



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Smart city upgrade: τεχνο-οικονομική μελέτη
ανάπτυξης και υλοποίησης υπηρεσιών για
αναβάθμιση αστικού ιστού σε έξυπνη πόλη

ΣΤΑΥΡΟΣ ΒΕΤΣΙΚΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ

Διδάσκων – Επιστημονικός συνεργάτης

Λαμία 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Smart city upgrade: τεχνο-οικονομική μελέτη
ανάπτυξης και υλοποίησης υπηρεσιών για
αναβάθμιση αστικού ιστού σε έξυπνη πόλη

ΣΤΑΥΡΟΣ ΒΕΤΣΙΚΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ

Διδάσκων – Επιστημονικός συνεργάτης

Λαμία 2022



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Smart city upgrade: techno-economic study of
development and implementation of services for
upgrading urban web in a smart city

STAVROS VETSIKAS

FINAL THESIS

ADVISOR

THEOFILOS CHRYSIKOS

Tutor

Lamia 2022

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: ...7.../.....7 /2022.....

Ο Δηλών

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία με την χρήση βιβλιογραφίας γίνεται μια τεχνο-οικονομική μελέτη της έξυπνης πόλης. Με το διεθνές φαινόμενο της αστικοποίησης να απασχολεί αρκετές χώρες, η έξυπνη πόλη έρχεται ως μια λύση σε αυτό. Στην Πτυχιακή Εργασία βλέπουμε τους ορισμούς που δίνονται για την έξυπνη πόλη και τις τεχνολογίες που προσφέρει στους κατοίκους αυτής σε διάφορους τομείς, όπως η υγεία, η κινητικότητα, η ασφάλεια κλπ. Στην συνέχεια έχει πραγματοποιηθεί μελέτη για τις τεχνολογίες που πρέπει να εφαρμόσει μια πόλη ώστε να γίνει έξυπνη πόλη. Έπειτα αναφέρονται παραδείγματα τεχνολογιών που έχουν εφαρμόσει και χρησιμοποιούν το Χονγκ Κονγκ, η Νέα Υόρκη, το Ντουμπάι, η Σιγκαπούρη, η Βαρκελώνη και το Άμστερνταμ. Τέλος στην εργασία γίνεται μια μελέτη για το αν συμφέρει οικονομικά μια πόλη να γίνει έξυπνη.

ABSTRACT

In the present Thesis with the use of bibliography is made a technoeconomic study of the smart city. With the international phenomenon of urbanization occupying several countries, the smart city comes as a solution to it. In the Thesis we see the definitions given for the smart city and the technologies it offers to its inhabitants in various fields, such as health, mobility, safety, etc. Then the study has been done on the technologies that a city must apply to become a smart city. The following are examples of technologies applied and used by Hong Kong, New York, Dubai, Singapore, Barcelona and Amsterdam. Finally, at work, a study is made on whether it is financially advantageous for a city to become smart.

Table of Contents

| | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | I |
| ABSTRACT | II |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ SMART CITIES</u> | <u>3</u> |
| (ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ 1.1) | 3 |
| (ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ 1.2)..... | 5 |
| (ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 1.2.Α) | 6 |
| (ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ 1.2.Β) | 7 |
| (SMART CITIES 1.3) | 8 |
| (ΤΙ ΕΙΝΑΙ SMART CITY Η ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΟΡΙΣΜΟΙ 1.3.Α)..... | 11 |
| (ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΑΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ 1.3.Β) | 11 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 SMART CITY TECHNOLOGIES</u> | <u>14</u> |
| (SMART HEALTH 2.1) | 14 |
| (SMART HOME 2.2)..... | 16 |
| (SMART GRID 2.3) | 17 |
| (SMART MOBILITY 2.4)..... | 20 |
| (SMART RETAIL 2.5) | 21 |
| (SMART AGRICULTURE 2.6) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.3 |
| (SMART GOVERNMENT 2.7)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.4 |
| <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΩΝΤΑΣ ΜΙΑ SMART CITY.....</u> | <u>27</u> |
| (ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ INTERNET OF THINGS (ΙΟΤ) 3.1) | 27 |
| (ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 3.1.Α) | 28 |
| (ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ 3.2.Β)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.0 |
| (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) 3.3.Γ) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.1 |
| (BIG DATA ANALYTICS 3.2) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.1 |
| (BIG DATA ANALYTICS ΚΑΙ SMART CITIES 3.1.Α) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.2 |
| (ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ BIG DATA ANALYTICS ΣΤΙΣ SMART CITIES 3.1.Β) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.4 |
| (ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΥΜΟΣΥΝΗ (ARTIFICIAL INTELLIGENCE/ΑΙ) 3.3) . | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.5 |
| (ARTIFICIAL INTELLIGENCE ΚΑΙ SMART CITIES 3.1.Α)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.7 |
| (ΔΙΚΤΥΟ 5G 3.4)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.9 |
| (ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ 5G ΣΤΙΣ ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ 3.1.Α)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.9 |
| (ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (AUGMENTED REALITY/AR) 3.5) | 42 |
| (ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ AUGMENTED REALITY ΣΤΙΣ SMART CITIES 3.1.Α).. | 4ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ. |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ..... 46

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| (ΝΕΑ ΥΟΡΚΗ 4.1) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.6 |
| (SMART MOBILITY 4.1.A) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.7 |
| (SMART ENVIROMENT 4.1.B) | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.8 |
| (SMART GOVERNMENT 4.1.Γ)..... | ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.9 |
| (SMART SAFETY 4.1.Δ)..... | 50 |
| (ΒΑΡΚΕΛΩΝΗ 4.2) | 51 |
| (SMART DISTRICTS 4.2.A) | 52 |
| (E-GOVERNMENT 4.2.B)..... | 52 |
| (L.I.V.E BARCELONA 4.2.Γ) | 53 |
| (DISTRICLIMA 4.2.Δ) | 5ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ. |
| (FAB LAB BARCELONA 4.2.Ε)..... | 55 |
| (ΣΙΓΚΑΠΟΥΡΗ 4.3) | 55 |
| (ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ 4.3.A)..... | 56 |
| (ΑΣΦΑΛΕΙΑ 4.3.B) | 57 |
| (ΑΝΑΓΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ 4.3.Γ) | 58 |
| (ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 4.3.Δ) | 58 |
| (ΕΝΕΡΓΕΙΑ 4.3.Ε) | 59 |
| (ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΠΟΛΙΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ 4.3.ΣΤ)..... | 59 |
| (ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ 4.4) | 61 |
| (SMART ENERGY 4.4.A) | 61 |
| (SMART MOBILITY 4.4.B) | 62 |
| (SAMRT ECONOMY 4.4.Γ) | 63 |
| (ΝΤΟΥΜΠΑΙ 4.5) | 6ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ. |
| (SMART GOVERNANCE 4.5.A) | 65 |
| (SMART MOBILITY 4.5.B) | 65 |
| (SMART HEALTH 4.5.Γ)..... | 66 |
| (SMART BUILDINGS 4.5.Δ) | 68 |
| (ΔΗΜΟΣΙΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑ 4.5.Ε)..... | 69 |
| (ΧΟΝΓΚ ΚΟΝΓΚ 4.6) | 70 |
| (SMART MOBILITY 4.6.A)..... | 71 |
| (SMART LIVING 4.6.B)..... | 73 |
| (SMART GOVERNMENT 4.6.Γ) | 74 |
| (SMART ENVIROMENT 4.6.Δ)..... | 76 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ..... 78

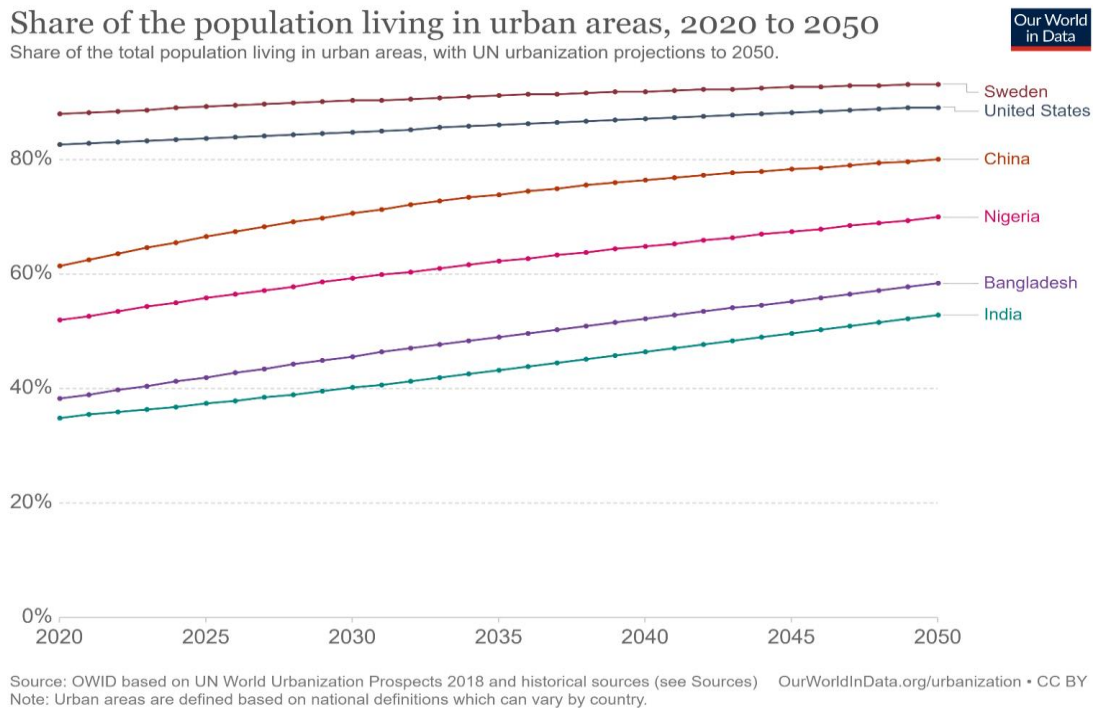
| | |
|--------------------------------------------------------|----|
| (ΚΟΣΤΗ ΜΙΑΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ 5.1)..... | 78 |
| (ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ 5.2) | 79 |
| (Ο ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΣ ΜΙΑΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ 5.3)..... | 81 |
| (ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ 5.4) | 83 |
| (ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 5.5)..... | 86 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Αστικοποίηση και Smart Cities

1.1 Αστικοποίηση

Ένα φαινόμενο που μαστίζει για αρκετά χρόνια τον πλανήτη μας είναι το φαινόμενο της αστικοποίησης. Με τον όρο αστικοποίηση (urbanization στα αγγλικά) εννοούμε την τάση των ανθρώπων για συγκέντρωση στα αστικά κέντρα. Σύμφωνα με έρευνες από το “ourworldindata” “περισσότερο από τον μισό πληθυσμό του πλανήτη ζει σε πόλεις. Πιο συγκεκριμένα περισσότερο από 4 δισεκατομμύρια άνθρωποι ζουν σε αστικά κέντρα, και προβλέπεται ότι μέχρι το 2050 περίπου 7 δισεκατομμύρια άνθρωποι, δηλαδή περισσότερο από τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζεί στις πόλεις [1].

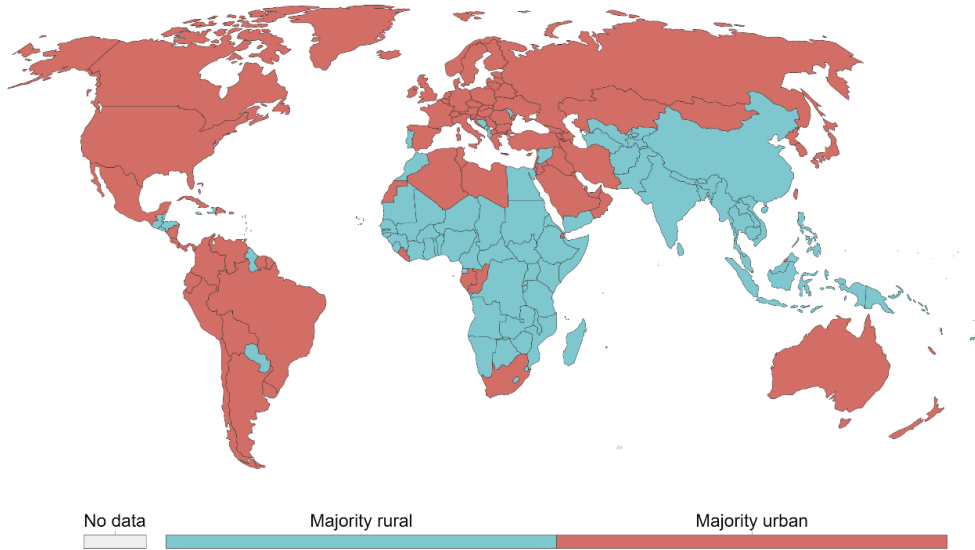


Εικόνα 1. Μερίδιο του πληθυσμού που ζει σε αστικές περιοχές, 2020-2050

Do more people live in urban or rural areas?, 1990

Our World
in Data

Share of the population which live in urban versus rural areas. Here, 'majority urban' indicates more than 50 percent of the population live in urban centres; 'majority rural' indicates less than 50 percent. Urban populations are defined based on the definition of urban areas by national statistical offices. This is based on estimates to 2016, combined with UN projections to 2050.



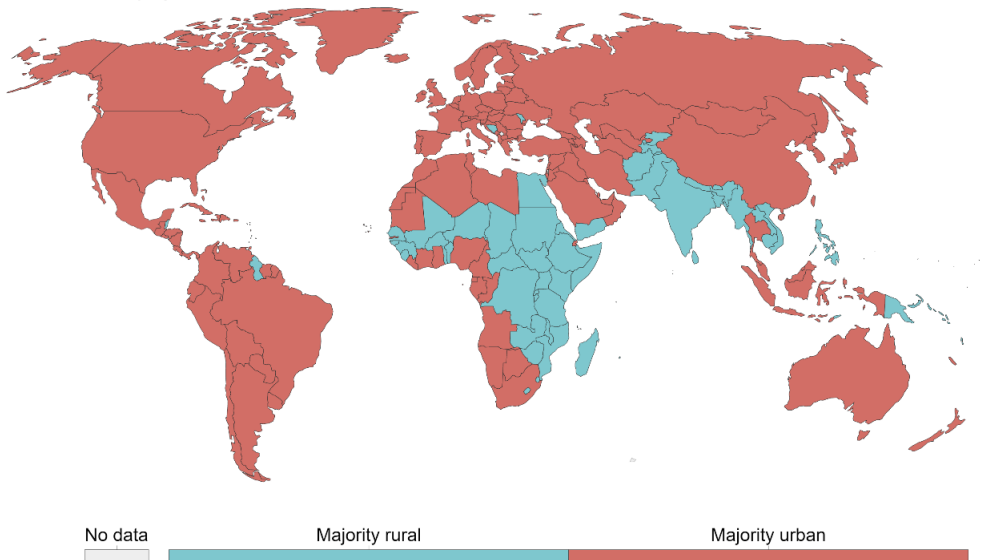
Source: OWID based on UN World Urbanization Prospects (2018) & Historical Sources (see Sources tab)
OurWorldInData.org/urbanization • CC BY

Εικόνα 2. Κατανομή αστικού πληθυσμού (κόκκινο χρώμα) και επαρχιακού πληθυσμού (μπλέ χρώμα) το 1990

Do more people live in urban or rural areas?, 2020

Our World
in Data

Share of the population which live in urban versus rural areas. Here, 'majority urban' indicates more than 50 percent of the population live in urban centres; 'majority rural' indicates less than 50 percent. Urban populations are defined based on the definition of urban areas by national statistical offices. This is based on estimates to 2016, combined with UN projections to 2050.

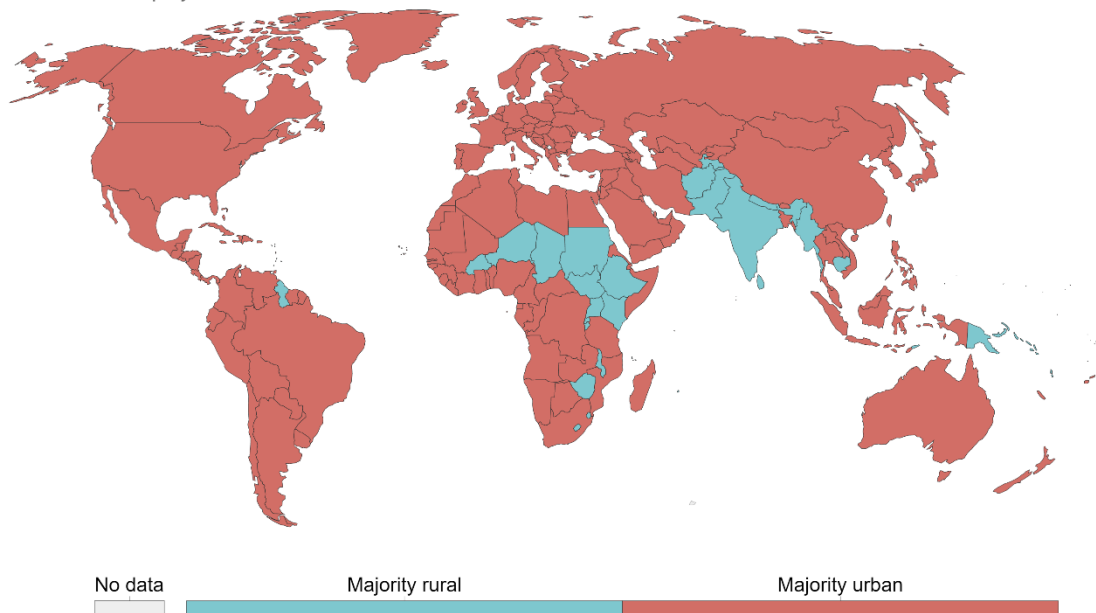


Source: OWID based on UN World Urbanization Prospects (2018) & Historical Sources (see Sources tab)
OurWorldInData.org/urbanization • CC BY

Εικόνα 3 Κατανομή αστικού πληθυσμού (κόκκινο χρώμα) και επαρχιακού πληθυσμού (μπλέ χρώμα) το 2020

Do more people live in urban or rural areas?, 2045

Share of the population which live in urban versus rural areas. Here, 'majority urban' indicates more than 50 percent of the population live in urban centres; 'majority rural' indicates less than 50 percent. Urban populations are defined based on the definition of urban areas by national statistical offices. This is based on estimates to 2016, combined with UN projections to 2050.



Source: OWID based on UN World Urbanization Prospects (2018) & Historical Sources (see Sources tab)
OurWorldInData.org/urbanization • CC BY

Εικόνα 4. Κατανομή αστικού πληθυσμού (κόκκινο χρώμα) και επαρχιακού πληθυσμού (μπλέ χρώμα) το 2045

Στις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε την κατανομή του ανθρώπινου πληθυσμού ανά γεωγραφικό διαμέρισμα κατά τις περιόδους 1990 (Εικόνα 2), 2020 (Εικόνα 3), 2050 (Εικόνα 4). Τις συγκεκριμένες χρονικές περιόδους παρατηρείται η προτίμηση του πληθυσμού για διαμονή σε αστικές αντί για αγροτικές περιοχές.

1.2 Επιπτώσεις της αστικοποίησης στο περιβάλλον

Προηγουμένως αναλύσαμε το φαινόμενο της αστικοποίησης και είδαμε την ραγδαία εξέλιξη της με την πάροδο του χρόνου.

Παρακάτω θα δούμε τις επιπτώσεις που αποφέρει ο μεγάλος πληθυσμιακός συνωστισμός στα αστικά κέντρα.

1.2.α Επιπτώσεις της αστικοποίησης στο περιβάλλον

Η μετανάστευση των ανθρώπων από τις αγροτικές περιοχές προς τα αστικά κέντρα, δημιούργησε στις πόλεις την ανάγκη για μεγαλύτερη παροχή και κατανάλωση ενέργειας το οποίο οδηγεί στην ατμοσφαιρική μόλυνση. Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ανάγκη των ανθρώπων για μεταφορά. Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι με την ραγδαία αύξηση της αστικοποίησης, χρειαζόμαστε μεγάλες ποσότητες ενέργειας για να καλυφθούν οι ανάγκες. Οι Qiang Wang , Lejia Li επισημαίνουν ότι οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκαν από 9.434 δισεκατομμύρια τόνους το 1961 σε 34.649 δισεκατομμύρια το 2011. Αν αυτό συνεχιστεί χωρίς να παρθούν κάποια μέτρα τότε οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πρόκειται να διπλασιαστούν ή και ακόμα να τριπλασιαστούν μέχρι το 2050 [2].

Σύμφωνα με το άρθρο των Yue-Jun Zhang, Wei-Chen Yic, Bo-Wen Lid (The 7th International Conference on Applied Energy – ICAE2015) και με βάση την έρευνα της Chinese Academy of Sciences οι λόγοι που υπάρχει νέφος και αιωρούμενα σωματίδια (PM 2.5) είναι κυρίως λόγω της αστικοποίησης που υπάρχει στο Πεκίνο [3]. Επίσης στο άρθρο αναφέρεται ότι “σε μακροχρόνια περίοδο η αστικοποίηση έχει θετικό αντίκτυπο στην παραγωγή ρύπων άνθρακα, το οποίο δείχνει ότι η αύξηση της αστικοποίησης τα τελευταία χρόνια έχει αυξήσει τους ρύπους του άνθρακα. Ειδικότερα η 1% αύξηση της αστικοποίησης στο Πεκίνο αυξάνει την παραγωγή άνθρακα κατά κεφαλή κατά 0.5064% [3]. Με την αύξηση της αστικοποίησης έχουμε και αύξηση στην εκπομπή ρύπων, με αποτέλεσμα να επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα και να καταστρέφουμε το περιβάλλον.

1.2.β Επιπτώσεις στην υγεία

Οι επιπτώσεις της αστικοποίησης ως προς την υγεία είναι αρκετά σοβαρές. Σύμφωνα με τους David Vlahov και Sandro Galea τα πιο κοινά θέματα ανησυχίας που προκύπτουν από την αστική υγεία συνοψίζονται σε 3 κύρια θέματα: κοινωνικό περιβάλλον, φυσικό περιβάλλον και κοινωνικές υπηρεσίες [4].

Επισημαίνεται ότι το κοινωνικό περιβάλλον αναφέρεται ως προς τις ιδιότητες της αστικής κοινωνίας που επηρεάζουν την ατομική συμπεριφορά. Κάποια χαρακτηριστικά του κοινωνικού περιβάλλοντος είναι η κοινωνικοοικονομική κατάσταση, το έγκλημα και η βία και η παρουσία περιθωριοποιημένου πληθυσμού [5]. Επίσης όπως αναφέρει στο άρθρο του ο Dr Chinomnso του Institute of human virology ο μεγάλος πληθυσμός μιας πόλης πιέζει στις διαθέσιμες θέσεις εργασίας και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση του ωριαίου μισθού, σε υψηλότερη ανεργία και σε αλλαγή της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης ατόμων που ζούσαν στην πόλη. Αυτή η μείωση της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμένη πρόσβαση στην ιατρική περίθαλψη [5].

Στο φυσικό περιβάλλον υπόκεινται τα εξής χαρακτηριστικά: ο αέρας, το νερό, η ηχορύπανση. Η πρόσβαση σε καθαρό νερό, ο καθαρισμός σκουπιδιών, και η υγιεινή είναι βασικά θέματα στις ανεπτυγμένες χώρες, όπου η μετάδοση ιών είναι ένα βασικό δημόσιο πρόβλημα όπως αναφέρουν οι Vlahov και Galea. Επίσης υπάρχει υψηλός κίνδυνος καρδιακών παθήσεων λόγω της ηχορύπανσης και υψηλότερη πιθανότητα άσθματος λόγω παλιών και μη ανακαινισμένων κτιρίων [4].

Τέλος υπάρχουν οι κοινωνικές υπηρεσίες, οι οποίες συμπεριλαμβάνουν την παροχή υπηρεσιών υγείας και κοινωνικών υπηρεσιών έχει κάποια επιρροή στην υγεία. Τέτοιες υπηρεσίες είναι η στέγαση, το νερό, οι δρόμοι, η επικοινωνία, η εκπαίδευση και οι εγκαταστάσεις υγείας [5]. Σύμφωνα με τον Dr Chinomnso άτομα με χαμηλότερη κοινωνικοοικονομική κατάσταση συχνά αντιμετωπίζουν εμπόδια ως προς την υγεία και λαμβάνουν χαμηλότερης ποιότητας υπηρεσίες ως προς αυτή. Επιπλέον η ανισοκατανομή του πλούτου δημιουργεί ανισότητες στην πρόσβαση των πολιτών στις παραπάνω υπηρεσίες. Αυτές οι ανισότητες έχουν ως αποτέλεσμα τις διαφορές ως προς την περίθαλψη [5].

1.3 Smart cities

Προηγουμένως εξετάσαμε το φαινόμενο της αστικοποίησης και τις επιπτώσεις του φαινομένου αυτού ως προς την υγεία και το περιβάλλον. Αυτά τα προβλήματα, καθώς και

άλλα, μπορούν να γίνουν πιο ελεγχόμενα με την εφαρμογή λύσεων που αξιοποιούν την τεχνολογία των πληροφοριών και επικοινωνιών (ICT). Σκοπός αυτών των λύσεων είναι να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα, να μειώσουν τα διάφορα κόστη και να παρέχουν μια καλύτερη ποιότητα ζωής.

1.2.A Τι είναι η Smart City ή Έξυπνη πόλη ορισμοί

Σε αυτήν την ενότητα θα αναλύσουμε την έννοια της έξυπνης πόλης. Τα τελευταία χρόνια έχουν υπάρξει πολλοί ορισμοί για την έξυπνη πόλη, καθώς και πολλές αλλαγές ως προς το όνομα αυτής, όπως ψηφιακή κ.α. Παρόλα αυτά ο τίτλος Smart City όπως παραθέτουν οι Vito Albino, Umberto Berardi & Rosa Maria Dangelico στο άρθρο τους “οι O’Grady και O’Hare υποστηρίζουν ότι η ετικέτα «έξυπνη πόλη» είναι μια ασαφής ιδέα και χρησιμοποιείται με τρόπους που δεν είναι πάντα συνεπείς. Δεν υπάρχει ούτε ένα πρότυπο πλαισίωσης μιας έξυπνης πόλης, ούτε ένας ορισμός της για όλα τα μεγέθη [6].

Ο όρος Smart City χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από το ICT περίπου το 1990 για να περιγράψει τις μοντέρνες υποδομές των πόλεων της εποχής. Το ινστιτούτο της Καλιφόρνια (California Institute for Smart Communities) ήταν από τους πρώτους οργανισμούς που εστίασαν στο πως οι κοινωνίες μπορούσαν να γίνουν έξυπνες και για το πως οι πόλεις θα μπορούσαν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εφαρμόσουν τις ΤΠΕ [6].

Οι Nam και Pardo (2011) ερεύνησαν τα πιθανά νοήματα του όρου «έξυπνη» της λέξης «έξυπνη πόλη». Πιο συγκεκριμένα αναφέρουν ότι στη γλώσσα του μάρκετινγκ το «smart» είναι ένας πιο φιλικός προς τον χρήστη όρος από τον πιο ελιτιστικό όρο «intelligent» ο οποίος γενικά περιορίζεται στο να έχεις ένα γρήγορο μυαλό και να ανταποκρίνεται στα σχόλια.

Άλλες ερμηνείες υποδηλώνουν ότι το «smart» περιέχει τον όρο «intelligent» επειδή η ευφυΐα πραγματοποιείται μόνο όταν ένα έξυπνο σύστημα προσαρμόζεται στις ανάγκες των χρηστών του [7].

Ο Harrison σε ένα εταιρικό έγγραφο της IBM ανέφερε ότι «ο όρος “smart city” «υποδηλώνει μια οργανωμένη, διασυνδεδεμένη και έξυπνη πόλη». Το οργανωμένη αναφέρεται ως προς την ικανότητα λήψης και ολοκλήρωσης ζωντανών πραγματικών δεδομένων μέσω της χρήσης αισθητήρων, μετρητών, συσκευών, προσωπικών συσκευών, και άλλων παρόμοιων αισθητήρων. Το διασυνδεδεμένο σημαίνει την ενσωμάτωση αυτών των δεδομένων σε μια πλατφόρμα υπολογιστών που επιτρέπει την επικοινωνία τέτοιων πληροφοριών μεταξύ των διάφορων υπηρεσιών της πόλης. Και τέλος το έξυπνο αναφέρεται στην συμπερίληψη σύνθετων υπηρεσιών ανάλυσης, μοντελοποίησης, βελτιστοποίησης και οπτικοποίησης για τη λήψη καλύτερων επιχειρησιακών αποφάσεων [8].

Στον τομέα του πολεοδομικού σχεδιασμού, ο όρος «έξυπνη πόλη» αντιμετωπίζεται συχνά ως ιδεολογική διάσταση σύμφωνα με την οποία η εξυπνότερη συνεπάγεται στρατηγικές κατευθύνσεις. Οι κυβερνήσεις και οι δημόσιες υπηρεσίες σε όλα τα επίπεδα υιοθετούν την έννοια της ευφυΐας για να διακρίνουν τις πολιτικές και τα προγράμματά τους για τη στόχευση της αειφόρου ανάπτυξης, της οικονομικής ανάπτυξης, της καλύτερης ποιότητας ζωής για τους πολίτες τους και για τη δημιουργία ευτυχίας [9].

Παρακάτω δίνεται μια εικόνα με τις διάφορες ερμηνείες για το τι ονομάζουμε έξυπνη πόλη (Smart City).

https://www.researchgate.net/figure/Definitions-of-Smart-City_tbl1_327536704).

| Definition | Source |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A city is smart when investments in human and social capital and traditional (transport) and modern (ICT) communication infrastructure fuel sustainable economic growth and a high quality of life, with a wise management of natural resources, through participatory governance. | Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2009). Smart Cities in Europe, Series Research Memoranda 0048. VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics. |
| City well performing in a forward-looking way in economy, people, governance, mobility, environment, and living, built on the smart combination of endowments and activities of self-decisive, independent and aware citizens. | Rudolf, G., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). Smart cities-ranking of european medium-sized cities. Rapport technique, Vienna Centre of Regional Science. |
| A city that monitors and integrates conditions of all of its critical infrastructures, including roads, bridges, tunnels, rails, subways, airports, seaports, communications, water, power, even major buildings, can better optimize its resources, plan its preventive maintenance activities, and monitor security aspects while maximizing services to its citizens. | Hall, R. E., Bowerman, B., Braverman, J., Taylor, J., Todosow, H., & Von Wimmersperg, U. (2000). The vision of a smart city (No. BNL-67902; 04042). Brookhaven National Lab., Upton, NY (US). |
| A city connecting the physical infrastructure, the IT infrastructure, the social infrastructure, and the business infrastructure to leverage the collective intelligence of the city. | Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszcak, J., & Williams, P. (2010). Foundations for Smarter Cities. IBM Journal of Research and Development, 54(4). |
| A community of average technology size, interconnected and sustainable, comfortable, attractive and secure. | Lazaroiu, G.C., Roscia, M. (2012) Definition methodology for the smart cities model, Energy, Vol.47, No. 1, pp. 326-332. |
| “Being a smart city means using all available technology and resources in an intelligent and coordinated manner to develop urban centers that are at once integrated, habitable and sustainable.” | Barrionuevo, J.M., Berrone, P. & Ricart, J. E. (2012) Smart Cities, Sustainable Progress. IESE Insight, Vol. 14, pp. 50-57. |
| “A smart city, according to ICLEI, is a city that is prepared to provide conditions for a healthy and happy community under the challenging conditions that global, environmental, economic and social trends may bring.” | Guan, L. (2012) Smart Steps To A Battery City. Government News, Vol. 32, No. 2, 24-27. |
| The application of information and communications technology (ICT) with on the role of human capital/education, social and relational capital, and environmental issues is often indicated by the notion of smart city. | Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., Yousef, W. (2012) Modelling the smart city performance, Innovation: The European Journal of Social Science Research, Vol. 25, No. 2, pp. 137-149. |
| The use of Smart Computing technologies to make the critical infrastructure components and services of city-which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities-more intelligent, interconnected, and efficient. | Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N., & Nelson, L. E. (2009). Helping CIOs understand “smart city” initiatives. Growth, 17(2), 1-17. |
| Smart cities will take advantage of communications and sensor capabilities sewn into the cities’ infrastructures to optimize electrical, transportation, and other logistical operations supporting daily life, thereby improving the quality of life for everyone.” | Chen, T. (2010). Smart grids, smart cities need better networks [Editor's Note]. IEEE Network, 24(2), 2-3. |

Εικόνα 5. Ορισμοί της έξυπνης πόλης

1.3.β Κύρια μέρη μιας έξυπνης πόλης

Σε αυτή την ενότητα θα εξετάσουμε τα κύρια μέρη μιας Έξυπνης Πόλης. Πιο συγκεκριμένα θα παρατηρήσουμε τις τρεις κατηγορίες που αποτελούν τον “πυρήνα” για την δημιουργία μιας Έξυπνης Πόλης. Αυτές οι κατηγορίες είναι: η τεχνολογία (υποδομές λογισμικού και υλικού), οι άνθρωποι (δημιουργικότητα, εκπαίδευση), και οι θεσμοί (κυβέρνηση και πολιτικές).

1. Οι έξυπνοι άνθρωποι είναι βασικός παράγοντας για να υπάρξει μια έξυπνη πόλη. Σαν έξυπνο άνθρωπο δεν εννοούμε έναν άνθρωπο με υψηλό δείκτη νοημοσύνης. Η ιδέα των έξυπνων ανθρώπων περιλαμβάνει διάφορους παράγοντες, όπως η συνάφεια με τη δια βίου μάθηση, την κοινωνική και εθνοτική πολυφωνία, την ευελιξία, τη δημιουργικότητα, τον κοσμοπολιτισμό ή την ανοιχτή σκέψη και τη συμμετοχή στη δημόσια ζωή. Τα προβλήματα που σχετίζονται με τους αστικούς οικισμούς μπορούν να επιλυθούν μέσω της δημιουργικότητας, του ανθρώπινου κεφαλαίου, της συνεργασίας μεταξύ των σχετικών ενδιαφερομένων και των λαμπρών επιστημονικών ιδεών τους: με λίγα λόγια, «έξυπνες λύσεις» [10]. Οπότε καταλήγουμε ότι η Smart City χρειάζεται έξυπνους ανθρώπους όπου θα δίνουν έξυπνες λύσεις σε προβλήματα.
2. Η τεχνολογία είναι σημαντικός παράγοντας καθώς για να δημιουργήσουμε μια Έξυπνη Πόλη χρειαζόμαστε τις εφαρμογές των ΤΠΕ. Ο Washburn θεωρεί την έξυπνη πόλη ως «μια συλλογή τεχνολογιών έξυπνων υπολογιστών που εφαρμόζονται σε κρίσιμα εξαρτήματα και υπηρεσίες υποδομής. Η έξυπνη πληροφορική αναφέρεται σε «μια νέα γενιά ολοκληρωμένων τεχνολογιών υλικού, λογισμικού και δικτύων που παρέχουν στα συστήματα πληροφορικής πραγματικό χρόνο επίγνωση του πραγματικού κόσμου και προηγμένα αναλυτικά στοιχεία για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να λάβουν πιο έξυπνες αποφάσεις σχετικά με εναλλακτικές λύσεις και ενέργειες που θα βελτιστοποιήσουν τις

επιχειρηματικές διαδικασίες και αποτελέσματα ισολογισμού επιχείρησης» [11].

3. Η υποστήριξη από τους θεσμικούς παράγοντες, και πιο συγκεκριμένα από την κυβέρνηση και την πολιτική διακυβέρνηση είναι θεμελιώδη για τον σχεδιασμό μιας Smart City. Στο άρθρο τους οι Taewoo Nam & Theresa A. Pardo αναφέρουν ότι «η IBM παρουσίασε την έξυπνη διακυβέρνηση ως ένα βασικό συστατικό για την έξυπνη πόλη. Η πιο πρόσφατη κυβέρνηση θα κάνει κάτι περισσότερο από απλή ρύθμιση των αποτελεσμάτων των οικονομικών και κοινωνικών συστημάτων. Συνδέεται δυναμικά με πολίτες, κοινότητες και επιχειρήσεις σε πραγματικό χρόνο για να προκαλέσει ανάπτυξη, καινοτομία και πρόοδο. Οι προκλήσεις ποικίλλουν από τμήματα σιλό σε καθυστερήσεις στη διαδικασία έως την έλλειψη διαφάνειας και λογοδοσίας. Εξυπνότερη κυβέρνηση σημαίνει συνεργασία μεταξύ διαφόρων τμημάτων και με κοινότητες για να γίνουν πιο διαφανείς και υπεύθυνοι, να διαχειριστούν τους πόρους πιο αποτελεσματικά και να δώσουν στους πολίτες πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με αποφάσεις που επηρεάζουν τη ζωή τους. Οι κορυφαίες κυβερνήσεις ενσωματώνουν την παροχή υπηρεσιών τους, δημιουργούν γραφεία που υποστηρίζουν πολλές υπηρεσίες και τοποθετούν τις πιο απαραίτητες συναλλαγές στον Ιστό. Στο πιο θεμελιώδες επίπεδο, η εξυπνότερη κυβέρνηση σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις και οι υπηρεσίες θα είναι πραγματικά επικεντρωμένες στους πολίτες» [10].

Συνοψίζοντας για την δημιουργία μιας Έξυπνης Πόλης χρειαζόμαστε και τους 3 παράγοντες που αναφέραμε παραπάνω έτσι ώστε η Smart City να λειτουργεί στο μέγιστο των δυνατοτήτων της. Αν κάποιος παράγοντας υστερεί τότε η λειτουργία της Έξυπνης Πόλης μπορεί να μην είναι ομαλή. Για παράδειγμα αν δεν υπάρχουν «έξυπνοι άνθρωποι» να αξιοποιήσουν της εφαρμογές των ΤΠΕ που τους προσφέρονται τότε θα υπάρξει τεχνολογικό και οικονομικό κόστος ως προς την πόλη.

Επίσης, αν μια Smart city υστερεί στον τεχνολογικό παράγοντα (π.χ παλιό λογισμικό ή Hardware, μη συντήρηση αισθητήρων κτλπ) τότε η λειτουργία της καθώς και η προσφορά των εφαρμογών των ΤΠΕ, όπως η έξυπνη υγεία, έξυπνη κυκλοφορία κλπ δεν θα είναι στο μέγιστο των δυνατοτήτων της. Τέλος αν ο θεσμικός παράγοντας υστερεί τότε η Έξυπνη Πόλη δεν θα μπορεί να δημιουργηθεί ή να συντηρηθεί σωστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Smart City Technologies

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρατηρήσαμε το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης και τις επιπτώσεις έχει ως προς το περιβάλλον και την υγεία. Επίσης αναφέραμε μια λύση για το φαινόμενο αυτό, την Έξυπνη Πόλη. Πιο συγκεκριμένα αναλύσαμε τους διάφορους ορισμούς της, καθώς και τα κύρια μέρη για να δημιουργηθεί μια Smart City. Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε ποιες είναι οι εφαρμογές που μας προσφέρει μια Έξυπνη Πόλη.

2.1 Smart Health



Εικόνα 6. Internet of things και οι εφαρμογές του

(<http://www.ionet.eu/wp/wp-content/uploads/2017/06/SMART-LIVING-as-we-might-live-artificial-intelligence-and-IoT.jpg>)

Η έξυπνη υγεία συνδέεται στενά με τις έννοιες της ευεξίας και της ευημερίας και περιλαμβάνει μεγάλο όγκο δεδομένων, που συλλέγονται από μεγάλες ποσότητες βιοϊατρικών αισθητήρων (π.χ. θερμοκρασία, καρδιακός ρυθμός, αρτηριακή πίεση, ρυθμός αναπνοής, όγκος, κ.λπ.), μεγάλα δεδομένα που βασίζονται σε γονιδιωματικά (γονότυπος, έκφραση γονιδίων, δεδομένα αλληλουχίας), μεγάλα δεδομένα παρόχου πληρωμών (ηλεκτρονικά αρχεία υγείας, ασφαλιστικά αρχεία, συνταγή φαρμακείου) και δεδομένα κοινωνικών μέσων (κατάσταση ασθενών, ανατροφοδότηση, απαντήσεις) για την παρακολούθηση και πρόβλεψη των σωματικών και ψυχικών καταστάσεων των ασθενών [12].

Ο Clancy προσθέτει ότι η Smart Health είναι μια περίπλοκη έννοια, όπου ορίζει όχι μόνο την ανάπτυξη ΤΠΕ, αλλά και μια κατάσταση σκέψης, έναν τρόπο ζωής και προσέγγισης, και έναν όρκο για συνδεδεμένους φορείς να βελτιώσουν τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης στο σπίτι, την πόλη, τη χώρα και τον κόσμο με βοήθεια ορισμένων ευφυών πρακτόρων. Οι εφαρμογές των ΤΠΕ και των Big Data ως προς την υγεία παρέχουν σημαντικά οφέλη που περιλαμβάνουν την ανίχνευση ασθενειών σε πρώιμο στάδιο, όταν μπορούν να συνταγογραφούνται πιο εύκολα και αποτελεσματικά...Ένας αριθμός συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης έχουν εισαχθεί τις τελευταίες δύο δεκαετίες, όπως ψηφιακό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, ηλεκτρονικό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, σύστημα υγειονομικής περίθαλψης με βάση το νοσοκομείο, διάχυτο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης και τέλος έξυπνο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης [13].

Η διάχυτη υγειονομική περίθαλψη είναι ένα προληπτικό σύστημα όπου οι ιατρικές εγκαταστάσεις είναι εξοπλισμένες με ασύρματα τοπικά δίκτυα (LAN), ώστε οι γιατροί, οι χειρουργοί, οι γιατροί, οι νοσοκόμες και το προσωπικό να μπορούν να ελέγχουν και να ενημερώνουν τα ιατρικά δεδομένα ενός ασθενούς από κάθε ρύθμιση θέσης χρησιμοποιώντας φορητές συσκευές [14]. Η ψηφιακή κλασική υγειονομική περίθαλψη είναι ένα αντιδραστικό σύστημα. Πρόκειται για μια συνηθισμένη προσέγγιση υγειονομικής περίθαλψης όπου οι γιατροί επισκέπτονται ασθενείς μετά από λήψη κλήσης από αυτούς. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό κλασικό σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, τα ψηφιακά συστήματα υγειονομικής περίθαλψης περιλαμβάνουν τη χρήση ηλεκτρονικών αρχείων υγειονομικής περίθαλψης (EHR) και εργαλείων ΤΠΕ [15].

Η υγειονομική περίθαλψη με βάση το νοσοκομείο είναι μια υπηρεσία υγειονομικής περίθαλψης σταθερής θέσης όπου το EHR και τα σύγχρονα εργαλεία ΤΠΕ χρησιμοποιούνται ευρέως και όλα τα προηγούμενα αρχεία υγείας διερευνώνται εκτενώς για τη λήψη αποφάσεων για μελλοντικές δράσεις [16].

2.2 Smart Home

Τα Smart Homes, επίσης γνωστά ως αυτοματοποιημένα σπίτια, έξυπνα κτίρια, ολοκληρωμένα οικιακά συστήματα ή domotics, είναι μια πρόσφατη εξέλιξη του σχεδιασμού. Τα έξυπνα σπίτια ενσωματώνουν κοινές συσκευές που ελέγχουν τις δυνατότητες του σπιτιού. Αρχικά, η έξυπνη οικιακή τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο περιβαλλοντικών συστημάτων όπως ο φωτισμός και η θέρμανση, αλλά πρόσφατα αναπτύχθηκε η χρήση έξυπνης τεχνολογίας, ώστε να μπορεί να συμπεριληφθεί σχεδόν οποιοδήποτε ηλεκτρικό στοιχείο στο σπίτι μέσα στο σύστημα. Επιπλέον, η έξυπνη οικιακή τεχνολογία δεν ενεργοποιεί και απενεργοποιεί απλώς τις συσκευές αλλά έχει και την δυνατότητα παρακολούθησης του εσωτερικού περιβάλλοντος και τις δραστηριότητες κατά την διάρκεια της παραμονής στο σπίτι. Το αποτέλεσμα αυτών των τροποποιήσεων στην τεχνολογία είναι ότι ένα έξυπνο σπίτι μπορεί τώρα να παρακολουθεί τις δραστηριότητες του κατοίκου ενός σπιτιού, να λειτουργεί ανεξάρτητα συσκευές σε καθορισμένα και προκαθορισμένα μοτίβα ή ανεξάρτητα, όπως απαιτεί ο χρήστης [17]. Παρακάτω θα δούμε μερικές εφαρμογές των Smart Homes.

Στα έξυπνα σπίτια χρησιμοποιούνται συστήματα ελέγχου όπου μπορούν να ελέγξουν τον φωτισμό του σπιτιού. Σύμφωνα με τον Duke οι αισθητήρες μπορούν να πραγματοποιούν ελέγχους σε τακτά χρονικά διαστήματα ανά κύκλους ή με την αίσθηση απουσίας στο δωμάτιο. Για ηλεκτρικά ελεγχόμενους λαμπτήρες, η φωτεινότητα τους μπορεί να ελεγχθεί ανάλογα με την εργασία που εκτελείται εκείνη την στιγμή. Επίσης, το χρώμα τους μπορεί να ελεγχθεί ανάλογα με την εργασία. Αυτός ο έλεγχος μπορεί να γίνει είτε μέσω μιας σύνδεσης στο Διαδίκτυο είτε να διαχειρίζεται εξ αποστάσεως έναν ασύρματο έλεγχο [18].

Ως προς την ασφάλεια αξίζει να επισημάνουμε πως στοιχεία ανίχνευσης όπως συναγερμοί διαρροής αερίου, συναγερμοί πυρκαγιάς ή διαρροές νερού μπορούν να ενσωματωθούν σε μια έξυπνη οικιακή εφαρμογή. Για συναγερμούς πυρκαγιάς, μπορεί επίσης να τοποθετηθεί ένας μηχανισμός απόκρισης ώστε να ανταποκρίνεται αυτόματα σε συναγερμό πυρκαγιάς. Η πιο κοινή απόκριση ενός συναγερμού πυρκαγιάς είναι η χρήση ενός αυτόματου ψεκαστήρα νερού. Αυτό μπορεί να βοηθήσει ώστε να σβήσει εντελώς τη φωτιά ή τουλάχιστον να καταστρέψει τα αποτελέσματά της ενώ ζητείται βοήθεια [18].

Επιπρόσθετα, ένα έξυπνο σύστημα αυτοματισμού σπιτιού μπορεί επίσης να επιτρέψει τη λειτουργία απομακρυσμένης παρακολούθησης κάμερας ασφαλείας μέσω του Διαδικτύου. Ακόμα και όταν βρίσκεστε στο χώρο εργασίας, μπορεί κανείς να παρακολουθεί τις κάμερες ασφαλείας στο σπίτι τους, και έτσι σε περίπτωση διάρρηξης, για παράδειγμα, μπορεί να αναφέρει το ζήτημα στις αρμόδιες αρχές χωρίς απαραίτητα να είναι στο σπίτι εκείνη τη στιγμή. Εναλλακτικά, μέσω της βοήθειας του οικιακού συστήματος αυτοματισμού, μπορούν να διατάξουν το κλείδωμα όλων των παραθύρων και των περιμετρικών θυρών, και έτσι καθιστούν δύσκολο για οποιονδήποτε εισβολέα να εισέλθει ή να φύγει από το σπίτι. Αυτό βελτιώνει σημαντικά την ασφάλεια στο σπίτι [18].

2.3 Smart Grid

Το Smart Grid είναι ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί έξυπνα να ενσωματώσει τις ενέργειες όλων των χρηστών που είναι συνδεδεμένοι σε αυτό τις γεννήτριες, τους καταναλωτές και εκείνους που κάνουν και τα δύο προκειμένου να παρέχουν αποτελεσματικά βιώσιμη, οικονομική και ασφαλή παροχή ηλεκτρικού ρεύματος [19]. Παρακάτω θα δούμε μερικές τεχνολογίες που προσφέρει το Smart Grid:

- **Smart meters**

Ο έξυπνος μετρητής είναι ένας μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας ή αερίου που έχει τη μέτρηση καθώς και ικανότητες επικοινωνίας [20]. Ο έξυπνος μετρητής καταγράφει τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και του επιτρέπει να διαβάζει από απόσταση και να εμφανίζεται σε μια συσκευή μέσα στο σπίτι ή να μεταδίδεται με ασφάλεια. Ο μετρητής μπορεί επίσης να λαμβάνει πληροφορίες από απόσταση, π.χ. μετάβαση από πίστωση σε λειτουργία προπληρωμής ή για ενημέρωση

τιμολογιακών πληροφοριών. Έχει δύο βασικές λειτουργίες για την εκτέλεση: (i) για την παροχή δεδομένων σχετικά με τη χρήση ενέργειας στους καταναλωτές για τον έλεγχο της κατανάλωσης και του κόστους και (ii) για την αποστολή δεδομένων σε η χρησιμότητα για απαιτήσεις μέγιστου φορτίου, έλεγχος συντελεστή φόρτωσης και για την ανάπτυξη στρατηγικών τιμολόγησης με βάση τις πληροφορίες κατανάλωσης. Βασικό χαρακτηριστικό των έξυπνων μετρητών είναι η αυτοματοποιημένη ανάγνωση δεδομένων και η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και καταναλωτών [21].

- **Automated meter Reading**

Οι συσκευές AMR επιτρέπουν στα βοηθητικά προγράμματα να διαβάζουν μετρητές από απόσταση, αφαιρώντας την απαίτηση να στείλετε έναν εργαζόμενο να διαβάσει κάθε μετρητή ξεχωριστά [21].

Παρόλο που αντιπροσωπεύουν ένα ορισμένο ποσό αμφίδρομης επικοινωνίας, αυτή η λειτουργικότητα είναι περιορισμένη και δεν αυξάνει την αποδοτικότητα ή την αξιοπιστία του βοηθητικού δικτύου. Δεν έχουν ενσωματωμένες οικιακές οθόνες για να δείξουν το μοτίβο κατανάλωσης ενέργειας στον καταναλωτή, επομένως ο καταναλωτής παραμένει άγνωστος για την κατανάλωση ενέργειας. Λόγω αυτού, τα βοηθητικά προγράμματα δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με τους καταναλωτές σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, επομένως οι καταναλωτές δεν μπορούν να προσαρμόσουν την κατανάλωσή τους κατά τις ώρες αιχμής και να εξοικονομήσουν ενέργεια. Το AMR στο δίκτυο διανομής επιτρέπει στα βοηθητικά προγράμματα να διαβάζουν την κατάσταση από τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών, τους συναγερμούς και τα αρχεία κατανάλωσης από απόσταση. Η ικανότητα του AMR περιορίζεται στην ανάγνωση δεδομένων μετρητή λόγω του μονόδρομου συστήματος επικοινωνίας του [21].

- **Vehicle to grid (V2G)**

Η ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων και Plug in υβριδικού ηλεκτρικού οχήματος (PHEV) είναι ένα επιπλέον μέρος του συστήματος Smart Grid. Η ισχύς V2G χρησιμοποιεί ηλεκτρικά οχήματα για την παροχή ισχύος σε συγκεκριμένες ηλεκτρικές αγορές (M. Ghofrani). Οι κυψέλες καυσίμου, η μπαταρία ή το υβρίδιο

αυτών των δύο χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ενέργειας σε οχήματα. Υπάρχουν τρεις κύριες διαφορετικές εκδόσεις της έννοιας V2G (i) ένα υβριδικό όχημα ή κυψέλη καυσίμου, (ii) ένα υβριδικό όχημα με μπαταρία ή plug-in ή (iii) ένα ηλιακό όχημα, που όλα περιλαμβάνουν ενσωματωμένα μπαταρία. Τα κύρια πλεονεκτήματα του V2G είναι (i) παρέχει αποθηκευτικό χώρο για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και (ii) σταθεροποιεί την παραγωγή αιολικής ενέργειας μεγάλης κλίμακας μέσω κανονισμού. Το PHEV μειώνει σημαντικά τα τοπικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Υβριδισμός ηλεκτρικών οχημάτων και ενώσεις με τους κατακτητές δικτύου κοινής ωφέλειας τους περιορισμούς της χρήσης τους, συμπεριλαμβανομένου του βάρους / μεγέθους της μπαταρίας, του κόστους και του μικρού εύρους εφαρμογής. Το PHEV προσφέρει μια εναλλακτική λύση για την αντικατάσταση της χρήσης πηγών ενέργειας με βάση το πετρέλαιο και τη μείωση των συνολικών εκπομπών χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό ενεργειακών πόρων [21].

- **Smart Sensor**

Οι έξυπνοι αισθητήρες ορίζονται ως αισθητήρες που παρέχουν επεξεργασία αναλογικού σήματος καταγεγραμμένων σημάτων, ψηφιακή αναπαράσταση του αναλογικού σήματος, διεύθυνση και μεταφορά δεδομένων μέσω αμφίδρομου ψηφιακού διαύλου, χειρισμός και υπολογισμός των δεδομένων που προέρχονται από τον αισθητήρα. Οι έξυπνοι αισθητήρες επιτρέπουν την πιο ακριβή και αυτοματοποιημένη συλλογή περιβαλλοντικών δεδομένων με λιγότερο λανθασμένο θόρυβο μεταξύ των ακριβώς καταγεγραμμένων πληροφοριών. Προσφέρει λειτουργίες πέρα από τους συμβατικούς αισθητήρες μέσω της συγχώνευσης ενσωματωμένης νοημοσύνης για την επεξεργασία πρώτων δεδομένων σε ενεργές πληροφορίες που μπορούν να προκαλέσουν διορθωτικές ή προγνωστικές ενέργειες. Οι έξυπνοι αισθητήρες χρησιμοποιούνται εκτενώς σε μηχανισμούς παρακολούθησης και ελέγχου σε διάφορους τομείς, όπως το Smart Grid, το πεδίο μάχης, η εξερεύνηση και ένας μεγάλος αριθμός επιστημονικών εφαρμογών. Για την υποστήριξη εφαρμογών παρακολούθησης και διάγνωσης Smart Grid, αυτοματοποιημένες, αξιόπιστες, διαδικτυακές και απαιτούνται συστήματα ανάλυσης εκτός σύνδεσης σε συνδυασμό με έξυπνους αισθητήρες. Οι έξυπνοι

αισθητήρες επιτρέπουν την παρακολούθηση της κατάστασης και τη διάγνωση του κύριου υποσταθμού και του εξοπλισμού γραμμής, συμπεριλαμβανομένων μετασχηματιστών, διακοπών, ρελέ, καλωδίων, πυκνωτών, διακοπών και δακτυλίων [21].

2.4 Smart Mobility

Σε γενικές γραμμές, οι περισσότερες από τις αναφορές στην κινητικότητα σχετίζονται στενά με τη βελτίωση της κυκλοφορίας. Αν και αυτό είναι ένα σημαντικό ζήτημα, οι πτυχές της κινητικότητας σε μια έξυπνη πόλη δεν αφορούν μόνο την κυκλοφορία. Αυτή η ιδιαίτερη προσοχή στην κυκλοφορία είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας επέκτασης στις πόλεις, η οποία οδήγησε σε μια πολυκεντρική δομημένη πόλη με αποκεντρωμένες, διεσπαρμένες και κατακερματισμένες συνδέσεις, προκαλώντας μεγαλύτερη εξάρτηση από τα ιδιωτικά αυτοκίνητα λόγω των αυξανόμενων αποστάσεων και της έλλειψης ανταγωνιστικότητας στις δημόσιες συγκοινωνίες σε περιοχές με χαμηλή πυκνότητα πληθυσμού [22].

Η κινητικότητα είναι μια σημαντική πτυχή των σημερινών αναπτυσσόμενων πόλεων. Η μεταφορά ανθρώπων και αγαθών μέσα στην πόλη είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της οικονομίας και της καθημερινής ζωής της, και επομένως η έννοια της κινητικότητας καλύπτει κάτι περισσότερο από απλή μεταφορά ή κυκλοφορία (Mataix González 2010). Η σημασία της κινητικότητας και ο αντίκτυπός της στους άλλους άξονες της έξυπνης πόλης, όπως η βιωσιμότητα, η οικονομία και ο τρόπος ζωής, καθιστούν αυτό το ζήτημα ζωτικής σημασίας για τους κατοίκους και τις τοπικές αρχές. Η διαφορά μεταξύ κινητικότητας και έξυπνης κινητικότητας είναι η πρόσβαση του κοινού σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Αυτό βελτιώνει τις υπηρεσίες εξοικονομώντας χρόνο, βελτιώνοντας το ταξίδι, εξοικονομώντας χρήματα και μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ [22].

Σύμφωνα με το Smart Mobility World [23] αυτοί είναι οι κύριοι τομείς ενδιαφέροντος του Smart mobility:

- i. **Ασφάλεια οδήγησης** - παρέχει τεχνολογία για ασφαλή και ασφαλή κινητικότητα, επιτρέποντας στα αυτοκίνητα να αλληλεπιδρούν με άλλα οχήματα και η υποδομή γύρω τους
- ii. **Smart Lightning Systems** - χρησιμοποιεί LED με συνδεδεμένα χειριστήρια για καλύτερη φωταγώγηση, μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής.
- iii. **Sharing and Urban Mobility** - τα κοινόχρηστα συστήματα μεταφορών περιλαμβάνουν κοινή χρήση αυτοκινήτων, κοινή χρήση ποδηλάτων, carpools και vanpools. Εκτός αυτού, τα πολυτροπικά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετικούς και βέλτιστα συνδυασμένους τρόπους μεταφοράς εντός της αλυσίδας ταξιδιού με απρόσκοπτο τρόπο για να προσεγγίσουν μεγαλύτερη βιωσιμότητα στις αστικές μεταφορές.
- iv. **Ηλεκτρική κινητικότητα** - παρέχει ένα κλειδί για τη βιώσιμη επανασχεδιασμός κινητικότητας φιλικής προς το κλίμα και το περιβάλλον, αποτελεσματική και επιτρέπει την εξοικονόμηση πόρων.
- v. **Πράσινη κινητικότητα** - ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλεί ο τομέας των μεταφορών χωρίς να επηρεάζεται η δυναμική ανάπτυξης
- vi. **Έξυπνα συστήματα πληρωμών** - εφαρμόζονται για να ξεπεραστεί ο περιορισμός των συμβατικών μεθόδων πληρωμής με την ανανέωση της μεθόδου πληρωμής μέσω του μετρητή στάθμευσης και άλλων τεχνολογιών

2.5 Smart Retail

Το έξυπνο λιανικό εμπόριο αναδύεται ως μέρος μιας ευρύτερης έννοιας των έξυπνων πόλεων εστιάζοντας σε μια νέα προσέγγιση στη διαχείριση λιανικής, η οποία θεωρεί τις τεχνολογίες ως παράγοντες καινοτομίας και βελτιώσεις στην ποιότητα ζωής των καταναλωτών. Συγκεκριμένα, ξεκινά από την ίδια ιδέα να εξετάσουμε την έξυπνη χρήση της τεχνολογίας που εφαρμόζεται στο νέο όραμα του λιανικού εμπορίου που ενεργοποιείται από τη σύγχρονη τεχνολογία [24]. Σύμφωνα με τους Pantano και Timmermans [24] κάποια χαρακτηριστικά που παρέχει το Smart Retail είναι:

- i) **Οργανωτική διαδικασία:** Η έξυπνη χρήση τεχνολογιών στο λιανικό εμπόριο απαιτεί αλλαγές τόσο στις οργανωτικές διαδικασίες όσο και στις δραστηριότητες πώλησης. Όσον αφορά το οργανωτικό επίπεδο, αυτές οι τεχνολογίες απαιτούν προσπάθεια για τον εντοπισμό, την επιλογή και την εισαγωγή της καλύτερης τεχνολογίας, βελτιώνοντας παράλληλα τον τρόπο δημιουργίας, απόκτησης, διαχείρισης και μεταφοράς γνώσεων από τους καταναλωτές σε εταιρείες και το αντίστροφο, καθώς και τη δημιουργία έξυπνης συνεργασίας μεταξύ πελάτη και λιανοπωλητής μετά την υιοθέτηση στο κατάστημα. Στην πραγματικότητα, οι έμποροι λιανικής πρέπει να κατανοήσουν την περιβαλλοντική αλλαγή και να συμπεριφέρονται συνεπώς, γεγονός που ωθεί προς την εισαγωγή της έξυπνης τεχνολογίας. Ως εκ τούτου, πρέπει να αναπτύξουν την ικανότητα κατανόησης του νέου ανταγωνιστικού σεναρίου που επιτρέπει την καινοτομία και τη σχετική στρατηγική δράσης ενσωματώνοντας και αναδιαμορφώνοντας εσωτερικές και εξωτερικές οργανωτικές δεξιότητες, ικανότητες, πόρους και τεχνολογίες [24].
- ii) **Δραστηριότητες πώλησης:** Οι έξυπνες τεχνολογίες μπορούν επίσης να αλλάξουν τις δραστηριότητες πώλησης όσον αφορά την πρόσβαση των καταναλωτών σε προϊόντα / υπηρεσίες, τις σχέσεις με τους πωλητές και την κατανάλωση υπηρεσιών προϊόντων. Όσον αφορά την πρόσβαση, οι καταναλωτές μπορούν να έχουν πρόσβαση στο προϊόν / υπηρεσία μέσω έξυπνων τεχνολογιών, οι οποίες ξεπερνούν τα παραδοσιακά όρια των φυσικών σημείων πώλησης επιτρέποντας την άμεση πρόσβαση από το σπίτι, από δικά σας κινητά τηλέφωνα, από βιτρίνες κλπ. Επιπλέον, η πρόσβαση στο προϊόν / Η υπηρεσία δεν σχετίζεται πλέον με έναν φυσικό πωλητή ως βοήθεια για ψώνια, λόγω της δυνατότητας χρήσης της τεχνολογίας ως υποστηρικτικού εργαλείου που αντικαθιστά τον φυσικό βοηθό. Ως εκ τούτου, οι καταναλωτές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με το προϊόν και να επιτύχουν την υπηρεσία μόνο μέσω τεχνολογίας που ανταποκρίνεται διαδραστικά στα μεταβαλλόμενα αιτήματα των καταναλωτών. Για παράδειγμα, οι αισθητήρες εγγύτητας με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο μπορούν να συμβουλευούν τους καταναλωτές και να τους καλούν να εκτελέσουν κάποιες ενέργειες. Η πρόσβαση υποστηρίζεται περαιτέρω από μια μεγάλη τυπολογία συσκευών, όπως οθόνες αφής, κινητές συσκευές κ.λπ. [24].

2.6 Smart Agriculture

Η έξυπνη γεωργία αναφέρεται στη χρήση, την ενσωμάτωση και την ανάπτυξη των τελευταίων τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT) στη γεωργία, με στόχο τη βελτίωση και την αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας της συγκομιδής. Η γεωργία θα συνεχίσει να αποτελεί σημαντική πηγή οικονομίας για πολλές χώρες και στο εγγύς μέλλον η έξυπνη γεωργία θα αλλάξει το γεωργικό τοπίο της χώρας. Οι τεχνολογίες IoT θα επιτρέψουν στους αγρότες να βλέπουν και να διαχειρίζονται τις εκμεταλλεύσεις τους εξ αποστάσεως και ταυτόχρονα, οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις μεγάλης κλίμακας θα μπορούσαν εύκολα να εφαρμοστούν και να παρακολουθούνται με ακρίβεια [25].

Παρακάτω θα εκθέσουμε μερικές εφαρμογές της έξυπνης γεωργίας:

- **Παρακολούθηση καιρού**

Οι κρίσιμες παράμετροι καιρού που επηρεάζουν την ανάπτυξη της γεωργίας περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία, την υγρασία, την πίεση του αέρα και του αέρα κ.λπ. Αυτά τα δεδομένα συλλέγονται χρησιμοποιώντας αισθητήρες (ενσύρματα ή ασύρματα) και μεταδίδονται στους διακομιστές cloud. Τα δεδομένα που συλλέγονται θα χαρτογραφηθούν με κλιματικές συνθήκες και αναλυτικά χρησιμοποιούνται εργαλεία για τον καθορισμό της επόμενης πορείας για τη βελτίωση της γεωργικής ανάπτυξης [25].

- **Παρακολούθηση περιεχομένων εδάφους**

Η παρακολούθηση του εδάφους έχει γίνει μια από τις πιο απαιτητικές πρακτικές στον τομέα της γεωργίας. Τα εδάφη που είναι κρίσιμα για την καλλιέργεια της γεωργίας περιλαμβάνουν την υγρασία του εδάφους, το pH, την υγρασία και τη θερμοκρασία [25].

- **Παρακολούθηση ασθενειών**

Αρκετές γεωργικές εφαρμογές IoT, όπως η παρακολούθηση ασθενειών και η ταυτοποίηση έχουν ψηφιοποιηθεί, η οποία βοηθά τον γεωργό να λαμβάνει ενημερωμένες αποφάσεις πολύ πιο γρήγορα. Χρησιμοποιούνται τεχνικές επεξεργασίας εικόνας και μηχανικής εκμάθησης για τον προσδιορισμό της υγιεινής των φυτών. Έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα παρακολούθησης παρασίτων και ασθενειών με βάση το IoT [25].

- **Παρακολούθηση άρδευσης**

Το IoT συμβάλλει στη βελτίωση του παραδοσιακού συστήματος άρδευσης με πιο καινοτόμο τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τις τρέχουσες (σε πραγματικό χρόνο) καιρικές συνθήκες και το έδαφος. Η άρδευση γίνεται μόνο όταν είναι απαραίτητο βάσει των παραπάνω παραμέτρων. Αυτό θα βοηθήσει τους αγρότες να μειώσουν το κόστος άρδευσης και να βελτιστοποιήσουν τους υδάτινους πόρους [25].

2.7 Smart Government

Οι κυβερνήσεις, σε όλο τον κόσμο, προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία πληροφοριών όπως το E-Government και το M-Government για να βελτιώσουν την ποιότητα των υπηρεσιών αξιοποιώντας το Διαδίκτυο και τους φορητούς υπολογιστές από κυβερνητικές υπηρεσίες για να μετατρέψουν σχέσεις με πολίτες, επιχειρήσεις και άλλες κυβερνητικές οντότητες [26].

Επιπλέον, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση μπορεί να λειτουργήσει ως ένας σημαντικός τρόπος χρήσης των πιο καινοτόμων τεχνολογιών ΤΠΕ, κυρίως εφαρμογών που βασίζονται στο διαδίκτυο, με περισσότερη πρόσβαση σε κυβερνητικές πληροφορίες. Ήταν ένα καλό εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών και για την παροχή δημοκρατικών θεσμών και τη δημιουργία ελπιδοφόρων ευκαιριών [26].

Η χρήση κινητών συσκευών (Κινητά. Tablet, Pads κ.λπ.) είναι το βασικό σημείο της Smart Government. Έτσι, πολλοί ερευνητές αναφέρθηκαν στην κυβέρνηση SMART χρησιμοποιώντας τον όρο «m-Government». Παρά το αρχικό στάδιο, η M-Government φαίνεται να έχει ουσιαστική επιρροή στη δημιουργία μιας σειράς σύνθετων στρατηγικών και εργαλείων για προσπάθειες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και στους ρόλους τους και λειτουργίες. Ο αριθμός των ατόμων που έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο κινητών τηλεφώνων αυξάνεται γρήγορα. Μια πρόσφατη ερευνητική έκθεση δείχνει ότι υπάρχουν δισεκατομμύρια χρήστες που χρησιμοποιούν αυτήν την τεχνολογία είναι εκθετικά σε αρκετές περιοχές του κόσμου [26].

Οπουδήποτε οποιαδήποτε στιγμή, οι κινητές συσκευές γίνονται ένα φυσικό μέρος της ζωής μας, και έτσι, οι κυβερνήσεις έχουν αρχίσει να μετασχηματίζουν τις δραστηριότητές τους σύμφωνα με αυτό το αίτημα ευκολίας και αποτελεσματικότητας των αλληλεπιδράσεων για όλα τα μέρη, όπως κυβερνήσεις και πολίτες [26].

Παρακάτω θα δούμε χαρακτηριστικά της Smart Government:

- **Χρήση εξωτερικών δεδομένων και πληροφοριών**

Υπογραμμίζει τη σημασία της χρήσης δεδομένων και των πληροφοριών που απουσιάζουν στον πληθυσμό, και αυτό μπορεί να συμβάλει στη δημόσια διαχείριση [27].

- **Οργανωτική κουλτούρα βασισμένη στη νοημοσύνη**

Ενθαρρύνει μια κουλτούρα ευαισθητοποίησης και ανταλλαγής πληροφοριών μέσω της συλλογής δεδομένων δικτύων και της εξωτερικής αποτελεσματικής χρήσης πληροφοριών για την ανάπτυξη του έργου και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων του δημόσιου διαχειριστή [27].

- **Αποδοτικότητα και αποτελεσματικότητα διαχείρισης**

Αποτελεσματικότητα και αποτελεσματικότητα της δημόσιας διαχείρισης, σωστή χρήση των ΤΠΕ, δεδομένων και πληροφοριών και συμμετοχή της κοινωνίας [27].

- **Αποτελεσματική χρήση τεχνολογιών (big data,επιχειρηματική ευφυΐα)**

Η χρήση των ΤΠΕ για διαφορετικούς σκοπούς εντός της κυβέρνησης, όπως συλλογή, επεξεργασία και ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών που θα υποστηρίξουν τη λήψη αποφάσεων και θα βελτιώσουν την παροχή δημόσιων υπηρεσιών [27].

- **Evidence-based decision-making**

Η αύξηση της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων μέσω της πανταχού παρουσίας αισθητηριακών συσκευών, της προηγμένης αξιολόγησης και των ολοκληρωμένων εφαρμογών επιτρέπει στις κυβερνήσεις να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις [27]

- **Κοινωνική συμμετοχή**

Η ενεργός συμμετοχή της κοινωνίας στην ανάπτυξη της δημόσιας διαχείρισης [27].

- **Διατμηματική και οργανωτική συνεργασία**

Ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών μεταξύ πολλών φορέων του δημόσιου τομέα, μέσω της συνεργασίας και της ανάπτυξης ενοποιημένων δημόσιων δραστηριοτήτων για τη βελτίωση των υπηρεσιών [27].

- **Ευέλικτη κυβέρνηση**

Βελτίωση της παροχής δημόσιας υπηρεσίας μέσω της μαζικής χρήσης ΤΠΕ, δεδομένων και πληροφοριών και της συμμετοχής της κοινωνίας [27].

- **Καινοτομία, συνεργασία, συλλογική νοημοσύνη**

Ο εξευγενισμός επεξεργάζεται τις ιδέες για νέες δημόσιες πολιτικές νέες μορφές επικοινωνίας μεταξύ της κυβέρνησης και της κοινωνίας που διαμοιράζονται την λήψη αποφάσεων χρησιμοποιώντας συλλογική νοημοσύνη [27].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Δημιουργώντας μια Smart City

Στα προηγούμενα κεφάλαια είδαμε το φαινόμενο της αστικοποιήσεως και τις επιπτώσεις αυτού. Ακόμη αναφέραμε ότι μια λύση σε αυτό το φαινόμενο είναι η δημιουργία έξυπνων πόλεων. Στο 2^ο κεφάλαιο μελετήσαμε τις εφαρμογές που προσφέρουν οι Smart Cities σε διάφορους τομείς και πως αυτές θα βοηθήσουν στην επίλυση των διάφορων προβλημάτων. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε πως μπορούμε να δημιουργήσουμε μια έξυπνη πόλη με την χρήση των ΤΠΕ και πιο συγκεκριμένα με την χρήση του IoT (Internet of Things), των big data analytics, Artificial intelligence, 5G connectivity και Augmented Reality.

3.1 Τι είναι το Internet of Things (IoT)

Τα τελευταία χρόνια ο όρος IoT ή Internet of Things (ΔτΠ ή Διαδίκτυο των Πραγμάτων) βρίσκεται παντού στην ζωή μας, συνειδητά ή ασυνείδητα, καθώς αποτελεί μια από τις σημαντικότερες τεχνολογίες του 21^{ου} αιώνα. Παρόλο που το IoT σχεδιάστηκε για να κάνει την ζωή του ανθρώπου πιο εύκολη, το να βρούμε έναν ορισμό για το τί είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι αρκετά δύσκολο.

Το 1991, ο Mark Weiser περιέγραψε το όραμα του μελλοντικού Διαδικτύου με το όνομα "Ubiquitous Computing". Μέσω αυτού του οράματος επικεντρώθηκε στο πώς να ενεργοποιήσει το έξυπνο βιώσιμο περιβάλλον παρουσία τεχνολογίας κινητών τηλεφώνων που παρέχει ένα ισχυρό σύστημα πολυμέσων. Σύμφωνα με τους Atzori A.lera et al., Ταξινομήθηκε το IoT σε τρία παραδείγματα, δηλαδή, "i) στο Διαδίκτυο (Middleware), ii) πράγματα προσανατολισμένα (Sensors), και iii) σημασιολογικά προσανατολισμένα (Γνώση). Το 1999 ο Neil Gershenfeld μίλησε για παρόμοια πράγματα από το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης, το MIT Media Lab στο βιβλίο του «When Things Start to think» [28].

Όπως βλέπουμε ο ορισμός του IoT διαφέρει ανάλογα με ποιον γίνεται η συζήτηση, όμως όπως αναφέρουν και οι Kalmar et al. στο άρθρο τους [29] το IoT μπορεί να οριστεί ως μια δυναμική παγκόσμια υποδομή δικτύου με αυτοδιαμόρφωση και διαλειτουργική επικοινωνία. Πιο απλά, το IoT σημαίνει την ικανότητα να κάνουμε τα πάντα γύρω μας ξεκινώντας από (π.χ. Μηχανήματα, Συσκευές, Κινητό τηλέφωνο και Αυτοκίνητα) ακόμη και (Πόλεις και Δρόμοι) αναμένεται να συνδεθούν στο Διαδίκτυο με μια έξυπνη συμπεριφορά και λαμβάνοντας υπόψη την ύπαρξη του είδος αυτονομίας και απορρήτου. Εν τω μεταξύ, το περιβάλλον IoT περιέχει έναν τεράστιο αριθμό διαφορετικών αντικειμένων / πραγμάτων που μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο τύπους: i) Πράγματα επαναφορτιζόμενων μπαταριών πράγματα: τα περισσότερα από αυτά είναι κινητά (π.χ. φορητός υπολογιστής, tablet και κινητό τηλέφωνο) και ii) Τα πράγματα είναι μη επαναφορτιζόμενα πράγματα: αυτά τα πράγματα είναι στατικά από την άποψη της κινητικότητας [29].

Εφόσον αποσαφηνίσαμε την έννοια του internet of things, παρακάτω θα δούμε πως μπορούμε να εφαρμόσουμε το IoT σε μια πόλη, δηλαδή πως μπορούμε να πάρουμε δεδομένα από το περιβάλλον (Sensors and Equipments), και πως επικοινωνούν οι αισθητήρες (wireless sensor networks) (RFID).

3.1.α Αισθητήρες και εξοπλισμός

Με την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στα αστικά κέντρα πολλές πόλεις δυσκολεύονται ολοένα και περισσότερο να κάνουν σωστή διαχείριση πόρων, να ελέγξουν την αστική κινητικότητα, την ασφάλεια, την μόλυνση, καθώς και άλλα τα οποία μπορούν να ελεγχθούν από αισθητήρες. Ο σχεδιασμός μιας υποδομής για μια έξυπνη πόλη δεν βασίζεται μόνο στη χρήση πολλαπλών αισθητήρων αλλά και σε έξυπνους.

Σύμφωνα με τους Dimitrov, Valkovski “οι οπτικοακουστικοί αισθητήρες συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα δύο μερών της φυσικής - της οπτικής και της ακουστικής. Αυτό τους δίνει ένα πλεονέκτημα έναντι πολλών συμβατικών λύσεων. Συγκεκριμένα, είναι ανθεκτικά σε ηλεκτρικά, ηλεκτροστατικά, μαγνητικά και ραδιενεργά πεδία (EMI / RFImmunity)[30]. Συνεχίζοντας προσθέτουν κάποιες εφαρμογές των οπτικοακουστικών αισθητήρων όπως:

- Μέσω οπτικοακουστικών αισθητήρων μπορούμε να κατασκευάσουμε επιταχυνσιόμετρα για να μετρήσουμε την επιτάχυνση των κινούμενων σωματιδίων. Όπως μπορεί να φανεί, αυτό είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ευκαιρία δημιουργίας ενός έξυπνου συστήματος μεταφοράς [30].
- Οι οπτικοακουστικοί αισθητήρες θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε έξυπνα συστήματα εξυπηρέτησης, καθώς μία από τις εφαρμογές τους θα μπορούσε να είναι η παρακολούθηση της αλλαγής θορύβου σε δωμάτια ή ανοιχτούς χώρους. Για παράδειγμα, ένα πρόβλημα σε πυκνοκατοικημένες πόλεις είναι ο θόρυβος στις λεωφόρους, τους σταθμούς του μετρό και τους δημόσιους χώρους υψηλής προβολής. Οι αισθητήρες θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση της εξωτερικής θερμοκρασίας επειδή γνωρίζουμε ότι όταν αλλάζει η θερμοκρασία, αλλάζουν επίσης τα χαρακτηριστικά των ηχητικών κυμάτων που μετράμε [30].
- Οι εφαρμογές στην έξυπνη υγειονομική περίθαλψη είναι πολυάριθμες και η ταχεία ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών στο εγγύς μέλλον θα εμφανίζεται όλο και περισσότερο. Δεδομένα από ασθενείς με μειωμένη ομιλία θα μπορούσαν να ληφθούν μέσω οπτικοακουστικών μικροφώνων [30].
- Οι οπτικοακουστικοί αισθητήρες θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση ορισμένων διαδικασιών και γραμμών ροής. Έτσι θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα που μπορεί εύκολα να διαχειριστεί τους διαθέσιμους πόρους και να ελέγξει την παραγωγή ανά πάσα στιγμή. Τέτοια έξυπνα συστήματα ελέγχου πόρων και ποιότητας παραγωγής είναι απολύτως απαραίτητα σήμερα και ο συνδυασμός ποιότητας, απόδοσης και ανταγωνιστικής τιμής εκτιμάται πλέον [30].

- Ο έλεγχος θορύβου μπορεί να επιτευχθεί με την ανάπτυξη οπτικών μικροφώνων, για παράδειγμα, σε φωτισμό δρόμου σε λεωφόρους και λαμβάνοντας συνεχώς δεδομένα θορύβου από αυτά [30].

3.1.β Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

Ως προς τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων υπάρχουν οι εξής κατηγορίες συνδεσιμότητας:

- **Πλήρως συνδεδεμένα δίκτυα (fully connected networks):** όπου όλοι οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Ο κάθε αισθητήρας μπορεί να στείλει δεδομένα σε όποιον άλλο αισθητήρα θέλει απευθείας, όμως αυτό έχει πολυπλοκότητα NP το οποίο χρειάζεται μεγάλες ποσότητες υπολογιστικής δύναμης [31].
- **Δίκτυα Πλέγματος (Mesh Networks):** Τα δίκτυα πλέγματος είναι δίκτυα αισθητήρων όπου επιτρέπουν την διάδοση δεδομένων μόνο σε κοντινούς γείτονες δηλαδή έχουμε δίκτυο από ομότιμους (peer to peer), και είναι ιδανικό μοντέλο για δίκτυα μεγάλης κλίμακας σε μια γεωγραφική περιοχή [31].
- **Τοπολογία αστεριού (Star Topology):** Όλοι οι αισθητήρες συνδέονται σε ένα κεντρικό αισθητήρα. Αυτός ο αισθητήρας χρειάζεται μεγαλύτερες δυνατότητες χειρισμού μηνυμάτων, δρομολόγησης και λήψης αποφάσεων από τους άλλους αισθητήρες [31].
- **Τοπολογία δακτυλίου (Ring Topology):** Όλοι οι αισθητήρες τοποθετούνται σε διάταξη δακτυλίου (κυκλικά). Επίσης όλοι οι αισθητήρες εκτελούν την ίδια λειτουργία και δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός αισθητήρας όπως στην τοπολογία αστεριού. Τα μηνύματα ταξιδεύουν γύρω από το δαχτυλίδι προς μία μόνο κατεύθυνση [31].
- **Τοπολογία Δίαυλου (Bus Topology):** Στην τοπολογία διαύλου τα μηνύματα μεταδίδονται στο δίαυλο σε όλους τους κόμβους. Κάθε κόμβος ελέγχει τη

διεύθυνση προορισμού στην κεφαλίδα του μηνύματος και επεξεργάζεται τα μηνύματα που του απευθύνονται [31].

3.1.γ Radio Frequency identification (RFID)

Προηγούμενες μέθοδοι για την ανάπτυξη δικτύων αισθητήρων μεγάλης κλίμακας περιλάμβαναν μεγάλο μήκος καλωδίωσης που θα τροφοδοτούσε ενέργεια και θα συλλέγει δεδομένα από κάθε μεμονωμένο αισθητήρα ή εγκατάσταση ασύρματων αισθητήρων ασύρματου πομποδέκτη που θα τροφοδοτούνται από μπαταρία, οι οποίοι θα καταργήσουν την ανάγκη για καλωδίωση, αλλά με τη σειρά τους μακροπρόθεσμος περιβαλλοντικός κίνδυνος με την απόρριψη δισεκατομμυρίων μπαταριών. Το RFID έρχεται να δώσει μια λύση στα προβλήματα που αναφέραμε. Οι πρώτες ετικέτες RFID εισήχθησαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970 για να επιτρέψουν την παθητική αναγνώριση και παρακολούθηση του αποθέματος για τη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, τον έλεγχο πρόσβασης και τα συστήματα εντοπισμού σε πραγματικό χρόνο (RTLS).

Οι ετικέτες σχεδιάστηκαν για να είναι χαμηλού κόστους και ανθεκτικές για να επιτρέπουν τον εντοπισμό και την παρακολούθηση όλων, από φακέλους και εμπορευματοκιβώτια αποστολής έως εργαζόμενους που εισέρχονται και εξέρχονται από περιοχές περιορισμένης πρόσβασης. Οι ετικέτες RFID είναι τυπικά παθητικές και λειτουργούν με βάση την αρχή της ασύρματης διαμόρφωσης της πίσω διασποράς για τη μετάδοση δεδομένων χωρίς την απαίτηση για πηγή ενέργειας στην ετικέτα.

Κάθε ετικέτα RFID έχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό ή υπογραφή που κωδικοποιείται στην πίσω διασπορά του σήματος ανάκρισης από έναν αναγνώστη RFID. Χρησιμοποιώντας αυτήν την παθητική τεχνική κωδικοποίησης που βασίζεται σε παλινδρόμηση, ένας μεμονωμένος αναγνώστης μπορεί να ανακτήσει εξατομικευμένα δεδομένα από μεγάλες ποσότητες πυκνά συσκευασμένων ετικετών κινητών από κεντρική τοποθεσία [32].

3.2 Big Data Analytics

Για να μπορέσουμε να δώσουμε ένα ορισμό για το τι είναι το Big Data Analytics πρέπει πρώτα να δούμε τι είναι το Big Data. Όπως και στο IoT έτσι και στα Big Data δεν υπάρχει κάποιος σαφείς ορισμός. Παρόλα αυτά το εθνικό επιστημονικό ίδρυμα στις Ηνωμένες Πολιτείες ορίζει το Big Data ως: η συσσώρευση, χρήση, αφομοίωση και σύνθεση πολυτροπικών, πολλαπλών επιπέδων, πολλαπλών τύπων δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, έτσι ώστε να επιτρέπουν βαθιές και τεράστιες αναλύσεις που είναι και οι δύο τρέχουσες, ρετρό - καθώς και προοπτική (Foundation NS. Core Techniques and Technologies for Advancing Big Data Science & Engineering) [33].

Το Big Data Analytics ορίζεται ως Τα Big Data Analytics αντικατοπτρίζουν τις προκλήσεις των δεδομένων που είναι πολύ τεράστια, πολύ αδόμητα και πολύ γρήγορα για να διαχειριστούν με παραδοσιακές μεθόδους. Από τις επιχειρήσεις και τα ερευνητικά ιδρύματα έως τις κυβερνήσεις, οι οργανισμοί δημιουργούν πλέον τακτικά δεδομένα πρωτοφανούς εμβέλειας και πολυπλοκότητας. Η εκμετάλλευση σημαντικών πληροφοριών και ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων από τεράστιες ποσότητες δεδομένων έχει γίνει όλο και πιο σημαντική για τους οργανισμούς παγκοσμίως. Είναι δύσκολο να προσπαθήσουμε να εξάγουμε αποτελεσματικά τις σημαντικές πληροφορίες από τέτοιες πηγές δεδομένων γρήγορα και εύκολα. Έτσι, τα analytics έχουν γίνει αναπόσπαστα και ζωτικής σημασίας για την πραγματοποίηση της πλήρους αξίας των Big Data για τη βελτίωση της επιχειρηματικής απόδοσης και την αύξηση του μεριδίου αγοράς [34].

3.2.α Big Data Analytics και Smart Cities

Παραπάνω μιλήσαμε για το IoT και πιο συγκεκριμένα για τους οπτικοακουστικούς αισθητήρες όπου παίρνουν συνεχώς δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αν αναλογιστούμε ότι σε μια έξυπνη πόλη θα υπάρχει μεγάλος αριθμός αισθητήρων για διάφορες μετρήσεις όπως θερμοκρασία, θόρυβος, ρύπανση κτλπ και με την συνεχή συλλογή δεδομένων από τους αισθητήρες αυτούς, τότε χρειαζόμαστε και ένα τρόπο για να επεξεργαζόμαστε αυτά τα δεδομένα αρκετά γρήγορα και να εξάγουμε ακριβή αποτελέσματα. Σε αυτό το σημείο χρειαζόμαστε τα Big Data Analytics. Παρακάτω θα δούμε 4 κατηγορίες analytics και τεχνικών όπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια Smart City:

Edge Analytics: Τα Edge Analytics γνωστά και ως κατανεμημένα αναλυτικά στοιχεία αναφέρονται στην επεξεργασία ακατέργαστων δεδομένων που εκτελούνται στο σημείο συλλογής δεδομένων ή κοντά σε αυτό. Ο τεράστιος όγκος και η ταχύτητα των δεδομένων που συλλέγονται από τα σύγχρονα συστήματα είναι δύσκολο να διαχειριστούν οι περισσότερες υποδομές. Η έννοια του edge analytics είναι ελκυστική καθώς βοηθά στη μείωση του φορτίου στα συστήματα δικτύου και στη μείωση των καθυστερήσεων λόγω της συμφόρησης του δικτύου κατά την αντιμετώπιση ευαίσθητων στο χρόνο δεδομένων, παρέχοντας επομένως ταχύτερες πληροφορίες [35].

Semantic Analytics: Η Semantic Analytics αναφέρεται στην ικανότητα της τεχνολογίας να κατανοεί το πλαίσιο των λέξεων και τη σχέση συμφραζομένων μεταξύ μιας ομάδας λέξεων. Οι πρόοδοι στη φυσική επεξεργασία της γλώσσας συνέβαλαν στη βελτίωση της σημασιολογικής ανάλυσης. Το Διαδίκτυο και τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων και η πρόκληση της σημασιολογικής ανάλυσης είναι η εξαγωγή σημαντικών και χρήσιμων πληροφοριών από τα ακατέργαστα μη δομημένα δεδομένα [36].

Security Analytics: Σε περιπτώσεις ανίχνευσης απειλών, τα Security Analytics μεγάλων δεδομένων μπορούν να ανταποκριθούν αυτόματα μέσω ροών εργασίας και αυτό μπορεί να είναι ένα κινητήριο παράγοντας για τους οργανισμούς να υιοθετήσουν τα Security Analytics. Ως εκ τούτου, τα Security Analytics των Big Data μπορούν να βοηθήσουν τις έξυπνες πόλεις να ενισχύσουν την ανθεκτικότητά τους στον κυβερνοχώρο [37].

Predictive Analytics: Η Predictive analysis βασίζεται σε διάφορες προσεγγίσεις που προβλέπουν αποτελέσματα με βάση αρχειοθετημένα και πραγματικά δεδομένα. Οι Predictive analysis προσπαθούν να δημιουργήσουν μοτίβα και σχέσεις στα δεδομένα και βασίζονται γενικά σε στατιστικές τεχνικές. Ωστόσο, οι παραδοσιακές στατιστικές τεχνικές δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγάλα δεδομένα, καθώς πρώτα τα δείγματα μεγάλων δεδομένων είναι πολύ μεγάλα. Δεύτερον, τα μεγάλα

δεδομένα αποτελούνται από ετερογενή δεδομένα με ασύνδετες μεταβλητές και τέλος τα μεγάλα δεδομένα περιέχουν θόρυβο. Ως εκ τούτου, η προγνωστική ανάλυση χρησιμοποιεί προηγμένες ποσοτικές μεθόδους όπως νευρωνικά δίκτυα, μηχανική μάθηση, ρομποτική, τεχνητή νοημοσύνη και υπολογιστικά μαθηματικά για τη μελέτη των δεδομένων και την αποκάλυψη προτύπων και συσχετίσεων [38].

3.2.β Εφαρμογές των Big Data Analytics στις Smart cities

- **Smart Transport:** Η σωστή ανάλυση των δεδομένων θα μπορούσε να βοηθήσει στη βελτίωση της αξιοπιστίας και της αποδοτικότητας των υποδομών μεταφορών. Υπάρχει τεράστια ποσότητα δεδομένων μεταφοράς και συλλέγεται με διάφορες μεθόδους. Σταθεροποιημένοι αισθητήρες όπως ανιχνευτές βρόχων τοποθετούνται στους δρόμους για να μετρήσουν τον αριθμό των οχημάτων που περνούν από ένα σημείο δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες για τη ροή της κυκλοφορίας και τη συμφόρηση. Μια σειρά αισθητήρων κινητής τηλεφωνίας, όπως κινητά τηλέφωνα, συστήματα πλοήγησης GPS και συστήματα διαγνωστικών επί του σκάφους μπορούν να παρέχουν δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα, τη θέση και την κατεύθυνση της διαδρομής των οχημάτων, υπό την προϋπόθεση ότι οι χρήστες έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους [39].
- **Smart Agriculture:** Τα Big Data χρησιμοποιούνται στην ανάλυση γεωργικού εδάφους. Δείγματα εδάφους λαμβάνονται σε διαφορετικά βάθη και διαφορετικές τοποθεσίες ενός αγροκτήματος. Οι υπολογιστικές εικόνες τομογραφίας (CT) των δειγμάτων εδάφους αναλύονται για τη δημιουργία δεδομένων. Για σωστή ανάλυση, απαιτείται μεγάλος αριθμός δειγμάτων εδάφους που οδηγεί σε πολλά αρχεία CT που μπορούν να οδηγήσουν σε Petabytes δεδομένων. Συλλέγονται πληροφορίες όπως επίπεδο θρεπτικών συστατικών, πυκνότητα εδάφους και επίπεδο συμπύκνωσης [40].

- **Smart Health:** Επί του παρόντος, οι περισσότεροι ιατροί βασίζονται σε δομημένα δεδομένα. Αυτά τα δεδομένα συλλέγονται, αποθηκεύονται και αναζητούνται εύκολα χρησιμοποιώντας βάσεις δεδομένων. Ωστόσο, οι δημόσιοι και ιδιωτικοί οργανισμοί υγειονομικής περίθαλψης παράγουν τεράστιο όγκο ημιδομημένων και αδόμητων δεδομένων που αφορούν τους ασθενείς κάθε μέρα. Αυτά τα δεδομένα προέρχονται κυρίως από αισθητήρες, μετρήσεις οργάνων, μαγνητική τομογραφία (μαγνητική τομογραφία), αξονική τομογραφία (CT) και ακτινογραφία. Με την χρήση του Big Data Analytics αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαν να παράξουν χρήσιμες πληροφορίες για την ιατρική [39].
- **Education:** Τα Big Data μπορούν να έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην εκπαίδευση, καθώς μπορούν να βοηθήσουν στην ενίσχυση της απόδοσης των μαθητών, δείχνοντας πτυχές της μάθησης που ήταν δύσκολο να διακριθούν προηγουμένως. Τα Big Data μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να αξιολογήσουν την τεχνογνωσία των μαθητών και ταυτόχρονα να μελετήσουν νέες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που μπορούν με τη σειρά τους να βοηθήσουν συγκεκριμένους μαθητές με ειδικές ανάγκες. Επιπλέον, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων μπορεί να δώσει γρήγορη ανασκόπηση τόσο στους εκπαιδευτικούς όσο και στους μαθητές σχετικά με τις εκπαιδευτικές τους επιδόσεις, με ανάλυση δεδομένων και φιλτράρισμα χρήσιμων πληροφοριών από αυτά [41].

3.3 Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

Συνεχίζοντας από τα Big Data, θα δούμε πως η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα βασικό κομμάτι για την οικοδόμηση και λειτουργία μιας έξυπνης πόλης. Αρχικά θα δούμε τι εννοούμε με τον όρο τεχνητή νοημοσύνη. Ο όρος Artificial Intelligence αποτελεί θέμα συζήτησης καθώς και σύγχυσης. Οι συγγραφείς Kok, Boers, Kusters, Putten και Poel, ανατρέχοντας στο Dictionary of the English Language [42] δίνουν 4 ορισμούς:

- Ένας τομέας σπουδών στον τομέα της επιστήμης των υπολογιστών. Η τεχνητή νοημοσύνη ασχολείται με την ανάπτυξη υπολογιστών που μπορούν να

εμπλακούν σε διαδικασίες σκέψης που μοιάζουν με τον άνθρωπο, όπως μάθηση, συλλογισμός και αυτοδιόρθωση [42].

- Η ιδέα ότι οι μηχανές μπορούν να βελτιωθούν για να αποκτήσουν κάποιες δυνατότητες που κανονικά πιστεύεται ότι μοιάζουν με την ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως μάθηση, προσαρμογή, αυτοδιόρθωση κλπ [42].
- Η επέκταση της ανθρώπινης νοημοσύνης μέσω της χρήσης υπολογιστών, όπως στο παρελθόν η φυσική δύναμη επεκτάθηκε με τη χρήση μηχανικών εργαλείων [42].
- Με περιορισμένη έννοια, η μελέτη τεχνικών για την αποτελεσματικότερη χρήση υπολογιστών μέσω βελτιωμένων τεχνικών προγραμματισμού [42].

Τέλος σύμφωνα με τον Wang παρόλο που η νοημοσύνη είναι δύσκολο να προσδιοριστεί, ένας ερευνητής τεχνητής νοημοσύνης εξακολουθεί να της δίνει αναπόφευκτα έναν λειτουργικό ορισμό, όσο ισχυρίζεται ότι «κάνει τεχνητή νοημοσύνη». Η διαφορά έγκειται μόνο στο εάν ο ορισμός είναι προσεκτικά μελετημένος και ρητά ανακοινωμένος, ή έμμεσα αποδεκτός ή αποκαλυφθείς από την επιλογή του ερευνητικού στόχου, της προσέγγισης, του προτύπου αξιολόγησης κ.λπ. Αυτό ισχύει ακόμη και για τους ερευνητές που θεωρούν ότι όλες οι συζητήσεις για τον ορισμό της τεχνητής νοημοσύνης είναι χάσιμο χρόνου.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί πράγματι να μην έχει ευρέως αποδεκτό ορισμό για το φαινόμενο που ισχυρίζεται ότι μελετά, αλλά αυτό δεν είναι ένας καλός λόγος για να δεχτούμε έναν αυθαίρετο (λειτουργικό) ορισμό ως βάση για την εκτέλεση της έρευνάς μας [43].

3.3.α Artificial Intelligence και Smart Cities

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε τις εφαρμογές της αστικής τεχνητής νοημοσύνης, δηλαδή της τεχνητής νοημοσύνης που εφαρμόζεται σε μια πόλη. Πιο συγκεκριμένα θα δούμε 3 κατηγορίες της αστικής τεχνητής νοημοσύνης:

1. **Autonomus cars:** Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από τα αυτόνομα αυτοκίνητα. Η εν λόγω τεχνητή νοημοσύνη είναι ικανή να ανιχνεύσει το αστικό περιβάλλον με κάμερες, ραντάρ και συστήματα lidar. Επιπλέον, μπορεί να μάθει για την πόλη μέσα από σύνολα δεδομένων με δυνατότητα λήψης που καταγράφουν διαφορετικές αστικές πτυχές, όπως χάρτες πορείας και καιρικές προβλέψεις. Η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να οδηγήσει το αυτοκίνητο σε μια δεδομένη τοποθεσία και, στο υψηλότερο επίπεδο αυτονομίας (επίπεδο 5), δεν απαιτείται ανθρώπινη συμβολή ή επίβλεψη, με το AI θεωρητικά ικανό να χειρίζεται αβέβαιες καταστάσεις αυτόνομα. Η μετάβαση σε αυτόνομη αστική συγκοινωνία θα προκαλέσει μια σειρά ουσιαστικών αστικών αλλαγών. Εάν ενεργοποιηθεί με την κοινή χρήση υπηρεσιών, θα μπορούσε να μειώσει τον αριθμό των αυτοκινήτων στο δρόμο και έτσι την ποσότητα ενέργειας και, κυρίως, αστικού χώρου που χρειάζονται για να λειτουργήσουν, ευνοώντας έτσι έναν λιγότερο αυτοκεντρικό επανασχεδιασμό του δομημένου περιβάλλοντος. Τέλος η μετάβαση σε αυτόνομα αυτοκίνητα είναι επίσης πιθανό να αναδιαμορφώσει την αστική κινητικότητα, ιδιαίτερα σε σχέση με άτομα με αναπηρία και ανηλίκους που δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούν αυτοκίνητο [44].
2. **Robots:** Η δεύτερη κατηγορία αποτελείται από τα ρομπότ. Αυτή την κατηγορία μπορούμε να την χωρίσουμε σε υποκατηγορίες μιας και υπάρχει πληθώρα διάφορων ρομπότ σε διαφορετικά σχήματα, και λειτουργίες. Κάποια παραδείγματα ρομπότ που χρησιμοποιούν το AI είναι: το τεχνούργημα που κινείται από τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να είναι ένα μη επανδρωμένο αεροσκάφος (κοινώς αποκαλούμενο drone) καθώς και μια

ανθρωποειδής μηχανή που μιμείται το ανθρώπινο σώμα. Μπορεί επίσης να είναι ένα nanobot σχεδόν αόρατο με γυμνό μάτι ή ένα android σχεδόν δυσδιάκριτο από ένα άτομο. Τα ρομπότ μπορούν να βρεθούν στο λιανικό εμπόριο, στην εξυπηρέτηση πελατών, στη φιλοξενία, στην εκπαίδευση, στην ασφάλεια και στη συντήρηση αστικών υποδομών. Μια άλλη χρήση των ρομπότ είναι η εξυπηρέτηση πελατών. Σε αυτό το πλαίσιο, ένα ρομπότ λειτουργεί παρουσία ελλιπών πληροφοριών, καθώς κάθε πελάτης έχει άγνωστη προσωπικότητα και άγνωστα αιτήματα τα οποία η τεχνητή νοημοσύνη πρέπει να ερμηνεύσει και να προσπαθήσει να ικανοποιήσει, χωρίς τη βοήθεια ανθρώπινου χειριστή. Με αυτόν τον τρόπο, το ρομπότ εκτελεί εκ των πραγμάτων μια δουλειά και είναι ακριβώς στην ικανότητα των ρομπότ να παράγουν εργασία τη μεγαλύτερη πηγή αναστάτωσης τους. Όπως παρατήρησαν αρκετοί μελετητές, τα ρομπότ αποτελούν «μια νέα κατηγορία» ευφυών μηχανών που διαταράσσει τα συστήματα εργασίας [44].

3. **City Brain:** Στην τρίτη κατηγορία έχουμε το AI ως το μυαλό μιας έξυπνης πόλης. Σε αυτή την περίπτωση, το τεχνούργημα όπου βρίσκεται η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια ψηφιακή πλατφόρμα και, για το λόγο αυτό, οι εγκέφαλοι των πόλεων μπορούν επίσης να νοηθούν ως ένα παράδειγμα αστικής πλατφόρμας. Σύμφωνα με το Alibaba's City Brain ένα City Brain αποκτά πληροφορίες για την αστική κίνηση απευθείας μέσω του λεγόμενου Internet of Things(όπου αναφέραμε πιο πάνω) (πιο συγκεκριμένα, εκατοντάδες διασυνδεδεμένες κάμερες που διανέμονται σε όλη την πόλη) και έμμεσα τροφοδοτώντας με μεγάλα σύνολα δεδομένων που έχουν εγκατασταθεί από τους επιστήμονες υπολογιστών της Alibaba. Στη συνέχεια χρησιμοποιεί τις αποκτηθείσες γνώσεις για τον έλεγχο των φανών και την κατεύθυνση της ροής των οχημάτων και των ανθρώπων στην πόλη. Οι μεταφορές είναι μόνο ο αρχικός τομέας που επηρεάζεται από τη νοημοσύνη του εγκέφαλου της πόλης. Η τεχνητή νοημοσύνη θα ξεπεράσει τη διαχείριση της κυκλοφορίας και σύντομα θα χρησιμοποιηθεί στους τομείς του πολεοδομικού σχεδιασμού, της υγείας, της ασφάλειας και της

διακυβέρνησης. Εάν πραγματοποιηθεί αυτή η μετάβαση, οι επιπτώσεις της θα είναι σημαντικές και θα είναι σημαντικά μεγαλύτερες σε σύγκριση με την περίπτωση αυτόνομων αυτοκινήτων και ρομπότ. Στην πράξη, ένας εγκέφαλος της πόλης αντιμετωπίζει την πόλη σαν ένα γιγάντιο τεχνούργημα που μπορεί να ελεγχθεί και να βελτιστοποιηθεί. Ωστόσο, υπάρχει μια έντονη διαφορά μεταξύ ενός AI που ελέγχει ένα αυτοκίνητο και αποφασίζει αυτόνομα για το ποια είναι η καλύτερη διαδρομή και ενός AI που ελέγχει μια ολόκληρη πόλη και αποφασίζει αυτόνομα ποια είναι η καλύτερη στρατηγική αστικής ανάπτυξης [44].

3.4 Δίκτυο 5G

Το 5G αποτελεί το δίκτυο 5^{ης} γενιάς και σιγά σιγά γίνεται βασικό εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών στο IoT. Η ανάπτυξη του 5G θα βασιστεί στα θεμέλια που δημιουργήθηκαν από το 4G LTE, το οποίο θα παρέχει φωνή χρήση, δεδομένα, Διαδίκτυο. Το 5G θα αυξήσει σημαντικά τη χωρητικότητα και θα επιταχύνει την παροχή αξιόπιστης και γρήγορης σύνδεσης με το μελλοντικό IoT. Το τρέχον 4G+ (LTE-A) μπορεί να παρέχει ταχύτητα μετάδοσης ως 300 Mbps, ωστόσο τα δίκτυα 5G μπορούν να παρέχουν στους χρήστες μεγαλύτερη ταχύτητα από 4G έως 1 Gbps, ενώ το 5G μπορεί να παρέχει αξιόπιστη σύνδεση έως και χιλιάδων συσκευών ταυτόχρονα [45]. Επίσης το 5G ήρθε να διορθώσει μερικά προβλήματα που υπήρχαν στο 4G όπως μαζική συνδεσιμότητα, ασφάλεια, αξιόπιστη, κάλυψη ασύρματης επικοινωνίας, εξαιρετικά χαμηλή καθυστέρηση, απόδοση κ.ά. για πολύ μεγάλο αριθμό συσκευών IoT.

3.4.α Εφαρμογές του 5G στις έξυπνες πόλεις

- **Προσωπική ή οικιακή χρήση:** Σε αντίθεση με τις σημερινές συσκευές, οι μελλοντικές συσκευές 5G θα είναι πλήρως συνδεδεμένες, καθώς δεν θα υπάρχει ανάγκη σύνδεσης με έξυπνο τηλέφωνο για πρόσβαση στο διαδίκτυο. Διάφορες εταιρείες αναπτύσσουν συσκευές υγειονομικής περίθαλψης και γυμναστικής που όχι μόνο καταγράφουν την απόδοση της άσκησης και κάνουν συστάσεις σχετικά

με τις ρουτίνες άσκησης, αλλά επίσης στέλνουν στον χρήστη σημαντικές πληροφορίες υγείας σε έναν εμπειρογνώμονα σε πραγματικό χρόνο για την πρόληψη ή την παρακολούθηση ιατρικών καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, με το 5G, τα σπίτια αναμένεται να γίνονται συνεχώς πιο έξυπνα μέσω της ασφάλειας (απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχος ασφάλειας βίντεο και ασύρματες κλειδαριές πόρτας) και άνεση (εντολή μέσω φωνής, τηλεχειριστήριο με έξυπνα τηλέφωνα και ρύθμιση θερμοστάτη) [46].

- **Εφαρμογές κοινής ωφέλειας (utility applications):** Η χρήση 5G για αστικό IoT μπορεί να παρέχει υπηρεσία παρακολούθησης ολόκληρης της κατανάλωσης ενέργειας στην πόλη, επιτρέποντας στις αρχές να έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς και πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την ενέργεια που απαιτείται από τις διάφορες δημόσιες υπηρεσίες (π.χ. δημόσιος φωτισμός, φανάρια, κάμερες παρακολούθησης, θέρμανση/ ψύξη δημόσιων κτιρίων, μεταξύ άλλων). Αυτό θα επιτρέψει τον προσδιορισμό των κύριων πηγών κατανάλωσης ενέργειας και στη συνέχεια τον προγραμματισμό προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η διαχείριση της ενέργειας της πόλης [48]. Εκτός από το οικονομικό όφελος της βελτιστοποίησης των ενεργειακών πόρων, το 5G αναμένεται να βοηθήσει τη δημόσια ασφάλεια σώζοντας ζωές μέσω καταστροφών και αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης ή βελτιώνοντας την ανίχνευση και παρακολούθηση εγκλημάτων. Οι ύποπτες αποσκευές στα αεροδρόμια, οι βανδαλισμοί και η εγκληματική ταυτοποίηση μπορούν να καταπολεμηθούν χρησιμοποιώντας κάμερες επιτήρησης και τεχνικές υπολογιστικής όρασης, όπως αναφέρεται στο. Όταν εντοπιστεί η απειλή, χρησιμοποιώντας γρήγορη σύνδεση 5G, αυτό θα ενημερωθεί στο προσωπικό δημόσιας ασφάλειας για την κατάσταση των απειλών και μπορεί να βοηθήσει στο συντονισμό των ενεργειών απόκρισης [49].

- **Βιομηχανικές εφαρμογές:** Η ανάμειξη βιομηχανικών μηχανημάτων με ΤΠΕ ανοίγει ευκαιρίες για επιτάχυνση της παραγωγικότητας, μείωση των αποβλήτων, αύξηση της αποδοτικότητας και βελτίωση της εργασιακής εμπειρίας στο περιβάλλον παραγωγής [50]. Η γεωργία είναι μια συγκεκριμένη περιοχή όπου το IoT έχει

τεράστιες δυνατότητες. Η χρήση αισθητήρων με ασύρματη συνδεσιμότητα για καλλιέργειες μπορεί να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της καλλιέργειας και την ελαχιστοποίηση της χρήσης νερού και λιπασμάτων. Η κτηνοτροφία, οι δεξαμενές και άλλος αγροτικός εξοπλισμός μπορούν να παρακολουθούνται από απόσταση, καθιστώντας τη γεωργία πιο αποδοτική μειώνοντας το κόστος παραγωγής [51].

- **Εφαρμογές κινητικότητας:** Όλο και περισσότερο, τα αστικά οχήματα μετατρέπονται σε μια πλατφόρμα αισθητήρων που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον στους οδηγούς και σύντομα αυτές οι πληροφορίες θα μπορούσαν να μεταφορτωθούν στο cloud. Τα δεδομένα των αισθητήρων θα είναι διαθέσιμα σε ένα δίκτυο αυτόνομων οχημάτων που ανταλλάσσουν τις πληροφορίες τους μεταξύ τους προκειμένου να βελτιστοποιηθεί μια καλά καθορισμένη λειτουργία [52]. Έτσι, τα οχήματα θα γίνονταν μια άλλη συσκευή συνδεδεμένη στο Διαδίκτυο. Στην ιδανική περίπτωση, όταν αφαιρεθεί ο ανθρώπινος έλεγχος, τα αυτόνομα οχήματα θα πρέπει να συνεργάζονται για να επιτρέπουν την αποτελεσματικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας, με μικρότερες καθυστερήσεις, λιγότερη ρύπανση και καλύτερη άνεση οδηγού και επιβάτη. Για παράδειγμα, για τη διαχείριση καταστροφών, το δίκτυο οχημάτων θα πρέπει να είναι σε θέση να συντονίζει την εκκένωση επικίνδυνων περιοχών με γρήγορο και τακτικό τρόπο. Αυτό απαιτεί τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους, να έχουν επίσης πρόσβαση σε πόρους όπως ασθενοφόρα, οχήματα της αστυνομίας ή πληροφορίες σχετικά με τις οδούς διαφυγής [53]. Παρόλα αυτά, λόγω της πολυπλοκότητας του ταυτόχρονου ελέγχου εκατοντάδων χιλιάδων οχημάτων, οι τρέχουσες τεχνολογίες 4G δεν είναι σε θέση να υποστηρίξουν τόσο μεγάλη πυκνότητα συσκευών. Ορισμένα άλλα κρίσιμα χαρακτηριστικά όπως η καθυστέρηση και η ποιότητα των υπηρεσιών είναι απαραίτητα για την επίτευξή του. Για παράδειγμα, θα χρειαστεί περίπου 1,5 μ. Για ένα όχημα με 4G να πατήσει τα φρένα του. Ενώ ένα όχημα με 5G θα χρειαζόταν μόνο 2,5 εκατοστά για να το κάνει αυτό, βοηθώντας στην αποφυγή ατυχημάτων. Με τον ίδιο τρόπο, εάν ένα όχημα εισέλθει σε μια περιοχή με χαμηλή κάλυψη ή πολύ πυκνοκατοικημένη, μια σύνδεση 4G αποτυγχάνει.

Ωστόσο, μια σύνδεση 5G θεωρητικά θα έχει πάντα κάλυψη, επιτρέποντας να διατηρείται σταθερή η σύνδεση οπουδήποτε και οποτεδήποτε [54].

3.5 Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality/AR)

Το τελευταίο απαραίτητο εργαλείο για την οικοδόμηση μιας πλήρως λειτουργικής και αποτελεσματικής έξυπνης πόλης αποτελεί η επαυξημένη πραγματικότητα. Όπως και προηγουμένως είδαμε ότι σε κάποιες έννοιες το να βρούμε έναν ορισμό είναι αρκετά δύσκολο έτσι και εδώ η αναζήτηση ενός ορισμού για την επαυξημένη πραγματικότητα είναι αρκετά περίπλοκο.

Παρόλα αυτά ο όρος Augmented Reality (AR) επινοήθηκε πρώτα από τον Tom Caudell, στο Boeing το 1990 όπου είχε κληθεί να κάνει κάποιες βελτιώσεις στο αεροπλάνο και εκείνος με την βοήθεια μιας συσκευής που εφάρμοζε στο κεφάλι εμφάνιζε τα συγκεκριμένα σχήματα ενός αεροπλάνου μέσω ειδικών οφθαλμικών ειδών και τα πρόβαλε [55].

Μια άλλη προσέγγιση για τον ορισμό του Augmented Reality είναι αυτή των γ. Milgram, Takemura, Utsumi, and Kishino όπου δίνουν 2 προσεγγίσεις για το τι είναι επαυξημένη πραγματικότητα. Με την ευρεία έννοια, το AR αναφέρεται στην «αύξηση της φυσικής ανάδρασης στον χειριστή με προσομοιωμένα στοιχεία. Από την άλλη πλευρά, η περιορισμένη προσέγγιση δίνει έμφαση στην τεχνολογική πτυχή και ορίζει το AR ως μια μορφή εικονικής πραγματικότητας όπου η οθόνη του συμμετέχοντα είναι διαφανής, επιτρέποντας μια σαφή εικόνα του πραγματικού κόσμου [55].

Ο Klopfer (2008) ανέφερε ότι ο όρος AR δεν πρέπει να ορίζεται περιοριστικά. Αυτός ο όρος θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε κάθε τεχνολογία που συνδυάζει πραγματικές και εικονικές πληροφορίες με ουσιαστικό τρόπο. Σύμφωνα με τους Klopfer και Squire, το AR θα μπορούσε να οριστεί σε γενικές γραμμές ως μια κατάσταση στην οποία ένα πραγματικό περιβάλλον επικαλύπτεται δυναμικά με συνεκτική εικονική πληροφορία ευαίσθητη στην τοποθεσία ή το περιβάλλον [55].

Τέλος για τους εκπαιδευτικούς και τους σχεδιαστές, ο ορισμός του AR με μια ευρεία έννοια θα ήταν πιο παραγωγικός επειδή ένας τέτοιος ορισμός υποδηλώνει ότι το AR θα μπορούσε να δημιουργηθεί και να εφαρμοστεί από ποικίλες τεχνολογίες, όπως επιτραπέζιους υπολογιστές, φορητές συσκευές, οθόνες με κεφαλή και ούτω καθεξής. Δηλαδή, η έννοια της AR δεν περιορίζεται σε κανενός είδους τεχνολογία και θα μπορούσε να επανεξεταστεί από μια ευρεία άποψη στις μέρες μας. Ο AR εκμεταλλεύεται τις δυνατότητες του πραγματικού κόσμου παρέχοντας πρόσθετες και συμπραζόμενες πληροφορίες που αυξάνουν την εμπειρία των μαθητών από την πραγματικότητα [55].

3.5.α Χρήση της Augmented Reality στις Smart Cities

Εφόσον αποσαφηνίσαμε την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας τώρα θα δούμε μερικές χρήσεις αυτής σε μια έξυπνη πόλη.

- **Ιατρική:** Το AR μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα ιατρικής πρακτικής που κυμαίνεται από προεγχειρητική εκπαίδευση και εκπαίδευση έως χειρουργική επέμβαση με καθοδήγηση εικόνας, καθώς παρέχει στον χειρουργό την απαραίτητη εικόνα της εσωτερικής ανατομίας και της βελτιωμένης αισθητηριακής αντίληψης, μειώνοντας τον κίνδυνο μιας επέμβασης. Η ανάγκη οπτικοποίησης του ασθενούς και των ιατρικών πληροφοριών για τον ίδιο φυσικό χώρο είναι ο λόγος για τον οποίο οι ερευνητές ευημερούν για AR, καθώς παρέχει την απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο ετερογενών δεδομένων που απαιτούνται για καθοδηγούμενη χειρουργική επέμβαση(GIS for Safety & Security Management) [56].
- **Στρατός:** Οι επαυξημένες σχολιασμένες πληροφορίες στο πραγματικό σενάριο πεδίου μάχης με HMD μπορούν να χρησιμοποιηθούν με AR. Η εταιρεία litye έχει ερευνήσει και χρησιμοποιήσει τα HMD για στρατιωτικούς σκοπούς. Μέσω της καινοτόμου προόδου στο AR, το πρόγραμμα Land Warrior (LW) του αμερικανικού στρατού εισήγαγε ένα έξυπνο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων βασισμένο σε πράκτορα στον φορητό υπολογιστή της LW που παρέχει μια προοπτική όραση στο οπτικό πεδίο. Το σύστημα νυχτερινής όρασης ελικοπτέρου αναπτύχθηκε από το Ινστιτούτο Αεροδιαστημικής Έρευνας του Καναδά (NRC-IAR) χρησιμοποιώντας AR

για να επεκτείνει το λειτουργικό περίβλημα του σκάφους και να ενισχύσει την ικανότητα των πιλότων να πλοηγούνται σε υποβαθμισμένες οπτικές συνθήκες [56].

- **Τουρισμός:** Ο Βλαχάκης κ.ά. παρουσίασε τον πρώτο επιτόπιο οδηγό πολιτιστικής κληρονομιάς με βάση την Επαυξημένη Πραγματικότητα (ARCHEOGUIDE), για να παρέχει στους τουρίστες την ανακατασκευασμένη άποψη του πολιτιστικού χώρου και τις αρχαιολογικές πληροφορίες που σχετίζονται με αυτόν. Ομοίως οι Park et al. χρησιμοποίησαν το AR για να προσφέρει μια καθηλωτική εμπειρία της ιστορικής σκηνής που αντικατοπτρίζει τις ανάγκες των τουριστών βελτιώνοντας την ποιότητα της πολιτιστικής περιήγησης. Οι Cinotti κ.ά. ανέπτυξε μια φορητή συσκευή που ονομάζεται WHYRE, ένας Οδηγός Πολυμέσων (MMG) που γνωρίζει το περιβάλλον για να μετατρέψει μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους σε επικοινωνιακά μηχανήματα. Τέλος οι Lee & Park πρότειναν ένα σύστημα καθοδήγησης βασισμένο σε AR για την καθοδήγηση του χρήστη με τον σχετικό προσανατολισμό, την απόσταση και την οπτική ένδειξη για να βρει τα συγκεκριμένα εκθέματα και πληροφορίες πολυμέσων σε αυτό το έκθεμα [56].
- **Πλοήγηση:** Ο Turunen et al. εισήγαγε ένα προσωπικό σύστημα πλοήγησης σε αστικές περιοχές με τερματικά κινητής επαυξημένης πραγματικότητας που βασίζονται στο κυψελοειδές δίκτυο 3G. Κινητά υπαίθρια συστήματα πλοήγησης για πεζούς και ηλεκτρονικούς τουριστικούς οδηγούς είναι ήδη διαθέσιμα στα PDA. Οι Hu & Uchimura πρότεινε μια νέα ιδέα της άμεσης οπτικής πλοήγησης (DVN), η οποία επικαλύπτει δείκτες εικονικής κατεύθυνσης και πληροφορίες κυκλοφορίας σε πραγματικό οδικό σκηνικό παρέχοντας καθοδήγηση από τους οδηγούς. Ωστόσο, αυτό περιορίστηκε στο σύστημα πλοήγησης που βασίζεται σε κινητά και ο οδηγός έπρεπε να κοιτάξει μακριά από το δρόμο για να απεικονίσει τις πληροφορίες πλοήγησης, οδηγώντας πάρα πολλά ατυχήματα. Έτσι, οι Nakatsura et al. πρότειναν μια επικάλυψη εικόνας σε οπτική διαφάνεια στο μπροστινό τζάμι του οχήματος για ελαχιστοποίηση του ατυχήματος που οφείλεται στη μετατόπιση του βλέμματος από το δρόμο στην κονσόλα [56].

- **Εκπαίδευση:** Η δυνατότητα συμπλήρωσης αντικειμένων του πραγματικού κόσμου με εικονικά αντικείμενα που συνυπάρχουν στον ίδιο χώρο με έναν απρόσκοπτο συνδυασμό εικονικών αντικειμένων με τον πραγματικό κόσμο πραγματοποιήθηκε χάρις το AR. Η προσθήκη πληροφοριών που λείπουν με εικονικά αντικείμενα σε πραγματικές σκηνές, αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα 2D και 3D στον πραγματικό κόσμο και η υπέρθεση των αόρατων φαινομένων στη φυσική, όπως οι ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις έχει βελτιώσει τα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και έχει αυξήσει το περιεχόμενο κατανόηση με αποτέλεσμα τη μακροπρόθεσμη διατήρηση της μνήμης [56].
- **Αντιμετώπιση καταστροφών:** Αρκετά συστήματα αντιμετωπίζουν ήδη τη χρήση του AR για την υποστήριξη της αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης, όπως το σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για την αντιμετώπιση καταστροφών από σεισμούς, το οποίο επικαλύπτει διαφορετικές αόρατες πληροφορίες που σχετίζονται με την καταστροφή (π.χ. άτομα που έχουν ταφεί από ερείπια, προσομοιώσεις ζημιών και μέτρα) και επικαλύπτει το με το πραγματικό περιβάλλον. Brunetti et al. παρουσίασε ένα φορητό συνεργατικό σύστημα AR, Smart Augmented Field for Emergency (SAFE) ενσωματωμένο με ευφυείς πράκτορες και συστήματα πολλαπλών πρακτόρων με σκοπό να βοηθήσει τους πρώτους ανταποκριτές και τους χειριστές που συμμετέχουν σε μια αποστολή διάσωσης. Η παροχή πληροφοριών και δεξιοτήτων στους πρώτους ανταποκριτές για την αντιμετώπιση ζητημάτων υγείας, ασφάλειας και διαχείρισης είναι βασικοί παράγοντες που πρέπει να επιδιωχθούν κατά τη διάρκεια μιας απόκρισης έκτακτης ανάγκης. Οι φορητές διεπαφές AR βοηθούν στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της κατάρτισης για επιτόπου δραστηριότητες ετοιμότητας για κρίσεις [56].

Σε αυτό το κεφάλαιο λοιπόν είδαμε τις εξής τεχνολογίες IoT, Big Data, 5g, Artificial Intelligence, Augmented Reality οι οποίες είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης και τι εφαρμογές προσφέρουν σε μια τέτοια πόλη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Παραδείγματα έξυπνων πόλεων

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναλύσαμε το τί είναι μια έξυπνη πόλη ως προς τον ορισμό καθώς και στις εφαρμογές που προσφέρει όπως η γεωργία, η υγεία, η κυκλοφορία καθώς και σε άλλους τομείς. Επίσης είδαμε τις τεχνολογίες που είναι απαραίτητες πλέον για την δημιουργία μιας αποδοτικής έξυπνης πόλης. Έχοντας καλύψει ένα μεγάλο κομμάτι των έξυπνων πόλεων τώρα θα δούμε μερικά παραδείγματα Smart City ανά τον κόσμο.

4.1 Νέα Υόρκη

Η πρώτη Έξυπνη Πόλη όπου θα επισκεφτούμε είναι η Νέα Υόρκη. Η Νέα Υόρκη είναι η πιο πολυπληθής πόλη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Με πληθυσμό για το 2020 8,804,190 κατανεμημένους σε 302,6 τετραγωνικά μίλια (784 km²). Η Νέα Υόρκη είναι επίσης η πιο πυκνοκατοικημένη μεγάλη πόλη στις Ηνωμένες Πολιτείες. Βρίσκεται στο νότιο άκρο της πολιτείας της Νέας Υόρκης, η πόλη είναι το κέντρο της μητροπολιτικής περιοχής της Νέας Υόρκης, η μεγαλύτερη μητροπολιτική περιοχή στον κόσμο ανά αστική περιοχή. Με πάνω από 20 εκατομμύρια ανθρώπους στη μητροπολιτική στατιστική περιοχή της και περίπου 23 εκατομμύρια σε συνδυασμένη στατιστική περιοχή του [96]. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι κέρδισε το βραβείο της καλύτερης Smart City για το έτος 2016 από το Smart City Expo World Congress. Παρακάτω θα δούμε μερικές εφαρμογές ως έξυπνη πόλη που χρησιμοποιεί η Νέα Υόρκη.

4.1.α Smart Mobility

Όπως προαναφέραμε η Νέα Υόρκη είναι μια πυκνοκατοικημένη περιοχή, το οποίο σημαίνει καθημερινή κίνηση στους δρόμους από εκατομμύρια πολίτες κάθε στιγμή της ώρας. Για να μπορέσει να ανταπεξέλθει σε τόσο μεγάλη κινητικότητα η Νέα Υόρκη εφάρμοσε τα εξής:

- **Midtown in Motion:** Η KLD ανέπτυξε μια καινοτόμο προσέγγιση για την αντιμετώπιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης από πλευράς ζήτησης και προσφοράς ταυτόχρονα. Διάφορες στρατηγικές ρύθμισης της ζήτησης, ανάλογα με τα επίπεδα συμφόρησης που επικρατούν, εφαρμόζονται στους περιφερειακούς δρόμους της ζώνης ελέγχου στόχου. Αυτές οι στρατηγικές χρησιμοποιούν προληπτικά αντισταθμίσεις και διαχωρισμούς σήματος για να επιδράσουν σε επιδείνωση και επανεξισορρόπηση της κίνησης, με σκοπό την καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων χώρων αποθήκευσης δικτύου διατηρώντας παράλληλα τη χωρητικότητα της ζώνης ελέγχου στόχου. Εντός της περιοχής ελέγχου στόχου, εφαρμόζεται μια δυναμική στρατηγική εξισορρόπησης ουρών σε επιλεγμένες κρίσιμες διασταυρώσεις για να αποφευχθεί η διάδοση των διαρροών με σταθεροποιημένες ή μειωμένες ουρές [57].
- **Transit signal priority(TSP):** Η προτεραιότητα σήματος διέλευσης (TSP) είναι μια τεχνολογία που είναι ικανή να ενισχύσει τις παραδοσιακές υπηρεσίες διαμετακόμισης διευκολύνοντας τις μετακινήσεις λεωφορείων μέσω διασταυρώσεων που ελέγχονται από σήματα κυκλοφορίας. Σε πολυσύχναστα δρομολόγια λεωφορείων στη Νέα Υόρκη, τα λεωφορεία περνούν περίπου το 21 τοις εκατό του χρόνου τους σταματώντας στα φανάρια, κάτι που συμβάλλει σημαντικά στην επιβράδυνση των λεωφορείων στην πόλη. Για να μειώσετε αυτές τις καθυστερήσεις, η NYC DOT και η MTA συνεργάζονται για την εφαρμογή του TSP μέσω της εγκατάστασης τεχνολογίας του MTA στα λεωφορεία και της ισχυρής ανάλυσης κυκλοφορίας από το NYC DOT για να διασφαλιστεί η μέγιστη ροή της κυκλοφορίας διατηρώντας επαρκή χρόνο διέλευσης πεζών. Το TSP στη Νέα Υόρκη περιλαμβάνει τόσο παθητικό όσο και συστήματα ενεργητικής προτεραιότητας. Το "παθητικό" TSP σημαίνει ότι τα σήματα κυκλοφορίας είναι καλύτερα συντονισμένα, βελτιώνοντας έτσι τη ροή της κυκλοφορίας για όλα τα οχήματα κατά μήκος της διαδρομής του λεωφορείου. Το "ενεργό" TSP απαιτεί από το όχημα διέλευσης να επικοινωνεί με τα σήματα κυκλοφορίας, προκειμένου να προσαρμόζεται δυναμικά ο χρόνος σήματος υπέρ του είτε επεκτείνοντας το πράσινο σήμα είτε συντομεύοντας το κόκκινο σήμα στη διασταύρωση που πλησιάζει [58].

4.1.β Smart Environment

Προσπάθεια της Νέας Υόρκης καθώς και άλλων έξυπνων πόλεων είναι να μειώσουν τους ρύπους διοξειδίου του άνθρακα και να καταπολεμήσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Για να το πετύχει αυτό η Νέα Υόρκη χρησιμοποιεί τις παρακάτω τεχνολογίες:

- **Smart Waste Management:** Ως πρωτοβουλία έξυπνης πόλης, η κυβέρνηση έχει αναπτύξει έναν έξυπνο κάδο απορριμμάτων με το όνομα «Big Belly» σε όλη τη Νέα Υόρκη. Αυτοί οι κάδοι απορριμμάτων περιέχουν έναν ασύρματο αισθητήρα που χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση του επιπέδου απορριμμάτων, ο οποίος είναι χρήσιμος για τον αποτελεσματικό προγραμματισμό των ταξιδιών παραλαβής. Υπάρχει επίσης ένας συμπιεστής απορριμμάτων σε αυτούς τους κάδους απορριμμάτων που λειτουργεί με ηλιακή ενέργεια. Με τη βοήθεια του συγκριτή σκουπιδιών, ο κάδος απορριμμάτων μπορεί να χωρέσει έως και 500% περισσότερα απόβλητα από έναν συμβατικό κάδο απορριμμάτων [59].
- **CityScanner:** Το CityScanner είναι ένα πιλοτικό πρόγραμμα που θα χρησιμοποιεί οχήματα του στόλου της πόλης για να ελέγξει την ποιότητα του τοπικού αέρα. Πέντε οχήματα που εξυπηρετούν το Νότιο Μπρονξ θα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα ποιότητας του αέρα, τα οποία χρησιμοποιούνται συχνά από την κυβέρνηση της πόλης για τον εντοπισμό προβληματικών περιοχών, τον προσδιορισμό των αιτιών της κακής ποιότητας του αέρα και τη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα [59].
- **Automated Meter Reading:** Το αυτοματοποιημένο σύστημα ανάγνωσης μετρητών αποτελείται από μικρούς ραδιοπομπούς χαμηλής ισχύος που συνδέονται με μεμονωμένους μετρητές νερού και στέλνουν αναγνώσεις κάθε έξι ώρες σε ένα δίκτυο δεκτών στον τελευταίο όροφο σε όλη την πόλη. Η στενή παρακολούθηση θα επιτρέψει στο Υπουργείο Προστασίας του Περιβάλλοντος να στείλει λογαριασμούς με λεπτομερή χρήση, τελικά σε μηνιαία βάση και διαθέσιμους στο Διαδίκτυο, σε αντίθεση με τους τρέχοντες εκτιμώμενους λογαριασμούς που εκδίδονται κάθε τρεις μήνες, έτσι ώστε οι πληρωτές να πληρώνουν ακριβώς για αυτό που χρησιμοποιούν

ο καθένας κύκλος χρέωσης. Η ακριβής χρέωση θα παρέχει στους δικαιούχους πληρωμής τη δυνατότητα να ελέγχουν πιο προσεκτικά τη χρήση του νερού και να αναζητούν τρόπους εξοικονόμησης. Οι βελτιωμένοι λογαριασμοί θα επιτρέψουν επίσης στους ιδιοκτήτες κτιρίων να εντοπίσουν διαρροές που χρειάζονται επισκευή και συχνά αποδεικνύονται δαπανηρές [60].

4.1.γ Smart Government

Στον τομέα του Smart Government η πόλη της Νέας Υόρκης έχει εφαρμόσει διάφορες τεχνολογίες έτσι ώστε να παρέχει στους πολίτες περισσότερες ανέσεις σε πράγματα που αφορούν την καθημερινότητα όπως:

- **NYC311:** Η αποστολή του NYC311 είναι να παρέχει στο κοινό γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε όλες τις κυβερνητικές υπηρεσίες και πληροφορίες της Νέας Υόρκης ενώ προσφέρει την καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών. Βοηθά τους Οργανισμούς να βελτιώσουν την παροχή υπηρεσιών επιτρέποντάς τους να επικεντρωθούν στις βασικές αποστολές τους και να διαχειριστούν αποτελεσματικά τον φόρτο εργασίας τους. Παρέχει επίσης πληροφορίες για τη βελτίωση της διοίκησης της πόλης μέσω ακριβούς, συνεπούς μέτρησης και ανάλυσης της παροχής υπηρεσιών [61].
- **LinkNYC:** Το LinkNYC είναι ένα πρώτο δίκτυο επικοινωνιών στο είδος του που αντικαθιστά τα τηλέφωνα πληρωμών της Νέας Υόρκης με υπερσύγχρονα περίπτερα που ονομάζονται Links. Κάθε σύνδεσμος είναι εξοπλισμένος με δωρεάν υπηρεσίες όπως Wi-Fi υψηλής ταχύτητας, τηλεφωνικές κλήσεις, tablet για χάρτες και υπηρεσίες πόλης και φόρτιση συσκευών για όσους ζουν ή επισκέπτονται τη Νέα Υόρκη για να απολαύσουν. Εκτός από τις δυνατότητες του Link που είναι δωρεάν για το κοινό, δεν επιβαρύνονται επίσης για τους φορολογούμενους. Οι σύνδεσμοι εγκαθίστανται στους πέντε δήμους [62].
- **City24/7:** Το City24/7 παρέχει τις πληροφορίες που πρέπει να γνωρίζουν οι άνθρωποι, πού και πότε τους βοηθάει περισσότερο. Αυτές οι πληροφορίες

εμφανίζονται σε ανθεκτικές, αλλά εύχρηστες έξυπνες οθόνες που αντικαθιστούν αχρησιμοποίητα και συχνά ξεπερασμένα δημόσια έπιπλα, όπως τηλέφωνα πληρωμής που βρίσκονται σε στάσεις λεωφορείων, σιδηροδρομικοί σταθμοί, μεγάλες εισοδοί, εμπορικά κέντρα και αθλητικές εγκαταστάσεις. Οι 24ωρες έξυπνες οθόνες ενσωματώνουν τεχνολογία αφής, φωνής και ήχου για να παρέχουν μια μεγάλη ποικιλία από υπερ-τοπικές (περίπου δύο τετραγωνικές πόλεις) πληροφορίες, υπηρεσίες και προσφορές σε πραγματικό χρόνο. Το Μπορείτε επίσης να έχετε πρόσβαση στις Έξυπνες Οθόνες μέσω Wi-Fi σε κοντινά smartphone, tablet, και φορητούς υπολογιστές. Εκτός από την παροχή πληροφοριών σχετικά με τοπικές εκδηλώσεις και εμπόρους, οι έξυπνες οθόνες City24/7 διατηρούν τους ανθρώπους ασφαλείς παρέχοντας ειδοποιήσεις ασφαλείας για την άμεση περιοχή [63].

4.1.6 Smart Safety

Με την χρήση της τεχνολογίας η Νέα Υόρκη μπόρεσε να αναβάθμισε την δημόσια ασφάλεια ως προς το καλύτερο, με διάφορες εφαρμογές που θα δούμε παρακάτω όπου βοηθά τους κατοίκους να λάβουν ταχύτερη και αποτελεσματικότερη βοήθεια από την αστυνομία, την πυροσβεστική και άλλους πρώτους ανταποκριτές σε περιόδους έκτακτης ανάγκης:

- Enhanced 911: Το Enhanced 911 είναι ένα αυτοματοποιημένο σύστημα απόκρισης που παρέχει κέντρα αποστολής έκτακτης ανάγκης, συμπεριλαμβανομένων των πολλών πανελλαδικών εγκαταστάσεων σε όλη την πολιτεία της Νέας Υόρκης, τη δυνατότητα να εντοπίσουν την ακριβή τοποθεσία του καλούντος χρησιμοποιώντας το GPS στο έξυπνο τηλέφωνο του καλούντος. Αυτό μπορεί να είναι πιο αξιόπιστο από την τυπική προφορική επικοινωνία μέσω τηλεφώνου, βοηθώντας τους ανταποκριτές έκτακτης ανάγκης, όπως η αστυνομία, οι πυροσβέστες και οι ασθενοφόροι, να εντοπίζουν γρηγορότερα άτομα και χώρους έκτακτης ανάγκης. Επιπλέον, η τεχνολογία είναι διαθέσιμη για την αναβάθμιση των συστημάτων χειρισμού μη λεκτικών επικοινωνιών, συμπεριλαμβανομένης της λήψης κειμένων, εικόνων ή ροής βίντεο [64].

- Drones: Επί του παρόντος, τα drones χρησιμοποιούνται από αστυνομικούς, σερίφες και πυροσβεστικές υπηρεσίες καθώς και από μη δημόσιες υπηρεσίες ασφαλείας με μυριάδες τρόπους-για την παρακολούθηση χαμένων πολιτών, τον εντοπισμό υπόπτων που διαφεύγουν, την εύρεση κλεμμένων οχημάτων ή την ανακατασκευή σκηνών ατυχημάτων οχημάτων. Υπάρχουν αναφορές για drones που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης, όπως για την εκτίμηση των ζημιών από πλημμύρες, για τη μέτρηση του όγκου των χωματερών και για την επιθεώρηση γεφυρών, φραγμάτων και απομακρυσμένων γραμμών ηλεκτροδότησης [64].

4.2 Βαρκελώνη

Η Βαρκελώνη είναι η δεύτερη μεγαλύτερη και σημαντικότερη πόλη της Ισπανίας ως προς τον πληθυσμό και την οικονομία. Η μητροπολιτική της περιοχή έχει έναν πληθυσμό της τάξης των περίπου 4.8 εκατομμυρίων κατοίκων, οι οποίοι ζούνε στους 36 δήμους της αστικής της περιοχής, κάτι που την κάνει τη μεγαλύτερη μητρόπολη του ευρύτερου μεσογειακού χώρου, ενώ εντός της πόλης ζούνε περίπου 1.6 εκατομμύρια άνθρωποι [65]. Το 2011 η Βαρκελώνη φιλοξένησε το πρώτο ‘Smart City Expo and World Congress’ και από τότε έχει υλοποιήσει διάφορες καινοτομίες μιας έξυπνης πόλης, και σήμερα αποτελεί μια από τις κορυφαίες Smart City παγκοσμίως.

4.2.α Smart Districts

Το 22@Barcelona είναι ένα έργο αστικού μετασχηματισμού με στόχο την δημιουργία μιας νέας καινοτόμας περιοχής. Το 22@Barcelona διαθέτει ένα μοντέλο πόλης γνώσης που καλύπτει τα πρότυπα της Smart City με οικονομία, πράσινη υποδομή, χωρίς αποκλεισμούς, επιστήμη και τεχνολογία, στέγαση, κινητικότητα, ποιότητα ζωής και ταυτότητα. Η περιοχή 22@Barcelona υποστηρίζει μια σειρά έργων που θα προσθέσουν αξία σε εταιρείες και πόλεις. Μεταξύ αυτών των έργων, το πρόγραμμα Barcelona Urban Innovation Lab & Dev (BUILD) υπάρχει ως μεικτή σφαίρα στην ανάπτυξη μοντέλου Smart City [66].

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με το επίσημο site της Βαρκελώνης Σε λίγο πάνω από 200 εκτάρια από τις βιομηχανικές τοποθεσίες, σήμερα υπάρχουν περισσότερες από 1.500 εταιρείες που συνδέονται με τα μέσα ενημέρωσης, την πληροφορική, την ενέργεια, τον σχεδιασμό και την επιστημονική έρευνα. Η βιομηχανική γη του Poblenou ήταν το περιβάλλον για την εκβιομηχάνιση της Βαρκελώνης και αυτές τις μέρες φιλοξενεί μια ομάδα γνώσεων. Αλλά το μέλλον δεν έχει ξεφύγει από το παρελθόν και πολλές νέες εταιρείες στεγάζονται σε παλιά εργοστάσια και βιομηχανικά συγκροτήματα τύπου Μοντερνίστας. Έτσι, ο παλιός υφαντουργικός μύλος Ca l'Aranyó είναι τώρα η Πανεπιστημιούπολη Επικοινωνίας του Πανεπιστημίου Pompeu Fabra, ενώ η υφασμάτινη αποθήκη Can Munné στεγάζει σήμερα τη σχολή σχεδιασμού Bau [66].

4.2.β E-Government

Η Βαρκελώνη θεωρείται πρωτόπορος σε αρκετές εφαρμογές που σχετίζονται με την ηλεκτρονική διακυβέρνηση (E-Government). Εφαρμόζοντας νέες τεχνολογίες των ΤΠΕ για τη βελτίωση των δημόσιων υπηρεσιών. Κάποιες εφαρμογές είναι:

- **Επαγγελματικός Φάκελος (The professional folder):** Η Βαρκελώνη είναι η πρώτη πόλη στην Ισπανία που επιτρέπει στους επαγγελματίες να ολοκληρώνουν διαδικτυακές διαδικασίες για λογαριασμό των πελατών τους (πληρωμές, χρέη, διατυπώσεις ιδιοκτησίας και πρόστιμα). Οι επαγγελματίες υποβάλλουν αίτηση για άδεια μέσω της πύλης και το σύστημα παρακολουθεί την πρόοδο της διαδικασίας. Από την πλευρά των επιχειρήσεων, η Barcelona Activa (Οργανισμός Τοπικής Ανάπτυξης) διαθέτει επίσης αρκετά προγράμματα στα οποία είναι προσβάσιμα στο διαδίκτυο, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης και των διαδικασιών για την ενσωμάτωση επιχειρήσεων σε 48 ώρες [68].
- **Ανοιχτά δεδομένα BCN:** τα δημόσια δεδομένα που ανήκουν στο Δημοτικό Συμβούλιο είναι προσβάσιμα στο κοινό σε ανοιχτές και τυποποιημένες ψηφιακές μορφές σε μια εύκολη και σαφή δομή. Η πύλη περιλαμβάνει περισσότερες από 300 κατηγορίες δεδομένων σε 5 βασικές περιοχές: έδαφος, πληθυσμός, αστικές υπηρεσίες, οικονομία και διοίκηση. Στόχος της πρωτοβουλίας είναι να αυξήσει τη διαφάνεια του Δημοτικού

Συμβουλίου, να εντοπίσει πληροφορίες κοινού ενδιαφέροντος, να υποστηρίξει ιδιωτικές πρωτοβουλίες που αναπτύσσουν δημόσιες υπηρεσίες ενδιαφέροντος και να υποστηρίξει το άνοιγμα των δημόσιων δεδομένων [68].

- **Quiosc PuntBCN:** η πόλη διαθέτει περίπτερα για την προσοχή των πολιτών παρόμοια με αυτόματες μηχανές διανομής μετρητών. Αυτά τα περίπτερα βελτιώνουν την προσοχή στους πολίτες από τις έντεκα Oficines d'Atenció Ciutadana (OAC, Γραφεία για την προσοχή του κοινού) που δέχονται κατά μέσο όρο 4.500 καθημερινούς χρήστες. Αυτά τα περίπτερα βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία της πόλης (εμπορικά κέντρα, βιβλιοθήκες, κέντρα πολιτών και στα 11 OAC) και επιτρέπουν στους πολίτες να λύσουν τις περισσότερες διοικητικές διαδικασίες τους, οι οποίες αντιπροσωπεύουν το 60% όλων των ερευνών που ελήφθησαν. Αυτή η πρωτοβουλία βελτιώνει το δίκτυο της πόλης για την προσοχή του κοινού και αυξάνει τις ώρες υπηρεσίας. Όλες οι υπηρεσίες και οι διαδικασίες που παρέχονται από τα περίπτερα είναι επίσης διαθέσιμες στο διαδίκτυο [68].

4.2.γ L.I.V.E Barcelona

Το L.I.V.E Barcelona (Logistics for the Implementation of the Electric Vehicle) είναι μια ανοιχτή δημόσια-ιδιωτική πλατφόρμα που προωθεί τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων για την μείωση των ρύπων διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και την προώθηση της πόλης ως κέντρο καινοτομίας στην ηλεκτρική κοινότητα. Σύμφωνα με το επίσημο site της Βαρκελώνης Σήμερα η πόλη διαθέτει περισσότερους από 240 σταθμούς επαναφόρτισης. Ο στόχος είναι ότι κάθε πολίτης έχει έναν σταθμό προσβάσιμο μέσα σε 5 λεπτά από το σπίτι. Αυτό το δημόσιο δίκτυο σημείων επαναφόρτισης αποτελεί παράδειγμα καινοτόμου υποδομής και δημιουργεί νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες. Ανταποκρίνεται σε ένα ανοιχτό μοντέλο: ορισμένοι προμηθευτές εφαρμόζουν διαφορετικές τεχνολογίες. Η πόλη αναπτύσσει ένα πιλοτικό έργο σε μεγάλη κλίμακα, όπου μπορείτε να δοκιμάσετε και να αναπτύξετε νέες τεχνολογίες [68].

4.2.δ Districlima

Το Districlima (district-clima) είναι ένα πρότζεκτ που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά στην Ισπανία το 2002, το οποίο είναι ένα δίκτυο θέρμανσης και ψύξης για χρήση σε θέρμανση, κλιματισμό καθώς και ζεστό αποστειρωμένο νερό. Το πρότζεκτ αυτό εντοπίστηκε για πρώτη φορά σε μια περιοχή της Βαρκελώνης. Σχεδόν όλη η θερμότητα και ένα μέρος του κρύου παράγονται κάνοντας καλή χρήση του ατμού που παράγεται από την καύση αστικών αποβλήτων στην κοντινή μονάδα επεξεργασίας (TERSA). Το υπόλοιπο κρύο παράγεται μέσω βιομηχανικών ηλεκτρικών ψυκτών που ψύχονται με θαλασσινό νερό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνονται υψηλές επιδόσεις και αποφεύγεται η εγκατάσταση πύργων ψύξης[69]. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτού (σύμφωνα με το επίσημο site του districlima):

1) Ως προς το περιβάλλον:

- Οι υπολειπόμενες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται γενικά (αστικά στερεά απόβλητα ή άλλα) σε ενεργειακό εξοπλισμό υψηλής απόδοσης, ελαχιστοποιώντας έτσι την πρωτογενή κατανάλωση ορυκτής προέλευσης.
- Μείωση θορύβου και κραδασμών σε κτίρια που συνδέονται με το σύστημα.
- Μείωση των εκπομπών αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς είναι μια πιο αποδοτική ενεργειακή λύση.
- Σημαντική μείωση των απωλειών ψυκτικού στην ατμόσφαιρα σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα.

2) Ως προς την οικονομία:

- Αξιοσημείωτη μείωση της συρρικνωμένης ηλεκτρικής ισχύος.
- Εξοικονόμηση λογαριασμών ενέργειας των χρηστών.
- Μείωση του κόστους συντήρησης και λιγότερες απαιτήσεις τεχνικής εξειδίκευσης.
- Διατίθεται περισσότερος χώρος για επαγγελματικούς ή άλλους σκοπούς.

4.2.ε Fab Lab Barcelona

Το Fab Lab Barcelona, ένα από τα κορυφαία εργαστήρια κατασκευής στον κόσμο, είναι μέρος του Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC), ενός εκπαιδευτικού και ερευνητικού κέντρου για την ανάπτυξη της αρχιτεκτονικής ικανό να ανταποκριθεί στις προκλήσεις της κατοικησιμότητας στην αρχές του 21ου αιώνα [68]. Κάποια από τα πρότζεκτ που έχουν αναπτυχθεί στο Fab Lab είναι το Hyper Habitat IAAC και το Fab Lab House. Το Fab Lab Barcelona αναπτύσσει επί του παρόντος πολυεπίπεδα έργα - από έξυπνες συσκευές για συλλογή μεμονωμένων δεδομένων (βραβείο καινοτόμου έργου Smart Citizen στο Smart City Expo και Παγκόσμιο Συνέδριο στη Βαρκελώνη), έως μια νέα γενιά Green Fab Labs και νέα μοντέλα πόλεων μέσω του Barcelona Fab City Project [68].

4.3 Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη είναι μια πόλη-κράτος που βρίσκεται βόρεια του ισημερινού και νότια της χερσονήσου της Μαλαισίας. Είναι μια από τις πιο πυκνοκατοικημένες ανεξάρτητες χώρες στον κόσμο με πληθυσμό 5.6 εκατομμύρια στα μέσα του 2018 [70]. Η Σιγκαπούρη έχει τη φιλοδοξία να κάνει τη χώρα της το πρώτο πραγματικό έξυπνο έθνος στον κόσμο αξιοποιώντας τις ΤΠΕ, και το πέτυχε αυτό καθώς σήμερα αποτελεί την κορυφαία smart city [70].

4.3.α Μεταφορές και αστική κινητικότητα

Η Σιγκαπούρη έχει εφαρμόσει ένα Έξυπνο Σύστημα Μεταφορών (ITS-Intelligent Transport System) για την καλύτερη οδική κυκλοφορία και ασφάλεια. Το ITS συνεργάζεται με άλλες πρωτοβουλίες μεταφορών, όπως δωρεάν δημόσιες συγκοινωνίες τις ώρες αιχμής του πρωινού, σύστημα ποσοστώσεων οχημάτων, λειτουργικό σύστημα δημόσιων μεταφορών και χρέωση συμφόρησης, για την ενίσχυση του συνολικού συστήματος μεταφορών στην πόλη. Χρησιμοποιώντας εξαρτήματα ITS, η Σιγκαπούρη παρέχει αριθμός έξυπνων υπηρεσιών μεταφοράς για τους πολίτες [71]:

- One Monitoring: Η ONE MOTORING είναι η ολοκληρωμένη πύλη εξυπηρετούν όλους τους οδηγούς και τους ιδιοκτήτες οχημάτων στη Σιγκαπούρη. Σε αυτήν την

διαδικτυακή πύλη, οι πολίτες μπορούν να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες κίνησης που συλλέγονται από κάμερες παρακολούθησης που είναι εγκατεστημένες σε δρόμους και οχήματα ταξί με GPS. Μέσω του Traffic Smart, οι οδηγοί έχουν τη δυνατότητα να δουν στιγμιότυπα οδικών οδών που λαμβάνονται κάθε 5 λεπτά. Για λόγους ασφαλείας, τα βίντεο σε πραγματικό χρόνο ή οι λήψεις από κοντά δεν παρέχονται στο διαδίκτυο [71].

- Σύστημα γρήγορης παρακολούθησης και παροχής συμβουλών (Σ.Γ.Π.Π.Σ) και Υπηρεσία ανάκτησης οχημάτων (Υ.Α.Ο.): Η Αρχή Χερσαίων Μεταφορών (ΑΧΜ) χρησιμοποιεί κάμερες παρακολούθησης για να προσέχει οδικά συμβάντα. Όταν εντοπιστεί ένα περιστατικό, το LTA ενεργοποιεί το πλήρωμα ανάκτησης οχήματος που στοχεύει να φτάσει στο σημείο σε περίπου 15 λεπτά για να ρυμουλκήσει το όχημα στον πλησιέστερο καθορισμένο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων έξω από τον αυτοκινητόδρομο [71].
- Το σήμα ταχύτητάς σας: είναι μια έξυπνη, ζωντανή ηλεκτρονική συσκευή που εμφανίζει την ταχύτητα των οχημάτων σε πραγματικό χρόνο και ειδοποιεί τους οδηγούς εάν παραβιάζουν το όριο ταχύτητας. Ενθαρρύνει τους οδηγούς να παραμείνουν κάτω από το όριο και έτσι να βελτιώσουν την ασφάλεια στους δρόμους [71].
- Υπηρεσία καθοδήγησης στάθμευσης: Το LTA ξεκίνησε το σύστημα καθοδήγησης στάθμευσης από το 2008 και αυτό παρέχει στους οδηγούς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη διαθεσιμότητα στάθμευσης. Αυτό μειώνει τον όγκο κυκλοφορίας που αναζητά διαθέσιμους χώρους και προάγει μια πιο αποτελεσματική χρήση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων στάθμευσης. Οι πληροφορίες εμφανίζονται στον ηλεκτρονικό πίνακα πινακίδων ή διαδικτυακά στην One Motoring Portal, ή σε εφαρμογές για κινητά όπως το MyTransport.SG [71].

4.3.β Ασφάλεια

Η Σιγκαπούρη σύμφωνα με μελέτες από το Economist Intelligence Unit κατατάσσεται ως η 2η πιο ασφαλή πόλη παγκοσμίως. Η αστυνομική δύναμη μπορεί να προσεγγιστεί σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης καλώντας το 999 καθώς και μια υπηρεσία SMS που ονομάζεται Υπηρεσία βοήθειας σύντομων μηνυμάτων έκτακτης ανάγκης, ή SMS 70999 εν συντομία, η οποία έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει στα μέλη της κοινότητας των κωφών, των βαρήκων και των ατόμων με προβλήματα ομιλίας μια άλλη οδό επικοινωνίας [71]. Το έργο αυτό υποστηρίζεται από το υπουργείο Οικονομικών και το iDA. Επίσης η Αστυνομία της Σιγκαπούρης παρέχει ηλεκτρονικό αστυνομικό κέντρο μέσω διαδικτύου (μέσω του Electronic Police Center, ePC) για τους πολίτες για τη βολική συλλογή πληροφοριών, την υποβολή αστυνομικής αναφοράς στο διαδίκτυο και τη διαχείριση διοικητικών υποθέσεων, όπως η αίτηση για επικυρωμένο αντίγραφο αστυνομικών αναφορών, ποινικό μητρώο κ.λπ. Για παράδειγμα, το CrimeStopper στο ePC παρέχει έναν εναλλακτικό διαδικτυακό δρόμο για τους πολίτες να κάνουν λιγότερο επείγουσες αναφορές ή να υποβάλλουν πληροφορίες για να βοηθήσουν την Αστυνομία στην καταπολέμηση του εγκλήματος [71].

4.3.γ Ανάγκη και Ανταπόκριση

Η Δύναμη Πολιτικής Άμυνας της Σιγκαπούρης (SCDF) είναι ένας οργανισμός που παρέχει πυροσβεστικές, διάσωσης και ιατρικές υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης. Η υπηρεσία καλείται είτε τηλεφωνικά '995' ή μέσω μιας εφαρμογής στο κινητό. Η εφαρμογή myResponders ξεκίνησε πρόσφατα τον Απρίλιο του 2015, η οποία ειδοποιεί τους χρήστες για κοντινά περιστατικά ύποπτης καρδιακής ανακοπής, οδηγώντας τους να ανταποκριθούν πριν φτάσει το SCDF. Από την έναρξη της εφαρμογής, έχουν πραγματοποιηθεί περισσότερες από 2.000 λήψεις, αν και ο αριθμός των εγγραφών για να γίνουν ανταποκριτές δεν έχει φτάσει στο ίδιο επίπεδο μέχρι τώρα. Το «mySCDF» επιτρέπει στους πολίτες να παρέχουν ανατροφοδότηση στο SCDF, οδηγίες χρήσης πυροσβεστήρα, τρόπους εκτέλεσης CPR και AED, καθώς και πρόσβαση στις ετήσιες εκθέσεις του SCDF [71].

Άλλες εφαρμογές που επιτρέπουν στο κοινό να έχει πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες έκτακτης ανάγκης είναι οι «βιολογικές απειλές», οι διαδικασίες

απολύμανσης, η «έκθεση σε βιολογικούς παράγοντες», η «πυρασφάλεια» και «εάν συμβεί έκρηξη».

Ορισμένες ηλεκτρονικές υπηρεσίες είναι επίσης διαθέσιμες στον κύριο ιστότοπο του SCDF. Αυτές οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν [71]:

- i) online πληρωμή για τις υπηρεσίες του SCDF.
- ii) υποβάλλουν αίτηση για μαθήματα στο SCDF για δημόσια προγράμματα εκπαίδευσης.
- iii) αγορά αναφορών πυρκαγιάς και ασθενοφόρου
- iv) Εντοπιστής εγκαταστάσεων SCDF

4.3.δ Περιβάλλον

Στην Σιγκαπούρη υπό το Υπουργείο Περιβάλλοντος Υδάτινων Πόρων υπάρχουν δύο νόμιμα συμβούλια, η Εθνική Υπηρεσία Περιβάλλοντος και το Public Utilities Board. Η πρώτη ασχολείται με τη ρύπανση του αέρα και του νερού, χειρίζεται τα απόβλητα, προωθεί την δημόσια υγιεινή κτλπ. Ενώ η δεύτερη ασχολείται με όλα τα θέματα που αφορούν τα ύδατα της Σιγκαπούρης.

Το Singapore Power παρέχει επίσης εφαρμογή για κινητά που επιτρέπει στους πολίτες να δουν τους εκκρεμείς λογαριασμούς και την κατάσταση πληρωμής τους, να κατανοήσουν καλύτερα τη χρήση της υπηρεσίας κοινής ωφέλειας και να υποβάλουν μετρήσεις μετρητών. Αυτό οδηγεί τους καταναλωτές να ελέγχουν τη χρήση του σπιτιού τους για τη διαχείριση της κατανάλωσης νερού [71].

Το 2015, οι έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων εισήχθησαν ως μέρος του έξυπνου προγράμματος διαχείρισης απορριμμάτων. Οι οθόνες ανίχνευσης που είναι προσαρτημένες στα καπάκια του κάδου συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο και τη θέση και αυτό ειδοποιείται σε μια ομάδα σκουπιδιών μέσω ενός κεντρικού διακομιστή. Αυτό βοηθά την ομάδα συλλογής απορριμμάτων να βελτιστοποιήσει τον προγραμματισμό της διαδρομής τους και ταυτόχρονα, να διατηρεί συνεχώς καθαρούς τους δημόσιους χώρους [71].

4.3.ε Ενέργεια

Για πιο αποδοτική χρήση ενέργειας, το Intelligent Energy System (IES) της Σιγκαπούρης προσπαθεί να βελτιώσει τις λειτουργίες του δικτύου και να διευκολύνει την ενεργό συμμετοχή των καταναλωτών. Έξυπνοι μετρητές που είναι εξοπλισμένα με δυνατότητες επικοινωνίας παίζουν ιδιαίτερα ζωτικό ρόλο στο να επιτρέψουν στο σύστημα να είναι αμφίδρομο κανάλι. Παρέχουν τόσο στους καταναλωτές όσο και στον φορέα εκμετάλλευσης δικτύου με πληροφορίες για το πόση ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούν [71].

Το 2012, στο πλαίσιο του έργου IES στη φάση 2, εγκαταστάθηκαν έξυπνοι μετρητές σε περίπου 1.900 νοικοκυριά στο Punggol. Σε ορισμένα επιλεγμένα οικιακά νοικοκυριά δόθηκαν μονάδες οθόνης (IHD), μια φορητή συσκευή που παρέχει στα νοικοκυριά πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας [71].

4.3.στ Μηχανισμός αλληλεπίδρασης πολιτών και επικοινωνία

Η κυβέρνηση παρέχει προγράμματα στους πολίτες χωρισμένα σε 3 κατηγορίες, προγράμματα για πολίτες, προγράμματα για επιχειρήσεις και προγράμματα για κυβέρνηση. Παρακάτω δίνονται ορισμένα προγράμματα για κάθε κατηγορία σύμφωνα με την μελέτη των Lee,Kwon,Cho,Kim,Lee για το International Case Studies of Smart Cities [71].

1) Προγράμματα για πολίτες

- **data.gov.sg:** Ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2011, παρέχει εύκολη ανακάλυψη πρόσβασης σε διαφημίσεις σε δημόσια διαθέσιμα σύνολα δεδομένων της Κυβέρνησης. Το Data.gov.sg παρέχει πρόσβαση στον κατάλογο δεδομένων για το κοινό και επιτρέπει τη λήψη κυβερνητικών δεδομένων, την αναζήτηση εφαρμογών που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας κυβερνητικά δεδομένα [71].
- **OneInbox:** Αυτό το πρόγραμμα ξεκίνησε τον Δεκέμβριο του 2013 και παρέχει επίσημη κυβερνητική πλατφόρμα όπου τα άτομα μπορούν να λαμβάνουν

ηλεκτρονικά τις κυβερνητικές αλληλογραφίες. Η δωρεάν ψηφιακή υπηρεσία είναι προσβάσιμη για οποιονδήποτε με το SingPass. Το προσφέρει επιλογή ηλεκτρονικών γραμμάτων, προώθηση και λήψη ή εκτύπωση ηλεκτρονικών γραμμάτων, προώθηση ηλεκτρονικών επιστολών σε προσωπικό λογαριασμό ηλεκτρονικού ταχυδρομείου κ.λπ. [71].

- **SingPass:** Το SingPass ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2015, το οποίο είναι ένα σύστημα ελέγχου ταυτότητας για πρόσβαση σε όλες τις κυβερνητικές ηλεκτρονικές υπηρεσίες [71].

2) **Προγράμματα για επιχειρήσεις:** Ορισμένα προγράμματα παρέχονται για επιχειρήσεις μέσω πλατφόρμας ηλεκτρονικής διακυβέρνησης. Ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2004, το Business Incentive Profiler παρέχει στις επιχειρήσεις μια ενιαία πρόσβαση και εφαρμογή για όλες τις κρατικές επιχορηγήσεις που διατίθενται στις επιχειρήσεις. Το OBLS επιτρέπει στις επιχειρήσεις να εφαρμόζουν, να ενημερώνουν, να ανανεώνουν ή να τερματίζουν τυχόν διαδικτυακές άδειες επιχειρήσεων που εκδίδονται από κυβερνητικούς οργανισμούς στο Διαδίκτυο. Άλλα προγράμματα περιλαμβάνουν το Government Electronic Business (GeBIZ), το οποίο είναι μια ενιαία πύλη για τις προμήθειες και το OneMap που είναι μια ολοκληρωμένη διαδικτυακή γεωχωρική πλατφόρμα όπου είναι αξιόπιστη και ακριβείς πληροφορίες και υπηρεσίες βάσει τοποθεσίας παρέχονται στο κοινό [71].

3) **Προγράμματα για κυβέρνηση:** Τα προγράμματα για την κυβέρνηση περιλαμβάνουν το Κυβερνητικό νέφος (G-Cloud) που παρέχει ένα ασφαλές κοινό περιβάλλον ΤΠΕ για κυβερνητικούς οργανισμούς, Cube που παρέχουν πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης μεταξύ των δημοσίων υπαλλήλων για την ανταλλαγή ιδεών. προστατεύσει τη χώρα του από τυχόν εξωτερικές ή εσωτερικές απειλές στον κυβερνοχώρο κ.λπ [71].

4.4 Άμστερνταμ

Το Άμστερνταμ, γνωστό και ως η 'Βενετία του Βορρά' καθώς υπάρχουν πολλά κανάλια μέσα στην πόλη, αποτελεί τη πρωτεύουσα αλλά και τη μεγαλύτερη πόλη της Ολλανδίας, με

872.680 κατοίκους [72]. Σύμφωνα με το IHS Technology, το Άμστερνταμ καθώς και άλλες πόλεις όπως το Σαν Φρανσίσκο, το Σικάγο, το Λονδίνο κ.α είναι αρκετά πιθανό να γίνουν 'έξυπνοι' πριν το 2020. Όμως σύμφωνα με τους Somayya και Ramaswamy "λόγω των τεχνολογικών εξελίξεων, η οικονομική ανάπτυξη και αποτελεσματικές λειτουργίες στην πόλη, μερικοί από τους άλλους αστικούς πρότυπους φορείς έχουν ήδη δηλώσει το Άμστερνταμ ως «έξυπνη πόλη» [73].

4.4.α Smart Energy

- **Έξυπνος Φωτισμός:** Το πρότζεκτ του έξυπνου φωτισμού ξεκίνησε στην νοτιοανατολική περιοχή του Άμστερνταμ. Οι ηγέτες του δήμου της πόλης θέλουν να μετατρέψουν αυτό το μέρος, το οποίο είχε κάπως κακή φήμη για την ασφάλεια κατά τη δεκαετία του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000, σε μια πλατεία όπου οι επισκέπτες και οι κάτοικοι μπορούν να συγκεντρωθούν με ασφάλεια, να καθυστερήσουν και να ξοδέψουν χρήματα. Πίστευαν ότι ο φωτισμός ήταν τουλάχιστον μέρος της λύσης. Για το έργο Smart Light, εγκαταστάθηκαν έξυπνα φωτιστικά σώματα, με τα οποία ο φωτισμός μπορεί να ρυθμιστεί για μια ποικιλία καταστάσεων μέσω απομακρυσμένης λειτουργίας ή αισθητήρων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ασφάλειας, εξοικονομώντας ενέργεια. Για παράδειγμα, ο φωτισμός μπορεί να μειωθεί ή να προσαρμοστεί ανάλογα με τον καιρό και την ώρα της ημέρας και ο έγχρωμος φωτισμός μπορεί να ελέγξει τη ροή της κυκλοφορίας και των πεζών [74].
- **Climate Street:** Το έργο Climate Street ξεκίνησε για να μετατρέψει έναν πολυσύχναστο αστικό δρόμο σε ζωντανό εργαστήριο και να παρουσιάσει: το Utrechtsestraat, έναν μακρύ λιανικό δρόμο που εκτείνεται νότια από το κέντρο της πόλης του Άμστερνταμ. Σε αυτόν τον «κλιματικό δρόμο», οι λιανοπωλητές κλήθηκαν να εφαρμόσουν ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών διαφημιστικών ιδεών που θα μείωναν τη χρήση ενέργειας ή τη σπατάλη. Επίσης, δημιουργήθηκαν πειράματα στον τομέα της συλλογής απορριμμάτων, της εφοδιαστικής και του καινοτόμου φωτισμού του δρόμου. Για τις εταιρείες τεχνολογίας και τις επιχειρήσεις κοινής

ωφέλειας, ο δρόμος ήταν ένα ενδιαφέρον αστικό εργαστήριο όπου μπορούσαν να δοκιμάσουν νέα προϊόντα και υπηρεσίες που θα μπορούσαν αργότερα να κλιμακωθούν. Αυτό λειτούργησε σε ορισμένες περιπτώσεις, για παράδειγμα σε σχέση με την ενεργειακή απόδοση. Στόχος του προγράμματος είναι η μείωση ριπών διοξειδίου του άνθρακα και η περιβαλλοντική εξοικονόμηση σε εμπορικούς δρόμους του Άμστερνταμ [74].

4.4.β Smart Mobility

- **CargoHopper:** Το CargoHopper βοηθά στη μείωση της βαριάς και ρυπογόνου κυκλοφορίας εμπορευμάτων στο κέντρο του Άμστερνταμ «ηλεκτροδοτώντας» το τελευταίο μίλι και συνδυάζοντας τις αποστολές σε ένα ηλεκτρικό φορτηγό όχημα που έχει τα χαρακτηριστικά ενός «οδικού τρένου» με ξεχωριστές άμαξες. Το όχημα CargoHopper έχει σχεδιαστεί για logistics πόλης. Παραδίδει αποστολές σε επιχειρήσεις στην κεντρική περιοχή της πόλης όπου δεν επιτρέπονται φορτηγά βενζίνης. Οι αποστολές ομαδοποιούνται κατά διεύθυνση σε ξεχωριστές άμαξες, επιτρέποντας αποτελεσματική παράδοση σε επιχειρήσεις της ίδιας περιοχής. Αν και μακρύ, το οδικό τρένο είναι ευκίνητο και αρκετά στενό για να οδηγήσει σε ιστορικά σοκάκια. Όταν σταματήσει να κάνει παράδοση, τα περισσότερα άλλα οχήματα μπορούν να το γυρίσουν [74].
- **MOKUM MARITEAM:** Χρησιμοποιώντας τα κανάλια στο Άμστερνταμ ως εναλλακτική λύση για οδικές μεταφορές, το Mokum Mariteam αναπτύσσει ηλεκτρικά φορτηγά πλοία. Αυτά τα πλοία μεταφέρουν αγαθά σε τοπικές επιχειρήσεις χρησιμοποιώντας τον ιστορικό τρόπο μεταφοράς της πόλης: αποστολή μέσω νερού. Η πόλη του Άμστερνταμ έχει περίπου 25% πλωτά νερά. Τα κανάλια σκάφτηκαν τον 17ο αιώνα για να εξυπηρετήσουν τη μεταφορά αγαθών. Σήμερα, τα κανάλια χρησιμοποιούνται κυρίως για λόγους αναψυχής [74].

- **De Ceuvel:** Η τοποθεσία De Ceuvel είναι μια πρώην αποβάθρα πλοίων με έντονα μολυσμένο έδαφος. Λαμβάνοντας υπόψη την περίσταση ότι η περιοχή είναι μολυσμένη, ανάγκασε τους εμπνευστές να δημιουργήσουν μια λύση για την κατασκευή κτιρίων και μονοπατιών. Τους ήρθε η ιδέα να χρησιμοποιήσουν σπιτάκια που τοποθετούνται στη στεριά με τέτοιο τρόπο ώστε τα κτίρια να μην αγγίζουν το έδαφος. Είναι πλέον χαρακτηριστικά για την περιοχή. Είναι ένα ψηλό χωριό με αποστολή. Οι κάτοικοι του χωριού αποτελούνται από ένα μείγμα αρχιτεκτόνων, δημιουργικών καλλιτεχνών, επιχειρηματιών, εμπειρογνομόνων βιωσιμότητας, εθελοντών και επισκεπτών. Η αποστολή είναι να δημιουργήσει ένα μέρος όπου συναντώνται η δημιουργικότητα και η βιωσιμότητα. Ο στόχος είναι να αναπτυχθεί ένας χώρος όπου σε επίπεδο χωριού δοκιμάζονται και αποδεικνύονται αναγεννητικές τεχνολογίες για πλήρη ανακύκλωση των τοπικών πόρων, ως πιλότος για το SchoonSchip, την ανάπτυξη μιας πλωτής γειτονιάς [74].
- **Fair meters:** Στη μετάβαση προς μια περιβαλλοντικά βιώσιμη κοινωνία, οι έξυπνοι μετρητές παίζουν σημαντικό ρόλο. Η Alliander και η Waag Society ξεκίνησαν την Πρωτοβουλία Fair Meter, για να διερευνήσουν τις δυνατότητες ανάπτυξης μιας πιο βιώσιμης εναλλακτικής λύσης για τον έξυπνο μετρητή. Όπως εξήγησε ο Hans Nooter, διαχειριστής CSR στην Alliander: Έχουμε την υποχρέωση να εισαγάγουμε έναν έξυπνο μετρητή υπό το φως της ενεργειακής μετάβασης. Αλλά ο ίδιος ο μετρητής δεν είναι βιώσιμος. Ας εισαγάγουμε έναν δίκαιο έξυπνο μετρητή. Έτσι, σε αυτό το έργο η ανάπτυξη έξυπνων μετρητών συνδυάστηκε με τη φιλοδοξία να γίνει ο νέος έξυπνος μετρητής όσο το δυνατόν πιο δίκαιος, χρησιμοποιώντας υλικά που προέρχονται από κοινωνικά υπεύθυνες πηγές, και χρησιμοποιώντας αρχές κυκλικής σχεδίασης, στις οποίες υλικά και οι πόροι αποτελούν τη βάση για έναν νέο κύκλο παραγωγής. Επομένως, είναι μια διπλή βολή στη βιωσιμότητα. Το 2013, η έκθεση Green Deal Υπογράφηκε μετρητής μεταξύ κυβέρνησης και εταιρών του έργου, με στόχο την ανάπτυξη ενός δίκαιου μετρητή που να λαμβάνει υπόψη όλα πτυχές μιας επιχειρηματικής υπόθεσης που πρέπει να λειτουργήσει και να παρουσιαστεί για έγκαιρη διάδοση. Οι έξυπνοι μετρητές βρίσκονται στην κορυφή της ατζέντας της

εταιρείας ενεργειακών δικτύων, επειδή η ΕΕ σχεδιάζει να αντικαταστήσει τουλάχιστον το 80% των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας με έξυπνους μετρητές έως το 2020 [74].

4.5 Ντουμπάι

Το Ντουμπάι βρίσκεται στα Ενωμένα Αραβικά Εμιράτα και αποτελεί την μεγαλύτερη πόλη της χώρας με 5,5 εκατομμύρια κατοίκους. Το Ντουμπάι είναι το μεγαλύτερο εμπορικό, οικονομικό και τουριστικό κέντρο της χώρας. Η πόλη έχει δύο λιμάνια από το Σεπτέμβριο του 2009 μετρό και τεράστιο, πολυτελές και υπερτεχνολογικό διεθνές αερολιμένα (Dubai International Airport) [75]. Το Ντουμπάι έχει ξεκινήσει και εφαρμόζει έργα έξυπνης πόλης τα τελευταία χρόνια. Για να χρησιμοποιήσει και να αξιολογήσει αυτόν τον τεράστιο όγκο διαθέσιμων δεδομένων, το Ντουμπάι αναπτύσσει 2 διαφορετικούς δείκτες: τον Ευρετήριο Smart Dubai και τον Ευρετήριο Μετρητή Ευτυχίας. Το έργο Happiness, το οποίο αποτελεί μέρος του Smart Dubai, είναι διαφορετικό καθώς δεν προσανατολίζεται αποκλειστικά στην παραγωγικότητα, τη βιωσιμότητα και τη βιωσιμότητα. Αυτός ο Δείκτης μετρά το επίπεδο ικανοποίησης για ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών που παρέχονται από τις διάφορες κυβερνητικές οντότητες του Ντουμπάι [76]. Παρακάτω θα δούμε μερικές εφαρμογές έξυπνης πόλης που χρησιμοποιεί το Ντουμπάι.

4.5.α Smart Governance

Το Smart Dubai Government Establishment ή ως γνωστόν Smart Dubai Gov είναι μέρος του Smart Dubai καθώς και τμήμα αυτού. Υπό την επίβλεψη του Smart Dubai Office, ο Smart Dubai Gov ευθυγραμμίζεται με τον παγκόσμιο στόχο να γίνει το Ντουμπάι η πιο ευτυχισμένη πόλη στη Γη. Το Smart Dubai Gov είναι ο επίσημος επόπτης της εφαρμογής του ηλεκτρονικού και έξυπνου μετασχηματισμού στην κυβέρνηση του Ντουμπάι. Η κύρια αποστολή του Smart Dubai Gov είναι να προσφέρει έξυπνες υπηρεσίες και υποδομές υψηλών προδιαγραφών για να δημιουργήσει περισσότερη ευτυχία. Ιστορικά, το Smart Dubai Gov ξεκίνησε το 2000 ως πρωτοβουλία ομπρέλας eBovernment του Ντουμπάι πριν λάβει τον τωρινό του μορφότυπο [76].

4.5.β Smart Mobility

Το Ντουμπάι όντας μια μεγάλη αναπτυσσόμενη πόλη, με 5,5 εκατομμύρια κατοίκους, είναι αναμενόμενο να αντιμετωπίζει καθημερινά προκλήσεις ως προς την κινητικότητα και τις μεταφορές. Γι αυτό και η πόλη του Ντουμπάι εφάρμοσε τα εξής:

- **Smart Traffic routing:** Έξυπνοι αισθητήρες τοποθετημένοι μέσα και κατά μήκος των δρόμων και σε σήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό ροών κυκλοφορίας. Τα back-end συστήματα αναλύουν τις ροές κυκλοφορίας και καθορίζουν τα βέλτιστα διαστήματα για σήματα κυκλοφορίας προκειμένου να διευκολύνουν τη συμφόρηση. Τα σήματα κυκλοφορίας ανταποκρίνονται σε πραγματικό χρόνο για να βελτιώσουν την κινητικότητα και τους χρόνους ταξιδιού. Οι εφαρμογές στα smartphone παρέχουν ενημερώσεις κίνησης σε πραγματικό χρόνο στους επιβάτες. Το σύστημα TraqCam x-stream στη Μόσχα είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα εφαρμογής μιας έξυπνης λύσης σήματος κυκλοφορίας [77].
- **Smart Parking:** Οι ασύρματοι αισθητήρες είναι ενσωματωμένοι σε θέσεις στάθμευσης και εντοπίζουν εάν οι θέσεις στάθμευσης είναι κατειλημμένες ή όχι. Αυτά τα δεδομένα διαβιβάζονται σε ένα κεντρικό σύστημα που μπορεί να σταλεί στα smartphone των χρηστών που αναζητούν θέσεις στάθμευσης. Το MobyPark στην Ολλανδία και το Parker by Streetline στη Νέα Υόρκη είναι πρόσφατα παραδείγματα [77].
- **Smart infrastructure planning:** Ένας τεράστιος όγκος δεδομένων συλλέγεται μέσω κινητών τηλεφώνων, αισθητήρων κυκλοφορίας, έξυπνων καρτών και αισθητήρων στάθμευσης από σχεδιαστές υποδομής πόλης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόβλεψη, προσομοιώσεις και προγνωστικά μοντέλα για τον προγραμματισμό των εξελίξεων υποδομής. Για παράδειγμα, η αποθήκη Planet της Αρχής Χερσαίων Μεταφορών της Σιγκαπούρης (LTA) χρησιμοποιείται για τη διαμόρφωση πολιτικών μεταφορών [77].

- **Dubai Loop Train:** Ο στόχος αυτού του Hyperloop (βάσει του έργου του Elon Musk) είναι να συνδέσει το Ντουμπάι και το Αμπού Ντάμπι γρηγορότερα από ό,τι είχε επιτευχθεί προηγουμένως. Θα είναι σε υπηρεσία για το Ντουμπάι 2020. Η διάρκεια του ταξιδιού θα είναι μόνο 12 λεπτά για μήκος περίπου 140 χιλιόμετρα. Ένα άλλο έργο σχετίζεται με το αεροδρόμιο του Ντουμπάι. Ο στόχος του Smart Tunnel at Airport Immigration είναι να επιτρέψει στους επιβάτες να περάσουν όλη τη διαδικασία εισόδου μέσα σε 15 δευτερόλεπτα περπατώντας απλά στη σήραγγα που δεν περιέχει σφραγίδα διαβατηρίου ή ανθρώπινη παρέμβαση [76].

4.5.γ Smart Health

Τα τελευταία χρόνια οι αλλαγές στον τρόπο ζωής σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν συσχετιστεί με την αύξηση χρόνιων ασθενειών του τρόπου ζωής. Όλα αυτά μαζί με την ραγδαία αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις επιβαρύνουν αρκετά τις υποδομές υγειονομικής περίθαλψης των πόλεων ανά τον κόσμο. Το Ντουμπάι για να αντιμετωπίσει αυτά τα προβλήματα εφάρμοσε τα εξής:

- **Ενοποιημένα ψηφιακά αρχεία υγείας:** Τα Ηλεκτρονικά Αρχεία Υγείας (EHR) θα πρέπει να αντικαταστήσουν τα αρχεία που βασίζονται σε χαρτί και να επιτρέψουν στους γιατρούς και τους ασθενείς να έχουν πρόσβαση στο πλήρες ιστορικό των διαγνώσεων, εργαστηριακών εξετάσεων, συνταγών και θεραπειών διαδικτυακά και κατ'απαίτηση. Έξυπνες πόλεις με ενοποιημένα συστήματα EHR που λειτουργούν σε όλα τα νοσοκομεία, κλινικούς ιατρούς και κυβερνητικούς οργανισμούς καθιστούν τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης πιο ακριβείς και αποτελεσματικές. Το πρόγραμμα eHealth Ontario στον Καναδά είναι ένα παράδειγμα κυβερνητικού φορέα που επιτρέπει στους γιατρούς και τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να δημιουργήσουν και να διατηρήσουν EHRs για όλους τους 13 εκατομμύρια κατοίκους του Οντάριο [77].
- **Τηλεϊατρική:** Η τηλεϊατρική, ή η απομακρυσμένη υγειονομική περίθαλψη, είναι υπηρεσίες που πραγματοποιούνται εκτός τόπου. Οι υπηρεσίες περιλαμβάνουν

συνήθως τηλεδιαβούλευση και τηλεδιάγνωση, η οποία επιτρέπει στους ειδικούς να πραγματοποιούν διαγνωστικά με ιατρικά όργανα από απόσταση. Η τηλεϊατρική επιτρέπει στους νοσηλευτές να παρακολουθούν από απόσταση ασθενείς με χρόνιες ασθένειες (τηλεπαρακολούθηση) και επιτρέπει στους γιατρούς να πραγματοποιούν χειρουργικές επεμβάσεις εξ αποστάσεως μέσω εξελιγμένου μηχανικού και εξοπλισμού επικοινωνίας. Το Πανεπιστήμιο του Κάνσας έχει δημιουργήσει ένα Κέντρο Τηλεϊατρικής και Τηλεϋγείας και τώρα διαθέτει περισσότερες από 100 τοποθεσίες τηλεϊατρικής σε όλη την πολιτεία [77].

- **Αναλύσεις υγειονομικής περίθαλψης:** Ο μεγάλος αριθμός δεδομένων υγείας που συλλέγονται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης και τη μείωση του κόστους. Τα νοσοκομεία και οι κυβερνήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία για να εκτιμήσουν τους κινδύνους των ασθενών για συγκεκριμένες ασθένειες. Οι πόλεις μπορούν να λαμβάνουν στρατηγικές αποφάσεις για την υποδομή της υγειονομικής περίθαλψης με βάση τα EHR των κατοίκων. Για παράδειγμα, το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Emory στις Ηνωμένες Πολιτείες διεξάγει προηγμένες αναλύσεις σε πραγματικό χρόνο για να παρέχει βελτιωμένη υγειονομική περίθαλψη στους ασθενείς [77].

4.5.δ Smart Buildings

Τα κτήρια είναι οι κύριοι καταναλωτές ενέργειας και παραγωγοί ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Γι αυτό οι έξυπνες πόλεις πρέπει να υιοθετήσουν νέες πολιτικές ώστε τα κτήρια να γίνουν πιο αποδοτικά ως προς την ενέργεια αλλά και πιο φιλικά ως προς το περιβάλλον, προκειμένου να βελτιώσουν την υγεία και την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Παρακάτω θα δούμε πως το Ντουμπάι καταπολεμά αυτό το πρόβλημα:

- **Building Information Modeling (BIM):** Το BIM φέρνει επανάσταση στο πώς σχεδιάζονται, σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και διαχειρίζονται κτίρια, υποδομές και υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Το BIM είναι μια έξυπνη, βασισμένη σε μοντέλα διαδικασία που παρέχει διορατικότητα για να βοηθήσει στο σχεδιασμό, το

σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διαχείριση κτιρίων και υποδομών με έναν πραγματικά έξυπνο τρόπο [77].

- **Ασύρματοι αισθητήρες:** Τα έξυπνα κτίρια είναι εξοπλισμένα με ασύρματους αισθητήρες και μετρητές που συλλέγουν πληροφορίες για διάφορες πτυχές του κτιρίου, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας, του φωτισμού, του κλιματισμού, του ελέγχου της υγρασίας και του εξαερισμού. Αισθητήρες εγκατεστημένοι σε εξαρτήματα από λεπίδες ανεμιστήρα έως φωτιστικά σώματα μεταδίδουν τακτικά δεδομένα σε κεντρικό διακομιστή και βοηθούν στη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων [77].
- **Building Management Systems (BMS):** Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται από ένα κεντρικό σύστημα διαχείρισης κτιρίων που εκτελεί πολύπλοκες αναλύσεις. Το Modern BMS μαθαίνει και προβλέπει ακόμη και προτιμήσεις για το φως, τη θερμοκρασία και άλλες υπηρεσίες. Οι πτυχές του BMS περιλαμβάνουν [77]:

1)Κεντρικά Συστήματα Ελέγχου Φωτισμού (LCS) που διαχειρίζονται τον φωτισμό και επιτρέπουν προγράμματα συλλογής φωτός ημέρας που ελαχιστοποιούν τη χρήση ενέργειας για φωτισμό, χρησιμοποιώντας δεδομένα όπως τη θέση σκιάς, την ένταση του φωτός και τη θέση του ήλιου.

2)Συστήματα αυτοματισμού ασφαλείας (SAS) και συστήματα αυτοματοποίησης πυρκαγιάς (FAS) που περιέχουν αντικλεπτικά συστήματα ασφαλείας και συναγερμού, έλεγχο πρόσβασης, συστήματα επιτήρησης και συστήματα παρακολούθησης και απόκρισης πυρκαγιάς.

3)Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας (EMS) που παρακολουθούν τη χρήση ενέργειας στα κτίρια και εντοπίζουν και εξαλείφουν τη σπατάλη ενέργειας μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης συστημάτων ελέγχου του κλίματος, ασφάλειας και φωτισμού.

4)Συστήματα Διαχείρισης Νερού (WMS) που παρακολουθούν και διαχειρίζονται τη χρήση νερού μειώνοντας παράλληλα τις απώλειες μέσω διαρροών. Τα WMS προβλέπουν πρότυπα κυκλοφορίας τουαλέτας και πρότυπα χρήσης νερού για να καθορίσουν τις απαιτήσεις σε νερό και την παραγωγή λυμάτων [77].

4.5.ε Δημόσια Ασφάλεια

Η δημόσια ασφάλεια περιλαμβάνει την πρόληψη και προστασία των πολιτών από οτιδήποτε μπορεί να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια του πολίτη. Η δημόσια ασφάλεια αποτελεί υπευθυνότητα της πόλης. Το Ντουμπάι για να καταπολέμηση αυτούς τους κινδύνους, με την βοήθεια της τεχνολογίας εφάρμοσε τα εξής:

- **Πρόσβαση και ενσωμάτωση πολλαπλών πηγών δεδομένων:** Με την εγκατάσταση CCTV και άλλων οπτικών αισθητήρων και συσκευών, τα δεδομένα και το περιεχόμενο από ένα ευρύ φάσμα πηγών και συστημάτων μπορούν να συλληφθούν και να ενσωματωθούν για να δημιουργήσουν μια αξιόπιστη βάση πληροφοριών για την ενίσχυση της δημόσιας ασφάλειας. Το Drancy, ένα προάστιο του Παρισιού, έχει εφαρμόσει ένα δίκτυο οπτικών ινών που συμπληρώνεται από περισσότερα από 300 CCTV για την επιτήρηση της πόλης. Αυτό βοήθησε να αυξηθεί δραματικά η αποτελεσματικότητα, καθώς μεγάλες ποσότητες δεδομένων συλλαμβάνονται και επεξεργάζονται σε ψηφιακή μορφή καθημερινά και χρησιμοποιούνται για επιτήρηση [77].
- **Επεκτασιμότητα και συμβατότητα:** Οποιαδήποτε ασφαλής ρύθμιση πόλης πρέπει να είναι κλιμακούμενη για να εξυπηρετήσει την ανάπτυξη μιας πόλης. Πρέπει να είναι επαρκώς αναβαθμίσιμο και ευέλικτο για να ενσωματώνει νέους αισθητήρες και να ενσωματώνεται με διαφορετικές λειτουργίες όπως υγειονομική περίθαλψη, μεταφορές, υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και διαχείριση κτιρίων [77].
- **Προληπτικός σχεδιασμός και λήψη αποφάσεων:** Οι άδειες ενεργού σχεδιασμού κάνουν καλύτερη χρήση των διαθέσιμων πληροφοριών και βελτιώνουν τη λήψη στρατηγικών και τακτικών αποφάσεων. Η ανοιχτή ανταλλαγή πληροφοριών, όπως

επικείμενοι κίνδυνοι ή φυσικές καταστροφές, μπορεί να μειώσει τις αιτίες. Το Σαν Ντιέγκο έχει αναπτύξει μια εφαρμογή, το SD Emergency, για να παρέχει μια ποικιλία πληροφοριών και υπηρεσιών, συμπεριλαμβανομένων χαρτών έκτακτης ανάγκης, διαδρομών εκκένωσης, ροών Twitter και καταλόγων ελέγχου. Αυτό λειτουργεί σε μια σειρά από πλατφόρμες λειτουργίας για κινητά και έχει οδηγήσει σε σημαντική μείωση των θυμάτων κατά τη διάρκεια έκτακτων αναγκών, όπως σοβαρές πυρκαγιές [77].

4.6 Χονγκ Κονγκ

Η τελευταία έξυπνη πόλη που θα επισκεφτούμε είναι το Χόνγκ Κόνγκ. Το Χόνγκ Κόνγκ είναι μια παραθαλάσσια περιοχή που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Κίνας. Σύμφωνα με το Wikipedia.org έχει έκταση 1.110,18 τετραγωνικά χιλιόμετρα και πληθυσμό 7.394.700 κατοίκους σύμφωνα με επίσημη εκτίμηση για το 2021 και είναι από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές του κόσμου [78]. Στόχος του Χονγκ Κονγκ είναι μέσω των ΤΠΕ να χτίσει μια κοινωνία δυνατή οικονομικά, με υψηλής ποιότητας ζωής για τους κατοίκους, καθώς και οικολογικά φιλική. Παρακάτω θα δούμε μερικές τεχνολογίες που ανέπτυξε το Χονγκ Κονγκ για να πετύχει τους στόχους του.

4.6.α Smart Mobility

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως το Χονγκ Κονγκ είναι από τις πιο πυκνοκατοικημένες περιοχές του κόσμου με 7,394 εκατομύρια κατοίκους το οποίο σημαίνει ότι χρειάζεται καλή διαχείριση της κυκλοφορίας.

- **HKeMobility:** Το HKeMobility είναι μια εφαρμογή για κινητά all-in-one που ενσωματώνει τις 3 προηγούμενες εφαρμογές της TD για κινητά ("Hong Kong eTransport", "Hong Kong eRouting" και "eTraffic News") με ενισχυμένο περιβάλλον χρήστη. Διευκολύνει την ταχύτερη και πιο βολική αναζήτηση διαδρομών διαφορετικών τρόπων μεταφοράς, χρόνου ταξιδιού και ναύλων και διαδίδει ειδήσεις κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, ώστε να επιτρέπεται στους χρήστες να σχεδιάζουν τις πιο κατάλληλες ταξιδιωτικές ρυθμίσεις. Τα βασικά χαρακτηριστικά

του "HKemobility" περιλαμβάνουν: 1)Ενσωματωμένη αναζήτηση διαδρομών για μέσα μαζικής μεταφοράς, οδήγηση και περπάτημα. 2)Πληροφορίες κυκλοφορίας και μεταφοράς σε πραγματικό χρόνο. 3)Προώθηση του περπατήματος προσφέροντας πληροφορίες πορείας και διαδρομής χωρίς εμπόδια σε όλες τις αστικές Περιφέρειες. 4)Πληροφορίες για κύριες διαδρομές ποδηλάτων και χώρους στάθμευσης. 5)Voice-over σε ειδικές κυκλοφοριακές ειδήσεις σε κυλιόμενο πανό [79].

- **Αυτόματο σύστημα συλλογής διοδίων:** Το σύστημα αυτόματης συλλογής διοδίων για οδικές σήραγγες εισήχθη για πρώτη φορά στο Χονγκ Κονγκ το 1993. Το σύστημα επεκτάθηκε στη συνέχεια σε όλες τις σήραγγες με διόδια και τις περιοχές ελέγχου. Τον Απρίλιο του 2021, υπάρχουν περισσότερες από 362.000 ηλεκτρονικές ετικέτες διοδίων που εκδόθηκαν από τον πάροχο υπηρεσιών του συστήματος αυτόματης είσπραξης διοδίων και περίπου το ήμισυ των οχημάτων που διέρχονται από διόδια σήραγγες ή διόδια χρησιμοποιούν το σύστημα [80].
- **Σύστημα Ένδειξης Χρόνου Ταξιδιού:** Το σύστημα ένδειξης χρόνου ταξιδιού στο νησί Χονγκ Κονγκ ανατέθηκε το 2003 και επεκτάθηκε στο Kowloon το 2010 για να παρέχει τον εκτιμώμενο χρόνο ταξιδιού για έξοδο από τις αντίστοιχες σήραγγες από το νησί του Χονγκ Κονγκ στο Kowloon και αντίστροφα. Οι δείκτες χρόνου ταξιδιού παρέχουν πληροφορίες για το χρόνο ταξιδιού διαφορετικών διαδρομών διασταύρωσης λιμανιού και βοηθούν τους αυτοκινητιστές να κάνουν ενημερωμένη επιλογή διαδρομής για να διασχίσουν το λιμάνι πριν φτάσουν στα κρίσιμα σημεία εκτροπής. Τα ψηφία που εμφανίζονται στους δείκτες χρόνου ταξιδιού εμφανίζονται σε τρία χρώματα για διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας: Το κόκκινο αντιπροσωπεύει κυκλοφοριακή συμφόρηση, το πορτοκαλί αντιπροσωπεύει αργή κίνηση και το πράσινο αντιπροσωπεύει την ομαλή κυκλοφορία. Το JTIS λειτουργεί σε 24ωρη βάση και οι εμφανιζόμενοι χρόνοι ανανεώνονται κάθε δύο λεπτά [81].
- **Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας:** Το Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας (TCC) παρέχει διαμονή για το Κέντρο Ελέγχου Κυκλοφορίας Περιοχής (ATCC), το Κέντρο Συντονισμού Μεταφορών Έκτακτης Ανάγκης (ETCC) και το Κέντρο Ελέγχου

Κυκλοφορίας και Ελέγχου (TCSSC). Το TCC επανδρώνεται από το προσωπικό της TD για την παρακολούθηση κατάστασης κυκλοφορίας και μεταφορών. Το ATCC θα παρακολουθεί και θα προσαρμόζει τον χρόνο κυκλοφορίας των σημάτων κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες κυκλοφορίας, ιδιαίτερα για την ανακούφιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης που προκύπτει από μεγάλα τροχαία περιστατικά. Το ETCC θα διαδίδει ειδήσεις για την κυκλοφορία και τις δημόσιες συγκοινωνίες σε πραγματικό χρόνο και θα συντονίζει τις ενέργειες και τις απαντήσεις των φορέων εκμετάλλευσης δημόσιων μεταφορών και σηράγγων και άλλων κυβερνητικών υπηρεσιών σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και κατά τη διάρκεια μεγάλων γεγονότων που έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην κυκλοφορία, για να διασφαλίσει την ομαλή ροή της κυκλοφορίας και επαρκή δημόσια μέτρα ανακούφισης. Το TCSSC λειτουργεί τα Συστήματα Ελέγχου Κυκλοφορίας και Επιτήρησης εγκατεστημένα σε στρατηγικούς δρόμους και γέφυρες που δεν έχουν επιτόπια κέντρα ελέγχου για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κυκλοφορίας ανάλογα με τις οδικές συνθήκες [82].

- **Σύστημα διαχείρισης Κυκλοφορίας και Συμβάντων:** Το Τμήμα Μεταφορών έχει αναπτύξει ένα Σύστημα Διαχείρισης Κυκλοφορίας και Συμβάντων (TIMS) στο τέλος του 2017 για να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα και την αποτελεσματικότητα στη διαχείριση περιστατικών κυκλοφορίας και μεταφορών, καθώς και στη διάδοση πληροφοριών κυκλοφορίας και μεταφορών στο κοινό. Το TIMS έχει διάφορες λειτουργίες, όπως αυτόματη ανίχνευση συμβάντων, ενοποίηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης κυκλοφορίας και μεταφορών, παροχή πληροφοριών κυκλοφορίας στους ενδιαφερόμενους φορείς, διάδοση πληροφοριών κυκλοφορίας και μεταφοράς στο κοινό και συντονισμό υφιστάμενων και μελλοντικών συστημάτων ελέγχου και επιτήρησης της κυκλοφορίας [82].

4.6.β Smart Living

Για το κομμάτι του Smart Living, η κυβέρνηση προσφέρει υποστήριξη για την βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, παρέχοντας ένα περιβάλλον που διευκολύνει τη δικτύωση των κατοίκων καθώς και την καθημερινότητα τους.

- **Δωρεάν Wi-Fi (Wi-Fi.HK):** Το Wi-Fi.HK είναι μια κοινή μάρκα Wi-Fi που ιδρύθηκε το 2014 από την κυβέρνηση της HKSAR και ορισμένους δημόσιους και ιδιωτικούς οργανισμούς για την παροχή δωρεάν υπηρεσίας Wi-Fi στο κοινό και τους επισκέπτες στο Χονγκ Κονγκ και τη διευκόλυνσή τους στον εντοπισμό και την πρόσβαση στις δωρεάν δημόσιες υπηρεσίες Wi-Fi στο Χονγκ Κονγκ. Μέσω αυτού του σχήματος, οργανισμοί τόσο του δημόσιου όσο και του ιδιωτικού τομέα ενώνουν τα χέρια για την παροχή περιορισμένης χρονικής περιόδου δωρεάν ή εντελώς δωρεάν υπηρεσίας Wi-Fi στο κοινό και τους επισκέπτες [83].
- **iAM Smart app:** Η εφαρμογή για κινητά "iAM Smart" παρέχει τη μοναδική πλατφόρμα εξατομικευμένων ψηφιακών υπηρεσιών, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται και να χρησιμοποιούν διαδικτυακές υπηρεσίες από το προσωπικό τους κινητό τηλέφωνο με έξυπνο και βολικό τρόπο. Οι χρήστες "iAM Smart" θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν έλεγχο ταυτότητας, ψηφιακή υπογραφή και λειτουργεί η συμπλήρωση φόρμας "e-ME" μέσω εφαρμογής για κινητά "iAM Smart" ή υπηρεσιών ιστότοπου, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν εύκολα να συνδεθούν και να χρησιμοποιήσουν τις διαδικτυακές υπηρεσίες με δυνατότητα "iAM Smart". Επιπλέον, οι χρήστες "iAM Smart" θα μπορούσαν να δημιουργήσουν εξατομικευμένες υπηρεσίες ειδοποιήσεων για τη λήψη ενημερώσεων κρατικών υπηρεσιών με την εφαρμογή για κινητά "iAM Smart" [84].
- **Faster Payment System (FPS):** Το Faster Payment System (FPS) είναι μια χρηματοοικονομική υποδομή πληρωμών που εισήχθη το 2018 από τη Νομισματική Αρχή του Χονγκ Κονγκ (HKMA) και λειτουργεί από το Hong Kong Interbank Clearing Limited (HKICL) για να καταστεί δυνατή η άμεση πληρωμή στο Χονγκ Κονγκ, παρέχοντας στους καταναλωτές και τους εμπόρους ασφαλή, αποτελεσματική και ευρέως προσβάσιμη υπηρεσία πληρωμών λιανικής σε 24ωρη βάση. Το FPS προσφέρει σε άτομα και επιχειρήσεις μια νέα επιλογή και εμπειρία για πληρωμές σε πολλά νομίσματα - δολάριο Χονγκ Κονγκ (HKD) και Renminbi (RMB) - σε πραγματικό χρόνο [85].

4.6.γ Smart Government

Ο σκοπός της έξυπνης κυβέρνησης είναι να παρέχει στρατηγικά σχέδια για την προώθηση της Smart City, των δημόσιων διαδικτυακών υπηρεσιών καθώς και τη προσβασιμότητα των πληροφοριών στο ευρύ κοινό.

- **GovHK:** Η GovHK είναι η ενιαία πύλη της Κυβέρνησης της Ειδικής Διοικητικής Περιφέρειας του Χονγκ Κονγκ με το κύριο περιεχόμενο που παρέχεται από τα συμμετέχοντα κυβερνητικά γραφεία και τμήματα, καθιστώντας ευκολότερη την εύρεση και χρήση αυτών των πληροφοριών και υπηρεσιών του δημόσιου τομέα. Το GovHK διαθέτει συνδέσμους προς πληροφορίες και υπηρεσίες και τις οργανώνει ανά ομάδες χρηστών "Resident", "Business & Trade", "Non-Residents" και διαφορετικές κοινωνικές ομάδες. Σε κάθε ομάδα χρηστών, οι πληροφορίες και οι διαδικτυακές υπηρεσίες κατηγοριοποιούνται με θέματα όπως "Υπηρεσίες Μετανάστευσης", "Φόροι & Δασμοί" και "Απασχόληση" και όχι κυβερνητικά όργανα. Με αυτόν τον τρόπο, μπορείτε να βρείτε αυτό που χρειάζεστε χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζετε ποιος κυβερνητικός οργανισμός είναι υπεύθυνος για μια συγκεκριμένη υπηρεσία ή πρόγραμμα. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε την ισχυρή μηχανή αναζήτησης για να βρείτε τις πληροφορίες και τις υπηρεσίες που αναζητάτε [86].
- **GeoInfo Map:** Το GeoInfo Map είναι μια υπηρεσία γεωχωρικής πληροφόρησης που παρέχεται από την κυβέρνηση του Χονγκ Κονγκ στην Ειδική Διοικητική Περιοχή του Χονγκ Κονγκ (HKSAR) στο ευρύ κοινό, αφιερωμένη στη διευκόλυνση της αναζήτησης και κατανόησης των γεωγραφικών τοποθεσιών, του δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος και των δημόσιων εγκαταστάσεων στο Χονγκ Κονγκ. Στο GeoInfo Ο χάρτης, οι λεπτομέρειες του βασικού χάρτη και οι πληροφορίες κτιρίου καθώς και οι χάρτες φωτογραφιών παρέχονται από το Τμήμα Κτημάτων. Οι πληροφορίες των τμημάτων και των δημόσιων εγκαταστάσεων παρέχονται από τις αρμόδιες κυβερνητικές υπηρεσίες, ενώ η υποδομή και η φιλοξενία αυτού του ιστότοπου παρέχεται από το Γραφείο του Κυβερνητικού Διευθυντή Πληροφοριών. Οι γεωχωρικές πληροφορίες υποστηρίζουν τις καθημερινές μας δραστηριότητες. Για

να καλύψει τις ανάγκες του κοινού για εύκολη πρόσβαση σε επίσημους ψηφιακούς χάρτες και γεωχωρικές πληροφορίες, η LandsD ανέπτυξε αυτήν την υπηρεσία GeoInfo Map για χρήση από μέλη του ευρύτερου κοινού [87].

- **Data Centre Facilitation Unit:** Το Γραφείο του Κυβερνητικού Διευθυντή Πληροφοριών (OGCIO) δημιούργησε τη Μονάδα Διευκόλυνσης του Κέντρου Δεδομένων για να παρέχει υπηρεσία εξυπηρέτησης πελατών μίας στάσης για να βοηθήσει τους χειριστές κέντρων δεδομένων που ενδιαφέρονται να δημιουργήσουν κέντρα δεδομένων στο Χονγκ Κονγκ. Η Μονάδα θα επικοινωνήσει με άλλες κυβερνητικές υπηρεσίες για θέματα όπως οι νόμιμες διαδικασίες έγκρισης, οι απαιτήσεις συμμόρφωσης ή οι διαδικασίες [88].

4.6.δ Smart Environment

Όσον αφορά το έξυπνο περιβάλλον, οι τομείς εστίασης περιλαμβάνουν τον βιώσιμο αστικό σχεδιασμό, τα έξυπνα κτήρια και την διαχείριση πόρων για την προστασία του περιβάλλοντος. Το Χόνγκ Κόνγκ χρησιμοποιεί τις παρακάτω πρωτοβουλίες για την προστασία του περιβάλλοντος:

- **Hong Kong 2030+:** Το Hong Kong 2030+ είναι μια ολοκληρωμένη στρατηγική μελέτη για την επικαιροποίηση της στρατηγικής εδαφικής ανάπτυξης, βασίζεται στα θεμέλια του Χονγκ Κονγκ 2030 και έχει επανεξετάσει τη στρατηγική σχεδιασμού και τις κατευθύνσεις χωρικής ανάπτυξης μετά το 2030 υπό το πρίσμα της δυναμικής και των προκλήσεων που αναμένονται. Αντιπροσωπεύει το όραμα, την πολιτική και τη στρατηγική της κυβέρνησης για την εδαφική ανάπτυξη του Χονγκ Κονγκ μετά το 2030. Υιοθετείται μια οραματική, προληπτική, ρεαλιστική και προσανατολισμένη στη δράση προσέγγιση για να εξασφαλιστεί ένας εστιασμένος δημόσιος διάλογος βασικά θέματα προγραμματισμού κρίσιμα για τη μελλοντική ανάπτυξη και έγκαιρη απάντηση στις μεταβαλλόμενες συνθήκες μέσα και έξω από το Χονγκ Κονγκ [89].

- **Greening Master Plan:** Αναγνωρίζοντας τις προσδοκίες του κοινού για ένα πιο πράσινο, πιο πλούσιο περιβάλλον, το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Ανάπτυξης (CEDD) ξεκίνησε να αναπτύσσει και να εφαρμόζει Mastering Plans (GMPs) για αστικές περιοχές από το 2004. Ένα GMP επιδιώκει να καθορίσει το συνολικό πλαίσιο πρασίνισης μιας περιοχής, και χρησιμεύει ως οδηγός για όλα τα μέρη που εμπλέκονται στο σχεδιασμό, το σχεδιασμό και την υλοποίηση έργων πρασίνου. Εκτός από τον προσδιορισμό των θέσεων φύτευσης, η GMP καθορίζει τα θέματα πρασίνισης και προτείνει κατάλληλα είδη φύτευσης [90].
- **Water Intelligent Network:** Για να διατηρήσει την υγεία του δικτύου διανομής νερού και να διαχειριστεί αποτελεσματικά τις απώλειες νερού, το Τμήμα Προμηθειών Νερού (WSD) έχει εφαρμόσει διάφορες τεχνολογίες για τον χειρισμό των κύριων διαρροών νερού. Συγκεκριμένα, το Water Intelligent Network (WIN), το οποίο δημιουργείται σταδιακά, παρακολουθεί συνεχώς τη λειτουργία του δικτύου χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες για τον έγκαιρο εντοπισμό των διαρροών νερού και την έγκαιρη παρακολούθηση και επισκευή. Αυτή τη φορά, έχω προσκαλέσει συναδέλφους από το WSD να μιλήσουν για την πρόοδο, την αποτελεσματικότητα και την πορεία του έργου WIN. Εν τω μεταξύ, η βιομηχανία διαχείρισης ακινήτων μοιράζεται επίσης λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το WSD βοηθά τους ιδιοκτήτες ακινήτων και τους διαχειριστές κτιρίων να εκτελέσουν εντοπισμό και επισκευή διαρροών για τα ιδιωτικά κοινόχρηστα δίκτυα ύδρευσης [91].

Building Information Modelling: Η μοντελοποίηση πληροφοριών κτιρίου είναι η διαδικασία δημιουργίας τρισδιάστατης, ψηφιακής αναπαράστασης των δεδομένων κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Το BIM είναι μια καινοτόμος τεχνολογία για τη γεφύρωση των επικοινωνιών μεταξύ της αρχιτεκτονικής, της μηχανικής και των βιομηχανιών κατασκευών. Η Housing Authority (HA) έχει ξεκινήσει την πιλοτική εφαρμογή του BIM από το 2006. Χρησιμοποιούμε το BIM για οπτικοποίηση του σχεδιασμού και προοδευτικά προχωράμε σε άλλα στάδια προς όφελος της αλυσίδας των ενδιαφερομένων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κτιρίου, από το σχεδιασμό έως την τεκμηρίωση, την κατασκευή και τη διαχείριση εγκαταστάσεων. Με τη χρήση του BIM, βελτιώσαμε την

ποιότητα του κτιρίου μας βελτιστοποιώντας τον σχεδιασμό και τα σχέδιά μας, βελτιώνοντας τον συντονισμό και μειώνοντας τα απόβλητα κατασκευών και ενισχύοντας την ασφάλεια των εργαζομένων. Το BIM έχει γίνει πλέον ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία και πλατφόρμες μας στην ανάπτυξη δημοσίων έργων στέγασης [92].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Τεχνο-Οικονομική Ανάλυση

Ανακεφαλαιώνοντας μιλήσαμε για το θέμα της αστικοποίησης και τις επιπτώσεις αυτού, και μια λύση σε αυτό ήταν η δημιουργία έξυπνων πόλεων. Έπειτα είδαμε τις εφαρμογές που μας προσφέρουν οι Smart Cities καθώς και τις τεχνολογίες που χρειάζεται να έχει ή να αναπτύξει-υιοθετήσει μια πόλη έτσι ώστε να γίνεται «έξυπνη». Τέλος είδαμε μερικά παραδείγματα έξυπνων πόλεων ανά τον κόσμο και ποιες τεχνολογίες χρησιμοποιούν. Στο 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας θα δούμε μέσω βιβλιογραφιών αν συμφέρει μια πόλη να γίνει έξυπνη ή όχι.

Παρόλα τα πλεονεκτήματα που αναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια σχετικά με αυτά που προσφέρει μια έξυπνη πόλη, σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε αν είναι φρόνιμο για μια πόλη να υιοθετήσει αυτές τις τεχνολογίες.

5.1 Κόστος μιας έξυπνης πόλης

Αρχικά, η ανάπτυξη καλωδίων, οπτικών ινών, ασύρματων δικτύων, έξυπνου δικτύου, αισθητήρων κλπ είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Το κόστος κεφαλαίου τέτοιων εγκαταστάσεων εξαρτάται από το μέγεθος του πληθυσμού, τη διασπορά του και τις υπάρχουσες συνθήκες υποδομής της πόλης. Για παράδειγμα, η καναδική κυβέρνηση ξόδεψε 1,9 δισεκατομμύρια CAD για την εφαρμογή έξυπνης μέτρησης σε όλο το Οντάριο (Office of Auditor General of Ontario). Τα κέντρα δεδομένων που λειτουργούν ως κόμβος των δικτύων ΤΠΕ είναι δαπανηρά για κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση. Το πρώτο κόστος των πράσινων και βιώσιμων κτιρίων είναι μερικές φορές (αλλά όχι πάντα) ακριβότερο από τον παραδοσιακό τρόπο κατασκευής. Ενώ οι αναπτυσσόμενες χώρες μπορεί να είναι ευκολότερο να ξεκινήσουν τις έξυπνες πόλεις από το μηδέν, λόγω του ότι δεν υπάρχουν περιορισμοί (όπως το Qianhai στο Shenzhen της Κίνας), συχνά απαιτείται χρηματοδοτική υποστήριξη από πολυμερείς οργανισμούς ανάπτυξης [93].

Επίσης, εκτός από την ανάγκη για ανθρώπινο κεφάλαιο, οι έξυπνες πόλεις συχνά συνεπάγονται ευφυείς λύσεις με τη μορφή εφαρμογών πληροφορικής, οι οποίες ενδέχεται να έχουν κόστος πνευματικής ιδιοκτησίας ή τέλη αδειοδότησης (Cities Today - Connecting the world's urban leaders, 2017). Επιπλέον, ο εξοπλισμός πληροφορικής χρησιμοποιείται συνήθως μόνο έως και στο 60-70 τοις εκατό της διάρκειας ζωής του σχεδιασμού (που σημαίνει υψηλότερο ποσοστό απόσβεσης). Αυτό εξηγεί τον λόγο για τον οποίο ο εξοπλισμός επεξεργασίας δεδομένων λαμβάνει ετήσια αποζημίωση 30 % στο Χονγκ Κονγκ. Η Κατανάλωση ενέργειας (το κέντρο δεδομένων καταναλώνει 100-200 φορές την ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται από ένα τυπικό κτίριο γραφείων), συντήρηση, αναβάθμιση, επέκταση και μεταφορά όγκου-τα έξοδα που εξαρτώνται όλα προσθέτουν στο κόστος [93].

Κατηγοριοποιώντας τα κόστη που αναφέραμε πιο πάνω σύμφωνα με τον Χιονγκ έχουμε 4 κατηγορίες:

- **Κόστος κεφαλαίου:** Το κόστος κεφαλαίου μπορεί να εκφραστεί ως αρχικό κόστος, το οποίο είναι το κόστος του σχεδίου, του σχεδιασμού, της αγοράς εξοπλισμού και της κατασκευής. Με άλλα λόγια, είναι η συνολική επένδυση για να φέρουμε ένα έργο σε εμπορικά λειτουργική κατάσταση [94].
- **Κόστος συντήρησης:** Συμβαίνει για τη διατήρηση των εγκαταστάσεων και των τεχνικών σε σωστή κατάσταση λειτουργίας [94].
- **Κόστος λειτουργίας:** Για παράδειγμα, διαφήμιση, πληρωμές ενοικίου, τέλη ισοδύναμης άδειας, αυτά είναι τα έξοδα λειτουργίας που συμβαίνουν ετησίως [94].
- **Άλλα κόστη:** Παρά το κόστος κεφαλαίου, συντήρησης και λειτουργίας, υπάρχουν και άλλα έξοδα, όπως ο θόρυβος από την κατασκευή, το κόστος καθαρισμού κλπ. [94].

5.2 Διαχείριση χρηματοδότησης έξυπνων πόλεων

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω η δημιουργία καθώς και η συντήρηση μιας έξυπνης πόλης έχει μεγάλο κόστος. Οπότε οι υπεύθυνη αποφάσεων των εκάστοτε πόλεων γνωρίζουν ότι χρειάζονται αξιόπιστες πηγές χρηματοδότησης για τέτοια έργα [94].

- **Χρηματοδότηση σε επίπεδο κυβέρνησης:** Για πολλά προγράμματα Smart Cities, η χρηματοδότηση σε επίπεδο κυβέρνησης είναι ένα κρίσιμο συστατικό για το εάν τα προτεινόμενα έργα θα μπορούσαν να ολοκληρωθούν όπως αρχικά οραματιζόταν και προοριζόταν. Η κρατική χρηματοδότηση προέρχεται από οργανισμούς που χρηματοδοτούνται από χώρες και είναι συνήθως η πρώτη επιλογή χρηματοδότησης που εξετάζεται από τους προγραμματιστές του Smart City.
- **Χρηματοδότηση σε τοπικό επίπεδο:** Μια άλλη επιλογή χρηματοδότησης προέρχεται από τοπικές πηγές. Περιλαμβάνουν οργανισμούς δημόσιας ανάπτυξης, τοπικές εταιρείες οικονομικής ανάπτυξης, πηγές πόλεων/κρατών/προνοίας και άλλους τοπικά επενδυμένους οργανισμούς, όπως επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας.
- **Χρηματοδότηση με επίκεντρο την Κοινότητα:** Οι κοινοτικές επενδύσεις είναι μια άλλη επιλογή χρηματοδότησης έργων, όπως οι βασικές ομάδες περιβαλλοντικών κοινοτήτων. Και οι επενδύσεις περιλαμβάνουν μεγάλες επιχειρήσεις που επενδύονται σε μια κοινότητα, τοπικές εταιρείες που αναζητούν αναζωογόνηση περιοχής και στοχευμένη οικονομική ώθηση έργων. Στοχεύει σε μεμονωμένες κοινότητες εντός των αστικοποιημένων ή βελτιωμένων περιοχών.
- **Συνεργασίες δημόσιου-ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ):** Πολλά έργα έξυπνης πόλης έχουν σημαντικά οφέλη τόσο για τον ιδιωτικό όσο και για τον δημόσιο τομέα και μπορούν να δημιουργήσουν αυξημένη κινητικότητα των καταναλωτών και οικονομικά οφέλη. Για τους λόγους αυτούς, μπορούν να χρηματοδοτηθούν μέσω Συμπράξεων Δημοσίου-Ιδιωτικού Τομέα. Η σύμπραξη PublicPrivate, κοινώς γνωστή ως ΣΔΙΤ ή P3, είναι μια συμφωνία μεταξύ φορέων του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα για την παροχή δημόσιας υποδομής, κοινοτικών εγκαταστάσεων και συναφών υπηρεσιών.

- **Δάνεια και Δημοτικά Ομόλογα:** Συνήθως, οι πηγές χρηματοδότησης δεν είναι διαθέσιμες και είναι δύσκολο να αποκτηθούν σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα που να ευθυγραμμίζεται με το έργο. Μερικές φορές, είναι ανεπαρκείς για να χρηματοδοτήσουν ένα ολόκληρο έξυπνο έργο. Σε αυτούς τους χρόνους, οι προγραμματιστές θα μπορούσαν να στραφούν σε πιο παραδοσιακές πηγές χρηματοδότησης, συμπεριλαμβανομένων δανείων και δημοτικών ομολόγων, για να βοηθήσουν στη συμπλήρωση άλλων χρηματοδοτήσεων έργων ή να διατηρήσουν τα έργα ευθυγραμμισμένα με το χρονοδιάγραμμα.
- **Ιδιωτική χρηματοδότηση:** Η ιδιωτική χρηματοδότηση είναι μια βιώσιμη επιλογή τόσο για μικρότερα όσο και για μεγαλύτερα έργα με στοχευμένα ενδιαφερόμενα μέρη. Σπάνια θα χρησιμοποιηθούν ιδιωτικές πηγές χρηματοδότησης για ολόκληρα προγράμματα Smart City ή έργα αστικοποίησης. Τα ιδιωτικά ταμεία συχνά έχουν όρια δαπανών για μια ορισμένη περίοδο. Έχουν περιορισμούς στις δαπάνες έργων που οργανώθηκαν από τους χρηματοδότες και συμφωνήθηκαν πριν από την αποδέσμευση κεφαλαίων.
- **Χρεώσεις χρηστών και Πληρωμή για απόδοση:** Αυτή η ιδέα είναι παρόμοια με την ασύρματη δικτύωση πληρωμής για χρήση σε αεροπλάνο, όπου οι χρήστες πληρώνουν ένα μικρό τέλος για τη δυνατότητα να παραμένουν συνδεδεμένοι στα 30.000 πόδια.

5.3 Ο οικονομικός αντίκτυπος μιας έξυπνης πόλης

Όπως αναφέραμε και παραπάνω η δημιουργία μιας έξυπνης πόλης δεν γίνεται δωρεάν, χρειάζεται ένα κεφάλαιο για την δημιουργία αυτής καθώς και για τα διάφορα κόστη που θα προκύψουν στην πορεία. Ο Aik Wirsinna παραθέτει μια μελέτη που εκπονήθηκε από την Cargemini Invent στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πύλης Δεδομένων όπου εξετάζει το οικονομικό αντίκτυπο των ανοιχτών δεδομένων. Τα οφέλη από την χρήση ανοικτών δεδομένων όπου χωρίζονται σε 2 κατηγορίες, άμεσα και έμμεσα. Τα άμεσα πλεονεκτήματα πραγματοποιούνται στις συναλλαγές της αγοράς με τη μορφή του κύκλου εργασιών και της

ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας, του αριθμού των θέσεων εργασίας που σχετίζονται με την παραγωγή μιας υπηρεσίας ή ενός προϊόντος και της εξοικονόμησης κόστους. Τα έμμεσα οικονομικά οφέλη περιλαμβάνουν νέα αγαθά και υπηρεσίες, εξοικονόμηση χρόνου για χρήστες εφαρμογών ανοιχτών δεδομένων, ανάπτυξη της οικονομίας της γνώσης, αύξηση της αποδοτικότητας στις δημόσιες υπηρεσίες και ανάπτυξη σχετικών αγορών [95].

Σύμφωνα με αυτή τη δημοσίευση, το μέγεθος της αγοράς των ανοιχτών δεδομένων αναμένεται να αυξηθεί κατά 36,9% μεταξύ 2016 και 2020 σε αξία 75,7 δισεκατομμυρίων ευρώ το 2020. Ο προβλεπόμενος αριθμός θέσεων εργασίας άμεσων ανοιχτών δεδομένων το 2016 είναι 75.000 θέσεις εργασίας. Σχεδόν 25.000 επιπλέον θέσεις εργασίας άμεσων ανοιχτών δεδομένων θα δημιουργηθούν μεταξύ 2016 και 2020. Η προβλεπόμενη εξοικονόμηση κόστους του δημόσιου τομέα για την ΕΕ 28+ το 2020 θα είναι 1,7 δισεκατομμύρια ευρώ. Τα κέρδη απόδοσης μετρώνται με ποιοτική προσέγγιση [95].

Από μακροοικονομική σκοπιά ο Paul A. Samuelson τονίζει ότι στην περίπτωση των δημόσιων αγαθών, τα οφέλη δεν περιορίζονται σε έναν συγκεκριμένο καταναλωτή, αλλά επιπλέον χρήστες επωφελούνται επίσης με οριακό κόστος μηδέν. Ο αποκλεισμός είναι αδύνατος ή τουλάχιστον απαγορευτικά ακριβό [95].

Ο Aik Wirsinna μας δίνει μια μελέτη για τη Γερμανία του Albrecht όπου υπάρχει ο νόμος της E-government και ο νόμος για την προώθηση της ηλεκτρονικής διοίκησης. Για τη Γερμανία, είναι δυνατές ετήσιες ελαφρύνσεις έως και 36 εκατομμύρια ευρώ λόγω εξοικονόμησης ταχυδρομικών εξόδων μέσω ασφαλούς ηλεκτρονικής αλληλογραφίας. Επιπλέον, υπάρχουν εξοικονομήσεις για την οικονομία 191 εκατ. Ευρώ (άνω των 30 ετών) λόγω των μη εφαρμόσιμων γραπτών πληροφοριών και επιπλέον 15 εκατ. Ευρώ ετησίως για διαδικτυακή μετάδοση δεδομένων. Η ευρωπαϊκή προοπτική γίνεται επίσης όλο και πιο σημαντική για τον εθνικό νομοθέτη. Ενώ το διοικητικό διαδικαστικό και οργανωτικό δίκαιο έχει εξαιρεθεί εδώ και καιρό από αυτήν την εξέλιξη, η οδηγία για τις υπηρεσίες της ΕΕ (ιδίως το άρθρο 6 και το άρθρο 8 του EU-DLR) έχει την υποχρέωση να δημιουργεί σημεία επαφής και να εγγυάται την ηλεκτρονική επεξεργασία από απόσταση και ισχυρή παρέμβαση με τη διοικητική αυτονομία των κρατών μελών. Επιπλέον, η χωρική και χρονική ανεξαρτησία των διαδικασιών που βασίζονται σε ΤΠ ευνοεί τις διασυνοριακές συναλλαγές.

Ως εκ τούτου, η ψηφιοποίηση της καθημερινής ζωής και η διοικητική διαδικασία διαδραματίζουν έναν ιδιαίτερο ρόλο για να αναγνωρίσουν τη σημασία των ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών [96].

5.4 Τεχνο-οικονομική ανάλυση έξυπνης πόλης

Στα πλαίσια της τεχνο-οικονομικής ανάλυσης μίας έξυπνης πόλης αναλύουμε το σενάριο ευρυζωνικής κάλυψης για παρεχόμενες υπηρεσίες μέσω υποδομής 5G. Παρόλα αυτά, εκτιμούμε πως υπάρχουν αποκλίσεις από την «συμβατική» κάλυψη 5G στα πλαίσια παροχής εμπορικά διαθέσιμων υπηρεσιών στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Ο λόγος είναι πως στα πλαίσια μίας έξυπνης πόλης υλοποιούμε ένα “dedicated” 5G δίκτυο που μπορεί να λειτουργεί στα πλαίσια ενός Δήμου ή μίας σύμπραξης δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ). Έτσι, ένας Δήμος μπορεί να μισθώνει ένα τεμάχιο του εύρους ζώνης του 5G που διαθέτει ο πάροχος, κάτι που άλλωστε προβλέπεται από το πρωτόκολλο του 5G σύμφωνα με την τεχνική network slicing.

Η υλοποίηση του 5G που ξεκίνησε διεθνώς τον Σεπτέμβριο 2020 και στην χώρα μας τον Δεκέμβριο 2020 προβλέπει εύρος ζώνης μέχρι 100 MHz στην μικροκυματική περιοχή με κεντρική συχνότητα φορέα τα 3,5 GHz. Ένας Δήμος θα μπορούσε να μισθώνει ένα τεμάχιο αυτού του φάσματος, πχ 40 MHz, που ισοδυναμεί με το φάσμα ενός μικροκυματικού 4G LTE δικτύου.

Εξετάζουμε λοιπόν ένα ψηφιακό τηλεπικοινωνιακό σύστημα μετάδοσης δεδομένων με διαθέσιμο εύρος ζώνης 40 MHz και ενεργειακή δυνατότητα οικοδόμησης ψηφιακών συμβόλων $E_b/N_0=18$ dB, με απαίτηση SNR 26 dB. Αυτές οι απαιτήσεις συνδέονται με την ευρυζωνική απαίτηση της διαμόρφωσης QAM-64 [97], που αποτελεί βασικό σενάριο διαμόρφωσης των υπηρεσιών 5G και που θεωρούμε πως υιοθετεί το δημοτικό σενάριο υλοποίησης έξυπνης πόλης.

Η μετάδοση του πληροφοριακού σήματος στο κανάλι υπόκειται σε διαλειπτικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας. Για τον προσδιορισμό της μέσης ισχύος στο οριακό distance range κάθε κεραιάς 5G στο δημοτικό σύστημα έξυπνης πόλης, έχω τον εξής τύπο [98]:

$$P_r(dBm) = -17 - 22 \log_{10} d(m) \quad (1)$$

Από μετρήσεις σε αστικό περιβάλλον γνωρίζουμε πως η στάθμη θορύβου στα μικροκύματα ανέρχεται στα -85 dBm [99]. Για την παραπάνω σχέση θεωρήσαμε ότι η ισχύς εκπομπής ενός κεραιοσυστήματος 5G είναι στα 23 dBm [100].

Υπολογίζω λοιπόν πλέον την απαίτηση της μέσης λαμβανόμενης ισχύος για κάθε κεραία από τον λόγο σήματος-προς-θόρυβο και έχω:

$$SNR(dB) = S(dBm) - N(dBm) \rightarrow$$

$$S(dBm) = SNR(dB) + N(dBm) = 26 - 85 = -59 \text{ dBm} \quad (2)$$

Με αυτόν τον τρόπο βρίσκω την μέγιστη εμβέλεια της κάθε κεραίας:

$$\begin{aligned} P_r(dBm) = -17 - 22 \log_{10} d(m) \rightarrow -59 + 17 = -22 \log_{10} d(m) \rightarrow 1.909 \\ = \log_{10} d(m) \rightarrow d = 81 \text{ m} \rightarrow d = 80 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

Κάθε κεραιοσύστημα 5G μπορεί λοιπόν να έχει μία εμβέλεια 80 μέτρων, κάτι που προβλέπεται σε σενάρια υψηλής ευρυζωνικής κάλυψης για μεγάλο πλήθος χρηστών σε αστικό περιβάλλον.

Για τον ψηφιακό ρυθμό μετάδοσης του συστήματος, (R_s , system rate), έχουμε:

$$R_s = \left(\frac{S}{N} \right) \cdot B = \frac{398.107}{63.10} \cdot 40 \cdot 10^6 = 252.3 \text{ Mbps} \quad (4)$$

Για τον παραπάνω υπολογισμό, μετατρέψαμε τον λόγο σήματος προς θόρυβο και την ενεργειακή απαίτηση οικοδόμησης bits από την λογαριθμική στην γραμμική κλίμακα:

$$SNR = 10^{SNR(dB)/10} = 398.107 \quad (5)$$

$$\frac{Eb}{No} = 10^{Eb/No(dB)/10} = 63.10 \quad (6)$$

Συνεπώς παρατηρούμε πως έχουμε μία ευρυζωνική κάλυψη 250 Mbps από την κεραία προς τις κινητές συσκευές. Για μία μικρή εμβέλεια 80 μέτρων, είναι πρακτικό να θεωρήσουμε πως έχουμε μία ολική κάλυψη 20106.19 τετραγωνικών μέτρων ανά κεραία. Αν λοιπόν έχουμε μία αστική περιοχή 20 τετραγωνικών χιλιομέτρων, τότε θα χρειαστούμε 100 κεραίες.

Με εκτιμώμενο κόστος σταθμού βάσης τα 10000 Ευρώ [100] έχουμε ολικό κόστος κεφαλαιακής επένδυσης 1 εκατομμύριο ευρώ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για την εκπόνηση της τεχνο-οικονομικής μελέτης βασιστήκαμε κυρίως σε 2 μελέτες, στην COST-BENEFIT ANALYSIS OF SMART CITIES TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS από τον Xiangyuan Xiong, και στην The Evaluation of Economic Benefits of Smart City Initiatives – A Category Approach από τον Aik Wirsinna. Και οι 2 μελέτες καταλήγουν ότι η έρευνα σχετικά με το οικονομικό κομμάτι μιας έξυπνης πόλης, δεν έχει ακόμη ευρεία βάση. Παρόλο που στις μελέτες τους δείχνουν ότι υπάρχει οικονομικό όφελος σε μια smart city, όλα παραμένουν αρκετά ανακριβή. Επίσης επισημαίνεται ότι τα οφέλη από τις τεχνολογίες θεωρούνται συνήθως ως βελτιώσεις στην καθημερινή ζωή, επομένως είναι επίσης δύσκολο να καθοριστεί το οικονομικά αποδοτικό συγκρίνοντάς τα με τη νομισματική αξία του κόστους.

Κλείνοντας λοιπόν την πτυχιακή εργασία βλέπουμε ότι το ερώτημα, για το αν είναι οικονομικά σοφό μια πόλη να εισάγει τις τεχνολογίες των ΤΠΕ και να γίνει «έξυπνη», παραμένει ανοικτό προς το παρόν.

Με βάση την τεχνο-οικονομική μας μελέτη, αναδεικνύεται ένα μέσο κόστος κεφαλαιακής επένδυσης της τάξης του 1 εκατομμυρίου ευρώ για 100 κεραίες ευρυζωνικής 5G συνδεσιμότητας σε αστικό περιβάλλον με σκίαση και έντονα φαινόμενα διαλείψεων. Αξίζει να τονιστεί πως για την πραγμάτωση μίας έξυπνης πόλης δεν είναι υποχρεωτική η υλοποίηση εφαρμογών στο σύνολο των υπο-συστημάτων που καταγράφει εν γένει ο θεωρητικός σχεδιασμός. Είναι όμως απαραίτητη η ύπαρξη μίας ευρυζωνικής υποδομής, και εκεί εστίασαμε τους υπολογισμούς μας στην πτυχιακή εργασία.

Εν κατακλείδι, υπάρχουν πολλά οφέλη που προσφέρει η Smart City ως προς τους κατοίκους, όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια, κάτι που emphaticά υπογραμμίζει την ανάγκη τέτοιων μεγάλων κεφαλαιακών επενδύσεων με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας ζωής του πληθυσμού στις πόλεις.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Hannah Ritchie and Max Roser (2018) - "Urbanization". *Published online at OurWorldInData.org*. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/urbanization>' [Online Resource]
- [2] Qiang Wang , Lejia Li , The effects of population aging, life expectancy, unemployment rate, population density, per capita GDP, urbanization on per capita carbon emissions, Sustainable Production and Consumption (2021), doi: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.029>
- [3] Yue-Jun Zhang, Wei-Chen Yi , Bo-Wen Li (2015), The impact of urbanization on carbon emission: empirical evidence in Beijing, Energy Procedia 75 (2015) 2963 – 2968
- [4] David Vlahov and Sandro Galea (2002), Urbanization, Urbanicity, and Health, The New York Academy of Medicine, Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine
- [5] Chinomnso Chinanuekpere Nnebue, Echendu Adinm, Queencallista Sidney-nnebue (2014), Urbanization and health- an overview, Institute of Human Virology/ Department of Community Medicine, Nnamdi Azikiwe University Teaching Hospital Nnewi, NIGERIA Department of Community Medicine, Nnamdi Azikiwe University / University Teaching Hospital, Nnewi NIGERIA Anambra State Urban Development Board, Nnewi NIGERIA
- [6] 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
- [7] T. Nam, and T.A. Pardo, "Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions," Proc. 12th Conference on Digital Government Research, College Park, MD, June 12– 15, 2011.
- [8] C. Harrison, B. Eckman, R. Hamilton, P. Hartswick, J. Kalagnanam, J. Paraszczak, and P. Williams, "Foundations for Smarter Cities," IBM Journal of Research and Development 54: 4 (2010) 1–16. L. Hatzeloffer, K. Humboldt, M. Lobeck, and C. Wiegandt, Smart City in Practice: Converting Innovative Ideas into Reality (Berlin: Jovis, 2012).
- [9] D. Ballas, "What Makes a 'Happy City'?" Cities 32: 1 (2013) S39–S50

- [10] Taewoo Nam & Theresa A. Pardo, Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions, Center for Technology in Government University at Albany, State University of New York, U.S.
- [11] Washburn, D., Sindhu, U., Balaouras, S., Dines, R. A., Hayes, N. M., & Nelson, L. E. (2010). Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO. Cambridge, MA: Forrester Research, Inc. Available at http://public.dhe.ibm.com/partnerworld/pub/smb/smarterplanet/forr_help_cios_und_smart_city_initiatives.pdf.
- [12] Antwi-Afari, P. et al., Modeling the smartness or smart development levels of developing countries’ cities, Journal of Urban Management, <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.005>
- [13] Clancy, C. M. (2006). Getting to ‘smart’ health care. Health Affairs, 25(6),w589-w592.
- [14] Varshney, U. (2003). Pervasive healthcare. Computer, 36(12), 138–140. Varshney, U. (2007). Pervasive healthcare and wireless health monitoring. Mobile Networks and Applications, 12(2–3), 113–127
- [15] Aday, L. A. (Ed.). (2004). Evaluating the healthcare system: Effectiveness, efficiency, and equity. Health Administration Press.
- [16] Jha, A. K., Ferris, T. G., Donelan, K., DesRoches, C., Shields, A., Rosenbaum, S., et al. (2006). How common are electronic health records in the United States? A summary of the evidence. Health Affairs, 25(6), w496–w507.
- [17] Vincent Ricquebourg, David Menga , David Durand , Bruno Marhic , Laurent Delahoche , Christophe Loge, The Smart Home Concept : our immediate future
- [18] Foziah Gazzawe and Russell, Devices, Applications and Their Potential Benefits and Challenges, Lock Department of Computer Science, Loughborough University, Loughborough, UK
- [19] Tamilmaran Vijayapriya, Dwarkadas Pralhadas Kothari (2011), Smart Grid and Renewable Energy, 2011, 2, 305-311 doi:10.4236/sgre.2011.24035 Published Online November 2011 (<http://www.SciRP.org/journal/sgre>)
- [20] Antwi-Afari, P. et al., Modeling the smartness or smart development levels of developing countries’ cities, Journal of Urban Management, <https://doi.org/10.1016/j.jum.2021.06.005>

- [21] Dileep G (2020), A survey on smart grid technologies and applications, Department Electrical & Electronics Engineering, Madanapalle Institute of Technology & Science, Madanapalle, Andhra Pradesh, 517325, India
- [22] Neus Baucells Aletà*, Concepción Moreno Alonso , Rosa M. Arce Ruiz (2016), Smart Mobility and Smart Environment in the Spanish cities, 3rd Conference on Sustainable Urban Mobility, 3rd CSUM 2016, 26 – 27 May 2016, Volos, Greece
- [23] “SmartMobilityWorld | Smart Mobility, Smart People, Smart City.”
- [24] Eleonora Pantanoa, Harry Timmermans(2014), What is smart for retailing?, 12th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, DDSS 2014
- [25] Mohamed Rawidean Mohd Kassim (2022), IoT Applications in Smart Agriculture: Issues and Challenges, SMIEEE Kuala Lumpur, Malaysia
- [26]Fahad Salmeen Al-Obaithani, Ali Ameen, Mohammed Saleh Nusari, Ibrahim Alrajawy(2018), Proposing SMART-Government Model: Theoretical Framework, Lincoln University College (LUC)
- [27] Claudia Melati, Raquel Janissek-Muniz, Smart government: analysis of dimensions from the perspective of public managers, Universidade Federal do Rio Grande do Sul / School of Administration, Graduate Program in Administration, Porto Alegre / RS – Brazil
- [28] Zainab H. ,Hesham A. Ali , Mahmoud M. Badawy (2015), Internet of Things (IoT): Definitions, Challenges and Recent Research Directions, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 128 – No.1, October 2015
- [29] Andras Kalmar, Rolland Vida, Markosz Maliosz, 2013 Context-aware Addressing in the Internet of Things using Bloom Filters, Cog I nfoCom 2013· 4th IEEE I nternational Conference on Cognitive I nfocommun ications' (Dec. 2013) 487 - 492.
- [30] Kalin Dimitrov, Tsvetan valkovski, Using Optical Acoustic Sensors for Smart City Applications
- [31] F. L. LEWIS, Wireless Sensor Networks, Associate Director for Research Head, Advanced Controls, Sensors, and MEMS Group Automation and Robotics Research Institute The University of Texas at Arlington
- [32] Benjamin S. Cook, Sangkil Kim, Herve Aubert (2014), RFID-Based Sensors for Zero-Power Autonomous Wireless Sensor Networks

- [33] Favaretto M, De Clercq E, Schneble CO, Elger BS (2020) What is your definition of Big Data? Researchers' understanding of the phenomenon of the decade. PLoS ONE 15(2): e0228987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228987>
- [34] Jasmine Zakir, Tom Seymour, Kristi Berg (2015), BIG DATA ANALYTICS, Issues in Information Systems Volume 16, Issue II, pp. 81-90, 2015
- [35] Borawake-Satao, Rachana, & Prasad, Rajesh Shardanand. (2017). Mobile sink with mobile agents: Effective mobility scheme for wireless sensor network. International Journal of Rough Sets and Data Analysis (IJRSDA), 4(2), 24–35.
- [36] Stracke, N., Grella, M., Chiari, B., Bechle, K., & Schmid, S. (2015). Semantic technology: Intelligent solutions for big data challenges. Germany: Advanced Analytics & EXOP GmbH Constance
- [37] N. Janoschek, "Big Data Security Analytics: A Weapon Against Cyber Security Attacks? [Video]," *BI Survey*, Nov. 28, 2016. <http://bi-survey.com/big-data-security-analytics> (accessed Jul. 09, 2022).
- [38] Intel IT Centre. (2013). Predictive analytics 101: Next-generation big data intelligence
- [39] Nilanjan Dey Aboul Ella Hassanien Chintan Bhatt Amira S. Ashour, *Studies in Big Data, Internet of Things and Big Data Analytics Toward Next-Generation Intelligence*, Springer
- [40] Alves, G. M., & Cruvinel, P. E. (2016). Big data environment for agricultural soil analysis from CT digital images. In Tenth international conference on semantic computing (ICSC) (pp. 429–431). Laguna Hills, CA.
- [41] Drigas Athanasios, S., & Panagiotis, L. (2014). The use of big data in education. *International Journal of Computer Science*, 11(5).
- [42] Joost N. Kok, Egbert J. W. Boers, Walter A. Kusters, and Peter van der Putten , *ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DEFINITION, TRENDS, TECHNIQUES, AND CASES*, Leiden Institute of Advanced Computer Science, Leiden University, the Netherlands
- [43] Pei Wang, 2019, On Defining Artificial Intelligence, *Journal of Artificial General Intelligence* 10(2) 1-37, 2019 DOI: 10.2478/jagi-2019-0002
- [44] Cugurullo F (2020) Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City. *Front. Sustain. Cities* 2:38. doi: 10.3389/frsc.2020.00038
- [45] Shancang Li, Li Da Xu , Shanshan Zhao(2018), 5G Internet of Things: A survey, *Journal of Industrial Information Integration*

- [46] Zhang, S.; Rong, J.; Wang, B. A privacy protection scheme of smart meter for decentralized smart home environment based on consortium blockchain. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.* **2020**, *121*, 106140., Alabady, S.; Al-Turjman, F.; Din, S. A Novel Security Model for Cooperative Virtual Networks in the IoT Era. *Int. J. Parallel Program.* **2020**, *48*, 280–295
- [47] Mehdi Mekni, Andre Lemieu, Augmented Reality: Applications, Challenges and Future Trends
- [48] Zanella, A.; Bui, N.; Castellani, A.; Vangelista, L.; Zorzi, M. Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet Things J.* **2014**, *1*, 22–32, Nikam, S.; Ingle, R. Criminal Detection System in IoT. *Int. J. Control Theory Appl.* **2017**, *10*, 11–16, García, C.G.; Meana-Llorián, D.; G-Bustelo, B.C.P.; Lovelle, J.M.C.; Garcia-Fernandez, N. Midgar: Detection of people through computer vision in the Internet of Things scenarios to improve the security in Smart Cities, Smart Towns, and Smart Homes. *Future Gener. Comput. Syst.* **2017**, *76*, 301–313.
- [49] García, C.G.; Meana-Llorián, D.; G-Bustelo, B.C.P.; Lovelle, J.M.C.; Garcia-Fernandez, N. Midgar: Detection of people through computer vision in the Internet of Things scenarios to improve the security in Smart Cities, Smart Towns, and Smart Homes. *Future Gener. Comput. Syst.* **2017**, *76*, 301–313.
- [50] Li, J.Q.; Yu, F.R.; Deng, G.; Luo, C.; Ming, Z.; Yan, Q. Industrial Internet: A Survey on the Enabling Technologies, Applications, and Challenges. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* **2017**, *19*, 1504–1526)
- [51] Zhang, S.; Rong, J.; Wang, B. A privacy protection scheme of smart meter for decentralized smart home environment based on consortium blockchain. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.* **2020**, *121*, 106140, Ahad, M.; Paiva, S.; Tripathi, G.; Feroz, N. Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustain. Cities Soc.* **2020**, *61*, 102301., Masuda, Y.; Zimmermann, A.; Shirasaka, S.; Nakamura, O. Internet of robotic things with digital platforms: Digitization of robotics enterprise. *Smart Innov. Syst. Technol.* **2021**, *189*, 381–391
- [52] (Gerla, M.; Lee, E.K.; Pau, G.; Lee, U. Internet of vehicles: From intelligent grid to autonomous cars and vehicular clouds. In Proceedings of the 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Seoul, Korea, 6–8 March 2014; pp. 241–246)
- [53] (Ray, P.P.; Mukherjee, M.; Shu, L. Internet of Things for Disaster Management: State-of-the-Art and Prospects. *IEEE Access* **2017**, *5*, 18818–18835

- [54] (Sawanobori, T.K. *The Next Generation of Wireless: 5G Leadership in the U.S. (White Paper)*; Technical Report; CTIA Everything Wireless: Washington, DC, USA, 2016.)
- [55] Hsin-Kai Wu , Silvia Wen-Yu Lee , Hsin-Yi Chang , Jyh-Chong Liang, Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education
- [56] Pravesh Yagol , Francisco Ramos , Sergio Trilles , Joaquín Torres-Sospedra and Francisco J. Perales (2018), New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts
- [57] Midtown In Motion - KLD Engineering, P.C.," *KLD Engineering, P.C.* <https://www.kldcompanies.com/midtown-in-motion/> (accessed Jul. 09, 2022). [58] Green Means Go: Transit Signal Priority in Nyc
- [59] Jigar Shah, Jinal Kothari, Nishant Doshi (2019), A Survey of Smart City infrastructure via Case study on New York, The 3rd International workshop on Recent advances on Internet of Things: Technology and Application Approaches (IoT-T&A 2019) November 4-7, 2019, Coimbra, Portugal
- [59] NYC Using Fleet Vehicles to Test Air Quality - Operations - Government Fleet," *NYC Using Fleet Vehicles to Test Air Quality - Operations - Government Fleet.* <https://www.government-fleet.com/349336/nyc-using-fleet-vehicles-to-test-air-quality> (accessed Jul. 09, 2022).
- [60] "Wireless Water Meter Reading for New York City," *GovTech*, Jul. 27, 2010. <https://www.govtech.com/products/wireless-water-meter-reading-for-new.html> (accessed Jul. 09, 2022).
- [61] "About NYC311 · NYC311," *About NYC311 · NYC311.* <https://portal.311.nyc.gov/about-nyc-311/> (accessed Jul. 09, 2022).
- [62] Intersection, "LinkNYC," *LinkNYC.* <https://www.link.nyc/faq.html#linknyc> (accessed Jul. 09, 2022).
- [63] Jeff Frazier and Tom Touchet, Transforming the City of New York New Platform for Public-Private Cooperation Ushers in Smart Cities of the Future
- [64] Office of the New York State, Smart Solutions Across the State: Advanced Technology in Local Governments
- [65] "Barcelona - Wikipedia," *Barcelona - Wikipedia*, Nov. 13, 2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/Barcelona> (accessed Jul. 09, 2022).

- [66] Tuba Bakıcı & Esteve Almirall & Jonathan Wareham(2012), A Smart City Initiative: the Case of Barcelona
- [67] “22@ | Meet Barcelona,” *Meet Barcelona*. <https://meet.barcelona.cat/en/discover-barcelona/districts/sant-marti/22-arroba> (accessed Jul. 09, 2022).
- [68] Ajuntament de Barcelona, BARCELONA SMART CITY TOUR
- [69] A consolidated DHC ,<http://www.districtclima.com>
- [70] “Singapore - Wikipedia,” *Singapore - Wikipedia*, Jun. 16, 2021. <https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore> (accessed Jul. 09, 2022).
- [71] Sang Keon Lee, Heeseo Rain Kwon, HeeAh Cho, Jongbok Kim, Donju Lee, International Case Studies of Smart Cities, nstitutions for Development Sector Fiscal and Municipal Management Division
- [72] “Amsterdam - Wikipedia,” *Amsterdam - Wikipedia*, Oct. 01, 2019. <https://en.wikipedia.org/wiki/Amsterdam> (accessed Jul. 09, 2022).
- [73] M. Somayya & R. Ramaswamy, Amsterdam Smart City (ASC): fishing village to sustainable city, IT Applications Group, National Institute of Industrial Engineering (NITIE), India
- [74] Amsterdam University of applied sciences (2016), ORGANISING SMART CITY PROJECTS Lessons from Amsterdam
- [75]“Dubai - Wikipedia,” *Dubai - Wikipedia*, Nov. 05, 2018. <https://en.wikipedia.org/wiki/Dubai> (accessed Jul. 09, 2022).
- [76] Prof. Dr. Philippe Gugler, Dr. Mahmoud Alburai, Luc Stalder, Smart City Strategy of Dubai
- [77] Neeraj Dassani, Dnyanesh Nirwan, Gopalakrishnan Hariharan (2015),Dubai - a new paradigm for smart cities
- [78] “Hong Kong - Wikipedia,” *Hong Kong - Wikipedia*, Aug. 25, 2019. https://en.wikipedia.org/wiki/Hong_Kong (accessed Jul. 09, 2022).
- [79] G. (www.gov.hk), “GovHK: HKeMobility,” *GovHK: HKeMobility*. <https://www.gov.hk/en/residents/transport/publictransport/hketransport.htm> (accessed Jul. 09, 2022).
- [80] Transport Department - Automatic Toll Collection System,” *Transport Department - Automatic Toll Collection System*.

https://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/its/its_achievements/automatic_toll_collection_system/index.html (accessed Jul. 09, 2022).

[81] Transport Department - Journey Time Indication System," *Transport Department - Journey Time Indication System*.
https://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/its/its_achievements/journey_time_indication_system_/index.html (accessed Jul. 09, 2022).

[82] Transport Department - Traffic Control Centre," *Transport Department - Traffic Control Centre*.
https://www.td.gov.hk/en/transport_in_hong_kong/its/its_achievements/traffic_control_centre/index.html (accessed Jul. 09, 2022).

[83] W. OGCIO, "Wi-Fi.HK - FAQs (English Version)," *Wi-Fi.HK - FAQs (English Version)*.
<https://www.wi-fi.hk/en/FAQ/Category/1> (accessed Jul. 09, 2022).

[84] AM Smart - About 'iAM Smart,'" *iAM Smart - About "iAM Smart"*.
<https://www.iamsmart.gov.hk/en/about.html> (accessed Jul. 09, 2022).

[85] F. (www.firmstudio.com), "HKICL | FPS," *HKICL | FPS*.
<https://fps.hkicl.com.hk/eng/fps/index.php> (accessed Jul. 09, 2022)

[86] G. (www.gov.hk), "GovHK: About GovHK," *GovHK: About GovHK*.
<https://www.gov.hk/en/about/aboutus.htm> (accessed Jul. 09, 2022).

[87] "地理資訊地圖. 香港特別行政區政府提供的香港地圖,"
地理資訊地圖. 香港特別行政區政府提供的香港地圖. <https://www.map.gov.hk/gm/>
(accessed Jul. 09, 2022).

[88] "Data Centre Development in Hong Kong," *Data Centre Development in Hong Kong*.
<https://www.datacentre.gov.hk/en/home.html#dcfu> (accessed Jul. 09, 2022).

[89] https://www.hk2030plus.hk/about_a.htm

[90] Topics in Focus - Greening Master Plan," *Topics in Focus - Greening Master Plan*.
<https://www.cedd.gov.hk/eng/topics-in-focus/index-id-2.html> (accessed Jul. 09, 2022).

[91] DEVB - My Blog: Water Intelligent Network —... (413)," *DEVB - My Blog: Water Intelligent Network —... (413)*.
https://www.devb.gov.hk/en/home/my_blog/index_id_413.html (accessed Jul. 09, 2022).

[92] "Building Information Modelling | Hong Kong Housing Authority and Housing Department," *Building Information Modelling | Hong Kong Housing Authority and Housing Department*.

Department. <https://www.housingauthority.gov.hk/en/business-partnerships/resources/building-information-modelling/> (accessed Jul. 09, 2022).

[93] Patrick T. I. Lam, Wenjing Yang, A Study of the Costs and Benefits of Smart City Projects Including the Scenario of Public-Private Partnerships

[94] Xiangyuan Xiong(2018), COST-BENEFIT ANALYSIS OF SMART CITIES TECHNOLOGIES AND APPLICATIONS

[95] Aik Wirsinna (2021), The Evaluation of Economic Benefits of Smart City Initiatives – A Category Approach

[96] “New York City - Wikipedia,” *New York City - Wikipedia*, Apr. 23, 2011. https://en.wikipedia.org/wiki/New_York_City (accessed Jul. 09, 2022).

[97] Glover, I., & Grant, P. M. (2010). *Digital communications*. Pearson Education.

[98] Haykin, S. (1988). *Digital communications* (pp. 445-446). New York: Wiley.

[99] Chrysikos, T., & Kotsopoulos, S. (2013, March). Site-specific validation of path loss models and large-scale fading characterization for a complex urban propagation topology at 2.4 ghz. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* (Vol. 2, pp. 2078-0958).

[100] Chen, J., Ge, X., & Ni, Q. (2019). Coverage and handoff analysis of 5G fractal small cell networks. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 18(2), 1263-1276.