Και όμως η φαντασία μπορεί να πει κανείς ότι σχεδόν καταπολεμάτε από τη στιγμή που ένα άτομο ξεκινήσει την ακαδημαϊκή του καριέρα και έπειτα συνεχίζει να μην υποστηρίζεται, εφόσον η επιστήμη και η εξέλιξη του ανθρώπου στηρίζεται πλέον στην φυσική, μαθηματικά κλπ. Αν ο άνθρωπος όμως θελήσει να ξεπεράσει τα προβλήματα του αστικού κόσμου πρέπει να αφήσει την σκέψη του να βγει εκτός ορίων.

Επίσης κάτι που δεν βοηθά στην ανάπτυξη έξυπνων λύσεων το οποίο συνδέεται και με τον πρώτο λόγο είναι η έλλειψη ευρηματικότητας από τους αρμοδίους (Ghosh and Lee, 2010). Πολλοί είναι αυτοί που πιστεύουν ότι τα προβλήματα των αστικών κέντρων δεν μπορούν να λυθούν με την εφαρμογή έξυπνων συστημάτων για το λόγο ότι θεωρούν πως είναι υπερβολικά περίπλοκα λόγω του όγκου και λόγω του ότι οι ανάγκες συνεχώς μεταβάλλονται. Πράγμα που κάνει τους αρμοδίους να πιστεύουν ότι έχουν έλλειψη γνώσης και όποια απόφαση παρθεί για την επιλογή σχεδιασμού λύσεων θα είναι αόριστες και άσκοπες. Εντούτοις οι ανησυχίες των αρμοδίων για τις αποφάσεις τους μπορεί να μειωθεί όταν, στο σχεδιασμό και την μελέτη την οποία θα αναπτύξουν, δώσουν ιδιαίτερη έμφαση στα κριτήρια σταθερότητας τα οποία θα μπορούσαν να κρατήσουν την εφαρμογή της οποιασδήποτε λύσης αποτελεσματική στο πέρασμα του χρόνου.

Ένα ακόμη πρόβλημα που παρουσιάζεται, είναι η έλλειψη εξελιγμένων προσομοιωτών (Ghosh and Lee, 2010). Όπως αναφέρουν στο βιβλίο τους “Intelligent Transportation Systems” οι Ghosh και Lee δυστυχώς δεν υπάρχει ούτε καν στις πιο αναπτυγμένες χώρες ένας εξελιγμένος προσομοιωτής ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα της οποιασδήποτε λύσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι σε κάθε μελέτη ενός καινούριου έργου να σπαταλούνται μεγάλο μέρος των ανθρώπινων και οικονομικών πόρων για την κατασκευή ξεχωριστών προσομοιωτών για τον έλεγχο της λύσης και των αποτελεσμάτων αυτής. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι τεράστια ποσά δίνονται και χαραμίζονται από τους στρατούς των αναπτυγμένων χωρών σε προσομοιωτές οι οποίοι στην ουσία αποτελούν καθαρά χρηματικό έξοδο για τις χώρες αλλά καμιά από αυτές δεν ενδιαφέρθηκε στην χρηματοδότηση για κατασκευή προσομοιωτών οι οποίοι με την χρήση τους θα μπορούσαν να ωφελήσουν μεγάλο μέρος του πληθυσμού τους αλλά επίσης θα συνεισφέρει με έμμεσο τρόπο στην οικονομία της (ίσως κάποια στιγμή γίνει και απόσβεση του κόστους χρηματοδότησης)

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι εμπόδιο για την εφαρμογή έξυπνων λύσεων στις πόλεις αποδεικνύεται να είναι η έλλειψη έρευνας και ανάπτυξης για τις προτεραιότητες που πρέπει να έχει ένα αστικό κέντρο (Ghosh and Lee, 2010). Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το πόσο μεγάλο ποσό “σπαταλιέται” για την εγκατάσταση καμερών στους δρόμους για τον έλεγχο της κίνησης στους δρόμους. Μπορεί οι κάμερες να αποτελεί μέρος της πληροφορικής επιστήμης αλλά με τον συγκεκριμένο τρόπο που χρησιμοποιούνται έως και σήμερα γίνεται μόνο έλεγχος και ενημέρωση για το που μπορεί να υπάρξει τροχαία κίνηση η τροχαίο αυτοκίνητο. Που είναι όμως η έρευνα και η ανάπτυξη των λύσεων οι οποίες θα βοηθήσουν ουσιαστικά όχι απλώς στην ενημέρωση αλλά στην μείωση τέτοιων συμβάντων.

Από την άλλη τα αστικά κέντρα δεν έχουν την θέληση να προχωρήσουν σε καινοτόμες λύσεις εφόσον αυτές μπορεί να αποτύχουν τον σκοπό τους γιατί κανένα δεν εγγυάται την επιτυχία τους αλλά και την απόδοση τους. Υπάρχει βέβαια και η οδός της έρευνας και ανάπτυξης αλλά πολλές έρευνες

δείχνουν τη μη διαθεσιμότητα των αρμοδίων να αναλάβουν ένα υψηλό κόστος έρευνας τα αποτελέσματα της οποίας θα τους φέρουν μικρά οικονομικά οφέλη. Για αυτό εξάλλου παρατηρείται μια τάση αντιγραφής των λύσεων από διάφορα αστικά κέντρα σε άλλα, λύσεων που είναι δοκιμασμένες και επιτυχημένες. Μιλώντας για οικονομικά θέματα, υπάρχει εκτός των άλλων έλλειψη χρηματοδότησης στην έξυπνη υποδομή. Η χρηματοδότηση πολλών κυβερνήσεων για υποδομές επικεντρώνεται σχεδόν αποκλειστικά στην παροχή δυνατότητας στις πόλεις να κατασκευάσουν και να διατηρήσουν παραδοσιακά έργα –κτίρια. Μοντέρνα μεν αλλά με ελλείψεις στην υποδομή της τεχνολογίας. Αυτό αφήνει λίγες ευκαιρίες σε καινοτόμες ιδέες να αναπτυχθούν, ιδέες οι οποίες βασίζονται στη χρηματοδότηση από τις τοπικές κυβερνήσεις(New, Castro and Beckwith, 2017).

Κάτι ακόμη που στερούνται η σύγχρονες πόλεις είναι η έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ τους. Εάν οι πόλεις μπορούσαν να μοιράζονται και να συγκρίνουν δεδομένα μεταξύ τους, οι κυβερνήσεις τους θα μπορούσαν να μειώσουν το κόστος, καθώς θα παρεχόταν η δυνατότητα για ανάλυση μεγαλύτερου όγκου δεδομένων, ώστε να μπορούν να παρθούν σωστές τελικές αποφάσεις. Ωστόσο, οι πόλεις δεν είναι ακόμη έτοιμες για τη παροχή των δεδομένων προερχόμενων από το περιβάλλον τους και δεν υπάρχει ούτε και διάθεση για να μοιράσουν πληροφορίες σε άλλες οντότητες που δεν ανήκουν στο περιβάλλον – δικαιοδοσία τους. Εάν κάθε πόλη που πειραματίζεται με τεχνολογία ΕΠ μοιραζόταν αυτό που έχει μάθει, θα μπορούσαν πολλές άλλες να επωφεληθούν από τη γνώση αυτή (New, Castro and Beckwith, 2017).

12 Πλαίσιο Έξυπνης Πόλης

Το να γίνει ένα αστικό κέντρο μια ΕΠ δεν είναι μόνο μια απόφαση, αλλά μια διαδικασία που προϋποθέτει πολλές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας του. Προκειμένου να σχεδιαστεί να εφαρμοστεί και να καθιερωθεί αυτή η διαδικασία, οι αρχές της πόλης πρέπει να εφαρμόσουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο, βασισμένο στις υπάρχουσες κοινωνικές, οικονομικές, οργανωτικές και ανταγωνιστικές ανάγκες. Αυτό επιτυγχάνεται με την εδραίωση ισχυρών ικανοτήτων και την απαλλαγή από δραστηριότητες οι οποίες εμποδίζουν τον σχεδιασμό και την υλοποίηση έξυπνων λύσεων.

Ορθή κρίνεται η άποψη από το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) ότι μέσα από ένα πλαίσιο μιας ΕΠ πρέπει να:

1. Γίνεται αξιολόγηση ευκαιριών – περιπτώσεων που μπορούν να εφαρμοστούν έξυπνες λύσεις ώστε να γίνεται καλύτερη αξιολόγηση των πόρων με σκοπό την παροχή καλύτερων υπηρεσιών στους πολίτες
2. Προσδιορισμός των αναγκών και των προτεραιοτήτων μιας πόλης και αξιολόγηση του κατά πόσο η πόλη είναι έτοιμη από τεχνική άποψη να δεχτεί την αλλαγή – μετατροπή της σε ΕΠ
3. Στο τέλος πρέπει να γίνεται έλεγχος και να αξιολογούνται οι λύσεις που εφαρμόστηκαν και εάν αυτές έχουν επιτύχει τους στόχους τους (μέτρηση ΒΔΑ) (NIST, 2018)

Για αρχή πρέπει να γίνει μια σωστή ανάλυση των ενεργειών - δραστηριοτήτων που εκτελούνται στη για την πόλη για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Η εκτέλεση τέτοιου είδους αναλύσεων για μια

πόλη συμβάλλει στην ανάπτυξη ενός στρατηγικού πλαισίου για τον προγραμματισμό και την κατανομή των πόρων. Οι εσωτερικές δραστηριότητες μπορούν να είναι ανθρώπινες ή οικονομικές δραστηριότητες, δραστηριότητες υπηρεσιών κλπ. Οι αναλύσεις αυτές μπορούν να γίνουν χρησιμοποιώντας εξωτερική εμπειρογνώμοσύνη ώστε τα αποτελέσματα της ανάλυσης να είναι ορθά για την δημιουργία σωστής βάσης (Karadag, 2013).

Με τη χρήση των κατάλληλων εργαλείων ανάλυσης πρέπει να πραγματοποιούνται πρώιμες έρευνες σχετικά με εφαρμογές ΕΠ - το εύρος τους, την ετοιμότητα των υποδομών των πόλεων και τα οφέλη για τους πολίτες. Η δημιουργία αυτού του πλαισίου έχει σαν στόχο να παράσχει χρήσιμα εργαλεία που θα επιτρέψουν σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς των που σχετίζονται με έργα ΕΠ να μπορούν υλοποιούν τους σχεδιασμούς τους διαλειτουργικότητα. Να μπορούν δηλαδή να εφαρμόζουν συστήματα τα οποία οι διεπαφές τους να είναι πλήρως δημόσια τεκμηριωμένες και να συνδέονται και να λειτουργούν με άλλα προϊόντα ή συστήματα, χωρίς περιορισμούς στην πρόσβασή τους ή φραγμούς στην υλοποίηση.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια τεχνολογιών ΤΠΕ, οι έξυπνες λειτουργίες των πόλεων μπορούν να ξεκινήσουν να εκτελούνται μέσω της τεχνολογίας ή να εκτελούνται αποτελεσματικότερα. Για έναν αστικό μετασχηματισμό, η εγκατάσταση τεχνολογιών ΤΠΕ είναι απαραίτητη. Τα κύρια στοιχεία ΤΠΕ για μια ΕΠ είναι οι τεχνολογίες και οι υπηρεσίες διαδικτύου. Λόγο του όγκου των δεδομένων τα συστήματα εκτός από μεγάλη υπολογιστική δύναμη πρέπει να έχουν σύνδεση με το δίκτυο με οπτικές ίνες υψηλής ταχύτητας ώστε να μπορούν αυτά να μεταφέρονται στο σωστό χρόνο. Μια ΕΠ βασίζεται, μεταξύ άλλων, σε μια συλλογή συστημάτων υπολογιστών. Τα συστήματα αυτά αναφέρονται σε μια νέα γενιά ολοκληρωμένων τεχνολογιών υλικού, λογισμικού και δικτύων που παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο (Nam et al., 2012).

Εφόσον υπάρξουν οι υποδομές μπορούν αυτές να εξοπλιστούν με συστήματα περιβάλλοντος, συστήματα κινητικότητας και μεταφορών, να δημιουργηθούν έξυπνα κτίρια και έξυπνα ενεργειακά δίκτυα. Με τη χρήση ασύρματων αισθητήρων μπορεί να αρχίσει η λήψη δεδομένων και η επεξεργασία αυτών. Με τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται μπορούν οι τοπικοί διαχειριστές και οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να δημιουργήσουν τις λύσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες των κατοίκων αλλά και να επεκτείνουν το όραμά τους και να εφαρμόσουν λύσεις στον τομέα των μεταφορών, των υπηρεσιών κοινής ωφελείας, της ενέργειας, του νερού κλπ. Οι πληροφορίες από τους αισθητήρες μπορούν να μετατραπούν σε γνώση, γνώση που εκτός στον άλλων μπορεί να βοηθήσει την υγειονομική περίθαλψη, την εκπαίδευση, την ψυχαγωγία, τον πολιτισμό, το εμπόριο, την ασφάλεια κλπ. (Karadag, 2013).

Μπορεί κανείς να αντιμετωπίσει τεχνολογικές προκλήσεις όπως έλλειψη κατανόησης, διφορούμενη αρχιτεκτονική, θέματα διασύνδεσης υποσυστημάτων κλπ. Σωστό σε αυτή τη περίπτωση θεωρείτε η από πριν εξασφάλιση ενός εργατικού δυναμικού υψηλής εξειδίκευσης με εμπειρία στον τομέα του και να χαρτογραφηθεί ο ανθρώπινος πόρος - ικανότητα ανάλογα με το πεδίο γνώσης και εμπειρίας (Joshi, Saxena and Godbole, 2016).

Είναι κοινά αποδεκτό ότι όταν υπάρχουν αλλαγές προκαλείται “μυρμουρητό” από τα άτομα τα οποία επηρεάζει η αλλαγή. Η ΕΠ είναι αόρατη για πολλούς πολίτες, γεγονός που δυσχεραίνει την εμπλοκή τους και κάνει δύσκολο την κατανόηση της. Αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με την καλή επικοινωνία και την ανάπτυξη εμπιστοσύνης με τους ανθρώπους.

Τέλος εκτός από το τεχνολογικό κομμάτι σημαντικό ρόλο σε ένα έργο για ΕΠ έχουν το νομικό πλαίσιο και το οικονομικό κομμάτι του έργου. Υπάρχουν διάφορες νομικές προκλήσεις αναλόγως του

νομικού πλαισίου που είναι θεσπισμένο στην πόλη. Οι προκλήσεις αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται με ευαισθησία εφόσον έχουν να κάνουν με ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη το νομικό ζήτημα και να κατανοηθούν οι συνέπειες – ζητήματα που προκύπτουν σε αυτό τον τομέα από την αρχή του σχεδιασμού της οποιασδήποτε λύσης. Η σωστή ανάλυση και σχεδίαση του έργου μπορεί να προβλέψει τις απαιτήσεις το πόρων και να δημιουργηθεί ο σωστός προϋπολογισμός ώστε η λύση η οποία θα εφαρμοστεί να είναι εκτός από αποτελεσματική και οικονομικά βιώσιμη. Πρέπει να γίνεται έλεγχος στον προϋπολογισμό και τις δαπάνες ώστε η λύση και η πόλη στην οποία εφαρμόζεται να παραμείνει οικονομικά υγιής (Joshi, Saxena and Godbole, 2016).

12.1 Προϋποθέσεις που πρέπει να έχει μια πόλη για να εφαρμοστούν έξυπνες τεχνολογίες

Μια ΕΠ πρέπει να διαθέτει αποτελεσματική και ουσιαστική παροχή υπηρεσιών κοινής ωφέλειας όπως το νερό, η ηλεκτρική ενέργεια, τα στερεά απόβλητα, η αποχέτευση κλπ. ως επίσης και συμπαγείς υπηρεσίες διακυβέρνησης. Επίσης στις προτεραιότητες των αρμοδίων πρέπει να εμπίπτει η ασφάλεια των πολιτών και δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη μηχανισμών δυναμικής παρακολούθησης, ώστε να δίνονται οι κατάλληλες προειδοποιήσεις σε περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών. Επίσης σημαντικό είναι η παροχή δημόσιας ασφάλειας για τους πολίτες και η εξασφάλιση της διαθεσιμότητας αξιόπιστων υπηρεσιών έκτακτης ανάγκης κατ' απαίτηση, όπως ασθενοφόρα, πυροσβεστική κλπ. Σε ένα αστικό περιβάλλον, για να γίνει η αλλαγή από ένα απλό - κοινό αστικό περιβάλλον σε πραγματικά έξυπνο περιβάλλον χρειάζονται να προϋπάρχουν ή τουλάχιστον να υπάρχει διάθεση να κατασκευαστούν ορισμένες υποδομές οι οποίες να μπορούν να υποστηρίξουν ορισμένες συσκευές. Οι συσκευές αυτές είναι απαραίτητες για την δημιουργία ενός δικτύου από συστήματα μέσω του οποίου θα αναπτυχθεί η έξυπνη λύση.

Για αρχή λοιπόν απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχουν αισθητήρες οι οποίοι να μπορούν να διαβάζουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να συλλεχθούν από τα συστήματα υπηρεσιών κοινής ωφέλειας, όπως οι υπηρεσίες παροχής ενέργειας, νερού κλπ. Δεύτερη συσκευή η οποία είναι απαραίτητη για ένα οποιοδήποτε σύστημα είναι η πύλη (gateway). Οι πύλες είναι αυτές που θα καθορίζουν κατά πόσο τα δεδομένα είναι ωφέλημα και ακέραια ώστε να τα προωθήσουν με τη σειρά τους στο δίκτυο για ανάλυση. Όσο για την ακεραιότητα των δεδομένων μπορούν να γίνουν τοπικές αναλύσεις – εξετάσεις και όταν αυτά δεν πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις είτε θα απορρίπτονται, είτε θα απορρίπτονται και να ζητούνται άλλα στη θέση τους (ή έστω επαναποστολή των ελαττωματικών). Μετά από τις πύλες σειρά στην υποδομή μιας ΕΠ έχει το δίκτυο. Το δίκτυο είναι αυτό που θα συνδέει τις πύλες με τους διακομιστές και μπορεί να είναι είτε ενσύρματο είτε ασύρματο. Στους διακομιστές θα λαμβάνει μέρος η επεξεργασία των δεδομένων και βάσει των αποτελεσμάτων θα λαμβάνονται οι τελικές αποφάσεις. Οι διακομιστές μπορεί να είναι συστοιχίες υπολογιστών σε διάφορα κέντρα δεδομένων γεγονός το οποίο θα διασφαλίζει την συνεχή παροχή υπηρεσιών (24/7) αλλά και ταυτόχρονα την ασφάλεια των δεδομένων. Τέλος οι πληροφορίες θα μπορούν να καταλήγουν στους αρμοδίους για λήψη αποφάσεων είτε μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών στους πελάτες – κατοίκους μέσω των υπολογιστών ή των κινητών τους τηλεφώνων (Express News Service, 2014).

Οι εγκαταστάσεις και στην τελική οι αποφάσεις γύρω από μια ΕΠ είναι όλα εξαρτημένα από τα δεδομένα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για το τελικό αποτέλεσμα. Επομένως σωστό είναι οι αρμόδιοι να έχουν στα υπόψιν τους ότι υπάρχουν προφανώς εργαλεία τα οποία μέσω

συγκεκριμένων μεθόδων μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να βεβαιωθούν ότι η κίνηση των δεδομένων θα είναι συνεχής. Όπως θα αναφερθεί και σε επόμενα κεφάλαια τα δεδομένα μπορεί να έχουν οποιαδήποτε μορφή (αριθμοί, εικόνες κλπ.), αλλά επίσης μπορούν να είναι συνδυασμός διαφορετικών τύπων (ετερογενή δεδομένα). Πηγή των δεδομένων μπορεί να κυβερνητικά συστήματα ή ιδιωτικές υποδομές. Όποια και να είναι η πηγή τους βέβαια σημασία έχει να γίνει κατανοητή η φύση τους, το είδος της ανάλυσης και το αποτέλεσμα το οποίο αναμένεται να δημιουργηθεί μετά την ανάλυση τους. Εφόσον διασφαλιστούν τα πιο πάνω τότε χρειάζεται να δοθεί σημασία στην επεκτασιμότητα την ασφάλεια αλλά και την μελλοντική χρήση του οποιουδήποτε έξυπνου συστήματος που θα αναπτυχθεί για την εξυπηρέτηση των αναγκών μιας πόλης (Rossi, 2014).

12.2 Παράγοντες Επιτυχίας

Σε μια επένδυση αυτό που έχει μεγάλη σημασία είναι το οικονομικό όφελος που θα φέρει αυτή στον επενδυτή. Μπορεί σε ένα αστικό περιβάλλον στόχος να είναι η εξυπηρέτηση των αναγκών των κατοίκων, όμως ιδίως όταν πρόκειται για ιδιωτική πρωτοβουλία, η εφαρμογή μιας έξυπνης λύσης για να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί χρειάζεται “εγγύηση” ότι αυτή θα φέρει οικονομικά οφέλη στα άτομα που επένδυσαν σε αυτή. Και ενώ οι πόλεις ήταν ανέκαθεν κέντρα οικονομικών δραστηριοτήτων εντούτοις υπάρχουν ορισμένες προϋποθέσεις που μπορούν να προσελκύσουν επιχειρήσεις και ιδιώτες οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων.

Αρχικά πρέπει να υπάρχει κατάλληλο περιβάλλον για την ανάπτυξη επιχειρήσεων. Ορισμένοι παράγοντες που δίνουν πρόσφορο έδαφος για αυτήν την ανάπτυξη είναι η ευνοϊκή φορολογία αλλά και άλλα φορολογικά κίνητρα τα οποία θα ωθήσουν μια εταιρεία να εγκατασταθεί στο περιβάλλον μιας πόλης και να μπορέσει να αναπτύξει τις λύσεις τις οποίες προσφέρει. Επίσης σημαντικό είναι να υπάρχει γενικό κλίμα ευμάρειας και κλίμα το οποίο να υποστηρίζει (ή τουλάχιστον να ανέχεται) την καινοτομία. Η δυνατότητα πρόσβασης σε εγκαταστάσεις έρευνας και ανάπτυξης όπως κέντρα επώασης καινοτομιών (πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα), η δυνατότητα συγχρηματοδότησης των λύσεων, και η ύπαρξη επιχειρηματικών κεφαλαίων είναι επίσης καθοριστικοί παράγοντες για την προσέλκυση εξωτερικών και / ή δημιουργίας τοπικών νέων επιχειρήσεων και κατά συνέπεια εταιρειών με πείρα στην εφαρμογή έξυπνων λύσεων (Bonte, 2018).

Ακόμη μια προϋπόθεση για την προσέλκυση εταιρειών – επιχειρήσεων είναι η διαθεσιμότητα επίσης εκπαιδευμένου και εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού. Η ύπαρξη σχολίων και ακαδημαϊκών κέντρων, τα οποία αναπτύσσουν όλο το φάσμα των δεξιοτήτων και των βιομηχανιών είναι καθοριστικής σημασίας για πολλές επιχειρήσεις. Για τις οποίες ο πυρήνας των υπαλλήλων τους μπορεί να αποτελείται από αυτούς τους επαγγελματίες που πήραν την εκπαίδευση τους από αυτά τα κέντρα. Την ίδια στιγμή αυτά τα άτομα και ο βαθμός εξοικείωσής τους με την τεχνολογία είναι επίσης στοιχεία που θα καθορίσουν την επιτυχία εφαρμογής μιας έξυπνης λύσης.

Ένα ακόμη στοιχείο το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχή εφαρμογή έξυπνων λύσεων είναι η διαθεσιμότητα, η ποιότητα και η ευελιξία των βασικών της υπηρεσιών. Να μπορεί δηλαδή μια εταιρεία η οποία θα επιχειρήσει να σχεδιάσει και να εφαρμόσει τις λύσεις να μπορεί να αντιμετωπιστεί επαγγελματικά από τους διοικούντες της πόλης χωρίς γραφειοκρατία και άλλα εμπόδια. Επίσης σημαντικό είναι το κόστος βασικών υπηρεσιών να είναι σε λογικά πλαίσια εφόσον το κόστος για το νερό, ενέργεια, συγκοινωνίες, επικοινωνίες και ιατρική περίθαλψη παίζουν το δικό τους ρόλο για την κερδοφορία μιας εταιρείας. Αστικά κέντρα με ψηλό κόστος ζωής δεν αποτελούν ιδανική επιλογή για επένδυση η οποία να έχει μεγάλο κέρδος. Σημαντικό επίσης είναι να παρέχεται

ασφάλεια και πολιτική σταθερότητα, σημεία τα οποία επηρεάζουν άμεσα ή άμεσα την οικονομική δραστηριότητα ή την παραγωγή μιας πόλης. Πόλεις που δεν είναι σε θέση να διατηρήσουν ένα ασφαλές, καθαρό και σταθερό περιβάλλον έρχονται αντιμέτωπες αναπόφευκτα με φυγή επιχειρήσεων (πόσο μάλλον να προσελκύσουν καινούριες) και με μείωση της οικονομικής τους δραστηριότητας (Bonte, 2018).

Τέλος πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή συνεργατών από τις αρχές της πόλης. Να καταφέρουν να βρουν τα άτομα – εταιρείες εκείνες οι οποίες πραγματικά θα τους βοηθήσουν να πετύχουν τους αρχικούς τους σχεδιασμούς με το σωστό τρόπο. Εταιρείες οι οποίες προσφέρουν καινοτομία και πραγματική εμπειρία σε τέτοιου είδους έργα. Είναι δεδομένο ότι σε αστικά κέντρα υπάρχει μια ιδιαιτερότητα στις συνεργασίες λόγω της πολυπλοκότητας και του μικτού δημόσιου και ιδιωτικού περιβάλλοντος, όπου πρέπει να εμπλέκονται πολλές και διαφορετικές υπηρεσίες. Άρα είναι σημαντικό εάν και εφόσον υπάρχει ιδιωτικός συνεργάτης στην εφαρμογή αλλά κυρίως στην σχεδίαση μιας έξυπνης λύσης να έχει προηγούμενη πείρα ώστε να μπορεί να συμβουλέψει όλους τους εμπλεκόμενους για τις δράσεις και ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν πριν, κατά και μετά την εφαρμογή της λύσης. Ενέργειες που πρέπει να προσανατολίζονται στην εξυπηρέτηση των αναγκών των πολιτών (i-SCOOP, 2018).

12.3 Πως κάνεις μια έξυπνη πόλη εξυπνότερη;

Στο τελευταίο κομμάτι της εργασίας αυτής θα γίνει αναφορά στους τρόπους που μπορεί μια ΕΠ να γίνει εξυπνότερη. Και το πρώτο σημείο είναι στο βρεθούν καινοτόμοι ιδέες για εκμετάλλευση των ήδη υπάρχοντων τεχνολογικών συστημάτων και υποδομών.

Ένα παράδειγμα είναι τα αστικά απόβλητα. Σήμερα υπάρχουν τα συστήματα τα οποία διαχειρίζονται και φροντίζουν για την απομάκρυνση των αποβλήτων μακριά από τους οικισμούς. Και μάλιστα εξυπηρετούν πολύ καλά το σκοπό τους αυτό. Τα μελλοντικά σχέδια όμως και η επιπρόσθετη λεπτομέρεια που μπορεί να προστεθεί στο σύστημα αυτό είναι ότι θα πρέπει να θεωρήσουν αυτές τις ροές των αποβλήτων ως ροές “πόρων”. Ροές οι οποίες θα μπορούν να συνδέονται με εργοστάσια παραγωγής ενέργειας για παράδειγμα ώστε να επωφελούνται οικονομικά οι κάτοικοι της πόλης αλλά να επωφελείται και το περιβάλλον παράλληλα.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο είναι η μετάβαση από την υποδομή εξυπηρέτησης μιας λειτουργίας σε πολυλειτουργική υποδομή. Τα προηγούμενα σχέδια και εφαρμογές λύσεων μπορεί να επιλύαν ένα συγκεκριμένο πρόβλημα για ένα απομονωμένο τμήμα του μεγαλύτερου συστήματος ή υπηρεσίας. Μια επανεξέταση του συστήματος όμως μπορεί να προσφέρει δυνατότητα λύσεις μιας άλλης ανάγκης. Και αυτό είναι εφικτό ιδιαίτερα όταν η λύση που προϋπάρχει φροντίζει να συλλέγει δεδομένα τα οποία με διαφορετική ανάλυση μπορεί να εξυπηρετήσουν και να καλύψουν ανάγκες διαφορετικής φύσης (Carter, 2013).

Η φυσική υποδομή είναι συνήθως η μόνη μορφή υποδομής που λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό έξυπνων λύσεων. Πολλοί είναι αυτοί οι οποίοι μιλώντας για έξυπνες λύσεις έχουν στο νου τους να αποκατασταθεί η υπάρχουσα υποδομή, όπως είναι οι δρόμοι, ο φωτισμός και τα κτίρια. Έχουν ως ένα σημείο δίκαιο. Όμως το πρόβλημα με αυτόν τον στενό ορισμό είναι ότι λαμβάνεται υπόψη μόνο η υποδομή στη φυσική της μορφή, ενώ πολλές άλλες λεπτομέρειες και στοιχεία τα οποία μπορεί να βοηθήσουν με διαφορετικό τρόπο αγνοούνται και δεν λαμβάνονται στα υπόψη. Αυτό που πρέπει να γίνει κατανοητό είναι ότι υπάρχουν λύσεις που δεν χρειάζονται πάντα αλλαγή στην φυσική υποδομή

μιας πόλης εφόσον ότι χρειάζεται για να αντιμετωπιστούν συγκεκριμένες ανάγκες βρίσκονται ήδη σαν δεδομένα στο διαδίκτυο. Ανάλυση των δεδομένων αυτών μπορεί να οδηγήσει σε καινούριες έξυπνες λύσεις. Αν όχι στην ολοκληρωμένη εφαρμογή τους τουλάχιστον θα είναι ιδιαίτερα βοηθητικός παράγοντας στην σωστή σχεδίαση αυτών (Carter, 2013).

12.4 Βασικές απαιτήσεις για μια έξυπνη πόλη

Οι αρχιτεκτονικές που έχουν αναλυθεί – αναφερθεί δεν έχουν σκοπό να προσφέρουν λύση σε ένα μόνο συγκεκριμένο τομέα μιας πόλης. Αντιθέτως η αναφορά τους έγινε ώστε να προσφερθεί μια γενική γνώση για τις βασικές μεθόδους και θεωρίες υποστήριξης έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα. Όπως φάνηκε και από την ανάλυση των τεχνολογιών και των αρχιτεκτονικών κάθε τομέας αστικής εφαρμογής έχει τους δικούς του κανόνες λειτουργίας. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι για να μοντελοποιηθούν οι κανόνες αυτοί, πρέπει μέσω της ανάλυσης και της εξόρυξης δεδομένων που αποκτώνται από μια ποικιλία ψηφιακών αισθητήρων να δημιουργηθούν τα σωστά στρώματα ενός συστήματος αναλόγως των αναγκών που θα εξυπηρετούν.

Στη διαδικασία της μοντελοποίησης, περισσότερα δεδομένα συνήθως δημιουργούν πιο ακριβή και σωστά μοντέλα, αλλά περισσότερα δεδομένα αυξάνουν επίσης το κόστος υπολογισμού και ανάλυσης. Η ιδανική λύση βρίσκεται κάπου στη μέση. Εξάλλου ορθό είναι να υπάρχει στα υπόψη ότι δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε ένα συγκεκριμένο τομέα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης και σε ένα δεύτερο ή παραπάνω τομείς. Ακόμη και αν σε ένα τομέα η απόκτηση δεδομένων είναι δύσκολο επιχείρημα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα και συστήματα από άλλους τομείς συναφείς με τον πρώτο ώστε να διευκολυνθούν και να δημιουργηθούν οι απαραίτητες λύσεις.

Δεδομένα

Μέσα από την εργασία αυτή φάνηκε ότι η έννοια της ΕΠ μπορεί να κατανοηθεί βλέποντας της από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες. Εν πάση περιπτώσει, αυτό που αξίζει αναφοράς είναι ότι όλες οι αρχιτεκτονικές, τεχνολογίες και εργαλεία που αναφέρθηκαν έχουν σαν κύριο συστατικό την συλλογή, μετάδοση και ανάλυση δεδομένων. Άρα ένα εκ των σημαντικότερων παραμέτρων για την εφαρμογή λύσεων σε έξυπνες πόλεις είναι η εξόρυξη δεδομένων και η επεξεργασία δεδομένων και η αποθήκευση δεδομένων. Οι έξυπνες εφαρμογές σε διάφορους τομείς υποστηρίζονται από τη χρήση υπηρεσιών δεδομένων. Δηλαδή, το μέλλον των ΕΠ θα επικεντρωθεί στα δεδομένα.

Από την άποψη των συσκευών και των συστημάτων, η πόλη καθορίζεται από τα δεδομένα της. Ως εκ τούτου, για να φανεί η ολοκληρωμένη έννοια της ΕΠ, είναι απαραίτητο να κατανοηθούν επίσης και οι αλληλεπιδράσεις της πόλης, των δεδομένων και των πολιτών (και των αναγκών που έχουν οι τελευταίοι). Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η βασική υποδομή διαφόρων αισθητήρων αποτελεί βασικό στοιχείο μιας έξυπνης αρχιτεκτονικής πόλης. Η επίλυση αστικών προβλημάτων, όποιες μορφής και να είναι το πρόβλημα, μοιάζει με την τη σχέση ενός ασθενή και ενός γιατρού, ο οποίος μετά την εξέταση που διαγνώσκει μια ασθένεια, συνταγογραφεί μια θεραπεία κατάλληλη για την περίπτωση. Παρομοίως και στη διαδικασία εφαρμογής έξυπνων λύσεων, οι άφθονες πηγές δεδομένων μπορούν να μειώσουν σημαντικά τη δυσκολία επίλυσης προβλημάτων, αλλά η αξιοπιστία των τελικών αποτελεσμάτων θα εξακολουθήσει να εξαρτάται από τις τεχνολογίες ανάλυσης και επεξεργασίας δεδομένων.

Διαλειτουργικότητα αντικειμένων

Η διαλειτουργικότητα αντικειμένων, όπου το αντικείμενο μπορεί να είναι ένας αισθητήρας, ένας ενεργοποιητής ή οποιασδήποτε φύσης συσκευής, ικανή να πραγματοποιήσει κάποιο είδος υπολογισμού, είναι επίσης μια από τις πιο σημαντικές παραμέτρους στις λύσεις των ΕΠ. Η διαλειτουργικότητα των αντικειμένων είναι αυτή που θα μπορέσει επιτρέψει την επικοινωνία τους και την σύνδεση τους με οποιαδήποτε πλατφόρμα ή εργαλεία χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή λύσεων σε ΕΠ. Μπορούν στην σχεδίαση της λύσης να δημιουργούνται διάφορα στρώματα τα οποία με τη σειρά τους να δίνουν την δυνατότητα αυτή στις συσκευές – αντικείμενα.

Ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και διαθεσιμότητα

Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο είναι το πιο πολύτιμο εργαλείο για την παροχή σχετικών πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη των φαινομένων και κατ' επέκταση στη λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπιση τους. Ένα παράδειγμα είναι η παρακολούθηση της στάθμης των υδάτων κατά τη διάρκεια των βροχερών εποχών. Σε αυτή την περίπτωση, από μια αποτελεσματική παρακολούθηση μπορούν να ληφθούν μέτρα για την άμβλυνση των πιθανών δυσχερειών για τους πολίτες, όπως οι πλημύρες.

Κινητικότητα συστημάτων και διαθεσιμότητα

Η κινητικότητα συστημάτων είναι μια άλλη βασική απαίτηση που πρέπει να υπάρχει σε ΕΠ. Με την έννοια της κινητικότητας νοείται κάθε κινητή τεχνολογία που συλλέγει δεδομένα και μπορεί να λάβει πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον ή ακόμη και να εκτελεί εργασίες σε αυτό. Συσκευές με κινητικότητα μπορούν να είναι φορητοί υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα αλλά και συσκευές με ZigBee και αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID).

Για να επιτρέπεται αυτή η συλλογή δεδομένων, η κεντρική υποδομή πρέπει να είναι συνεχώς διαθέσιμη. Για το λόγο αυτό μπορεί σε λύσεις ΕΠ να χρησιμοποιείται μια υποδομή Cloud Computing. Το σύστημα γενικά πρέπει να συνεχίσει να λαμβάνει, να αποθηκεύει δεδομένα και να ενεργεί αυτόνομα, ανεξάρτητα από την κατάσταση της υποδομής.

12.5 Προτεινόμενο πλαίσιο Έξυπνης Πόλης

Εάν μέσω όλων των παραπάνω που εξετάστηκαν και αναλύθηκαν χρειάζεται να προταθεί ένα συγκεκριμένο μοντέλο ολοκληρωμένο τότε αυτό θα διέπετε από 3 επίπεδα. Εφόσον οι αρμόδιοι κρίνουν ότι η πόλη τους πληροί τα απαιτούμενα (έγινε αναφορά σε εργαλεία που δείχνουν το επίπεδο αυτό) ώστε να περιέλθει στη ζώνη των ΕΠ τότε το πρώτο βήμα είναι να διαλέξουν τον τομέα στον οποίο θα σχεδιαστεί και θα εφαρμοστεί η λύση. Στα προηγούμενα κεφάλαια έχουν αναφερθεί όλες οι κατηγορίες και οι υποκατηγορίες που μπορεί μια λύση να εφαρμοστεί σε ένα αστικό περιβάλλον. Εφόσον καταγραφεί ο τομέας και η συγκεκριμένη υποκατηγορία αυτού σημαντικό είναι να αναλυθούν οι πραγματικές ανάγκες και προβλήματα τα οποία χρειάζονται λύση. Τα προβλήματα αυτά φαίνονται αναλύοντας τις πραγματικές ανάγκες των πολιτών. Οι αρμόδιοι πρέπει να αφουγκραστούν τον παλμό των πολιτών και στόχος τους θα είναι η λύση που θα εφαρμοστεί εκτός

από το να εξυπηρετήσει τις ανάγκες τους, πρέπει επίσης να είναι και ευκολόχρηστη ώστε να μπορεί να αγκαλιαστεί και να είναι ολοκληρωμένη. Έγινε επίσης αναφορά για εργαλεία τα οποία έχουν τον ρόλο να συγκεντρώνουν τις απόψεις του πλήθους. Αναφορά επίσης έγινε και σε ΒΔΑ, ώστε με την εφαρμογή της λύσης να μπορούν οι αρμόδιοι να αξιολογήσουν την αποδοτικότητα της.

Επόμενο βήμα είναι η επιλογή των κατάλληλων εργαλείων –τεχνολογιών – αρχιτεκτονικών ώστε να η λύση που σχεδιάζεται και θα εφαρμοστεί να υποστηριχτεί από τα κατάλληλα ολοκληρωμένα συστήματα. Τα συστήματα αυτά μπορεί να αποτελούνται από δίκτυα αισθητήρων, κινητές συσκευές κλπ (βλ Παράρτημα 1). Τα συστήματα πρέπει να είναι μέρος ενός μεγάλου δικτύου του οποίου οι συσκευές – αντικείμενα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν και να προσφέρουν το μέγιστο των δυνατοτήτων τους. Στο σημείο αυτό σωστό είναι να γίνει και σωστή επιλογή των συστημάτων τα οποία θα διαχειρίζονται τα δεδομένα και τις πληροφορίες της οποιασδήποτε λύσης. Καλό είναι να ληφθεί υπόψη η υπολογιστική ισχύος και η επεκτασιμότητα των συστημάτων αυτών

Τέλος στο τελευταίο στρώμα βρίσκεται η διαχείριση των δεδομένων. Είναι εμφανές ότι τα δεδομένα αποτελούν το κύριο συστατικό των ΕΠ. Στο στρώμα αυτό καλό είναι να ληφθεί υπόψη το είδος, το πλήθος και άλλες ιδιαιτερότητες των δεδομένων. Επίσης χρειάζεται να παρθούν σωστές αποφάσεις για τον τρόπο συλλογής, το χρόνο συλλογής ως επίσης και των τρόπο ανάλυσης και αποθήκευσης των δεδομένων. Σημαντικό σημείο σε αυτό το κομμάτι αποτελεί και η ανάγκη για προστασία των δεδομένων αυτών και επιλογή των κατάλληλων συστημάτων – εργαλείων τα οποία συγκεντρώνουν αυτά τα δεδομένα ώστε να μην παραβιάζονται οι νόμοι αλλά και να μην υπάρχει πρόβλημα με τα προσωπικά δεδομένα των ατόμων από τους οποίους λαμβάνονται τα δεδομένα αυτά.

Τα τρία στρώματα του πλαισίου που αναφέρθηκαν έχουν το κάθε ένα πολλές και διαφορετικές διαστάσεις. Το κάθε ένα αποτελείται από άλλα επιμέρους ζητήματα για τα οποία έχουν γίνει αναλυτικές αναφορές στα προηγούμενα κεφάλαια. Πλέον είναι στην κρίση των αρμοδίων να κάνουν τις σωστές επιλογές για σωστές και ολοκληρωμένες εφαρμογές λύσεων στο δικό τους αστικό περιβάλλον

13 Γενικά σχόλια

Στο προαναφερθέν πλαίσιο, το IoT αποτελεί σημαντικό παράγοντα στο πλαίσιο του έξυπνου εργοστασίου στη βιομηχανία 4.0. Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση, δηλαδή η Βιομηχανία 4.0, βρίσκεται σε εξέλιξη, με τα χαρακτηριστικά της παραγωγής φυσικών συστημάτων στον κυβερνοχώρο (CPS) να έχουν ως βάση την ετερογενή ενσωμάτωση δεδομένων και γνώσεων. Οι βασικοί ρόλοι της CPS είναι να εκπληρώσουν τις ευέλικτες και δυναμικές απαιτήσεις της παραγωγής και να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα ολόκληρης της βιομηχανίας. Η βιομηχανία 4.0 περιλαμβάνει πολλές τεχνολογίες και συναφή παραδείγματα, όπως η ραδιοσυχνική ταυτοποίηση (Radio Frequency Identification - RFID), ο προγραμματισμός επιχειρησιακών πόρων (Enterprise Resource Planning - ERP), το Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT), η παραγωγή στη βάση του υπολογιστικού νέφους (cloud-based Manufacturing) και η ανάπτυξη κοινωνικών προϊόντων (Lu, 2017).

Η βιομηχανία 4.0 καθιστά τα εργοστάσια πιο ευφυή, ευέλικτα και δυναμικά, εξοπλίζοντας την παραγωγική διαδικασία με αισθητήρες και αυτόνομα συστήματα. Κατά συνέπεια, οι μηχανές και ο εξοπλισμός μπορούν να επιτύχουν υψηλά επίπεδα αυτό-βελτιστοποίησης και αυτοματοποίησης.

Επιπλέον, η παραγωγική διαδικασία έχει την ικανότητα να εκπληρώνει πιο περίπλοκα και πιστοποιημένα πρότυπα και απαιτήσεις των προϊόντων (Lu, 2017). Οι ευκαιρίες και τα οφέλη που αναμένεται να προκύψουν με την έλευση της βιομηχανίας 4.0 φαίνεται να είναι πολλαπλάσια, έχοντας για παράδειγμα ως αποτέλεσμα την εξαιρετικά ευέλικτη μαζική παραγωγή, τον συντονισμό σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιστοποίηση των αλυσίδων αξίας, τη μείωση του κόστους πολυπλοκότητας αλλά και συντήρησης, καθώς και την εμφάνιση εντελώς νέων υπηρεσιών και επιχειρηματικών μοντέλων (Hofmann & Rüscher, 2017). Σε αυτό το πλαίσιο, το IoT συνίσταται στη δικτύωση φυσικών αντικειμένων, περιβάλλοντος, οχημάτων και μηχανών μέσω ενσωματωμένων ηλεκτρονικών συσκευών, που επιτρέπουν τη συλλογή και ανταλλαγή δεδομένων (Santos et al., 2017).

Μπορεί η περιγραφή του τομέα αυτού (Βιομηχανία 4.0) να φαίνεται ότι εμπίπτει στα πλαίσια των έξυπνων εργοστασίων τομέας άγνωστος και ασυνδιάστος εκ πρώτης άποψης με τις τεχνολογίες για ΕΠ αλλά όπως αναφέρεται από τους M. Lom et al. (2016) η Βιομηχανία 4.0 είναι πλέον αναπόσπαστο κομμάτι των ΕΠ. Εξού και η αναφορά σε αυτή. Εξάλλου η Βιομηχανία 4.0 εκτός από τη χρήση του IoT για το οποίο γίνεται ανάλυση στο κεφάλαιο αυτό η Βιομηχανία 4.0 περιλαμβάνει επίσης και το:

- Internet of Services (IoS) το οποίο περιλαμβάνει τομείς των έξυπνων μεταφορών (έξυπνη κινητικότητα, έξυπνος εφοδιασμός κλπ.).
- Internet of People (IoP) το οποίο συνδυάζει τον εικονικό κόσμο με πραγματικά αντικείμενα και βοηθά στην ανάπτυξη εφαρμογών οι οποίες μπορούν να ανιχνεύσουν και να αναλύσουν δεδομένα. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα της υγείας, στον τομέα των κοινωνικών δικτύων αλλά και σε εφαρμογές που μπορούν να ικανοποιήσουν ειδικές ανάγκες των ανθρώπων
- Internet of Energy (IoE) το οποίο αναλύει και καθορίζει τον τρόπο που γίνεται η διαχείριση ενέργειας και κατά πόσο γίνεται σωστή και βιώσιμη η αξιολόγηση των φυσικών πόρων.

(M. Lom et al., 2016)

Στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0, οι Zhong et al. (2017) αναφέρονται στο έξυπνο εργοστάσιο (smart factory). Οι συγγραφείς με το άρθρο τους εισάγουν την Πλατφόρμα ορατότητας και πλατφόρμα ανιχνευσιμότητας (Smart Factory Visibility and Traceability Platform - iVTP) για να επιτευχθεί τελικά η απεικόνιση της παραγωγής σε πραγματικό χρόνο μέσα σε ένα έξυπνο εργοστάσιο. Το iVTP χρησιμοποιεί την τεχνολογία IoT για τον εντοπισμό διαφόρων αντικειμένων. Συγκεκριμένα, οι συσκευές αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή διαφόρων πόρων σε έξυπνα κατασκευαστικά αντικείμενα (SMOs) και έτσι οι αλληλεπιδράσεις τους είναι σε θέση να εκτελούν τις λειτουργίες και τις συμπεριφορές παραγωγής σε πραγματικό χρόνο.

Με την χρήση ενός σαρωτή λέιζερ στο εργοστάσιο, το iVTP είναι σε θέση να απεικονίζει σε πραγματικό χρόνο τις κινήσεις διαφόρων SMOs και να δίδει τα δεδομένα RFID σε πραγματικό χρόνο για να απεικονίσει τις καταστάσεις τους. Μια αρχιτεκτονική συστήματος βασισμένη σε υπολογιστικό νέφος που επιτρέπει σε όλες τις υπηρεσίες που είναι αναπτυγμένες σε ένα νέφος επίσης, επιτρέπει στους τυπικούς τελικούς χρήστες να ορίσουν εύκολα την παραγωγή τους, να εγκαταστήσουν χρήσιμες υπηρεσίες και να αναπτύξουν τις προσαρμοσμένες υπηρεσίες τους. Συνολικά, οι συγγραφείς υποστηρίζουν πως, η τεχνολογία iVTP μπορεί να διευκολύνει τις τυπικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, παραγωγής και υλικοτεχνικής υποστήριξης σε ένα έξυπνο εργοστάσιο.

Το επίπεδο iVTP περιλαμβάνει ένα σύνολο υπηρεσιών που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη διαφόρων τελικών χρηστών για τη διευκόλυνση των καθημερινών τους λειτουργιών ή των αποφάσεων. Διάφορες τυπικές υπηρεσίες είναι οι εξής: υπηρεσία επεξεργασίας δεδομένων (Data

Processing Service), την υπηρεσία απεικόνισης δεδομένων (Data Visualization Service), την υπηρεσία 3D μοντέλων σε πραγματικό χρόνο (Real-time 3D Modelling Service), την υπηρεσία επικοινωνίας (Communication Service), τη διαμόρφωση υπηρεσίας (Configuration Service), την υπηρεσία προγραμματισμού σε πραγματικό χρόνο (Realtime Scheduling Service) και την υπηρεσία αποθήκευσης δεδομένων (Data Warehouse Service). Αυτές οι υπηρεσίες αναπτύσσονται σε μια πλατφόρμα υπολογιστικού νέφους, ώστε να μπορούν εύκολα να ενημερώνονται και να είναι παράλληλα εύκολη η προσπέλασή τους από τους τελικούς χρήστες στους οποίους επιτρέπεται η χρήση διαφορετικών υπηρεσιών για την αντιμετώπιση διαφόρων προβλημάτων σε διαφορετικές καταστάσεις

13.1 Αντίκτυπος (οικονομικός) των WoT και IoT στις ΕΠ

Μια μελέτη που διεξήχθη από το McKinsey Global Institute (2015) αναφέρει πως το IoT έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει οικονομικό αντίκτυπο από 2,7 τρισεκατομμύρια δολάρια σε 6,2 τρισεκατομμύρια δολάρια ετησίως μέχρι το 2025. Η μελέτη αυτή αναλύει αρκετές βιομηχανίες και καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο μεγαλύτερος αντίκτυπος απορρέει από τους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης και της βιομηχανίας. Στον πιο κάτω πίνακα απεικονίζεται ο αντίκτυπος αυτός.

Τομέας	Οικονομικός αντίκτυπος έως το 2015 (ετησίως σε τρισεκατομμύρια δολάρια)	Εκτιμώμενο μέγεθος προβλήματος έως το 2015	Εκτιμώμενη διείσδυση στον πληθυσμό έως το 2025	Εκτιμώμενη παραγωγικότητα ή κερδισμένη αξία έως το 2015
Υγεία	1,1-2,5 τρισεκατομμύρια δολάρια	15,5 τρισεκατομμύρια δολάρια το κόστος της θεραπείας χρόνιων ασθενειών	70-80% διείσδυση σε κινητού σε ασθενείς που ευθύνονται για μεγάλο κόστος θεραπειών	10-20% μείωση στο κόστος θεραπείας χρόνιων ασθενειών μέσω απομακρυσμένης παρακολούθησης υγείας
		400 δισεκατομμύρια δολάρια το κόστος των πλαστογραφημένων φαρμάκων, 40% εκ των οποίων μπορούν να αντιμετωπιστούν με αισθητήρες	Ανεπτυγμένος κόσμος: 50-80% Αναπτυσσόμενος κόσμος: 20-50%	80-100% μείωση στα πλαστογραφημένα φάρμακα
		50 εκατομμύρια νοσηλευτές για παρακολούθηση εσωτερικών ασθενών	Ανεπτυγμένος κόσμος: 75-100% Αναπτυσσόμενος κόσμος: 0-50%	0,5-1,0 ώρα ημερησίως που μπορεί να μειωθεί από τη σκοπιά των νοσηλευτών για την παρακολούθηση αυτών των ασθενών

Βιομηχανία	0,9-2,3 τρισεκατομμύρια δολάρια	47 τρισεκατομμύρια δολάρια στο παγκόσμιο λειτουργικό κόστος	80-100% όλης της βιομηχανίας	2,5-5,0% εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους, συμπεριλαμβανομένων των ανεπαρκειών εισροής πόρων και συντήρησης
-------------------	---------------------------------------	--	---------------------------------	---

Πίνακας: Αντίκτυπος του IoT στους τομείς της υγειονομικής περίθαλψης και της βιομηχανίας (Woodside Capital Partners, 2015, σελ. 7)

Το BCS – The Chartered Institute for IT (2013) αναφέρεται στην ερευνά του στον κοινωνικό αντίκτυπο του IoT, που είναι ο εξής:

Η οργανωτική και θεσμική καινοτομία είναι το κλειδί της βιωσιμότητας του IoT, καθώς θα αλλάξει τους τρόπους που γίνονται τα πράγματα. Τα προβλήματα θα μπορούσαν να προκύψουν από τη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που δεν είναι απαραίτητως πολύτιμα ή απαραίτητα και που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τρόπο που να οδηγεί σε άκυρα συμπεράσματα. Αλλά τα δεδομένα που παράγονται κατά τη διάρκεια της καθημερινής ζωής και της εργασίας θα παρουσιάζουν επίσης μεγάλες ευκαιρίες, για παράδειγμα στο σχεδιασμό αποτελεσματικότερων συστημάτων μεταφορών.

Οι δημόσιες νοοτροπίες, απόψεις και συμπεριφορές θα είναι κρίσιμες εάν ο πολίτης ενδιαφέρεται περισσότερο για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την προστασία των δεδομένων και άλλα κοινωνικά ζητήματα του IoT - σε αντίθεση με τα πιθανά οφέλη από την άποψη της δημόσιας ασφάλειας, της εξοικονόμησης ενέργειας και του χαμηλότερου κόστους. Η προστασία της ιδιωτικής ζωής και των δεδομένων θα εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αισθάνονται ότι δίνουν, εμπορεύονται ή επιτρέπουν σε άλλους να συλλέγουν πληροφορίες με βάση τη συμπεριφορά τους.

Το IoT θα μπορούσε να οδηγήσει σε ολοένα και πιο μεγάλης κλίμακας, υψηλής τεχνολογίας συστήματα που μπορούν να απομακρύνουν την ανθρώπινη παρέμβαση προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία τους, αλλά και να αυξήσουν τις πιθανότητες κοινωνικής ευπάθειας, ως αποτέλεσμα της πειρατείας ή μεγάλων συνθηκών σύγκρουσης. Τέλος αναφέρεται ότι μπορεί να υπάρχουν ανισότητες όσον αφορά στην πρόσβαση σε δεδομένα αξίας για τα άτομα και τις κοινότητες από το Διαδίκτυο, παράλληλα με άλλες ψηφιακές διαιρέσεις μεταξύ των κοινωνιών.

14 Επίλογος

Όσο ουτοπικό και να ακούγεται το περιβάλλον μιας ΕΠ είναι εξίσου επικίνδυνο το περιβάλλον αυτό να μετατραπεί σε δυστοπία εάν δεν παρθούν σωστές αποφάσεις από την αρχή. Και η διαφορά αν και μεγάλη κρίνεται από μικρές λεπτομέρειες. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας σε συνάρτηση με την νοημοσύνη των ανθρώπων επέτρεψαν ήδη να υπάρξουν λειτουργικά αστικά κέντρα βασιζόμενα σε έξυπνα συστήματα. Όμως είναι λάθος η άποψη ότι η χρήση της τεχνολογίας η οποία χρησιμοποιείται για την ανάλυση δεδομένων είναι αυτή καθαυτή η θεραπεία σε όλα τα προβλήματα ενός αστικού κέντρου. Όπως αναφέρει ο επιχειρηματίας Derek Sivers "Αν η πληροφορία ήταν η απάντηση, τότε θα είμαστε όλοι δισεκατομμυριούχοι με τέλειους κοιλιακούς!". Ομοίως για τις ΕΠ είναι επικίνδυνο αισιόδοξο να πιστεύεται από πολλούς ότι τα δεδομένα ήταν η λύση για όλα τα προβλήματα γιατί

τότε και μόνο η συλλογή τους θα έλυσε και το πρόβλημα της κυκλοφορίας και το πρόβλημα της γραφειοκρατίας και όλα τα άλλα. Αυτό που χρειάζεται είναι αρμόδιους σωστά μορφωμένους οι οποίοι να μπορούν να αναλάβουν τη σωστή σχεδίαση συστημάτων για την ανάλυση αυτών αλλά και αρμόδιους οι οποίοι θα είναι σωστοί και υπεύθυνοι ώστε να μπορούν να διαχειριστούν τα (προσωπικά) δεδομένα με σύνεση.

Στην έρευνα αυτή έχουν εντοπιστεί και αναφερθεί οι κύριοι τομείς εφαρμογών έξυπνων λύσεων σε αστικά κέντρα ενώ έχουν αναλυθεί επίσης και τα κύρια είδη τεχνολογίας τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση μεγάλων σε έκταση συστημάτων. Έγινε προσπάθεια για ολοκληρωμένη χαρτογράφηση των τεχνολογιών, των συστημάτων, των προϋποθέσεων, και των αποτελεσμάτων που μπορεί να έχει μια ΕΠ. Όλα αυτά αναλύθηκαν σε πολλές και διαφορετικές διαστάσεις ώστε να μπορούν να γίνουν εύκολα κατανοητά και από άτομα τα οποία δεν έχουν το γνωστικό υπόβαθρο και θα ήθελαν να εμπλακούν στο χώρο των ΕΠ. Η πολυδιάστατη ανάλυση όλων των θεμάτων στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε επίσης για να μπορούν να απαντηθούν και τα επιστημονικά ερωτήματα τα οποία τέθηκαν στην αρχή.

Και όμως μέσα από την έρευνα φάνηκε ότι δεν είναι μόνο η αξιοποίηση των καλύτερων ΤΠΕ για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων στην κοινωνία, στο περιβάλλον και στην οικονομία. Υπάρχει μεγάλος αριθμός προκλήσεων η κάθε μια με τη δική της ιδιαιτερότητα. Προκλήσεις όμως που με προσεκτική και ορθολογιστική οργάνωση και συνεργασία μεταξύ οργανισμών – υπηρεσιών και γενικά όλων των εμπλεκόμενων μπορούν να αντιμετωπιστούν. Οι ΕΠ στην τελική δεν είναι αυτοσκοπός. Στόχος και σκοπός σε ένα αστικό περιβάλλον είναι η ανάπτυξη ενός βιώσιμου πλαισίου διοίκησης, σωστής συνεργασίας φορέων των υπηρεσιών, και η απόκτηση γνώσης για τους κατοίκους. Εξάλλου οποιαδήποτε τεχνολογία και αν χρησιμοποιηθεί δεν θα μπορεί να υπάρξει ποτέ το τέλειο έξυπνο πλαίσιο μιας ΕΠ. Και αυτό γιατί κάθε πόλη πρέπει να αναπτύξει το δικό της σχεδιασμό, βασισμένο στις διαφορετικές ανάγκες των πολιτών της και να αντιμετωπίζει τις δικές τις διαφορετικές αστικές προκλήσεις.

Σε αυτή την έρευνα έγινε ανάλυση σε ευρεία κλίμακα πολλών διαστάσεων και στοιχείων για τις έξυπνες πόλεις. Αναφορά έγινε σε:

- Εργαλεία αξιολόγησης
- ΒΔΑ
- Τεχνολογίες και Αρχιτεκτονικές
- Τομείς εφαρμογής εργαλείων
- Τρόποι διαχείρισης δεδομένων
- Παράγοντες επιτυχίας εφαρμογής και τέλος
- Δημιουργία προτύπου – γενικού πλαισίου

Στο μέλλον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η έρευνα αυτή και να αξιοποιηθούν οι λεπτομέρειες που αναφέρονται σε αυτή σε πόλεις της Κύπρου. Πως μπορούν δηλαδή τα εργαλεία αυτά να χρησιμοποιηθούν ώστε να μετατραπούν οι πόλεις της Κύπρου από αστικά κέντρα σε ΕΠ.

Τέλος, να αναφερθεί ότι αυτή η έρευνα μπορεί να χρησιμεύσει ως διαφωτιστική καθοδήγηση για μελλοντική έρευνα σχετικά με τις διαθέσιμες τεχνολογίες –εργαλεία - αρχιτεκτονικές για τις έξυπνες πόλεις και πώς και πότε μπορούν οι λύσεις αυτές να εφαρμοστούν. Η εφαρμογή έξυπνων λύσεων σε αστικό περιβάλλον δεν πρέπει να αποτελεί κατ'εξοχή θέμα πολιτικής απόφασης μόνο, αλλά θα

πρέπει να βασίζεται σε τεκμηριωμένες αποφάσεις όλων των εμπλεκόμενων Τμημάτων και Φορέων αναλόγως των απαιτήσεων και των αναγκών σε κάθε περίπτωση

15 Παραρτήματα

Παράρτημα 1: Διαθέσιμες τεχνολογίες για ΕΠ

A/A	Τομέας ΕΠ	Υποκατηγορία	Τεχνολογία - Αρχιτεκτονική - Εργαλεία	Μετρήσιμοι ΒΔΑ	Σε ποια πόλη χρησιμοποιήθηκε	Πρόβλημα το οποίο λύει	Αποτελέσματα - Ποσοστό επιτυχίας	Προβλήματα που παρουσιάστηκαν	Αναφορά
1	Ενέργεια	Μέτρηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Smart metering	Κόστος λειτουργίας του ηλεκτρικού ρεύματος	Βύζιος, Βραζιλία	Μείωση λειτουργικού κόστους για ηλεκτρικό εξοπλισμό	Θετικά συμπεράσματα για τη χρήση του Smart metering.	Απουσία οικονομικού κινήτρου για τη χρήση Smart metering	(Ferreira et al., 2017)
2	Ενέργεια	Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος	Smart grid	Κατανάλωση ενέργειας Κν	Ισπανία	Βελτίωση των υφιστάμενων προτύπων αξιοπιστίας και ποιότητας της προσφοράς ενέργειας. Λύση στις περιφερειακές ανισορροπίες μεταξύ κατανάλωσης και παραγωγής.	Θετικά συμπεράσματα για τη χρήση του Smart grid		(Expósito et al., 2018)

3	Υγεία	Παροχή ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης	Κινητοί αισθητήρες περιβάλλοντος σε συνδυασμό με μηχανική μάθηση	Νοσηρότητα κατοίκων	Δεδομένα από διάφορες πόλεις της Αμερικής	Αποτελεσματικότητα της υγειονομικής περίθαλψης	Συζήτηση για τη χρήση	Απόρρητο και ασφάλεια	(Cook et al., 2018)
4	Μεταφορές	Διαχείριση της κυκλοφορίας	Δίκτυα αισθητήρων τοποθετημένοι στα αυτοκίνητα (Vehicular sensing networks)	Αριθμός αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν το οδικό δίκτυο	Θεωρητικά σενάρια	Δημιουργία έξυπνου συστήματος μεταφορών - Βελτίωση του οδικού δικτύου	Επιτυχείς προσομοίωση των θεωρητικών συμπερασμάτων	Ετερογένεια των αισθητήρων	(Wang et al., 2018)
5	Ενέργεια	Φωτισμός	Αισθητήρες εικόνων	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Εξοικονόμηση ενέργειας	Δημιουργία Πρωτότυπου - Επιτυχής μείωση ενέργειας που χρησιμοποιείται στον δημόσιο φωτισμό		(Veena et al., 2016)
6	Ενέργεια	Φωτισμός	Αισθητήρες θερμοκρασίας	Κατανάλωση ενέργειας W	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Βελτίωση της οδικής ασφάλειας για τους πεζούς	Πειραματικά αποτελέσματα - Αύξηση στην επιτυχή αναγνώριση εικόνων		(Sheu et al., 2016)

7	Μεταφορές	Ρύθμιση της κυκλοφορίας	Τεχνολογία V2I (Vehicle to Infrastructure)	Αυτοκίνητα ανά ΚΜ ² , Χρόνος ταξιδιού	Los Angeles και Manhattan	Πρόβλημα κυκλοφοριακής συμφόρησης	Αξιοσημείωτη μείωση του χρόνου ταξιδιού		(Wan et al., 2012)
8	Υγεία	Ασθενείς	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Cloud computing	Αριθμός σωστών ανιχνεύσεων ασθενειών	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανίχνευση προβλημάτων υγείας	Ποσοστό επιτυχίας 97.75%	Μη λειτουργικό με χρήση άλλων τύπων αισθητήρων	(Duarte et al., 2015)
9	Επικοινωνίες, Ενέργεια	Ευρυζωνική σύνδεση υψηλής ταχύτητας, Φωτισμός	Επικοινωνία ορατού φωτός (Visible light communication - VLC)	Κατανάλωση ενέργειας, Ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Απρόσκοπτη σύνδεση υψηλής ταχύτητας και κάλυψη σε όλα τα λειτουργικά στρώματα μιας πόλης.	Επιτυχείς προσομοίωση των θεωρητικών συμπερασμάτων	Γωνιά λήψης - μετάδοσης δέσμης φωτός	(Ayub et al., 2013)
10	Ενέργεια	Φωτισμός	Ευέλικτο ασύρματο δίκτυο αισθητήρων	Χρόνος για την εκτέλεση εντολών στο δίκτυο και μετάδοσης πληροφοριών	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανάγκη για τεχνολογίες οι οποίες μπορούν να ελέγξουν με τηλεχειριζόμενο τρόπο τον οδικό φωτισμό	Καθυστέρηση μετάδοσης 1.5 δευτερολέπτου		(Fernandes et al., 2014)

11	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας στο σπίτι	Smart grid	Κατανάλωση ενέργειας Kv	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Βελτιστοποίηση χρόνου λειτουργίας ηλεκτρικών συσκευών σε σπίτια	Ελαχιστοποίηση του λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας		(Javaid et al., 2017)
12	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας	Smart Metering	Κόστος εφαρμογής	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Εφαρμογή smart metering συστήματος σε υπάρχουσες υποδομές	Οικονομική και αποδοτική ανάπτυξη του δικτύου smart metering	Απρόσμενες διακοπές στο δίκτυο	(Barbiroli et al., 2017)
13	Ενέργεια	Έλεγχος ενεργειακής απόδοσης	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN)	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Επέκταση της διάρκειας ζωής του δικτύου	Επιτυχής προσομοίωση μοντέλου με θετικά αποτελέσματα		(Peizhe et al., 2017)
14	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)	Εύρος μετάδοσης, ενεργειακό κόστος	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Βελτιστοποίηση στην απόδοση του δικτύου και βελτίωση της κατανάλωσης ενέργειας	Πρωτότυπο ικανό για ευέλικτες επιδόσεις όσον αφορά το εύρος μετάδοσης και ενεργειακό κόστος για τις επικοινωνίες	Μικρή επιβάρυνση του δικτύου	(Mir et al., 2017)
15	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs), Δίκτυα με επίκεντρο το περιεχόμενο (Content centric network - CCN)	Αριθμός πακέτων δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Διαχείριση υπερβολικού αριθμού πακέτου δεδομένων	Περιορισμός στον αριθμό των πακέτων δεδομένων και γρηγορότερη επεξεργασία τους		(Peizhe et al., 2017)

16	Δημόσιες Υπηρεσίες	Προσφορά υπηρεσιών	Cloud computing, Fog Computing	Ποσοστό χρήσης (αριθμός ατόμων, συχνότητα), προθυμία χρήσης, επίπεδο ικανοποίησης με τον εξοπλισμό	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Βελτίωση των υπηρεσιών	Ενσωμάτωση και συνεργασία διάφορων υπηρεσιών		(Mohamed et al., 2017)
17	Δημόσιες Υπηρεσίες	Διαχείριση και παρακολούθηση της πόλης	IoT, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)	Ποσοτικοποίηση της χρησιμότητας και της απόδοσης της υπηρεσίας	Santander, Ισπανία	Διαχείριση των δεδομένων που παράγονται από τις υποδομές	Αποφυγή κρυμμένων παγίδων - Ορθότερη διαχείριση των δεδομένων	Απώλειες αισθητήρων	(Sotres et al., 2017)
18	Περιβάλλον	Ποιότητα του αέρα	Αισθητήρες σωματιδίων χαμηλού κόστους	Ποσοστό σωματιδίων στον αέρα	Taiwan	Παροχή πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα	Δημιουργία λειτουργικού και οπτικοποιημένου συστήματος παρουσίασης δεδομένων		(Chen et al., 2017)
19	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνίας	Δίκτυα με αισθητήρες κατεύθυνσης	Αριθμός αισθητήρων και μέγεθος κάλυψης	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Μεγιστοποίηση του μεγέθους και της ποιότητας κάλυψης χρησιμοποιώντας τον ελάχιστο αριθμό αισθητήρων	Απόδειξη αποτελεσματικότητας του μοντέλου σε σύγκριση άλλες λύσεις όσον αφορά την ποιότητα της ανίχνευσης και τη διάρκεια ζωής του δικτύου		(Sharmin et al., 2017)

20	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνίας	5G	Ποσοστό ακρίβειας σε προβλέψεις	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Έλλειψη ασύρματης διαθεσιμότητας	Καταγραφή σπάνιων συμβάντων σε ένα περιβάλλον		(Markova et al., 2017)
21	Υγεία	Συλλογή δεδομένων	Αισθητήρες ανθρώπινου σώματος	Αριθμός πακέτων δεδομένων, καθυστέρηση στη μετάδοση τους	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Πρόβλημα κατανομής πόρων - αισθητήρων	Απόδειξη για την ενεργειακή απόδοση και την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης λύσης		(Liu et al., 2017)
22	Μεταφορές	Ρύθμιση της κυκλοφορίας	Μαγνητικοί αισθητήρες	Αριθμός οχημάτων	Ούλου, Φινλανδία	Ανάλυση κυκλοφοριακών μοντέλων σε πραγματικό χρόνο	Ανάπτυξη εργαλείων για τη διαχείριση της κυκλοφορίας στο οδικό δίκτυο]		(Kostakos et al., 2013)
23	Μεταφορές	Ρύθμιση της κυκλοφορίας	5G, Τεχνολογία M2M	Αριθμός οχημάτων, Ταχύτητα οχημάτων	Εργαστηριακή έρευνα - Προσομοίωση μοντέλου	Έλεγχος κυκλοφορίας	Μείωση του χρόνου μεταφοράς		(Dalla Cia et al., 2018)

24	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	5G, Τεχνολογία M2M	Κατανάλωση ενέργειας, Μέγεθος κάλυψης δικτύου	Alba Iulia, Ρουμανία	Βελτίωση επικοινωνιών	Παρέχει μεγαλύτερη χωρητικότητα ασύρματης περιοχής και πιο ποικίλες δυνατότητες υπηρεσιών. Εξοικονόμηση έως και 80% της ενέργειας		(Oproiu et al., 2017)
25	Επικοινωνίες	Δίκτυα επικοινωνιών	Blockchain	Ποσοστό επιτυχίας ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ασφάλεια στις επικοινωνίες	Επιτρέπει την ασφαλή επικοινωνία δεδομένων		(Biswas et al., 2016)
26	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας	Blockchain	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Αγορά και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας αυτόνομα - αυτόματα	Βελτίωση στη διαχείριση ενέργειας	Διαλειτουργικότητα διαφορετικών οικιακών συσκευών	(Lazaroiu et al., 2017)

27	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας	ZigBee	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Αυτόματη ανάγνωση μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο	Απόδειξη των σημαντικών δυνατοτήτων του πρωτότυπου συστήματος		(Ali et al., 2017)
28	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας	ZigBee	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Δημιουργία συστήματος παρακολούθησης ενεργειακού περιβάλλοντος	Επιτυχής δημιουργία ενός χαμηλού κόστους και ενεργειακά αποδοτικό πρωτότυπο συστήματος ασύρματης παρακολούθησης		(Kumar et al., 2014)
29	Ενέργεια	Μέτρηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	ZigBee, Smart Metering	Κατανάλωση ενέργειας, Χρόνος αποστολής των δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Πρόβλημα γρήγορη μετάδοση δεδομένων και χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση για μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας	Δημιουργία πρωτότυπου για γρήγορη μετάδοση δεδομένων και χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση για μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας σε ψηλά κτίρια		(Chi et al., 2016)
30	Ενέργεια	Φωτισμός	ZigBee	Ποιότητα ασύρματης επικοινωνίας, Ποσοστό πρόβλεψης απώλειας διαδρομής, Ποσοστό λήψης σήματος - δύναμη σήματος	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Δημιουργία πλατφόρμας για έλεγχο οδικού φωτισμού LED	100% επιτυχής μετάδοση πακέτων		(Daely et al., 2017)

31	Διακυβέρνηση	Συμμετοχή στις αποφάσεις	Ηλεκτρονικές πλατφόρμες, Open data	Αριθμός συμμετεχόντων	Namur, Βέλγιο	Να επιτρέπει στους πολίτες να συμμετέχουν στις αποφάσεις	Εύρεση τρόπων για τη συμμετοχή των κατοίκων σε λύσεις ΕΠ	Έλλειψη μηχανισμών αυτοματοποίησης της μέτρησης κριτηρίων	(Simonofski et al., 2017)
32	Υγεία	Μεταφορά δεδομένων ασθενών	Cloud computing, Κρυπτογράφηση δεδομένων	Κόστος εφαρμογής, κόστος επικοινωνίας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Μείωση κινδύνου κατάχρησης δεδομένων ασθενών	Δημιουργία πρωτότυπου συστήματος μεταφοράς δεδομένων ασθενών ανθεκτικό σε κακόβουλες επιθέσεις	Το εύρος ζώνης (bandwidth) και οι περιορισμοί δικτύου, διπλότυπα δεδομένων (data deduplication)	(Chaudhary et al., 2018)
33	Ασφάλεια	Συστήματα παρακολούθησης	Αισθητήρες σε smartphones	Ποσοστό ακρίβειας σε προβλέψεις	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Δημιουργία ενός μοντέλου ταξινόμησης που οριοθετεί τις τυπικές δραστηριότητες που σχετίζονται με κίνηση σε σταθμό του μετρό χρησιμοποιώντας αισθητήρες έξυπνων τηλεφώνων	Δημιουργία μοντέλου με ακρίβεια πρόβλεψης 75%		(Mongia et al., 2018)
34	Ενέργεια	Διαχείριση ενέργειας	Έξυπνοι μετρητές (Smart Meter eXtension - SMX)	Ενεργειακή απόδοση	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Απόκτηση ενεργειακών δεδομένων και προστασία των προσωπικών δεδομένων	Δημιουργία μοντέλου που στοχεύει την υψηλή συμμετοχή πολιτών στο πρόγραμμα		(Sanduleac et al., 2016)

35	Απόβλητα, Μεταφορές	Διαχείριση αποβλήτων, διαχείριση κυκλοφορίας	Ραδιοσυχνικής αναγνώρισης (RFID), Αισθητήρες στάθμης IR, μικροελεγκτές, Αισθητήρες υπερήχων, παγκόσμιο σύστημα κινητής τηλεφωνίας (GSM), GPS	Αριθμός παράνομων οχημάτων - οδηγών, Χρόνος καθαρισμού καλάθων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Έλεγχος οδικών παραβάσεων, καθαριότητα της πόλης	Δημιουργία πρωτότυπου συστήματος ανίχνευσης οδικών παραβάσεων και συστήματος ανίχνευσης γεμάτων καλάθων στην πόλη		(Ravi et al., 2017)
36	Απόβλητα	Διαχείριση αποβλήτων	Παθητικοί αισθητήρες υπέρυθρων (Passive Infrared Sensors)	Κόστος διαχείρισης αποβλήτων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Καθαριότητα καλάθων της πόλης	Εξοικονόμηση σχεδόν 40% στη διαχείριση αποβλήτων από καλάθους της πόλης		(Marchiori et al., 2017)
37	Απόβλητα	Διαχείριση αποβλήτων	Αντικείμενα με δυνατότητα IoT, Αισθητήρες	Μέτρηση χρόνου και κόστος	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Βελτίωση στις λειτουργίες συλλογής αποβλήτων	Δημιουργία μοντέλου για βέλτιστη συλλογή αποβλήτων		(Manqele et al., 2017)
38	Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Cloud computing, Αισθητήρες	Χρόνος αποθήκευσης δεδομένων, Χρόνος λήψης δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Μείωση στην καθυστέρηση δικτύου σε συστήματα διαχείρισης νερού	Δημιουργία πρωτοτύπου συστήματος διαχείρισης δεδομένων	Καθυστέρηση στην ανάλυση δεδομένων αποθηκευμένα στο Cloud	(Negru et al., 2017)

39	Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Smart metering, Μαγνητικοί αισθητήρες	Κατανάλωση νερού	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανάγνωση μετρήσεων κατανάλωσης νερού και αποστολή δεδομένων για τιμολόγηση	Μείωση γενικών εξόδων για τις επιχειρήσεις κοινής ωφελείας κατά τον χειρισμό της ανάγνωσης μετρητών και την τιμολόγηση για τη διανομής νερού		(Suresh et al., 2017)
40	Διαχείριση νερού	Παρακολούθηση υποδομών	Big Data, Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες	Κατανάλωση νερού	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανάγκη για δημιουργία ολοκληρωμένου συστήματος διανομής νερού	Δημιουργία συστήματος ελέγχου διανομής νερού και ανίχνευσης διαρροών		(Bharat et al., 2017)
41	Μεταφορές	Χώροι στάθμευσης	Αισθητήρες στάθμευσης οχημάτων, Crowdsourcing, GPS	Αριθμός κενών θέσεων στάθμευσης	Πειραματική εφαρμογή σε Wheatley και Guildford, Ηνωμένο Βασίλειο	Εύρεση κενών χώρων στάθμευσης	Ακρίβεια του συστήματος πάνω από το 90%	Πρόβλημα στην ακριβή θέση των οχημάτων	(Roman et al., 2018)
42	Διακυβέρνηση	Ηλεκτρονική Ψήφος	Fuzzy-logic	Αριθμός ηλεκτρονικών ψήφων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Δυνατότητα στους πολίτες να εκφράζουν πιο συχνά την άποψή τους	Δημιουργία μοντέλου για τη σωστή λήψη αποφάσεων		(Szabó et al., 2017)

43	Διακυβέρνηση	Διαχείριση έκτακτων αναγκών	Petri Nets	Χρόνος λήψης αποφάσεων	Πειραματική εφαρμογή σε παραποτάμιες πόλεις της Κίνας	Ανάγκη για λήψη σωστών και γρήγορων αποφάσεων σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης	Μείωση του χρόνου λήψης αποφάσεων		(Chen et al., 2014)
44	Μεταφορές	Έλεγχος κυκλοφορίας οχημάτων	Έξυπνοι ασύρματοι αισθητήρες	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Δημιουργία αισθητήρων με μακρά διάρκεια ζωής	Δημιουργία πρωτότυπου αισθητήρα με μακρά διάρκεια ζωής και τη δυνατότητα σύνδεσης με δίκτυα		(Balid et al., 2017)
45	Περιβάλλον	Ποιότητα του αέρα	Deep learning, IoT	Ποιότητα του αέρα, Χρόνος ανάλυσης	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Μετρήσεις για την ποιότητα του αέρα	Δημιουργία πρωτότυπου μοντέλου που μπορεί να προβλέψει τις τιμές ρύπανσης του αέρα		(Kök et al., 2017)

46	Ενέργεια	Ενεργειακή απόδοση κτιρίων	Cloud computing	Κατανάλωση ενέργειας, Χρόνος αποστολής των δεδομένων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Συγκέντρωση και ανάλυση ετερογενών δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας	Δημιουργία συστήματος με ικανοποιητικό χρόνο συγκέντρωσης και ανάλυσης δεδομένων για κατανάλωση ενέργειας		(Kumar et al., 2017)
47	Ενέργεια	Ενεργειακή απόδοση κτιρίων	K-nearest neighbour	Κατανάλωση ενέργειας	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Ανάγκη για έλεγχο διανομής της ενέργειας	Δημιουργία πρωτότυπου συστήματος με δυνατότητα ανάλυσης δεδομένων και πρόβλεψης για την κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια		(Valgaev et al., 2017)
48	Διακυβέρνηση, Μεταφορές	Έλεγχος κυκλοφορίας οχημάτων, Διαχείριση εκτάκτων αναγκών	Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN)	Αριθμός οχημάτων, χρόνος μετακίνησης οχημάτων	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Ανάγκη καθορισμού προτεραιοτήτων στο οδικό δίκτυο σε περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης	Απόδειξη αποτελεσματικότητας του μοντέλου σε πιθανά σενάρια		(Abhishek et al., 2016)
49	Ασφάλεια	Ασφάλεια πολιτών	Cloud database, Cloud Computing	Μέγεθος δεδομένων, Χρόνος αποθήκευσης	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία μοντέλου	Ανάγκη για αποθήκευση δεδομένων από συστήματα ασφαλείας σε πιο αξιόπιστα μέσα	Δημιουργία πρωτότυπου συστήματος με ικανοποιητικό χρόνο αποθήκευσης δεδομένων στο Cloud		(Dey et al., 2012)

50	Περιβάλλον	Ποιότητα του αέρα	Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSNs)	Χρόνος ανάλυσης, Χρόνος ανίχνευσης ρύπανσης	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανάλυση ποιότητας αέρα σε πραγματικό χρόνο	Απόδειξη αποτελεσματικότητας του μοντέλου όσο αφορά το χρόνο ανίχνευσης και την ικανότητα ενημέρωσης του χρήστη		(Abdelbacet et al., 2015)
51	Ασφάλεια	Ασφάλεια πολιτών	Έξυπνοι αισθητήρες, Δίκτυα καθορισμένα από λογισμικό (SDN), Κόμβοι έξυπνης πρόσβασης (Smart Access Nodes), κόμβοι πρόσβασης δικτύου (Network Access Nodes)	Κόστος εφαρμογής, Κόστος επέκτασης	Εργαστηριακή έρευνα - Δημιουργία πρωτότυπου	Ανάγκη για σύστημα παρακολούθησης που να μπορεί να είναι ευέλικτο και κλιμακούμενο	Ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη του πρωτότυπου συστήματος		(Baldoni et al., 2017)

16 Βιβλιογραφία

- A. Attwood, M. Merabti, P. Fergus and O. Abuelmaatti, "SCCIR: Smart Cities Critical Infrastructure Response Framework," 2011 Developments in E-systems Engineering, Dubai, 2011, pp. 460-464. doi: 10.1109/DeSE.2011.112
- A. B. Szabó and P. B. Soproni, "Fuzzy-voting systems in smart cities," 2017 IEEE 15th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), Subotica, 2017, pp. 000297-000302. doi: 10.1109/SISY.2017.8080571
- A. Dattakumar and R. S. Sharma, "Smart cities and knowledge societies: Correlation, causation or distinct?," 2016 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT), Bangkok, 2016, pp. 193-197. doi: 10.1109/ICMIT.2016.7605032
- A. Gómez-Expósito et al., "City-Friendly Smart Network Technologies and Infrastructures: The Spanish Experience," in Proceedings of the IEEE, vol. 106, no. 4, pp. 626-660, April 2018. doi: 10.1109/JPROC.2018.2793461
- A. Kamilaris and A. Pitsillides, "Mobile Phone Computing and the Internet of Things: A Survey," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, no. 6, pp. 885-898, Dec. 2016. doi:10.1109/JIOT.2016.2600569
- A. Kumar and G. P. Hancke, "Energy Efficient Environment Monitoring System Based on the IEEE 802.15.4 Standard for Low Cost Requirements," in IEEE Sensors Journal, vol. 14, no. 8, pp. 2557-2566, Aug. 2014. doi: 10.1109/JSEN.2014.2313348
- A. Lavric, V. Popa, I. Finis, D. Simion, "The design and implementation of an energy efficient street lighting monitoring and control system", Przeglad Elektrotechniczny, vol. 88, no. 11, pp. 312-316, 2012.
- A. Mongia, V. M. V. Gunturi and V. Naik, "Detecting activities at metro stations using smartphone sensors," 2018 10th International Conference on Communication Systems & Networks (COMSNETS), Bengaluru, 2018, pp. 57-65. doi: 10.1109/COMSNETS.2018.8328180
- A. Navidi and F. A. S. Khatami, "Energy management and planning in smart cities," in CIRED - Open Access Proceedings Journal, vol. 2017, no. 1, pp. 2723-2725, 10 2017. doi: 10.1049/oap-cired.2017.0136
- A. Simonofski, E. S. Asensio, J. D. Smedt and M. Snoeck, "Citizen Participation in Smart Cities: Evaluation Framework Proposal," 2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI), Thessaloniki, 2017, pp. 227-236. doi: 10.1109/CBI.2017.21
- A. Sinaeepourfard, J. Garcia, X. Masip-Bruin, E. Marin-Tordera, X. Yin and C. Wang, "A data lifeCycle model for smart cities," 2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, 2016, pp. 400-405. doi: 10.1109/ICTC.2016.7763506
- Al Nuaimi, E., Al Neyadi, H., Mohamed, N. and Al-Jaroodi, J. (2015). Applications of big data to smart cities. Journal of Internet Services and Applications, 6(1).

Amsterdam Smart City. (2015). Amsterdam Smart City. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://amsterdamsmartcity.com/projects/smart-traffic-management> [Πρόσβαση στις 14 Jan. 2018].

Anthopoulos L.G. (2017) The Rise of the Smart City. In: Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?. Public Administration and Information Technology, vol 22. Springer, Cham

Anthopoulos, L. and Fitsilis, P. (2010). From Digital to Ubiquitous Cities: Defining a Common Architecture for Urban Development.

AquamatiX.net. (2018). AquamatiX :: WaterWorX. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.aquamatiX.net/solutions/waterworx/> [Πρόσβαση στις 23 Jan. 2018].

Avelar, E., Marques, L., dos Passos, D., Macedo, R., Dias, K. and Nogueira, M. (2015). Interoperability issues on heterogeneous wireless communication for smart cities. Computer Communications, 58, pp.4-15.

Axis Communications AB (2014). From spaceships to the stars: LAPD safeguards city events with Axis.

Bechtel Corporate. (2017). Resilient smart infrastructure. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.bechtel.com/smart-cities/> [Πρόσβαση στις 8 Oct. 2017].

Beck, C. (2013). E-petitions in Germany. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Re:Imagining Democracy. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://democracyoneday.com/2013/03/07/e-petitions-in-germany/> [Πρόσβαση στις 23 Sep. 2017].

Bolívar, M. (2015). Smart Cities: Big Cities, Complex Governance?.

Bonte, D. (2018). ROLE OF SMART CITIES FOR ECONOMIC DEVELOPMENT.

Browne, D. (2015). 'Talkative' bus stops part of Manchester's £10m Smart City plan - The Transport Network. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Transport-network.co.uk. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.transport-network.co.uk/Talkative-bus-stops-part-of-Manchesters-10m-Smart-City-plan/12347> [Πρόσβαση στις 24 Feb. 2018].

Brundtland Commission, 1987. Our Common Future

C. Balakrishna, "Enabling Technologies for Smart City Services and Applications," 2012 Sixth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, Paris, 2012, pp. 223-227. doi: 10.1109/NGMAST.2012.51

C. Iordache, S. Gavat, C. Mada, D. Stanciu, C. Holban, "Streetlight monitoring and control system part I: System structure", Proc. IEEE Int. Conf. Autom. Qual. Test. Robot., vol. 3, pp. 183-186, May 2008

C. Lazaroiu and M. Roscia, "Smart district through IoT and Blockchain," 2017 IEEE 6th International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA), San Diego, CA, 2017, pp. 454-461. doi: 10.1109/ICRERA.2017.8191102

C. Negru, F. Pop, M. Mocanu and V. Cristea, "Storage Solution of Spatial-Temporal Data for Water Monitoring Infrastructures Used in Smart Cities," 2017 21st International Conference on Control

Systems and Computer Science (CSCS), Bucharest, 2017, pp. 617-621.
doi: 10.1109/CSCS.2017.94

C. Roman, R. Liao, P. Ball, S. Ou and M. de Heaven, "Detecting On-Street Parking Spaces in Smart Cities: Performance Evaluation of Fixed and Mobile Sensing Systems," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. doi: 10.1109/TITS.2018.2804169

Carter, T. (2013). Smart cities: The future of urban infrastructure. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Bbc.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.bbc.com/future/story/20131122-smarter-cities-smarter-future> [Πρόσβαση στις 3 Mar. 2018].

Castelnovo W. (2016) Co-production Makes Cities Smarter: Citizens' Participation in Smart City Initiatives. In: Fugini M., Bracci E., Sicilia M. (eds) Co-production in the Public Sector. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Cham

Castle, S. (2015). In drought-stricken California, smart meters catch water hogs, help find leaks. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Digital Trends. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.digitaltrends.com/home/smart-water-meter-use-in-drought/> [Πρόσβαση στις 5 Nov. 2017].

Centre for Economics and Business Research Ltd, (2010). The Cloud Dividend: Part One. The economic benefits of cloud computing to business and the wider EMEA economy France, Germany, Italy, Spain and the UK, 32, 33

CHINA URBAN SUSTAINABILITY COALITION (2015). TEN KEY PRINCIPLES OF LOW CARBON URBANIZATION: SUPPORTING CHINA'S NEW TYPE OF URBANIZATION.

Cimmino, A., Pecorella, T., Fantacci, R., Granelli, F., Rahman, T., Sacchi, C., Carlini, C. and Harsh, P. (2013). The role of small cell technology in future Smart City applications. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 25(1), pp.11-20.

City of Pittsburgh Proposal Beyond Traffic: The Smart City Challenge, 2016

Citykeys-project.eu. (2015). CITYKeys - Performance measurement framework. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: http://www.citykeys-project.eu/citykeys/cities_and_regions/Performance-measurement-framework [Πρόσβαση στις 28 Jan. 2018].

Cizelj, B. and Sinkovec, B. (2012). Knowledge cities and Smart cities.

Cleverley, M., Dejewski, D., Hogan, J. and McDonald, R. (2014). An IBM Academy of Technology Perspective about FirstNet, a Public Safety Network.

Clohessy, T., Acton, T. and Morgan, L. (2014). Smart City as a Service (SCaaS) - A Future Roadmap for E-Government Smart City Cloud Computing Initiatives.

Contrastisa, F. (2008). CSC receives 5,000 text messages on gov't issues. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] philstar.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.philstar.com:8080/cebu-news/54409/csc-receives-5000-text-messages-gov%E2%80%99t-issues> [Πρόσβαση στις 5 Aug. 2017].

Cowley, R. (2016). SCIENCE FICTION AND THE SMART-ECO CITY.

- Cpuc.ca.gov. (2017). The Benefits of Smart Meters. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.cpuc.ca.gov/General.aspx?id=4853> [Πρόσβαση στις 5 Nov. 2017].
- Crowdsignals.io. (2018). CrowdSignals.io: A Massive New Mobile Data Collection Campaign. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://crowdsignals.io/> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].
- Cubesensors.com. (2018). CubeSensors: Smart and stylish Cubes for a healthier home. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://cubesensors.com/> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].
- CVO. (2017). Amsterdam : The Lead to Smart Mobility. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.corporate-vehicle-observatory.com/news/amsterdam-lead-smart-mobility> [Πρόσβαση στις 14 Jan. 2018].
- D. J. Cook, G. Duncan, G. Sprint and R. L. Fritz, "Using Smart City Technology to Make Healthcare Smarter," in Proceedings of the IEEE, vol. 106, no. 4, pp. 708-722, April 2018.
doi: 10.1109/JPROC.2017.2787688
- D. Kuemper, T. Iggena, M. Fischer, R. Toenjes and E. Pulvermueller, "Monitoring data stream reliability in smart city environments," 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Reston, VA, 2016, pp. 571-576. doi: 10.1109/WF-IoT.2016.7845441
- Davies W. (2015) Developing Knowledge Cities. In: Davies W. (eds) Theme Cities: Solutions for Urban Problems. GeoJournal Library, vol 112. Springer, Dordrecht
- de Jong, M., Joss, S., Schraven, D., Zhan, C. and Weijnen, M. (2015). Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. Journal of Cleaner Production, 109, pp.25-38.
- Deakin, M. (2013). Smart Cities: Governing, Modelling and Analysing the Transition. I Taylor & Francis, pp.91 - 93.
- Deutscher Bundestag (2017). Petitionen: Startseite. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Epetitionen.bundestag.de. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://epetitionen.bundestag.de/> [Πρόσβαση στις 23 Sep. 2017].
- Dicksteen, L. (2015). ParkiFi: Engineered to take the stress out of finding a parking space. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] InnovatioNews. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.innovationews.com/ParkiFi-Engineered-to-take-the-stress-out-of-finding-a-parking-space/> [Πρόσβαση στις 5 Jun. 2017].
- Dubbeldeman, R. and Ward, S. (2015). Smart Cities How rapid advances in technology are reshaping our economy and society.
- E. Asimakopoulou and N. Bessis, "Buildings and Crowds: Forming Smart Cities for More Effective Disaster Management," 2011 Fifth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, Seoul, 2011, pp. 229-234. doi: 10.1109/IMIS.2011.129
- E. M. Oproiu, M. Iordache, C. Patachia, C. Costea and I. Marghescu, "Development and implementation of a Smart City Use Case in a 5G mobile network's operator," 2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR), Belgrade, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/TELFOR.2017.8249292

- E. Markova et al., "Flexible Spectrum Management in a Smart City Within Licensed Shared Access Framework," in IEEE Access, vol. 5, pp. 22252-22261, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2758840
- E. Theodoridis, G. Mylonas and I. Chatzigiannakis, "Developing an IoT Smart City framework," IISA 2013, Piraeus, 2013, pp. 1-6. doi: 10.1109/IISA.2013.6623710
- E. Z. Tragos et al., "Enabling reliable and secure IoT-based smart city applications," 2014 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PERCOM WORKSHOPS), Budapest, 2014, pp. 111-116. doi: 10.1109/PerComW.2014.6815175
- Ehrenberg, N. (2017). Smart Buildings. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Siemens.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/infrastructure-and-finance/smart-cities-smart-buildings.html> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].
- EILU, E. (2009). A SYSTEMATIC APPROACH TO DESIGNING AND IMPLEMENTING E-GOVERNMENT SYSTEMS IN THE DEVELOPING WORLD. Makerere University.
- Eleni I. Vlahogianni, Konstantinos Kepaptsoglou, Vassileios Tsetsos & Matthew G. Karlaftis (2016) A Real-Time Parking Prediction System for Smart Cities, Journal of Intelligent Transportation Systems, 20:2, 192-204, DOI: 10.1080/15472450.2015.1037955
- Enbysk, L. (2013). Smart Cities Council | An amazing story of GE e-health technologies and an urban slum. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Smartcitiescouncil.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://smartcitiescouncil.com/article/amazing-story-ge-e-health-technologies-and-urban-slum> [Πρόσβαση στις 22 Jan. 2018].
- Escolar, S., Carretero, J., Marinescu, M. and Chessa, S. (2014). Estimating Energy Savings in Smart Street Lighting by Using an Adaptive Control System. International Journal of Distributed Sensor Networks, 10(5), p.971587.
- EVERYTHING IoT Smart Products Platform. (2018). EVERYTHING IoT Smart Products Platform | . [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://evrythng.com> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].
- Express News Service (2014). Requirements and future of smart cities. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Express Computer. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://computer.expressbpd.com/columns/icts-and-smart-cities/2434/> [Πρόσβαση στις 10 Dec. 2017].
- F. Andreini, F. Crisciani, C. Cicconetti and R. Mambrini, "A scalable architecture for geo-localized service access in smart cities," 2011 Future Network & Mobile Summit, Warsaw, 2011, pp. 1-8.
- F. Leccese, "Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors", IEEE Trans. Power Del., vol. 28, no. 1, pp. 21-28, Jan. 2013.
- F. Smith, S., J. Barlow,, G., Xie, X. and B. Rubinstein, Z. (2013). SURTRAC: Scalable Urban Traffic Control.
- Fältcom. (2018). Wifi onboard buses and trains - dependable high-speed internet with statistics. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://faltcom.com/discover-miips-open-iot-platform/apps/internet-onboard/> [Πρόσβαση στις 25 Jan. 2018].

Finley, K. (2015). Smart Meters Snitch on Water Wasters in a Drought. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] WIRED. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.wired.com/2015/06/smart-water-meters-let-cities-spot-drought-defiers/> [Πρόσβαση στις 5 Nov. 2017].

FIRSTNET (2012). FIRST RESPONDER NETWORK AUTHORITY BOARD OF DIRECTORS RECRUITMENT PROSPECTUS.

ForgeRock.com. (2018). Digital Health - ForgeRock.com. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.forgerock.com/identity-solutions/digital-health/> [Πρόσβαση στις 14 Jan. 2018].

Frank Webster (2001) Re-inventing place: Birmingham as an information city?, *City*, 5:1, 27-46, DOI: 10.1080/13604810125315

G. Abdelbacet, Z. Ghada, S. Mounir and K. Abdennaceur, "A real time environmental monitoring for smart city surveillance based GUI on Android platform," 2015 IEEE 12th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD15), Mahdia, 2015, pp. 1-6. doi: 10.1109/SSD.2015.7348254

G. Baldoni, M. Melita, S. Micalizzi, C. Rametta, G. Schembra and A. Vassallo, "A dynamic, plug-and-play and efficient video surveillance platform for smart cities," 2017 14th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, 2017, pp. 611-612. doi: 10.1109/CCNC.2017.7983190

G. W. Denardin, C. H. Barriquello, A. Campos, R. N. do Prado, "An intelligent system for street lighting monitoring and control", *Proc. Brazil. Power Electron. Conf.*, pp. 274-278, 2009.

Gans, W., Alberini, A. and Longo, A. (2013). Smart meter devices and the effect of feedback on residential electricity consumption: Evidence from a natural experiment in Northern Ireland. 36.

Ghosh, Sumit, and Tony S Lee. *Intelligent Transportation Systems*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. Print.

Grydehøj, A., & Kelman, I. (2016). Island smart eco-cities: Innovation, secessionary enclaves, and the selling of sustainability. *Urban Island Studies*, 2, 1-24

H. Ali, W. Y. Chew, F. Khan and S. R. Weller, "Design and implementation of an IoT assisted real-time ZigBee mesh WSN based AMR system for deployment in smart cities," 2017 IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE), Oshawa, ON, 2017, pp. 264-270. doi: 10.1109/SEGE.2017.8052810

H. Ali, W. Y. Chew, F. Khan and S. R. Weller, "Design and implementation of an IoT assisted real-time ZigBee mesh WSN based AMR system for deployment in smart cities," 2017 IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE), Oshawa, ON, 2017, pp. 264-270. doi: 10.1109/SEGE.2017.8052810

H. Hou, "The Application of Blockchain Technology in E-Government in China," 2017 26th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), Vancouver, BC, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICCCN.2017.8038519

H. R. Chi, K. F. Tsang, K. T. Chui, H. S. H. Chung, B. W. K. Ling and L. L. Lai, "Interference-Mitigated ZigBee-Based Advanced Metering Infrastructure," in *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 12, no. 2, pp. 672-684, April 2016. doi: 10.1109/TII.2016.2527618

Hara, M., Nagao, T., Hanno, S. and Nakamura, J. (2016). New Key Performance Indicators for a Smart Sustainable City. *Sustainability*, 8(3), p.206.

Heeks, R. (2004). eGovernment for Development - mGovernment Case Study: TXT CSC: SMS Service for the Philippines Civil Service Commission. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Egov4dev.org. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.egov4dev.org/mgovernment/resources/case/txtcsc.shtml> [Πρόσβαση στις 5 Aug. 2017].

Huizinga, R. (2018). CitySense - Twilight - Empowering Intelligence. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Twilight - Empowering Intelligence. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.twilight.com/citysense/> [Πρόσβαση στις 13 Jan. 2018].

İ. Kök, M. U. Şimşek and S. Özdemir, "A deep learning model for air quality prediction in smart cities," 2017 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Boston, MA, 2017, pp. 1983-1990.

doi: 10.1109/BigData.2017.8258144

IDC, I. (2016). IDC MaturityScape Benchmark A User's Guide to Assessing Organizational Strengths and Challenges. Document #259866.

IEEE Spectrum: Technology, Engineering, and Science News. (2016). Pittsburgh's AI Traffic Signals Will Make Driving Less Boring. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://spectrum.ieee.org/cars-that-think/robotics/artificial-intelligence/pittsburgh-smart-traffic-signals-will-make-driving-less-boring> [Πρόσβαση στις 18 Jun. 2017].

iiconsortium.org. (2018). Energy Management Testbed | Industrial Internet Consortium. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.iiconsortium.org/energy-management.htm> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].

Investopedia. (2018). Blockchain. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> [Πρόσβαση στις 21 Jan. 2018].

IoTUK. (2017). Home - IoTUK. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://iotuk.org.uk/> [Πρόσβαση στις 19 Dec. 2017].

i-SCOOP. (2018). Smart city best practices as learned from existing smart cities. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.i-scoop.eu/smart-cities-smart-city/smart-city-best-practices/> [Πρόσβαση στις 3 Mar. 2018].

Ishida, T. (2017). Digital City, Smart City and Beyond.

ISO 37120:2014, I. (2018). ISO 37120:2014 - Sustainable development of communities -- Indicators for city services and quality of life. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Iso.org. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.iso.org/standard/62436.html> [Πρόσβαση στις 2 Apr. 2018].

ITUNNEWS. (2014). What is a smart sustainable city?. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://itunews.itu.int/en/5215-What-is-a-smart-sustainable-city.note.aspx> [Πρόσβαση στις 5 Feb. 2017].

J. Lee, S. Baik and C. Choonhwa Lee, "Building an Integrated Service Management Platform for Ubiquitous Cities," in *Computer*, vol. 44, no. 6, pp. 56-63, June 2011. doi: 10.1109/MC.2011.131

J. Liu, C. Feng, X. Suo, A. Yun, "Street lamp control system based on power carrier wave", Proc. Int. Symp. Intell. Inf. Technol. Appl. Workshops, pp. 184-188, Dec. 2008.

J. Liu, H. Shen and X. Zhang, "A Survey of Mobile Crowdsensing Techniques: A Critical Component for the Internet of Things," 2016 25th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), Waikoloa, HI, 2016, pp. 1-6. doi: 10.1109/ICCCN.2016.7568484

J. M. G. Duarte, E. Cerqueira and L. A. Villas, "Indoor patient monitoring through Wi-Fi and mobile computing," 2015 7th International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS), Paris, 2015, pp. 1-5. doi: 10.1109/NTMS.2015.7266497

J. Wan, D. Li, C. Zou and K. Zhou, "M2M Communications for Smart City: An Event-Based Architecture," 2012 IEEE 12th International Conference on Computer and Information Technology, Chengdu, 2012, pp. 895-900. doi: 10.1109/CIT.2012.188

J. Wang, C. Jiang, K. Zhang, T. Q. S. Quek, Y. Ren and L. Hanzo, "Vehicular Sensing Networks in a Smart City: Principles, Technologies and Applications," in IEEE Wireless Communications, vol. 25, no. 1, pp. 122-132, February 2018. doi: 10.1109/MWC.2017.1600275

Joshi, S., Saxena, S. and Godbole, T. (2016). Developing Smart Cities: An Integrated Framework. Procedia Computer Science, 93, pp.902-909.

K. Biswas and V. Muthukkumarasamy, "Securing Smart Cities Using Blockchain Technology," 2016 IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), Sydney, NSW, 2016, pp. 1392-1393. doi: 10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0198

K. Rajput, G. Khatav, M. Pujari, P. Yadav, "Intelligent street lighting system using GSM", Int. J. Eng. Sci. Invention, vol. 2, no. 3, pp. 60-69, 2013.

Karadag, T. (2013). AN EVALUATION OF THE SMART CITY APPROACH. Middle East Technical University.

Kazmi A., Jan Z., Zappa A., Serrano M. (2017) Overcoming the Heterogeneity in the Internet of Things for Smart Cities. In: Podnar Žarko I., Broering A., Soursos S., Serrano M. (eds) Interoperability and Open-Source Solutions for the Internet of Things. InterOSS-IoT 2016. Lecture Notes in Computer Science, vol 10218. Springer, Cham

Khandavilli, S. (2017). Intel Creates Smart Building Using IoT.

Kim, J. and Yoo, U. (2015). New Sustainable Urban Design Strategies for the Beijing Region's Most Extensive Green, Compact City: Case Study of Bohai Innovation City.

Kim, K. (2018). Low-carbon smart cities. Cham, Switzerland: Springer Verlag.

Klein C., Kaefer G. (2008) From Smart Homes to Smart Cities: Opportunities and Challenges from an Industrial Perspective. In: Balandin S., Moltchanov D., Koucheryav Y. (eds) Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking. NEW2AN 2008. Lecture Notes in Computer Science, vol 5174. Springer, Berlin, Heidelberg

Kostas Ergazakis, Kostas Metaxiotis, John Psarras, (2004) "Towards knowledge cities: conceptual analysis and success stories", Journal

Kramers, A., Höjer, M., Lövehagen, N. and Wangel, J. (2014). Smart sustainable cities – Exploring ICT solutions for reduced energy use in cities. *Environmental Modelling & Software*, 56, pp.52-62.

Kruger, L. (2017). *The First Responder Network (FirstNet) and Next-Generation Communications for Public Safety: Issues for Congress*.

L. Anthopoulos and P. Fitsilis, "From Digital to Ubiquitous Cities: Defining a Common Architecture for Urban Development," 2010 Sixth International Conference on Intelligent Environments, Kuala Lumpur, 2010, pp. 301-306. doi: 10.1109/IE.2010.61

L. Filipponi, A. Vitaletti, G. Landi, V. Memeo, G. Laura and P. Pucci, "Smart City: An Event Driven Architecture for Monitoring Public Spaces with Heterogeneous Sensors," 2010 Fourth International Conference on Sensor Technologies and Applications, Venice, 2010, pp. 281-286. doi: 10.1109/SENSORCOMM.2010.50

L. J. Chen et al., "An Open Framework for Participatory PM2.5 Monitoring in Smart Cities," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 14441-14454, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2723919

L. Manqele, R. Adeogun, M. Dlodlo and L. Coetzee, "Multi-objective decision-making framework for effective waste collection in smart cities," 2017 Global Wireless Summit (GWS), Cape Town, 2017, pp. 155-159. doi: 10.1109/GWS.2017.8300475

L. Peizhe, W. Muqing, L. Wenxing and Z. Min, "A Game-Theoretic and Energy-Efficient Algorithm in an Improved Software-Defined Wireless Sensor Network," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 13430-13445, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2727139

L. Sanchez et al., "SmartSantander: The meeting point between Future Internet research and experimentation and the smart cities," 2011 Future Network & Mobile Summit, Warsaw, 2011, pp. 1-8.

Lakshminarasimhan, M. (2016). *Advanced Traffic Management System Using Internet of Things*.

Lightguardsystems.com. (2017). Smart Crosswalk™ In-Roadway Warning Light (IRWL) System. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.lightguardsystems.com/smart-crosswalk-in-roadway-warning-light-irwl-system/> [Πρόσβαση στις 24 Feb. 2018].

Lindfield, M. and Steinberg, F. (2012). *Green Cities*. Mandaluyong: Asian Development Bank.

M. Al-Hader, A. Rodzi, A. R. Sharif and N. Ahmad, "Smart City Components Architecture," 2009 International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation, Brno, 2009, pp. 93-97. doi: 10.1109/CSSim.2009.34

M. Barbiroli, F. Fuschini, G. Tartarini and G. E. Corazza, "Smart Metering Wireless Networks at 169 MHz," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 8357-8368, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2694853

M. Blackstock, N. Kaviani, R. Lea and A. Friday, "MAGIC Broker 2: An open and extensible platform for the Internet of Things," 2010 Internet of Things (IOT), Tokyo, 2010, pp. 1-8. doi: 10.1109/IOT.2010.5678443

M. Dalla Cia et al., "Using Smart City Data in 5G Self-Organizing Networks," in *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 645-654, April 2018. doi: 10.1109/JIOT.2017.2752761

- M. H. Sheu, L. H. Chang, S. C. Hsia and C. C. Sun, "Intelligent system design for variable color temperature LED street light," 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW), Nantou, 2016, pp. 1-2. doi: 10.1109/ICCE-TW.2016.7520912
- M. Lom, O. Pribyl and M. Svitek, "Industry 4.0 as a part of smart cities," 2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP), Prague, 2016, pp. 1-6. doi: 10.1109/SCSP.2016.7501015 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7501015&isnumber=7501002>
- M. Marchiori, "The Smart Cheap City: Efficient Waste Management on a Budget," 2017 IEEE 19th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 15th International Conference on Smart City; IEEE 3rd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS), Bangkok, 2017, pp. 192-199. doi: 10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2017.25
- M. Sanduleac et al., "Energy ecosystem in smart cities — Privacy and security solutions for citizen's engagement in a multi-stream environment," 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Trento, 2016, pp. 1-4. doi: 10.1109/ISC2.2016.7580739
- M. Suresh, U. Muthukumar and J. Chandapillai, "A novel smart water-meter based on IoT and smartphone app for city distribution management," 2017 IEEE Region 10 Symposium (TENSYMP), Cochin, 2017, pp. 1-5. doi: 10.1109/TENCONSpring.2017.8070088
- Marcus, M. (2016). Tel Aviv at the Smart City Expo 2016.
- Marijuán, A., Etmnan, G. and Möller, S. (2013). SMART CITIES INFORMATION SYSTEM KEY PERFORMANCE INDICATOR GUIDE VERSION: 2.0.
- Marketplace.thingworx.com. (2018). ThingWorx IoT Marketplace. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://marketplace.thingworx.com/Partners/Aquamatix> [Πρόσβαση στις 23 Jan. 2018].
- Moscow City Web Site. (2017). Active Citizen and government service centres count relocation project votes / News / Moscow City Web Site. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.mos.ru/en/news/item/25633073/> [Πρόσβαση στις 25 Jan. 2018].
- N. Javaid et al., "An Intelligent Load Management System With Renewable Energy Integration for Smart Homes," in IEEE Access, vol. 5, pp. 13587-13600, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2715225
- N. Kumar, A. V. Vasilakos and J. J. P. C. Rodrigues, "A Multi-Tenant Cloud-Based DC Nano Grid for Self-Sustained Smart Buildings in Smart Cities," in IEEE Communications Magazine, vol. 55, no. 3, pp. 14-21, March 2017. doi: 10.1109/MCOM.2017.1600228CM
- N. Mohamed, J. Al-Jaroodi, I. Jawhar, S. Lazarova-Molnar and S. Mahmoud, "SmartCityWare: A Service-Oriented Middleware for Cloud and Fog Enabled Smart City Services," in IEEE Access, vol. 5, pp. 17576-17588, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2731382
- N. Ouerhani, N. Pazos, M. Aeberli and M. Muller, "IoT-based dynamic street light control for smart cities use cases," 2016 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), Yasmine Hammamet, 2016, pp. 1-5. doi: 10.1109/ISNCC.2016.7746112
- Nam, T. and Pardo, T. (2011). Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions.

- Nam, T., Walker, S., Gil-Garcia, J. and Mellouli, S. (2012). Understanding Smart Cities: An Integrative Framework.
- Naveh Safir, I. (2014). TEL AVIV SMARTCITY.
- Needtoknow.nas.edu. (2017). The National Academies presents: What You Need to Know About Energy. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://needtoknow.nas.edu/energy/energy-use/transportation/> [Πρόσβαση στις 28 May 2017].
- New, J., Castro, D. and Beckwith, M. (2017). How National Governments Can Help Smart Cities Succeed.
- NIST (2018). National Institute of Standards and Technology | NIST. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.nist.gov/>.
- Nowicka, K. (2014). Smart City Logistics on Cloud Computing Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, pp.266-281.
- O. Valgaev, F. Kupzog and H. Schmeck, "Building power demand forecasting using K-nearest neighbours model – practical application in Smart City Demo Aspern project," in *CIREN - Open Access Proceedings Journal*, vol. 2017, no. 1, pp. 1601-1604, 10 2017. doi: 10.1049/oap-cired.2017.0419
- odríguez-Bolívar, M. (2015). Transforming City Governments for Successful Smart Cities.
- Odugbemi, S. and Lee, T. (2011). Accountability through public opinion. Washington, D.C.: World Bank of Knowledge Management, Vol. 8 Issue: 5, pp.5-15, doi: 10.1108/13673270410558747
- P. Barnaghi, M. Bermudez-Edo and R. Tonjes, 2015. Challenges for Quality of Data in Smart Cities. " *ACM J. Data Inform. Quality* 0, 0, Article 0 (2015), 3 pages. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/0000000.0000000>
- P. C. Veena, P. Tharakan, H. Haridas, K. Ramya, R. Joju and T. S. Jyothis, "Smart street light system based on image processing," 2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), Nagercoil, 2016, pp. 1-5. doi: 10.1109/ICCPCT.2016.7530216
- P. Sotres, J. R. Santana, L. Sánchez, J. Lanza and L. Muñoz, "Practical Lessons From the Deployment and Management of a Smart City Internet-of-Things Infrastructure: The SmartSantander Testbed Case," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 14309-14322, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2723659
- P. T. Daely, H. T. Reda, G. B. Satrya, J. W. Kim and S. Y. Shin, "Design of Smart LED Streetlight System for Smart City With Web-Based Management System," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, no. 18, pp. 6100-6110, Sept.15, 15 2017. doi: 10.1109/JSEN.2017.2734101
- Parkifi.com. (2017). ParkiFi- Find The Best Parking, Pay From Your Phone. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.parkifi.com/> [Πρόσβαση στις 5 Jun. 2017].
- Patrizia Lombardi , Silvia Giordano , Hend Farouh & Wael Yousef (2012) Modelling the smart city performance, *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 25:2, 137-149, DOI: 10.1080/13511610.2012.660325
- Peeples, D. (2016). Smart Cities Council | How two Dutch cities got a clean, green mass transit system. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Smartcitiescouncil.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο:

<https://smartcitiescouncil.com/article/how-two-dutch-cities-got-clean-green-mass-transit-system> [Πρόσβαση στις 14 Jan. 2018].

Peña, Jon M., A Public Private Approach to Public Safety Communications: The Best Way to Make Rapid and Affordable Progress in Implementing the Government's FirstNet Plan Is to Start by Taking Advantage of the Existing Commercial Infrastructure (2013). *Issues in Science and Technology*, Summer 2013. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2754749>

Persistent Systems Ltd (2017). Open Source Consortium for Smart Cities India.

Philips (2015). Los Angeles – Philips Lighting. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] [Lighting.philips.com](http://lighting.philips.com). Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.lighting.philips.com/main/cases/cases/road-and-street/los-angeles> [Πρόσβαση στις 13 Jan. 2018].

Pocket-lint, (2018). What is ZigBee and why is it important for your smart home? - Pocket-lint. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.pocket-lint.com/smart-home/news/129857-what-is-zigbee-and-why-is-it-important-for-your-smart-home>.

Ponz A., Rodríguez-Garavito C.H., García F., Lenz P., Stiller C., Armingol J.M. (2015) Laser Scanner and Camera Fusion for Automatic Obstacle Classification in ADAS Application. In: Helfert M., Krempels KH., Klein C., Donellan B., Guiskhin O. (eds) *Smart Cities, Green Technologies, and Intelligent Transport Systems. Communications in Computer and Information Science*, vol 579. Springer, Cham

Ptc.com. (2018). Smart Water Technologies Help Cities Get Smarter | PTC. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.ptc.com/en/thingworx-blog/smart-water-technologies-help-cities-get-smarter> [Πρόσβαση στις 23 Jan. 2018].

Ptc.com. (2018). Technology Platforms and Solutions to Unlock the Value of the IoT | PTC. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.ptc.com> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].

Quyet Cao Huu. Policy-based usage control for trustworthy data sharing in smart cities. *Networking and Internet Architecture [cs.NI]*. Institut National des Télécommunications, 2017. English. <NNT : 2017TELE0010>. <tel-01596001>

R. Abhishek, S. Zhao and D. Medhi, "SPArTaCuS: Service priority adaptiveness for emergency traffic in smart cities using software-defined networking," 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), Trento, 2016, pp. 1-4. doi: 10.1109/ISC2.2016.7580854

R. Caponetto, G. Dongola, L. Fortuna, N. Riscica, D. Zufacchi, "Power consumption reduction in a remote controlled street lighting system", *Proc. Int. Symp. Power Elect. Elect. Drives Autom. Motion*, pp. 428-433, Jun. 2008.

R. Chaudhary, A. Jindal, G. S. Auja, N. Kumar, A. K. Das and N. Saxena, "LSCSH: Lattice-Based Secure Cryptosystem for Smart Healthcare in Smart Cities Environment," in *IEEE Communications Magazine*, vol. 56, no. 4, pp. 24-32, APRIL 2018. doi: 10.1109/MCOM.2018.1700787

R. Chen and H. m. Wang, "Research on organization structure and operation efficiency of extreme floods emergency management under "bureaucracy-cooperation" system: Taking Huaihe River Basin as a case," 2014 International Conference on Management Science & Engineering 21th

Annual Conference Proceedings, Helsinki, Finland, 2014, pp. 2095-2101.

doi: 10.1109/ICMSE.2014.6930494

R. F. Fernandes, C. C. Fonseca, D. Brandão, P. Ferrari, A. Flammini and A. Vezzoli, "Flexible Wireless Sensor Network for smart lighting applications," 2014 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, Montevideo, 2014, pp. 434-439.

doi: 10.1109/I2MTC.2014.6860782

R. Rivera, J. G. Robledo, V. M. Larios and J. M. Avalos, "How digital identity on blockchain can contribute in a smart city environment," 2017 International Smart Cities Conference (ISC2), Wuxi, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/ISC2.2017.8090839

R. Wenge, X. Zhang, C. Dave, L. Chao and S. Hao, "Smart city architecture: A technology guide for implementation and design challenges," in *China Communications*, vol. 11, no. 3, pp. 56-69, March 2014. doi: 10.1109/CC.2014.6825259

Reese, A. (2017). Moscow pilots blockchain e-voting. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] *Cities Today - Connecting the world's urban leaders*. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: https://cities-today.com/moscow-pilots-blockchain-e-voting/?utm_source=cities-today&utm_medium=newsletter&utm_campaign=171207 [Πρόσβαση στις 25 Jan. 2018].

Rossi, B. (2014). Smart cities can the data centre cope?. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] *Information Age*. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://www.information-age.com/smart-cities-can-data-centre-cope-123458235/> [Πρόσβαση στις 10 Dec. 2017].

S. Ayub, S. Kariyawasam, M. Honary and B. Honary, "A practical approach of VLC architecture for smart city," 2013 Loughborough Antennas & Propagation Conference (LAPC), Loughborough, 2013, pp. 106-111. doi: 10.1109/LAPC.2013.6711862

S. Cho, V. Dhingra, "Street lighting control based on lonworks power line communication", *Proc. IEEE Int. Symp. Power Line Commun. Appl.*, pp. 396-398, Apr. 2008.

S. Dey, A. Chakraborty, S. Naskar and P. Misra, "Smart city surveillance: Leveraging benefits of cloud data stores," 37th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks - Workshops, Clearwater, FL, 2012, pp. 868-876. doi: 10.1109/LCNW.2012.6424076

S. Djahel, R. Doolan, G. M. Muntean and J. Murphy, "A Communications-Oriented Perspective on Traffic Management Systems for Smart Cities: Challenges and Innovative Approaches," in *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 1, pp. 125-151, Firstquarter 2015.

S. Ravi and T. Jawahar, "Smart city solid waste management leveraging semantic based collaboration," 2017 International Conference on Computational Intelligence in Data Science (ICCIDS), Chennai, 2017, pp. 1-4. doi: 10.1109/ICCIDS.2017.8272627

S. Sharmin, F. N. Nur, M. A. Razzaque, M. M. Rahman, A. Almogren and M. M. Hassan, "Tradeoff Between Sensing Quality and Network Lifetime for Heterogeneous Target Coverage Using Directional Sensor Nodes," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 15490-15504, 2017.

doi: 10.1109/ACCESS.2017.2718548

Sas.com. (2018). What is Big Data and why it matters. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html [Πρόσβαση στις 27 Jan. 2018].

SCC Staff (2014). Smart Cities Council | Dissecting ISO 37120: Why this new smart city standard is good news for cities. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Smartcitiescouncil.com. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://smartcitiescouncil.com/article/dissecting-iso-37120-why-new-smart-city-standard-good-news-cities> [Πρόσβαση στις 2 Apr. 2018].

Sce.com. (2017). Southern California Edison - SCE. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.sce.com> [Πρόσβαση στις 5 Nov. 2017].

Scott, K. (2016). *The Digital City and Mediated Urban Ecologies*. Cham: Springer International Publishing.

Scottish Cities Alliance (2014). *Smart Cities Maturity Model and Self Assessment Tool. Guidance Note for completion of Self Assessment Tool*.

Shin, M., Cornelius, C., Peebles, D., Kapadia, A., Kotz, D. and Triandopoulos, N. (2011). AnonySense: A system for anonymous opportunistic sensing. *Pervasive and Mobile Computing*, 7(1), pp.16-30.

Siegfried T. (2002) *The Experience of German Local Communities with e-Government—Results of the MEDIA@Komm Project*. In: Traunmüller R., Lenk K. (eds) *Electronic Government. EGOV 2002. Lecture Notes in Computer Science*, vol 2456. Springer, Berlin, Heidelberg

Siemens AG (2014). *Intelligent infrastructure: key for our future*.

Singh, S. (2015). *E-Governance State-of-the-Art Survey: Stuttgart, Germany*.

Smart Cities World. (2017). Dutch city deploys “light on demand”. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://smartcitiesworld.net/news/news/dutch-city-deploys-light-on-demand-2384> [Πρόσβαση στις 13 Jan. 2018].

Smart meter enabled disaggregation of urban peak water demand: precursor to effective urban water planning Graham Cole & Rodney A. Stewart *Urban Water Journal* Vol. 10 , Iss. 3,2013

Sofeska, E. (2017). *Understanding the Livability in a City Through Smart Solutions and Urban Planning Toward Developing Sustainable Livable Future of the City of Skopje*. Elsevier, pp.442-453.

Srikanth, S. V., P. J. Pramod, K. P. Dileep, S. Tapas, Mahesh U. Patil and N. Sarat Chandra Babu. “Design and Implementation of a Prototype Smart PARKing (SPARK) System Using Wireless Sensor Networks.” *2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (2009)*: 401-406.

Sullivan, C. and Burger, E. (2017). E-residency and blockchain. *Computer Law & Security Review*, 33(4), pp.470-481.

Sun, J., Yan, J. and Zhang, K. (2016). Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to smart cities. *Financial Innovation*, 2(1).

Surtrac. (2017). Surtrac - intelligent traffic signals. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.surtrac.net/> [Πρόσβαση στις 18 Jun. 2017].

Suzuki, H. and Dastur, A. (2010). *Eco2 Cities Ecological Cities as Economic Cities*.

- Suzuki, L. (2015). Smart City Research. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Today's Smart Cities Design: Where is our collective Right to the City?. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <http://http://www.smartcityresearch.com/> [Πρόσβαση στις 5 Feb. 2017].
- Suzuki, L.C.S.R. (2015) "Data as Infrastructure for Smart Cities", PhD Thesis, University College London'.
- Sweeney, D. (2015). Still scratching your head over the MTA's "My Bus Tracker"? | Baltimore Brew. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Baltimore Brew. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.baltimorebrew.com/2015/02/10/still-scratching-your-head-over-the-mtas-my-bus-tracker/> [Πρόσβαση στις 15 Oct. 2017].
- Swigert, E. (2012). Unicef Urban Population Map. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Unicef.org. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.unicef.org/sowc2012/urbanmap/> [Πρόσβαση στις 25 Nov. 2017].
- Techopedia.com. (2018). What is Big Data? - Definition from Techopedia. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.techopedia.com/definition/27745/big-data> [Πρόσβαση στις 27 Jan. 2018].
- Tel Aviv Municipality. (2014). TEL AVIV SMART CITY
- Toppeta, D. (2010). The Smart City vision: How Innovation and ICT can build smart, "liveable", sustainable cities.
- Tracy, P. (2016). Case study: Thingworx platform helps company prove energy savings. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] RCR Wireless News. Διαθέσιμο στο σύνδεσμο: <https://www.rcrwireless.com/20161205/internet-of-things/thingworx-ptc-tag31-tag99> [Πρόσβαση στις 7 Jan. 2018].
- Traunmueller, R. (2003). Electronic Government. 1st ed. Prague: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Tripathy P., Chauhan K.A., Khambete A.K. (2017) Smart City Project Selection, Prioritization, Customization and Implementation—Voice of Smart Citizens Case Study of Bhubaneswar and Surat. In: Vinod Kumar T. (eds) E-Democracy for Smart Cities. Advances in 21st Century Human Settlements. Springer, Singapore
- United for Smart Sustainable Cities, (2017). Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities.
- United Nations (2016). Smart cities and infrastructure.
- URBANTIDE, U. (2016). Overview of the Smart Cities Maturity Model.
- V. Bharat, S. Shubham, D. Jagdish, P. Amol and K. Renuka, "Smart water management system in cities," 2017 International Conference on Big Data Analytics and Computational Intelligence (ICBDAC), Chirala, 2017, pp. 267-271. doi: 10.1109/ICBDACI.2017.8070846
- V. Ferreira et al., "Technical and financial assessments for comparison of measurement technologies in the Smart City Buzios Project," in CIRED - Open Access Proceedings Journal, vol. 2017, no. 1, pp. 2914-2917, 10 2017. doi: 10.1049/oap-cired.2017.0671

V. Kostakos, T. Ojala and T. Juntunen, "Traffic in the Smart City: Exploring City-Wide Sensing for Traffic Control Center Augmentation," in IEEE Internet Computing, vol. 17, no. 6, pp. 22-29, Nov.-Dec. 2013. doi: 10.1109/MIC.2013.83

VINOD KUMAR, T. (2016). E-GOVERNANCE FOR SMART CITIES. [S.I.]: SPRINGER VERLAG, SINGAPOR.

Vito Albino, Umberto Berardi & Rosa Maria Dangelico (2015) Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives, Journal of Urban Technology, 22:1, 3-21, DOI: 10.1080/10630732.2014.942092

Vogt, G., Dashja, E. and Robinson, S. (2013). KPIs for S.M.A.R.T. Cities.

Vrabie, C. and Tirziu, A. (2016). E-participation – a Key Factor in Developing Smart Cities. 11.

Vttresearch.com. (2016). Impulse | Smart cities, can the performance be measured?. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.vttresearch.com/Impulse/Pages/Smart-cities,-can-the-performance-be-measured.aspx> [Πρόσβαση στις 28 Jan. 2018].

W. Balid and H. H. Refai, "On the development of self-powered iot sensor for real-time traffic monitoring in smart cities," 2017 IEEE SENSORS, Glasgow, 2017, pp. 1-3. doi: 10.1109/ICSENS.2017.8234157

Wateronline.com. (2017). Innov8 Digital Register. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <https://www.wateronline.com/doc/innov-digital-register-0001> [Πρόσβαση στις 5 Nov. 2017].

Wittig R. (2008) Principles for Guiding Eco-City Development. In: Carreiro M.M., Song YC., Wu J. (eds) Ecology, Planning, and Management of Urban Forests. Springer, New York, NY

Z. H. Mir and Y. B. Ko, "Collaborative Topology Control for Many-to-One Communications in Wireless Sensor Networks," in IEEE Access, vol. 5, pp. 15927-15941, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2722379

Z. Liu, B. Liu and C. W. Chen, "Buffer-Aware Resource Allocation Scheme With Energy Efficiency and QoS Effectiveness in Wireless Body Area Networks," in IEEE Access, vol. 5, pp. 20763-20776, 2017. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2758348

Zeng, Deze & Guo, Song & Cheng, Zixue. (2011). The Web of Things: A Survey (Invited Paper). JCM. 6. 424-438. 10.4304/jcm.6.6.424-438.

Zigbee.org. (2018). Zigbee Alliance. [Διαθέσιμο στο διαδίκτυο] Διαθέσιμο στον σύνδεσμο: <http://www.zigbee.org/> [Πρόσβαση στις 15 Apr. 2018].

Zygiaris, S. (2012). Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. Journal of the Knowledge Economy, 4(2), pp.217-231.

Μαυροφίδης, Θ. (2009). Ψηφιακή πόλη: Μεθοδολογία προδιαγραφής λειτουργικών απαιτήσεων. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Νασιοπούλου, Ι. (2017). ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΟΛΗ: ΡΕΑΛΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΦΑΝΤΑΣΙΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.