



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

Ευγενία Περέτη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
Γεώργιος Φούρλας

Λαμία, 2022



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

INFORMATICS AND COMPUTATIONAL BIOMEDICINE

**STUDY OF FEATURES AND TECHNOLOGIES FOR THE
DEVELOPMENT OF SMART CITIES**

EvgeniaPereti

Master thesis

Georgios Fourlas

Lamia

2022



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ
ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ**

**«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»**

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ**

Ευγενία Περέτη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επιβλέπων
Γεώργιος Φούρλας**

Λαμία, 2022

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο [«ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ»] αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Ευγενία Περέτη

Ημερομηνία
09/03/2022

Υπογραφή

**ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ**

Ευγενία Περέτη

Τριμελής Επιτροπή:

Ονοματεπώνυμο, Γεώργιος Φούρλας

Ονοματεπώνυμο, Κωνσταντίνος Αναγνώστου

Ονοματεπώνυμο, Γεώργιος Καρράς

Επιστημονικός Σύμβουλος:

Ονοματεπώνυμο Γεώργιος Φούρλας



“Ένα όραμα της πόλης του μέλλοντος παρουσιάστηκε, ένα όραμα που στηρίζεται στη σύνθεση της επιστήμης με την τεχνολογία, μέσω των συστημάτων πληροφορικής. Ένα μέλλον που θα χρειαστεί τον επαναπροσδιορισμό των σχέσεων μεταξύ των κυβερνήσεων, των διαχειριστών των πόλεων, των επιχειρήσεων, της ακαδημαϊκής και ερευνητικής κοινότητας. Το όνομα αυτού του οράματος είναι Έξυπνες Πόλεις”

(Hall, 2000)

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία θα επιχειρηθεί καταρχάς μια ανασκόπηση στη βιβλιογραφία, προκειμένου να γίνει μια προσέγγιση της έννοιας της έξυπνης πόλης και η αποτύπωση των διαφορετικών ορισμών καθώς και των χαρακτηριστικών και των διαστάσεων που την καθιστούν έξυπνη. Επιπλέον, διερευνώνται ως προς την τεχνολογική υποδομή, τα ευρυζωνικά δίκτυα και οι τεχνολογίες διασύνδεσης του φυσικού και ψηφιακού χώρου που εφαρμόζονται σε περιβάλλοντα έξυπνων πόλεων. Στη συνέχεια γίνεται μια επισκόπηση σε νέες αστικές τάσεις, οι οποίες έχουν σκοπό να διαμορφώσουν το μέλλον των πόλεων προκειμένου αν αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις τόσο σε οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο όσο και σε περιβαλλοντικό, για μια πράσινη, δίκαιη και οικονομική ανάκαμψη κυρίως και μετά τον απόηχο της πανδημίας του COVID-19. Τέλος, λόγω της ανάγκης ύπαρξης ενός οδικού χάρτη, προκειμένου οι πόλεις να έχουν την δυνατότητα χάραξης μιας επιτυχημένης στρατηγικής για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μια έξυπνης και βιώσιμης πόλης, αναφέρονται τα κρίσιμα βήματα που θα πρέπει να ακολουθηθούν.

Λέξεις κλειδιά: Έξυπνη πόλη, βιώσιμη ανάπτυξη, νέες τεχνολογίες, οδικός χάρτης

Abstract

In this paper we will first attempt to review the literature in order to get an approach to the concept of smart city and to capture the different definitions, as well as the features and dimensions that make it smart. In addition, there will be an investigation into the technological infrastructure, broadband networks and interconnection technologies of the physical and digital space, which are applied in environments of smart cities. This will be followed by an overview of new urban trends that aim to shape the future of cities in order to meet the challenges both economically and socially as well as environmentally, for a practical, fair and economic recovery, especially after the effects of COVID-19 pandemic. Finally, due to the need for a roadmap, in order for cities to be able to build a strategic plan for the design and development of a smart and sustainable city, the crucial steps that need to be followed will be mentioned.

Keywords: Smart city, sustainable development, new technologies, road map

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	11
1. What Is Smart?	12
2. Διαστάσεις και χαρακτηριστικά «έξυπνων πόλεων»	18
2.1 Η εξέλιξη των έξυπνων πόλεων σε πόλεις 4.0.....	18
2.1 Πυλώνες έξυπνης πόλης	19
2.4 Διαστάσεις ευφυΐας (παράγοντες και κριτήρια)	21
2.4 Επίπεδα συγκρότησης μιας έξυπνης πόλης	33
3. Βέλτιστες πρακτικές έξυπνων πόλεων	35
3.1 Διεθνή παραδείγματα	36
3.2 Εφαρμογές στον ελλαδικό χώρο	47
4. Τεχνολογική υποδομή έξυπνων πόλεων.....	54
4.2 Ευρυζωνικές Τεχνολογίες δικτύωσης.....	59
4.1.1 Τι είναι η ευρυζωνικότητα	59
4.1.2 Ενσύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες.....	61
4.1.3 Ασύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες	65
5. Τεχνολογίες διασύνδεσης του φυσικού και ψηφιακού χώρου	75
5.1 Το οικοσύστημα του IoT	76
5.1.1 Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT)	77
5.1.2 Η Αρχιτεκτονική του IoT	79
5.1.3 IoT τεχνολογίες (perception layer).....	84
5.1.4 Εφαρμογές στο οικοσύστημα IoT	85
5.2 Big Data and Artificial Intelligence	88
5.3 Digital Twin (Ψηφιακά δίδυμα).....	91
6. Αστικό Μέλλον Με Σκοπό	95
6.1 Αστικές τάσεις: Διαμορφώνοντας το μέλλον των πόλεων.....	95
6.1.1 12 τάσεις που διαμορφώνουν το μέλλον των πόλεων έως το 2030	98
7. Οδικός χάρτης (roadmap) για μια βιώσιμη έξυπνη πόλη	114
7.1 Προσεγγίζοντας την μεθοδολογία σχεδιασμού της έξυπνης πόλης.....	121
7.1.1 Όραμα.....	121
7.1.2 Μελέτη υφιστάμενης κατάσταση και αναπτυξιακών προκλήσεων.....	121
7.1.3 Σχεδιασμός της Στρατηγικής.....	124
7.1.4 Χρηματοδοτικά εργαλεία και ευκαιρίες για έξυπνες πόλεις	128
8. Επίλογος	135

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1 Πηγή:researchgate.net.....	19
Εικόνα 2 Πηγή: Deloitte	21
Εικόνα 3 Επίπεδα συγκρότησης μιας έξυπνης πόλης Πηγή: Κομνηνός 2006	34
Εικόνα 4 The Amsterdam Smart City platform, Πηγή: amsterdamsmartcity.com.....	36
Εικόνα 5 Amsterdam Smart City Platform Organization Πηγή: amsterdamsmartcity.com	37
Εικόνα 6 Πηγή:eltis.org	40
Εικόνα 7 Σγκαπούρη: Η πόλη που έμαθε πώς να συνδυάζει τη φύση με την αστική ζωή, Πηγή euronews.com	43
Εικόνα 8 Πηγή: trikalacity.gr	47
Εικόνα 9 Το χρονοδιάγραμμα εξέλιξης της πόλης, Πηγή: (Anthopoulos, 2019).....	48
Εικόνα 10 Δομικά στοιχεία της πόλης Πηγή: (Anthopoulos, 2019)	50
Εικόνα 11 Εφαρμογές της πόλης των Τρικάλων Πηγή: trikalacity.gr	52
Εικόνα 12 Πηγή: ertnews.gr.....	53
Εικόνα 13 Ίδια επεξεργασία με edwordle	54
Εικόνα 14 Η ψηφιακή χωρικότητα των πόλεων: Τέσσερις δακτύλιοι και τρία κενά (Κομνηνός και Τσαρχόπουλος,2012)	59
Εικόνα 15 Σύνθεση οπτικής ίνας.....	61
Εικόνα 16 FFTx - Fiber-To-The-x.....	63
Εικόνα 17 τεχνολογίες επικοινωνίας για έξυπνες πόλεις (Yaqoob, 2017).....	66
Εικόνα 18 Πηγή:Deloitte	70
Εικόνα 19 Πηγή: avsystem.com.....	76
Εικόνα 20 Το οικοσύστημα του IoT (Bansaletal,2020)	77
Εικόνα 21 Η διάσταση του IoT	78
Εικόνα 22 Service-oriented architecture for IoT Πηγή: Li, Xu, & Zhao, 2014	81
Εικόνα 23 μοντέλο αναφοράς IoT (ITU-TY.2060, 2012).....	82
Εικόνα 24 Αρχιτεκτονικές IoT (Syed, 2021).....	83
Εικόνα 25 Πηγή: industrywired.com	91
Εικόνα 26 Πηγή: digitaltwinhub.co.uk.....	93
Εικόνα 27 City Digital Twins - πλεονεκτήματα και τεχνολογίες Πηγή: IDC, 2020	95
Εικόνα 28 Πηγή: Ίδια επεξεργασία.....	97
Εικόνα 29 Οδικός χάρτης σχεδιασμού Έξυπνων πόλεων (Komninos).....	117
Εικόνα 30 Οι πέντε βασικές αρχές του οδικού χάρτη (G20 Global Smart Cities Alliance).....	119
Εικόνα 31 Πηγή:smartcitiesworld.net	128

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1 Πηγή: Ίδια επεξεργασία.....	27
Πίνακας 2 Αρχιτεκτονικές FTTx Πηγή: Ίδια επεξεργασία.....	63
Πίνακας 3 Σύγκριση Τεχνολογιών xDSL (Esogut, 2017).	65
Πίνακας 4 Σύγκριση σύγχρονων τεχνολογιών επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται σε έξυπνες πόλεις (Yaqoob, 2017).....	67
Πίνακας 5 Οραματισμός 5G έξυπνης πόλης (Deloitte, 2020)	75
Πίνακας 6 IoT αρχιτεκτονικές: a) layered architecture—three and five-layer b) middleware based c) service oriented based d) fog based (Bansal, 2020)	82
Πίνακας 7 Πηγή: Ίδια επεξεργασία.....	127
Πίνακας 8 Πηγή: Ίδια επεξεργασία.....	135

Εισαγωγή

Σήμερα, το ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού που ζει σε αστικές περιοχές υπολογίζεται στο 55% και αναμένεται να αυξηθεί στο 68% έως το 2050. Η ραγδαία αστικοποίηση, έχει επιφέρει σημαντικές προκλήσεις καθιστώντας τις ασταθή, πολύπλοκα και ασαφή περιβάλλοντα, με διαρκείς και απρόβλεπτες διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά τους, δημιουργώντας την ανάγκη επένδυσης στις ΤΠΕ, την βελτιστοποίηση των λειτουργιών και την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, προκειμένου οι πόλεις να γίνουν πιο έξυπνες, βιώσιμες και καινοτόμες.

Ο όρος «έξυπνη πόλη» περιγράφει μια πόλη που χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να βελτιώσει τα αποτελέσματα σε κάθε πτυχή των λειτουργιών της και τις υπηρεσίες που προσφέρει στους κατοίκους της. Συλλέγει και χρησιμοποιεί δεδομένα για να καθοδηγήσει τη λήψη αποφάσεων και δημιουργεί δίκτυα εταιρών μεταξύ κυβερνήσεων, επιχειρήσεων, μη κερδοσκοπικών οργανισμών, κοινοτικών ομάδων και πανεπιστημίων. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία και τις έξυπνες πολιτικές, οι πόλεις μπορούν να προσφέρουν ευημερία, ταχύτερες και πιο αξιόπιστες υπηρεσίες, εστιασμένες στις πραγματικές ανάγκες των κατοίκων. Άλλωστε, ο απώτερος στόχος είναι να γίνουν οι πόλεις καλύτερος τόπος διαμονής και εργασίας, όχι απλώς πιο αποτελεσματικοί πάροχοι υποδομών και υπηρεσιών. Η ανθρωποκεντρική σχεδιαστική σκέψη προωθεί τη συλλογική νοημοσύνη και είναι κεντρική στο κίνημα της έξυπνης πόλης, η οποία προσπαθεί να επιτύχει το τρίπτυχο ποιότητα ζωής, οικονομική ανταγωνιστικότητα και βιωσιμότητα.

Οι πόλεις στο πλαίσιο της ψηφιακή τους ανάπτυξης και τον μετασχηματισμό τους, οφείλουν να βασίζονται σε ένα οργανωμένο κι ενιαίο σχέδιο δράσης, θέτοντας το όραμα τους για μια ανοιχτή και διασυνδεδεμένη πόλη και μια στρατηγική εστιασμένη στους πιο κρίσιμους τομείς παρέμβασης. Για την επίτευξη αυτού του οράματος, απαιτείται ένα οικοσύστημα το οποίο θα καθορίζεται πάντα από τις ψηφιακές τεχνολογίες, αλλά όχι μόνο από αυτές, καθώς η αστική αποδοτικότητα δεν εξαρτάται μόνο από το φυσικό κεφάλαιο, αλλά και από το ανθρώπινο και κυρίως το κοινωνικό.

1. What Is Smart?

Η «Έξυπνη Πόλη» είναι μια ευρεία έννοια η οποία συμπεριλαμβάνει αρκετά χαρακτηριστικά στοιχεία και διαστάσεις όπως χρήση ΤΠΕ, ψηφιακές υποδομές, κοινωνικό κεφάλαιο και βιωσιμότητα (κοινωνική και περιβαλλοντική).

Θα επιχειρηθεί μια ανασκόπηση στη βιβλιογραφία ως προς την εννοιολογική προσέγγιση και την εξέλιξη των πιο αντιπροσωπευτικών ορισμών, τόσο από την **ακαδημαϊκή** κοινότητα η οποία έχει αναπτύξει μια πιο ολιστική προσέγγιση η οποία σχετίζεται με το ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, το περιβάλλον και την βιωσιμότητα, επιπλέον προσεγγίσεις τόσο **εταιρικές** όσο και από την **βιομηχανία**, οι οποίες υποστηρίζουν μια πιο επιχειρηματική έννοια (MORA 2017) αλλά και από τους **θεσμούς** (κυβερνητικούς/κρατικούς).

Από τη βιβλιογραφική ανάλυση, προκύπτει ότι όλες αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις, δεν έρχονται σε αντίθεση μεταξύ τους, αντιθέτως περιλαμβάνουν κοινά χαρακτηριστικά και εν μέρει επικαλύπτονται ή αλληλοσυμπληρώνονται (Dameri, 2013).

Ωστόσο κανείς από τους ορισμούς δεν φαίνεται να προκρίνεται ως ο πιο διαδεδομένος ή παγκοσμίως αναγνωρισμένος, γεγονός που αναγνωρίζεται ομόφωνα (Komninos et al. 2012, Albino et al. 2015, Cocchia 2013).

Η έννοια της έξυπνης πόλης είναι ασαφής και η απουσία ενός κοινά αποδεκτού ορισμού δυσχεραίνει την κατανόηση της (Anthopoulos, Vakali, 2012).

Θα μπορούσαμε να πούμε πως η δυσκολία των ποικίλων ορισμών που έχουν διατυπωθεί κατά την διάρκεια των χρόνων καθώς η έννοια εξελίσσεται, αφορούν τις εξής διαστάσεις: αφενός μεν την έννοια “έξυπνη” ως επίθετο και την σημασία που τις αποδίδεται στην βιβλιογραφία ως Έξυπνη Πόλη, Ευφυής Πόλη, Ψηφιακή Πόλη, Διασυνδεδεμένη Πόλη κτλ και αφετέρου την ετικέτα “Έξυπνη Πόλη” την οποία χρησιμοποιούν αρκετές πόλεις για να αυτοπροσδιοριστούν όταν αναγνωρίζουν ορισμένα από τα χαρακτηριστικά τους ως έξυπνα, χωρίς ωστόσο να αναφέρονται σε μια τυπική έννοια (Cocchia, 2014).

Σύμφωνα με τον Κομνηνό (2006) οι τρεις λόγοι που συμβάλουν στο να χαρακτηρίζεται η έννοια “Έξυπνη Πόλη” ως αμφιλεγόμενη είναι οι εξής: η ταύτιση με τις ψηφιακές αναπαραστάσεις των πόλεων και η ισοδύναμη χρήση των όρων ‘digital city’ και ‘cyber city’, η μεταφορική χρήση του όρου ως κοινός τόπος ποικίλων ηλεκτρονικών πληροφοριακών συστημάτων και ψηφιακών εφαρμογών επί των λειτουργιών των πόλεων και τέλος η επικάλυψη από τις εφαρμογές ευφυούς περιβάλλοντος.

1.1 Εννοιολογική προσέγγιση των έξυπνων πόλεων

Η πληθώρα των ορισμών διαφοροποιούνται ανάλογα με το σύστημα στο οποίο αναφέρονται (μεταφορές, περιβάλλον, πράσινη ανάπτυξη, εργασία) καθώς και στο είδος της νοημοσύνης (πχ τεχνητή, ανθρώπινη).

Αναντίρρητα το κύριο χαρακτηριστικό για την αύξηση της εξυπνάδας των πόλεων είναι η χρήση της τεχνολογίας και των ΤΠΕ και σημαντικός αριθμός των ορισμών δίνει έμφαση στην πρωτοποριακή τεχνολογία και στην υπόθεση ότι η χρήση της, μπορεί να κάνει τις πόλεις και τα υποκείμενα συστήματά της να λειτουργούν έξυπνα.

- *“Η εφαρμογή της τεχνολογίας της πληροφορικής και των επικοινωνιών (ΤΠΕ) με τις επιπτώσεις της στο ανθρώπινο κεφάλαιο/εκπαίδευση, το κοινωνικό και σχεσιακό κεφάλαιο και στα περιβαλλοντικά ζητήματα, υποδεικνύεται συχνά από την έννοια της έξυπνης πόλης”*(Lombardi et al. 2012).
- Ένας ακόμη συχνά αναφερόμενος ορισμός είναι αυτός που χρησιμοποιήθηκε από την IBM (2010) όπου ορίζει την έξυπνη πόλη ως μια πόλη που κάνει χρήση των διαθέσιμων διασυνδεδεμένων πληροφοριών με βέλτιστο τρόπο ώστε να κατανοήσει καλύτερα, να ελέγξει τις λειτουργίες της και να βελτιστοποιήσει τη χρήση περιορισμένων πόρων.
- Ο ορισμός του Hall βασίζεται στις υποδομές της πόλης. *“Το όραμα των «έξυπνων πόλεων» είναι τομελλοντικόασφαλές, οικολογικό και αποτελεσματικό αστικό κέντρο, επειδή ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η συντήρηση όλων των δομών, είτε για ενέργεια, νερό, μεταφορές κ.λπ. χρησιμοποιεί προηγμένα υλικά, αισθητήρες, ηλεκτρονικά και δίκτυα συνδεδεμένα με ηλεκτρονικά συστήματα,αποτελούμενα από βάσεις δεδομένων και αλγόριθμους παρακολούθησης και λήψης αποφάσεων”* (Hall, 2000).
- *“Η χρήση των έξυπνων τεχνολογιών υπολογιστών για να γίνουν τα κρίσιμα έργα υποδομής και οι υπηρεσίες μιας πόλης που περιλαμβάνουν τη διοίκηση της πόλης, την εκπαίδευση, την υγειονομική περίθαλψη, τη δημόσια ασφάλεια, τα ακίνητα, τις μεταφορές και τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας πιο έξυπνα, διασυνδεδεμένα και αποτελεσματικά”* (Washburn et al. 2010).
- Οι Bowerman et al, υποστήριξαν ότι, *“σε μια έξυπνη πόλη, όλες οι κατασκευές πρέπει να σχεδιάζονται, να κατασκευάζονται και να συντηρούνται, με την χρήσηπροηγμένων και ολοκληρωμένων υλικών,αισθητήρες, δίκτυα και ηλεκτρονικά, διασυνδεδεμέναμε ηλεκτρονικά συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν βάσεις δεδομένων και αλγόριθμους για την παρακολούθηση και την λήψη αποφάσεων”* (Bowerman et al.2000).

- Ο Harrison, (2010) ορίζει ως έξυπνη, “μια πόλη που συνδέει τη φυσική υποδομή, την υποδομή πληροφορικής, την κοινωνική υποδομή και την επιχειρηματική υποδομή για την μόχλευση της συλλογικής νοημοσύνη της πόλης. Τονίζει τη σημασία τριών χαρακτηριστικών της πόλης: (1) τα δεδομένα σχεδόν σε πραγματικό χρόνο που λαμβάνονται από φυσικούς και εικονικούς αισθητήρες, (2) τη διασύνδεση μεταξύ διαφορετικών υπηρεσιών και τεχνολογιών εντός της πόλης και (3) την νοημοσύνη από την ανάλυση των δεδομένων και τη διαδικασία βελτιστοποίησης και οπτικοποίησης τους” (Harrison et al. 2010).

Μια άλλη δέσμη ορισμών που επιχειρούν να δώσουν μια ευρύτερη και πιο ευέλικτη ιδέα περί της έξυπνης πόλης, περιέχουν το στοιχείο που λείπει από τους προηγούμενους όρους και δεν είναι άλλο από το **ανθρώπινο κεφάλαιο**. Οι ορισμοί αυτοί δηλώνουν τον σημαντικό ρόλο που κατέχει ο άνθρωπος μέσω της αλληλεπίδρασης του με τις τεχνολογίες αιχμής για την διαμόρφωση της.

- “Η κοινωνική υποδομή, όπως το πνευματικό και κοινωνικό κεφάλαιο, είναι ένα απαραίτητο χάρισμα για τις έξυπνες πόλεις, καθώς επιτρέπει τη «σύνδεση ανθρώπων και τη δημιουργία σχέσεων»” (Alawadhi et al. 2012).

- “Οι έξυπνοι άνθρωποι δημιουργούν και επωφελούνται από το κοινωνικό κεφάλαιο μιας πόλης, έτσι η έννοια της έξυπνης πόλης αποκτά την έννοια ενός μείγματος εκπαίδευσης/κατάρτισης, πολιτισμού/τεχνών και επιχειρήσεων/εμπορίου με υβριδικές κοινωνικές, πολιτιστικές και οικονομικές επιχειρήσεις” (Winters, 2011).

- “Οι ευφυείς πόλεις είναι περιοχές με υψηλή ικανότητα μάθησης και καινοτομίας, η οποία βασίζεται στη δημιουργικότητα του πληθυσμού τους, στα ιδρύματα γνώσης και στην ψηφιακή τους υποδομή για επικοινωνία και διαχείριση γνώσης. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ευφύων πόλεων είναι η αυξημένη απόδοσή τους στον τομέα της καινοτομίας, επειδή η καινοτομία και η επίλυση νέων προβλημάτων είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της νοημοσύνης. Υπό αυτή την έννοια, οι έξυπνες πόλεις και περιφέρειες συνιστούν προηγμένα εδαφικά συστήματα καινοτομίας, στα οποία οι θεσμικοί μηχανισμοί για τη δημιουργία και την εφαρμογή της γνώσης διευκολύνονται από ψηφιακούς χώρους και διαδικτυακά εργαλεία επικοινωνίας και διαχείρισης γνώσης” (Komninos, 2006, 2008).

Η μεγαλύτερη σύγχυση παρατηρείται μεταξύ των ορισμών έξυπνη (smart) και ευφυής (intelligent) πόλη, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως ισοδύναμοι σε όλη τη

βιβλιογραφία, προκειμένου να υποδείξουν την εξυπνάδα μιας πόλης. Ο όρος «έξυπνη» υποδηλώνει την έννοια μιας πόλης εξοπλισμένης με τεχνολογία αιχμής, ενώ ο όρος «ευφυής» την έννοια της πόλης η οποία κάνει χρήση της τεχνολογίας προκειμένου να κάνει την κοινωνία και τους ανθρώπους της πιο νοήμονες. Αν και αρκετοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι υπάρχει διαφορά ως προς το νόημα τους, πλέον η διάκριση αυτή τείνει να εξαφανιστεί για τους περισσότερους επιστήμονες και ερευνητές.

Ορισμοί έξυπνης (smart) πόλης

- “Μια πόλη είναι έξυπνη όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, σε παραδοσιακές (μεταφορές) και σύγχρονες υποδομές επικοινωνίας (ΤΠΕ), συμβάλλουν στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και στην υψηλή ποιότητα ζωής, με σοφή διαχείριση των φυσικών πόρων, μέσω συμμετοχικής διακυβέρνησης” (Caragliu et al. 2009).
- “Έξυπνη πόλη είναι μια πόλη που λειτουργεί με προοδευτικό τρόπο σε αυτά τα έξι χαρακτηριστικά (οικονομία, άνθρωποι, διακυβέρνηση, κινητικότητα, περιβάλλον και διαβίωση), βασισμένη στον «έξυπνο» συνδυασμό των χαρισμάτων και των δραστηριοτήτων ανεξάρτητων και ευαισθητοποιημένων πολιτών οι οποίοι αποφασίζουν αυτόβουλα” (Giffinger, 2007).
- “Μια πόλη που παρακολουθεί και ενσωματώνει τις συνθήκες όλων των κρίσιμων υποδομών της, συμπεριλαμβανομένων των δρόμων, γεφυρών, σηράγγων, σιδηροδρόμων, υπόγειων γραμμών, αεροδρομίων, θαλάσσιων λιμένων, επικοινωνιών, νερού, ισχύος, ακόμη και μεγάλων κτιρίων, μπορεί να βελτιστοποιήσει καλύτερα τους πόρους της, να σχεδιάσει τις δραστηριότητες προληπτικής συντήρησης και να παρακολουθεί τις πτυχές της ασφάλειας μεγιστοποιώντας παράλληλα τις υπηρεσίες προς τους πολίτες της” (Hall, 2000).
- “Μια έξυπνη πόλη είναι μια καλά καθορισμένη γεωγραφική περιοχή, στην οποία υψηλές τεχνολογίες όπως οι ΤΠΕ, η εφοδιαστική, η παραγωγή ενέργειας κ.λπ., συνεργάζονται για να δημιουργήσουν οφέλη για τους πολίτες όσον αφορά την ευημερία, την ένταξη και τη συμμετοχή, την ποιότητα του περιβάλλοντος, την έξυπνη ανάπτυξη. Διέπεται από μια καλά καθορισμένη ομάδα θεμάτων, ικανών να δηλώνουν τους κανόνες και την πολιτική για την κυβέρνηση και την ανάπτυξη της πόλης” (Dameri, 2013).
- “Δύο βασικές ροές ερευνητικών ιδεών: 1) οι έξυπνες πόλεις πρέπει να κάνουν όλα όσα σχετίζονται με τη διακυβέρνηση και την οικονομία χρησιμοποιώντας νέα πρότυπα σκέψης και 2) οι έξυπνες πόλεις αφορούν δίκτυα αισθητήρων, έξυπνες συσκευές, δεδομένα σε

πραγματικό χρόνο και ενσωμάτωση των ΤΠΕ σε κάθε πτυχή της ανθρώπινης ζωής” (Cretu 2012).

- “Οι έξυπνες πόλεις είναι το αποτέλεσμα εντατικών γνώσεων και δημιουργικών στρατηγικών που στοχεύουν στην ενίσχυση της κοινωνικοοικονομικής, οικολογικής, υλικοτεχνικής και ανταγωνιστικής απόδοσης των πόλεων. Τέτοιες έξυπνες πόλεις βασίζονται σε πολλά υποσχόμενο μείγμα ανθρώπινου κεφαλαίου (π.χ. ειδικευμένο εργατικό δυναμικό), κεφαλαίου υποδομής (π.χ. υψηλής τεχνολογίας εγκαταστάσεις επικοινωνίας), κοινωνικού κεφαλαίου (π.χ. έντονες και ανοιχτές συνδέσεις δικτύου) και επιχειρηματικό κεφάλαιο (π.χ. δημιουργικές και ριψοκίνδυνες επιχειρηματικές δραστηριότητες” (Kourtit and Nijkamp, 2012).
- “Οι έξυπνες πόλεις έχουν υψηλή παραγωγικότητα καθώς έχουν σχετικά υψηλό ποσοστό ατόμων με ανώτερη εκπαίδευση, θέσεις εργασίας εντατικής εκπαίδευσης, συστήματα σχεδιασμού προσανατολισμένα στην παραγωγή, δημιουργικές δραστηριότητες και πρωτοβουλίες προσανατολισμένες στη βιωσιμότητα” (Kourtit, 2012)
- “Μια έξυπνη πόλη εισάγει πληροφορίες στη φυσική της υποδομή για να βελτιώσει τις ανέσεις, να διευκολύνει την κινητικότητα, να προσθέσει αποδοτικότητες, να εξοικονομήσει ενέργεια, να βελτιώσει την ποιότητα του αέρα και του νερού, να εντοπίσει προβλήματα και να τα διορθώσει γρήγορα, να ανακάμψει άμεσα από καταστροφές, να συλλέξει δεδομένα για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων, την αποτελεσματική αξιοποίηση πόρων και διαμοιρασμό δεδομένων για να επιτραπεί η συνεργασία μεταξύ οντοτήτων και τομέων”(Nam and Pardo, 2011).
- “Η Έξυπνη Πόλη είναι μια έννοια όπου οι πολίτες, τα αντικείμενα, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας κ.λπ., συνδέονται με απρόσκοπτο τρόπο χρησιμοποιώντας ευρέως διαδεδομένες τεχνολογίες, έτσι ώστε να ενισχυθεί σημαντικά η εμπειρία ζωής σε αστικά περιβάλλοντα του 21ου αιώνα” (Northstream, 2010)

Ορισμοί ευφυούς (intelligent) πόλης:

- “Οι ευφείς πόλεις είναι περιοχές με υψηλή ικανότητα μάθησης και καινοτομίας, η οποία βασίζεται στη δημιουργικότητα του πληθυσμού τους, στα ιδρύματα γνώσης και στην ψηφιακή τους υποδομή για επικοινωνία και διαχείριση γνώσης. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ευφών πόλεων είναι η αυξημένη απόδοσή τους στον τομέα της καινοτομίας, επειδή η καινοτομία και η επίλυση νέων προβλημάτων είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της νοημοσύνης. Υπό αυτή την έννοια, οι έξυπνες πόλεις και περιφέρειες

συνιστούν προηγμένα εδαφικά συστήματα καινοτομίας, στα οποία οι θεσμικοί μηχανισμοί για τη δημιουργία και την εφαρμογή της γνώσης διευκολύνονται από ψηφιακούς χώρους και διαδικτυακά εργαλεία επικοινωνίας και διαχείρισης γνώσης” (Kompinos, 2006, 2008).

Ένας ακόμη ορισμός που συναντάται συχνά στην βιβλιογραφία είναι αυτός της ψηφιακής πόλης (Digital city) ο οποίος βασίζεται κυρίως στην τεχνολογία και το Διαδίκτυο καθώς και στην ιδέα της συλλογής δεδομένων με τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) (Anthopoulos, 2012). Στόχος της είναι η παροχή πληροφοριών και η σύνδεση των πολιτών με τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες και κατ επέκταση με την δημόσια διοίκηση.

Σύμφωνα με τους Dameri (2013) και Cocchia (2014) αναλύοντας χρονικά την βιβλιογραφία που αναφέρεται στην ψηφιακή (Digital) και στην έξυπνη (smart) πόλη, προσδιορίζονται πέντε ημερομηνίες ως πιθανές αιτίες που θα μπορούσαν να έχουν επηρεάσει την ανάπτυξη της έννοιας της Έξυπνης Πόλης και της Ψηφιακής Πόλης. Αυτές οι ημερομηνίες είναι: 1997 (πρωτόκολλο του Κιότο), 2000 (άνθηση του Διαδικτύου), 2005 (το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ), 2008 (IBM Smart Planet concept), 2010 (Europe 2020 Strategy). Συνεπώς, η έννοια της ψηφιακής πόλης συνδέεται χρονικά με την ραγδαία ανάπτυξη του Διαδικτύου, που ευνόησε τις επενδύσεις σε ψηφιακές πρωτοβουλίες και περιβαλλοντικές πολιτικές, όπως το πρωτόκολλο του Κιότο, ενώ από το 2008 και μετέπειτα η έννοια της έξυπνης πόλης σχετίζεται κυρίως με στρατηγικές βιώσιμης ανάπτυξης και επιπλέον μετά το 2009, παρατηρείται εκθετική αύξηση των δημοσιεύσεων.

- *“Ως ψηφιακή πόλη αναφέρεται μια συνδεδεμένη κοινότητα που συνδυάζει ευρυζωνικές υποδομές επικοινωνίας για την κάλυψη των αναγκών των κυβερνήσεων, των πολιτών και των επιχειρήσεων” (Ishida, 2002).*
- *“Μια ψηφιακή πόλη είναι ουσιαστικά ένα ανοιχτό, πολύπλοκο και προσαρμοστικό σύστημα που βασίζεται σε δίκτυο υπολογιστών και αστικές πηγές πληροφοριών, οι οποίες αποτελούν έναν εικονικό ψηφιακό χώρο για μια πόλη. Δημιουργεί ένα κέντρο για υπηρεσίες πληροφοριών και ένα κέντρο ανάπτυξης πηγής πληροφοριών” (Qi, 2001).*
- *“Μια ψηφιακή πόλη έχει τουλάχιστον δύο εύλογες έννοιες: (1) μια πόλη που μετασχηματίζεται ή επαναπροσανατολίζεται μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας και (2) μιας ψηφιακής αναπαράστασης ή αντανάκλασης ορισμένων πτυχών μιας πραγματικής ή φανταστικής πόλης” (Schuler, 2007).*

- *“Η ψηφιακή πόλη υποδηλώνει μια περιοχή που συνδυάζει ευρυζωνικές υποδομές επικοινωνίας με ευέλικτες υπηρεσίες προσανατολισμένες στα υπολογιστικά συστήματα. Αυτές οι νέες ψηφιακές υποδομές επιδιώκουν να εξασφαλίσουν καλύτερες υπηρεσίες για τους πολίτες, καταναλωτές και επιχειρήσεις σε μια συγκεκριμένη περιοχή” (Kotiniotis, 2008).*

Από την σύγκριση και την παρατήρηση όλων των ανωτέρω ορισμών μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο στόχος είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών μέσω της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης και αυτό που διαφέρει κατά περίπτωση είναι οι διαφορετικές τεχνολογίες, τα μέσα και οι τομείς ενδιαφέροντος. Φυσικά μια πόλη μπορεί να είναι ταυτόχρονα ψηφιακή, έξυπνη, ευφυής ανάλογα τι θα επιλέξει.

2. Διαστάσεις και χαρακτηριστικά «έξυπνων πόλεων»

2.1 Η εξέλιξη των έξυπνων πόλεων σε πόλεις 4.0

Έξυπνη πόλη 1.0: Με κίνητρο την τεχνολογία

Η γενιά των έξυπνων πόλεων 1.0, χαρακτηρίζεται από μεγάλες εταιρείες τεχνολογικής προόδου, οι οποίες εστιάζουν στην επίλυση προβλημάτων, μπορούν να κατανοήσουν τις επιπτώσεις των λύσεων που παρέχει η τεχνολογία και ενθαρρύνουν τις πόλεις να υιοθετήσουν τις λύσεις τους, με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της αστικής διαχείρισης. Η τεχνολογία είναι το βασικό στοιχείο της έννοιας της έξυπνης πόλης 1.0. Οι τεχνολογικές καινοτομίες εφαρμόζονται συχνά σε πόλεις που δεν είναι πλήρως προετοιμασμένες και εξοπλισμένες για αυτή τη διαδικασία. Αυτά τα μελλοντικά οράματα πόλεων έχουν καθοδηγηθεί από εταιρείες τεχνολογίας όπως η IBM και η Cisco (Cohen, 2015).

Έξυπνη πόλη 2.0: Υπό την καθοδήγηση της Κυβέρνησης

Σε αυτή τη φάση, οι τοπικές αρχές διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων και επικεντρώνονται όλο και περισσότερο στις τεχνολογικές λύσεις που βοηθούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις. Σε μια έξυπνη πόλη 2.0, η σημασία της ποιότητας ζωής και της τοπικής διακυβέρνησης εξισώνεται με τη σημασία της σύγχρονης τεχνολογίας (Cohen, 2015).

Έξυπνη πόλη 3.0: Με την υποστήριξη της κοινωνίας

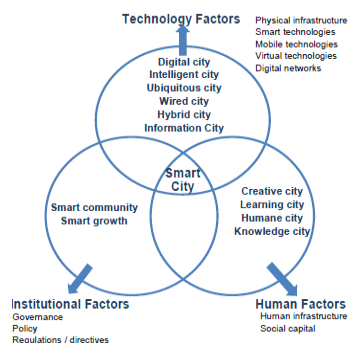
Σε αυτό το ανθρωποκεντρικό μοντέλο οι πολίτες διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην αστική ανάπτυξη. Οι έξυπνες πόλεις υιοθετούν στρατηγικές συν-δημιουργίας πολιτών για να βοηθήσουν στην προώθηση της επόμενης γενιάς έξυπνότερων πόλεων. Οι κάτοικοι είναι δημιουργικοί και επιλέγουν συνειδητά να συμμετέχουν στη διαδικασία δημιουργίας σύγχρονων πόλεων, κατανοώντας την αξία της τεχνολογίας για τον μετασχηματισμό και τη διασύνδεση των αστικών τους συστημάτων. Στην έξυπνη πόλη 3.0, ο αστικός χώρος δημιουργήθηκε για τους χρήστες με τη συμμετοχή τους (Cohen, 2015).

Έξυπνη πόλη 4.0: Εκεί που οι έξυπνες λύσεις συναντούν τη βιωσιμότητα

Οι πόλεις που υιοθετούν αυτό το μοντέλο, τοποθετούν τον άνθρωπο στο επίκεντρο της μετάβασης τους σε μια πράσινη και ψηφιακά συνδεδεμένη αστική υποδομή για μεγιστοποίηση των αποδόσεων στις τεχνολογικές επενδύσεις. Συνεχίζουν την εξέλιξη από τις Έξυπνες Πόλεις 1.0 στις Έξυπνες Πόλεις 3.0 και προχωρούν δείχνοντας πώς μπορεί να γίνει αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας, των δεδομένων και της δέσμευσης των πολιτών. Δείχνουν πώς, με τις προσδοκίες των πολιτών να αυξάνονται και τις επιχειρήσεις να προετοιμάζονται για την Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση, οι πιο επιτυχημένες πόλεις θα μεταμορφωθούν ψηφιακά, θα είναι πλήρως βιώσιμες και θα καταρτιστούν με εντελώς νέους τρόπους.

2.1 Πυλώνες έξυπνης πόλης

Προκειμένου να πετύχει το μοντέλο της έξυπνης πόλης προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου θεμελιωδών παραγόντων. Μελετώντας την βιβλιογραφία ξεχωρίζουμε τρεις βασικούς πυλώνες για τον ορισμό μιας πόλης ως έξυπνης, οι οποίοι σχετίζονται με τον άνθρωπο, την τεχνολογία, και τους θεσμούς (Albino, 2015).



Εικόνα 1 Πηγή:researchgate.net

Οι Nam&Pardo (2011) και Cocchia (2014) προσδιόρισαν τις τρεις θεμελιώδεις διαστάσεις (τεχνολογία, θεσμούς και ανθρώπινο κεφάλαιο) οι οποίες θα μπορούσαν να ορίσουν μια έξυπνη πόλη με βάση τους δεσμούς και τις αλληλεξαρτήσεις τους.

- *Τεχνολογική Διάσταση*: βασισμένη στη χρήση των υποδομών (ιδιαίτερα των ΤΠΕ) για τη μεταμόρφωση και τη βελτίωση της ζωής και της εργασίας σε μια πόλη με συναφή τρόπο. Αυτή η διάσταση περιλαμβάνει τις έννοιες για την Ψηφιακή Πόλη, την Εικονική Πόλη, την Πόλη της Πληροφορίας, την Συνδεδεμένη και την Ευφυή Πόλη.
- *Ανθρώπινη διάσταση*: βασίζεται στους ανθρώπους, την εκπαίδευση, τη μάθηση και τη γνώση γιατί αποτελούν βασικούς μοχλούς για την έξυπνη πόλη. Αυτή η διάσταση περιλαμβάνει τις έννοιες σχετικά με την πόλη που μαθαίνει και την πόλη της γνώσης.
- *Θεσμική διάσταση*: βασίζεται στη διακυβέρνηση και την πολιτική, επειδή η συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων και των θεσμικών κυβερνήσεων είναι πολύ σημαντική για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση πρωτοβουλιών έξυπνων πόλεων. Αυτή η διάσταση μπορεί να περιλαμβάνει τις έννοιες σχετικά με την Έξυπνη Κοινότητα, τη Βιώσιμη Πόλη και την Πράσινη Πόλη.

Ο Κομνηνός (2006) αναφέρει ότι οι ευφυείς πόλεις στοχεύουν στη δημιουργία περιβαλλόντων που βελτιώνουν τις γνωστικές δεξιότητες και τις ικανότητες για μάθηση και καινοτομία, τα οποία λειτουργούν στους φυσικούς, θεσμικούς και ψηφιακούς χώρους των πόλεων.

Μια πόλη καθίσταται έξυπνη από την σύνδεση των τριών πυλώνων, όπου οι επενδύσεις σε υποδομές (ΤΠΕ) και ανθρώπινο κεφάλαιο, συνεισφέρουν στη βιώσιμη ανάπτυξη και την υψηλή ποιότητα ζωής, μέσω της συμμετοχικής διακυβέρνησης, (Nam and Pardo, 2011). Ο πρώτος πυλώνας με τον όρο «τεχνολογία», εστιάζει στις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά την δεκαετία του 1990 λόγω της έντονης ανάπτυξης τους στις δυτικές χώρες. Το Ινστιτούτο της Καλιφόρνιας ήταν από τα πρώτα που εστίασε στο πως θα μπορούσαν οι κοινότητες να γίνουν έξυπνες και πώς θα μπορούσε μια πόλη να σχεδιαστεί, για να υλοποιήσει τεχνολογίες πληροφοριών (Alawadhi, 2012).

Ο ρόλος των ΤΠΕ είναι καταλυτικός για τον μετασχηματισμό μιας πόλης σε έξυπνη ώστε να παρέχει “ευφυείς” υπηρεσίες και προϊόντα αλλά κυρίως την αίσθηση της συνεχούς και πανταχού παρούσας σύνδεσης. Εν συνεχεία έγινε κατανοητό και κοινώς αποδεκτό ότι δεν επαρκούσε μόνο ο ρόλος των ΤΠΕ, παρόλο που είναι καθοριστικός, ώστε να μεταμορφωθούν οι πόλεις και αναγνωρίστηκε η ανάγκη ύπαρξης επιπλέον χαρακτηριστικών όπως αυτό του **ανθρώπινου**

κεφαλαίου, το οποίο αντιστοιχίζεται με τον δεύτερο πυλώνα «άνθρωπος», για την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων με βελτιωμένη οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Giffinger 2007, Nam & Pardo 2011). Οι πρωτοβουλίες των έξυπνων πόλεων μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν επενδύσεις ανθρώπινου κεφαλαίου που στοχεύουν στο να ενισχύσουν την ικανότητα της πόλης για μάθηση και καινοτομία, με το να υποστηρίζουν και να παρέχουν κίνητρα στην τοπική κοινωνία να εκπαιδευτεί και βελτιώνοντας την ζωής της, να προσελκύει εισροές από το εξωτερικό, όπως επενδυτές και επιχειρηματίες οι οποίοι διαθέτουν οικονομικό και ανθρώπινο κεφαλαίο για τη δημιουργία νέων επιχειρήσεων. Ο τρίτος πυλώνας έχει να κάνει με τους «θεσμούς» (κοινωνικό κεφάλαιο, διακυβέρνηση, κοινότητα) και τις αλληλεπιδράσεις με τις ΤΠΕ και τον άνθρωπο για την μετατροπή μιας πόλης σε έξυπνη. Προκειμένου να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν πρωτοβουλίες που θα οδηγήσουν στην έξυπνη ανάπτυξη, απαιτείται η δημιουργία περιβάλλοντος υποστήριξης και διαφάνειας από την πλευρά της κυβέρνησης και των εμπλεκόμενων θεσμικών παραγόντων, αλλά και η συμμετοχή των πολιτών, ώστε να διαφυλάσσεται η όλη διαδικασία λήψης και εφαρμογής των αποφάσεων.

2.4 Διαστάσεις ευφυΐας (παράγοντες και κριτήρια)



Εικόνα 2 Πηγή: Deloitte

Η έννοια της έξυπνης πόλης ως στρατηγική, συμπεριλαμβάνει τις ΤΠΕ οι οποίες συμβάλουν στο ανταγωνιστικό προφίλ των πόλεων και παράλληλα εστιάζει στον σημαντικό ρόλο του

ανθρώπινου και κοινωνικού κεφαλαίου, της εκπαίδευσης αλλά και του περιβάλλοντος ως κρίσιμους παράγοντες για την βιώσιμη αστική ανάπτυξη. Σύμφωνα με τον Giffinger(2007) ο όρος έξυπνη πόλη δεν χρησιμοποιείται ολιστικά για να περιγράψει μια πόλη με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, αλλά χρησιμοποιείται για διάφορες πτυχές που κυμαίνονται από μητροπολιτικά περιβάλλοντα ΤΠΕ σε μια πόλη που σχετίζεται με την εκπαίδευση (ή την εξυπνάδα) των κατοίκων της (Giffinger et al. 2007, Κομνηνός 2002). Ορίζει δε ένα «έξυπνο μοντέλο» πόλης, που περιλαμβάνει έξι χαρακτηριστικά, τα οποία αλληλοσυνδέονται και η ικανότητα των πόλεων να καινοτομούν σε αυτά, είναι καθοριστική για μια επιτυχημένη στρατηγική.

Έξυπνη οικονομία

Η «έξυπνη οικονομία» περιλαμβάνει παράγοντες όπως η καινοτομία, η επιχειρηματικότητα, τα εμπορικά σήματα, η παραγωγικότητα και η ευελιξία της αγοράς εργασίας, οι οποίοι σχετίζονται με την οικονομική ανταγωνιστικότητα, καθώς και την ενσωμάτωση στη (διεθνή) αγορά (Giffinger et al. 2007).



Η «έξυπνη οικονομία» περιγράφει όλες τις ενέργειες που στοχεύουν στον μετασχηματισμό και την ενίσχυση της οικονομίας ενός δήμου. Εξαρτάται άμεσα από την χρήση της τεχνολογίας και των έξυπνων προσεγγίσεων για την ανάπτυξη των καινοτομιών και της επιχειρηματικότητας. Η πρόοδος στις τεχνολογίες θα βοηθήσει επίσης στον εξορθολογισμό των διαδικασιών της κυβέρνησης, παρέχοντας μια απρόσκοπτη εμπειρία στις επιχειρήσεις, παρέχοντας συνθήκες που υποστηρίζουν τη δημιουργία και την ανάπτυξη τους καθώς και νέες θέσεις εργασίας.

Έξυπνη κινητικότητα

Η τοπική και διεθνής προσβασιμότητα όπως και η διαθεσιμότητα ΤΠΕ, είναι σημαντικές πτυχές της «έξυπνης κινητικότητας» και των σύγχρονων και βιώσιμων συστημάτων μεταφορών. (Giffinger et al. 2007). Στις έξυπνες πόλεις τα ολοκληρωμένα συστήματα κινητικότητας, περιλαμβάνουν κοινές υπηρεσίες κινητικότητας και αυτόνομα οχήματα, το Διαδίκτυο των πραγμάτων και τα προηγμένα αναλυτικά στοιχεία επιτρέπουν στους ανθρώπους και τα αγαθά να μετακινούνται ταχύτερα, ασφαλέστερα, φθηνότερα και καθαρά.



Στις έξυπνες πόλεις τα ολοκληρωμένα συστήματα μεταφοράς εστιάζουν στην αύξηση της ποιότητας και της αποδοτικότητας των υπηρεσιών των αστικών μεταφορών για τη βελτίωση της χρήσης και υιοθέτησης νέων λύσεων κινητικότητας καθώς και για την αύξηση της κινητικότητας των ανθρώπων μέσω αποτελεσματικής διαχείρισης και στοχευμένων επενδύσεων υποδομής. Η επίτευξη φθηνότερης, ταχύτερης και φιλικής προς το περιβάλλον μετακίνησης, είναι μια σημαντική πρόκληση για τις πόλεις και τις κοινότητες με επίκεντρο τον άνθρωπο και χωρίς αποκλεισμούς για όλους τους πολίτες. Η υιοθέτηση νέων μορφών μεταφοράς (π.χ. ηλεκτρικά οχήματα, οχήματα με υδρογόνο, αυτόνομα οχήματα, κοινή χρήση ποδηλάτων, ομαδική χρήση αυτοκινήτου/διαμοιρασμός αυτοκινήτου) είναι μια σημαντική πτυχή προσέγγισης για την προώθηση της «έξυπνης κινητικότητας», για μια στρατηγική προσανατολισμένη στο μέλλον.

Έξυπνο περιβάλλον

Το «έξυπνο περιβάλλον» περιγράφεται από τις ελκυστικές φυσικές συνθήκες (κλίμα, χώροι πρασίνου κ.λπ.), τη διαχείριση των πόρων, τη ρύπανση καθώς επίσης και από τις προσπάθειες προστασίας του περιβάλλοντος (Giffinger et al. 2007). Το «έξυπνο περιβάλλον» περιγράφει πώς μια πόλη διαχειρίζεται το δομημένο και φυσικό περιβάλλον για να βελτιώσει τη βιωσιμότητα για τους πολίτες και τους επισκέπτες.



Η χρήση νέων τεχνολογιών και καινοτόμων μεθοδολογιών, υποστηρίζει την εφαρμογή ρυθμιστικών και πολιτισμικών αλλαγών που διευκολύνουν βιώσιμα πρότυπα και πρακτικές. Η μείωση της παραγωγής απορριμμάτων, η παρακολούθηση και η διαχείριση της ρύπανσης, η μείωση των εκπομπών, η διαχείριση των υδάτων, η επίτευξη ενεργειακής απόδοσης και η επιτάχυνση της τοπικής ενεργειακής μετάβασης είναι ορισμένοι σημαντικοί στόχοι για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι πόλεις θα πρέπει να θέσουν ως περαιτέρω στόχους την υιοθέτηση νέων προτύπων πολεοδομικού σχεδιασμού για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και

την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για τη δημιουργία μιας ανθεκτικής κοινότητας.

Έξυπνοι άνθρωποι

Οι «έξυπνοι άνθρωποι» περιγράφονται τόσο από το επίπεδο των προσόντων ή της εκπαίδευσης των πολιτών όσο και από την ποιότητα των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων σχετικά με τη δημόσια ζωή, την κοινωνική ενσωμάτωση και το άνοιγμα προς τον «εξωτερικό» κόσμο (Giffinger, 2007). Το χαρακτηριστικό «έξυπνοι άνθρωποι» δεν έχει να κάνει τόσο με το εκπαιδευτικό ή τονοητικό επίπεδο των ανθρώπων, όσο με τις έξυπνες μορφές εκπαίδευσης που διευκολύνουν τις επιλογές σταδιοδρομίας, τις ευκαιρίες στην αγορά εργασίας, την επαγγελματική κατάρτιση καθώς και τη δια βίου μάθηση καθώς και την ανάπτυξη ταλέντων για όλες τις ηλικιακές ομάδες.



Οι άνθρωποι έχουν ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση του χαρακτήρα μιας πόλης και στοχεύουν στη μεταμόρφωση του τρόπου αλληλεπίδρασης των πολιτών, μέσω ενημέρωσης ή παροχής υπηρεσιών με τον δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα ως άτομα ή επιχειρήσεις. Έχουν ως σκοπό την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου του συνόλου της κοινωνίας και υποστηρίζουν λύσεις για τη δημιουργία ενός προσβάσιμου και χωρίς αποκλεισμούς περιβάλλοντος. Η συμμετοχή, το ανοιχτό πνεύμα και η δημιουργικότητα είναι ορισμένες πτυχές που ενεργοποιούνται ή καλλιεργούνται με την εφαρμογή έξυπνων λύσεων.

Έξυπνη διαβίωση

Η «έξυπνη διαβίωση» αναφέρεται σε διάφορες πτυχές της ποιότητας ζωής όπως η ασφάλεια, η υγεία, ο πολιτισμός, ο τουρισμός, η στέγαση κ.λπ. (Giffinger, 2007). Μια πραγματικά έξυπνη πόλη χρησιμοποιεί τεχνολογία και συνδεσιμότητα για να βελτιώσει την ποιότητα της καθημερινής ζωής των κατοίκων της καθώς και των επισκεπτών της, ακολουθώντας μια στρατηγική προσέγγιση χωρίς αποκλεισμούς, σε όλες τις ηλικιακές ομάδες.



Η «έξυπνη διαβίωση» εστιάζει στη βελτίωση της κοινωνικής και ψηφιακής ένταξης (π.χ. χρήση ηλεκτρονικών υπηρεσιών, συνδεσιμότητας και κοινωνικών πλατφορμών), στη φροντίδα των ηλικιωμένων και στη βελτίωση της υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. eHealth, Ambient Assisted Living), της ασφάλειας, των συνθηκών στέγασης και των έξυπνων κτιρίων.

Έξυπνη διακυβέρνηση

Η «έξυπνη διακυβέρνηση» περιλαμβάνει πτυχές πολιτικής συμμετοχής, λειτουργία της διοίκησης καθώς και υπηρεσίες προς τους πολίτες (Giffinger et al, 2007). Η «έξυπνη διακυβέρνηση» ενισχύει τις συνδέσεις και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων πολιτών και της κυβέρνησης, των επιχειρήσεων και άλλων οργανώσεων της κοινωνίας εντός ενός δήμου.



Μια δημοτική κυβέρνηση που ακολουθεί μια στρατηγική έξυπνης πόλης βρίσκεται σε μοναδική θέση να επανεξετάσει το εύρος των υπηρεσιών, την κλίμακα και την ποιότητα που προσφέρουν στους πολίτες και τις επιχειρήσεις. Με τη χρήση νέων μεθοδολογιών ή με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών και καινοτομιών (π.χ. για ψηφιακές υπηρεσίες πολιτών ή επιχειρήσεων ή διαχείριση δημόσιας υποδομής) μπορεί να αναπτυχθεί μια «έξυπνη διακυβέρνηση». Η εφαρμογή ενός μοντέλου "πόλη ως υπηρεσία" μπορεί να συμβάλει στην μεγιστοποίηση της αποτελεσματικότητας, της αποδοτικότητας καθώς και στη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη.

Η παρακολούθηση της προόδου προκειμένου να παρέχεται μια ολοκληρωμένη εικόνα της αποτελεσματικότητας της στρατηγικής μπορεί να γίνει μέσω μετρήσιμων και ελεγχόμενων αποτελεσμάτων με βάση ποσοτικούς δείκτες, οι οποίοι θα πρέπει να ευθυγραμμίζονται με το όραμα και τους στόχους πολιτικής της πόλης. Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για τον

εντοπισμό δεικτών που πιστεύεται ότι αποκαλύπτουν την εξυπνάδα των πόλεων, με πιο γνωστή την έκθεση από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Βιέννης (Giffinger, 2007). Τα έξι χαρακτηριστικά αναλύονται σε 31 παράγοντες, οι οποίοι αντιπροσωπεύονται από 74 δείκτες. Η έκθεση αυτή, επηρέασε και ενέπνευσε αρκετούς ερευνητές στο να αναπτύξουν περαιτέρω το σύστημα της κατάταξης που πρότεινε, προκειμένου να το εφαρμόσουν σε ευρωπαϊκές πόλεις για να αναλύσουν το πως αυτές αντιμετωπίζουν την πρόκληση του να συνδυάσουν ταυτόχρονα την ανταγωνιστικότητα και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη.

Διαστάσεις ευφυΐας	Παράγοντες
Έξυπνη οικονομία <i>(Ανταγωνιστικότητα)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Επιχειρηματικότητα ○ Οικονομική εικόνα και εμπορικά σήματα ○ Παραγωγικότητα ○ Καινοτόμο πνεύμα ○ Ευελιξία της αγοράς εργασίας ○ Ικανότητα μετασχηματισμού ○ Διεθνής ενσωμάτωση
Έξυπνοι άνθρωποι <i>(Κοινωνικό και Ανθρώπινο Κεφάλαιο)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Επίπεδο προσόντων ○ Κοινωνική και εθνική πληθώρα ○ Ευελιξία ○ Δημιουργικότητα ○ Προτίμηση στη δια βίου μάθηση ○ Κοσμοπολιτισμός/ανοιχτό πνεύμα ○ Συμμετοχή στη δημόσια ζωή
Έξυπνη διακυβέρνηση <i>(Συμμετοχή)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Συμμετοχή στη λήψη αποφάσεων ○ Δημόσιες και κοινωνικές Υπηρεσίες ○ Πολιτικές στρατηγικές και προοπτικές ○ Διαφανής διακυβέρνηση
Έξυπνη κινητικότητα <i>(Μεταφορές και ΤΠΕ)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Τοπική προσβασιμότητα ○ (Διεθνής) προσβασιμότητα ○ Διαθεσιμότητα υποδομής ΤΠΕ ○ Καινοτόμες, βιώσιμες και ασφαλείς μεταφορές
Έξυπνο περιβάλλον	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ελκυστικότητα των φυσικών συνθηκών

(Φυσικοί πόροι)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Προστασία του περιβάλλοντος ○ Ρύπανση ○ Βιώσιμη διαχείριση των πόρων
Έξυπνη ζωή (Ποιότητα ζωής)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εγκαταστάσεις πολιτισμού ○ Συνθήκες υγείας ○ Ατομική ασφάλεια ○ Ποιότητα κατοικίας ○ Εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις ○ Τουριστική ελκυστικότητα ○ Κοινωνική συνοχή

Πίνακας 1 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Μια άξια αναφοράς λίστα δεικτών ως προς τη μέτρηση της προόδου που αφορά τις υπηρεσίες της πόλης και την ποιότητα ζωής που συμβάλλουν στην βιώσιμη ανάπτυξη των κοινοτήτων, αναφέρεται στη δημοσίευση του ISO 37122:2019 (ISO, Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης). Το ISO 37122: 2019 καθιερώνει δείκτες με ορισμούς και μεθοδολογίες για τη μέτρηση και την εξέταση πτυχών και πρακτικών, που αυξάνουν δραματικά το ρυθμό με τον οποίο οι πόλεις βελτιώνουν τα αποτελέσματα κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, τις βοηθά να προσδιορίσουν δείκτες για την εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης και να εφαρμόσουν πολιτικές, προγράμματα και έργα την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων.

Οικονομία

- ✓ Ποσοστό συμβάσεων υπηρεσιών που παρέχουν υπηρεσίες πόλης που περιέχουν πολιτική ανοιχτών δεδομένων.
- ✓ Ποσοστό επιβίωσης νέων επιχειρήσεων ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό του εργατικού δυναμικού που απασχολείται σε επαγγέλματα στον τομέα της τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ)
- ✓ Ποσοστό του εργατικού δυναμικού που απασχολείται σε επαγγέλματα στους τομείς της εκπαίδευσης, της έρευνας και της ανάπτυξης

Εκπαίδευση

- ✓ Ποσοστό πληθυσμού της πόλης με επαγγελματική επάρκεια σε περισσότερες από μία γλώσσες
- ✓ Αριθμός υπολογιστών, φορητών υπολογιστών, tablet ή άλλων ψηφιακών συσκευών εκμάθησης που διατίθενται ανά 1 000 μαθητές
- ✓ Αριθμός πτυχίων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης επιστήμης, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών (STEM) ανά 100.000 πληθυσμού

Ενέργεια

- ✓ Ποσοστό ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας που παράγεται από την επεξεργασία λυμάτων, στερεών αποβλήτων και άλλων υγρών αποβλήτων και άλλους πόρους απορριμμάτων θερμότητας, ως μερίδιο του συνολικού ενεργειακού μείγματος της πόλης για ένα δεδομένο έτος
- ✓ θερμική και ηλεκτρική ενέργεια (GJ) που παράγεται από την επεξεργασία λυμάτων κατά κεφαλήν ανά έτος
- ✓ Ηλεκτρική και θερμική ενέργεια (GJ) που παράγεται από στερεά απόβλητα ή άλλα υγρά απόβλητα επεξεργασίας κατά κεφαλήν ανά έτος
- ✓ Ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας της πόλης που παράγεται με χρήση αποκεντρωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- ✓ Αποθηκευτική ικανότητα του ενεργειακού δικτύου της πόλης ανά συνολική κατανάλωση ενέργειας της πόλης
- ✓ Ποσοστό οδικού φωτισμού που διαχειρίζεται ένα σύστημα διαχείρισης απόδοσης φωτός
- ✓ Ποσοστό οδοφωτισμού που έχει ανακαινιστεί και εγκατασταθεί πρόσφατα
- ✓ Ποσοστό δημόσιων κτιρίων που χρήζουν ανακαίνισης/ανακαίνισης
- ✓ Ποσοστό κτιρίων στην πόλη με έξυπνους μετρητές ενέργειας
- ✓ Αριθμός σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων ανά εγγεγραμμένο ηλεκτρικό όχημα

Περιβάλλον και κλιματική αλλαγή

- ✓ Ποσοστό κτιρίων που ανακαινίστηκαν ή κατασκευάστηκαν την τελευταία πενταετία σύμφωνα με τις αρχές της πράσινης δόμησης
- ✓ Αριθμός απομακρυσμένων σταθμών για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε πραγματικό χρόνο ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (km²)
- ✓ Ποσοστό δημόσιων κτιρίων που είναι εξοπλισμένα για την παρακολούθηση εσωτερικούς χώρους, της ποιότητας του αέρα

Χρηματοδότηση

- ✓ Ετήσιο ποσό εσόδων που εισπράττονται από την οικονομία του διαμοιρασμού ως ποσοστό των εσόδων από ίδιες πηγές
- ✓ Ποσοστό πληρωμών προς την πόλη που πληρώνονται ηλεκτρονικά με βάση ηλεκτρονικά τιμολόγια

Διακυβέρνηση

- ✓ Ετήσιος αριθμός διαδικτυακών επισκέψεων στη δημοτική πύλη ανοιχτών δεδομένων ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό προσπελάσιμων υπηρεσιών πόλης και που μπορεί να ζητηθεί διαδικτυακά
- ✓ Μέσος χρόνος απόκρισης σε ερωτήματα που γίνονται μέσω του συστήματος διερεύνησης μη έκτακτης ανάγκης της πόλης (ημέρες)
- ✓ Μέσος χρόνος διακοπής λειτουργίας της υποδομής πληροφορικής της πόλης

Υγεία

- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης με διαδικτυακό ενοποιημένο αρχείο υγείας προσβάσιμο στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης
- ✓ Ετήσιος αριθμός ιατρικών ραντεβού που πραγματοποιούνται εξ αποστάσεως ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης με πρόσβαση σε συστήματα δημόσιας ειδοποίησης σε πραγματικό χρόνο για συμβουλές ποιότητας αέρα και νερού

Στέγαση

- ✓ Ποσοστό νοικοκυριών με έξυπνους μετρητές ενέργειας
- ✓ Ποσοστό νοικοκυριών με έξυπνους μετρητές νερού

Πληθυσμός και κοινωνικές συνθήκες

- ✓ Ποσοστό δημόσιων κτιρίων που είναι προσβάσιμα από άτομα με ειδικές ανάγκες
- ✓ Ποσοστό του δημοτικού προϋπολογισμού που διατίθεται για την παροχή βοηθημάτων κινητικότητας, συσκευών και υποστηρικτικών τεχνολογιών σε πολίτες με ειδικές ανάγκες

- ✓ Ποσοστό σηματοδοτημένων διαδρόμων πεζών εξοπλισμένων με προσβάσιμα σήματα πεζών
- ✓ Ποσοστό του δημοτικού προϋπολογισμού που διατίθεται για την παροχή προγραμμάτων που προορίζονται για τη γεφύρωση του ψηφιακού χάσματος

Αναψυχή

- ✓ Ποσοστό δημόσιων υπηρεσιών αναψυχής για τις οποίες μπορείτε να κάνετε κράτηση online

Ασφάλεια

- ✓ Ποσοστό που καλύπτεται από ψηφιακές κάμερες παρακολούθησης, στην περιοχή της πόλης

Στερεά απόβλητα

- ✓ Ποσοστό κέντρων απόρριψης απορριμμάτων (κοντέινερ) εξοπλισμένα με τηλεμέτρηση
- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης που διαθέτει συλλογή σκουπιδιών από πόρτα σε πόρτα με ατομική παρακολούθηση των ποσοτήτων των οικιακών απορριμμάτων
- ✓ Ποσοστό της συνολικής ποσότητας απορριμμάτων που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας στην πόλη
- ✓ Ποσοστό της συνολικής ποσότητας πλαστικών απορριμμάτων που ανακυκλώνονται στην πόλη
- ✓ Ποσοστό δημόσιων κάδων απορριμμάτων που είναι δημόσιοι κάδοι απορριμμάτων με δυνατότητα αισθητήρα
- ✓ Ποσοστό των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών απορριμμάτων της πόλης που ανακυκλώνονται

Αθλητισμός και πολιτισμός

- ✓ Αριθμός ηλεκτρονικών κρατήσεων για πολιτιστικές εγκαταστάσεις ανά 100 000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό των πολιτιστικών αρχείων της πόλης που έχουν ψηφιοποιηθεί
- ✓ Αριθμός τίτλων βιβλίων και ηλεκτρονικών βιβλίων δημόσιας βιβλιοθήκης ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης που είναι ενεργοί χρήστες δημόσιων βιβλιοθηκών

Τηλεπικοινωνία

- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης με πρόσβαση σε αρκετά γρήγορη ευρυζωνική σύνδεση
- ✓ Ποσοστό της περιοχής της πόλης κάτω από μια λευκή ζώνη/νεκρό σημείο/δεν καλύπτεται από τηλεπικοινωνιακή συνδεσιμότητα
- ✓ Ποσοστό που καλύπτεται από δημοτική σύνδεση στο Διαδίκτυο, στην περιοχή της πόλης

Μεταφορές

- ✓ Ποσοστό των δρόμων και των οδικών αρτηριών της πόλης που καλύπτονται από ειδοποιήσεις και πληροφορίες για την κυκλοφορία στο διαδίκτυο σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Αριθμός χρηστών μεταφορών με οικονομία κοινής χρήσης ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό οχημάτων που είναι εγγεγραμμένα στην πόλη και είναι οχήματα χαμηλών εκπομπών ρύπων
- ✓ Αριθμός ποδηλάτων που διατίθενται μέσω δημοτικών υπηρεσιών κοινής χρήσης ποδηλάτων, ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό γραμμών δημόσιων συγκοινωνιών εξοπλισμένες με σύστημα σε πραγματικό χρόνο προσβάσιμο στο κοινό
- ✓ Ποσοστό των υπηρεσιών δημόσιων συγκοινωνιών της πόλης που καλύπτονται από ένα ενοποιημένο σύστημα πληρωμών
- ✓ Ποσοστό δημόσιων χώρων στάθμευσης εξοπλισμένων με συστήματα ηλεκτρονικών πληρωμών
- ✓ Ποσοστό δημόσιων χώρων στάθμευσης εξοπλισμένων με συστήματα διαθεσιμότητας σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Ποσοστό φαναριών που είναι έξυπνα/έξυπνα
- ✓ Η περιοχή της πόλης χαρτογραφείται από διαδραστικούς οδικούς χάρτες σε πραγματικό χρόνο ως ποσοστό της συνολικής έκτασης της πόλης
- ✓ Ποσοστό οχημάτων εγγεγραμμένων στην πόλη που είναι αυτόνομα οχήματα
- ✓ Ποσοστό δρομολογίων δημόσιων συγκοινωνιών με δημοτική ή/και διαχειριζόμενη συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο για τους μετακινούμενους
- ✓ Ποσοστό οδών που συμμορφώνονται με συστήματα αυτόνομης οδήγησης
- ✓ Ποσοστό του στόλου λεωφορείων της πόλης που είναι μηχανοκίνητο

Αστική/τοπική γεωργία και επισιτιστική ασφάλεια

- ✓ Ετήσιο ποσοστό του δημοτικού προϋπολογισμού που δαπανάται για πρωτοβουλίες αστικής γεωργίας
- ✓ Ετήσια συνολική συλλογή αστικών απορριμμάτων τροφίμων που αποστέλλονται σε μονάδα επεξεργασίας για κομποστοποίηση κατά κεφαλήν (σε τόνους)
- ✓ Ποσοστό της έκτασης της πόλης που καλύπτεται από ένα διαδικτυακό σύστημα χαρτογράφησης προμηθευτών τροφίμων

Πολεοδομικός σχεδιασμός

- ✓ Ετήσιος αριθμός πολιτών που συμμετέχουν στη διαδικασία σχεδιασμού ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό οικοδομικών αδειών που υποβάλλονται μέσω ηλεκτρονικού συστήματος υποβολής
- ✓ Μέσος χρόνος έγκρισης οικοδομικής άδειας (ημέρες)
- ✓ Ποσοστό του πληθυσμού της πόλης που ζει σε μέτρια προς υψηλή πυκνότητα πληθυσμού

Λύματα

- ✓ Ποσοστό επεξεργασμένων λυμάτων που επαναχρησιμοποιούνται
- ✓ Ποσοστό βιοστερεών που επαναχρησιμοποιούνται (μάζα ξηρής ύλης)
- ✓ Ενέργεια που προέρχεται από τα λύματα ως ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της πόλης
- ✓ Ποσοστό της συνολικής ποσότητας λυμάτων στην πόλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας
- ✓ Ποσοστό του δικτύου αγωγών λυμάτων που παρακολουθείται από ένα σύστημα αισθητήρων παρακολούθησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο

Ύδρευση

- ✓ Ποσοστό πόσιμου νερού που παρακολουθείται από σταθμό παρακολούθησης ποιότητας νερού σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Αριθμός σταθμών περιβαλλοντικής παρακολούθησης της ποιότητας του νερού σε πραγματικό χρόνο ανά 100.000 πληθυσμού
- ✓ Ποσοστό του δικτύου διανομής νερού της πόλης που παρακολουθείται από ένα έξυπνο σύστημα ύδρευσης

2.4 Επίπεδα συγκρότησης μιας έξυπνης πόλης

Μια έξυπνη πόλη δεν αποτελεί έναν άψυχο χώρο αποτελούμενο από κτήρια, φυσικές υποδομές και ψηφιακές εφαρμογές, αλλά αντίθετα είναι ένα εδαφικό σύστημα καινοτομίας στο οποίο αναπτύσσονται δημιουργικά οι δεξιότητες του πληθυσμού, οι συλλογικοί θεσμοί μάθησης και καινοτομίας, καθώς και οι φυσικές/ψηφιακές υποδομές επικοινωνίας και διαδικτυακής συνεργασίας, με στόχο την μεγιστοποίηση της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων (Κομνηνός 2006). Οι έξυπνες πόλεις είναι περιοχές με υψηλή ικανότητα για μάθηση και καινοτομία, η οποία είναι ενσωματωμένη: (1) στη δημιουργικότητα του πληθυσμού τους, (2) στα θεσμικά τους όργανα για τη δημιουργία γνώσης, και (3) στις ψηφιακές υποδομές και τις υπηρεσίες τους για επικοινωνία και διαχείριση της γνώσης (Κομνηνός, 2008).

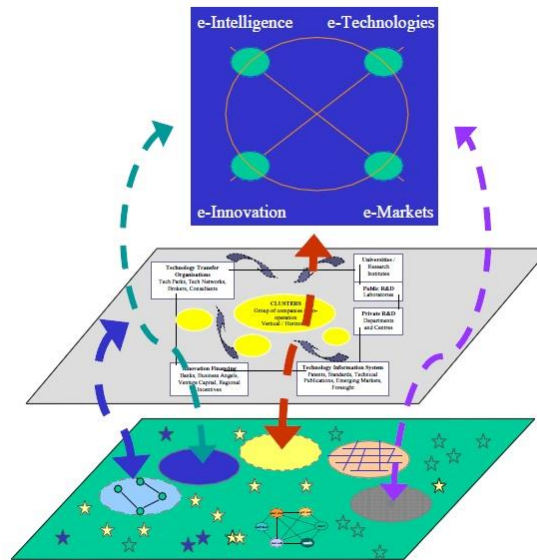
Σύμφωνα και με την παραπάνω προσέγγιση, οι έξυπνες πόλεις αποτελούν πολυεπίπεδα αστικά συστήματα καινοτομίας μέσα στα οποία οι ανθρώπινες ικανότητες οι θεσμοί τεχνολογικής μάθησης και οι ψηφιακοί χώροι επικοινωνίας αλληλοσυμπληρώνονται, με αποτέλεσμα την μεγιστοποίηση της ικανότητας καινοτομίας στην περιοχή αναφοράς. Τρία είναι τα βασικά επίπεδα συγκρότησης μιας έξυπνης πόλης σε αντιστοιχία με την εξέλιξη των διεργασιών της καινοτομίας : το φυσικό, το θεσμικό και το ψηφιακό (Κομνηνός 2006).

Επίπεδο I: Το βασικό επίπεδο μιας έξυπνης πόλης είναι οι παραγωγικές ομάδες της, οι κατασκευές και οι υπηρεσίες. Αυτό το επίπεδο συγκεντρώνει τη δημιουργική τάξη της πόλης αποτελούμενη από γνώστες και ταλαντούχους ανθρώπους, επιστήμονες, καλλιτέχνες, επιχειρηματίες, επενδυτές και άλλους δημιουργικούς ανθρώπους, οι οποίοι καθορίζουν τη διαδρομή ανάπτυξής της. Οι δραστηριότητες εκτελούνται στο φυσικό χώρο της πόλης και η εξυπηρέτηση γίνεται από τα δίκτυα και τις υποδομές της.

Επίπεδο II: Ένα δεύτερο επίπεδο αποτελείται από θεσμικούς μηχανισμούς που ρυθμίζουν την διαχείριση πληροφορίας και τη συνεργασία στη μάθηση και την καινοτομία. Η συλλογική ευφυΐα του πληθυσμού της πόλης σχετίζεται με αυτό το επίπεδο και η οποία απορρέει από συστήματα θεσμών και κοινωνικής συνεργασίας.

Επίπεδο III: Το τρίτο επίπεδο αποτελείται από υποδομές πληροφορικής και επικοινωνίας, ψηφιακά εργαλεία και χώρους μάθησης και καινοτομίας. Αυτές οι τεχνολογίες δημιουργούν ένα εικονικό περιβάλλον καινοτομίας, βασισμένο σε εργαλεία πολυμέσων, έμπειρα συστήματα και διαδραστικές τεχνολογίες. Πρόκειται για ένα εργασιακό περιβάλλον που λειτουργεί σε στενή

σύνδεση με καινοτόμους οργανισμούς και ιδρύματα που ρυθμίζουν τη γνώση και την καινοτομία.



Εικόνα 3 Επίπεδα συγκρότησης μιας έξυπνης πόλης Πηγή: Κομνηνός 2006

Τα παραπάνω τρία επίπεδα είναι ενοποιημένα, λειτουργούν συμπληρωματικά μεταξύ τους και κάθε επίπεδο αναπτύσσεται διαφορετικά, καθορισμένο από διαφορετικούς κάθε φορά παράγοντες. Κεντρικό πρόβλημα αποτελεί ο τρόπος ολοκλήρωσης των τριών επιπέδων μέσω της διασύνδεσης τους, για την ροή πληροφορίας και γνώσης και εντός των επιπέδων αλλά και μεταξύ τους, αυξάνοντας τις ικανότητες κάθε επιπέδου ξεχωριστά αλλά και την συνολική ευφυΐα της πόλης. Η ολοκλήρωση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διασύνδεσης του φυσικού, θεσμικού και ψηφιακού χώρου, του τοπικού συστήματος καινοτομίας και των ψηφιακών υπηρεσιών επικοινωνίας και λήψης αποφάσεων, της διασύνδεσης των παραγωγικών δραστηριοτήτων έντασης γνώσεων και τέλος της διασύνδεσης της ανθρώπινης ευφυΐας που διαθέτει ο πληθυσμός της πόλης, της κοινωνικής ευφυΐας που απορρέει από την κοινότητα της πόλης καθώς και της τεχνητής ευφυΐας που προσφέρουν οι ψηφιακές υποδομές και τα υπολογιστικά εργαλεία (Κομνηνός 2010).

3. Βέλτιστες πρακτικές έξυπνων πόλεων

Το Διεθνές Ινστιτούτο Ανάπτυξης Διοίκησης (IMD) και το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας και Σχεδιασμού της Σιγκαπούρης (SUTD) τον Οκτώβριο του 2021, ένωσαν τις δυνάμεις τους και κυκλοφόρησαν την τρίτη ετήσια έκδοση «Δείκτες Έξυπνων Πόλεων» (SCI) IMD-SUTD, ο οποίος προσφέρει αφενός μια ισορροπημένη εστίαση στις οικονομικές και τεχνολογικές πτυχές και αφετέρου στις ανθρώπινες διαστάσεις των έξυπνων πόλεων (ποιότητα ζωής, περιβάλλον, ένταξη). Περίπου 15.000 κάτοικοι 118 πόλεων σε όλο τον κόσμο, ερωτήθηκαν τον Ιούλιο του 2021 σε βασικούς τομείς που αφορούν την υγεία και την ασφάλεια, την κινητικότητα, τις ευκαιρίες εργασίας, τις δραστηριότητες και την διακυβέρνηση, με βάση τις αντιλήψεις τους για το πώς η τεχνολογία μπορεί να βελτιώσει τη ζωή τους, καθώς και με οικονομικά και κοινωνικά δεδομένα που λαμβάνονται από τον Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (HDI).

Τα δεδομένα έδειξαν ότι οι περιβαλλοντικές ανησυχίες είναι συγκριτικά υψηλότερες στις πλουσιότερες πόλεις και το νούμερο ένα μέλημα παγκοσμίως είναι η πρόσβαση σε οικονομικά προσιτή στέγαση. Επιπλέον, η μεγαλύτερη προτεραιότητα στις πόλεις σε όλο τον κόσμο έπειτα και από το ξέσπασμα της πανδημίας, αποτελεί η πρόσβαση σε καλύτερη ποιότητα αέρα και σε υπηρεσίες υγείας. Πόλεις όπως η Σιγκαπούρη, η Ζυρίχη και το Όσλο βρίσκονται στην κορυφή της κατάταξης, αναδεικνύοντας την μεγάλη σημασία που δείχνουν οι αστικοί πληθυσμοί στην υγεία και το περιβάλλον των πόλεων τους, κυρίως από την έναρξη της πανδημίας COVID-19. Πόλεις που έχουν θεωρηθεί ότι χειρίζονται τις προκλήσεις του COVID με αποτελεσματικό τρόπο κατατάσσονται ψηλά στην έκθεση όπως η Σιγκαπούρη που βρίσκεται στην 1^η θέση της κατάταξης. Η Νέα Υόρκη είναι η πρώτη στη Βόρεια Αμερική, το Άμπου Ντάμπι προηγείται στη Μέση Ανατολή και η Μόσχα οδηγεί την Ανατολική Ευρώπη (imd.org).

Στη συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των στρατηγικών που ακολούθησαν παγκοσμίως οι έξυπνες πόλεις που κατέχουν τις υψηλότερες θέσεις στην κατάταξη καθώς και πληροφορίες σχετικά με το οικονομικό, κοινωνικό και τεχνολογικό υπόβαθρό τους. Θα μελετηθούν περιπτώσεις πόλεων από την Ευρώπη όπως το Άμστερνταμ και η Κοπεγχάγη και από την Ασία η πόλη της Σιγκαπούρης.

3.1 Διεθνή παραδείγματα

➤ Άμστερνταμ - η συνεργατική πόλη

Το Άμστερνταμ είναι η οικονομική πρωτεύουσα της Ολλανδίας με περίπου 875.000 κάτοικους να ζουν μέσα στην ίδια την πόλη και 1,6 εκατομμύρια να ζουν στην αστική περιοχή, έχει κερδίσει διεθνή αναγνώριση για την εφαρμογή στρατηγικών έξυπνων πόλεων. Το 2014 η Επιτροπή του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, διεξήγαγε μια μεγάλη μελέτη χαρτογράφησης έξυπνων πόλεων στην Ευρώπη σχετικά με τη βιομηχανία, την έρευνα και την ενέργεια κατά την οποία το Άμστερνταμ αναγνωρίστηκε ως κορυφαία έξυπνη πόλη μαζί με την Βαρκελώνη, την Κοπεγχάγη, το Ελσίνκι, το Μάντσεστερ και τη Βιέννη. Το Άμστερνταμ, έχοντας υιοθετήσει μια στρατηγική έξυπνης πόλης παρουσίασε την πρωτοβουλία της πρώτης ευρωπαϊκής εικονικής ψηφιακής πόλης, De Digitale Stad (DDS) ήδη από το 1994, φτάνοντας την στην κορυφαία θέση σε διάφορες ταξινομήσεις προγραμμάτων έξυπνων πόλεων (HEC, 2021).

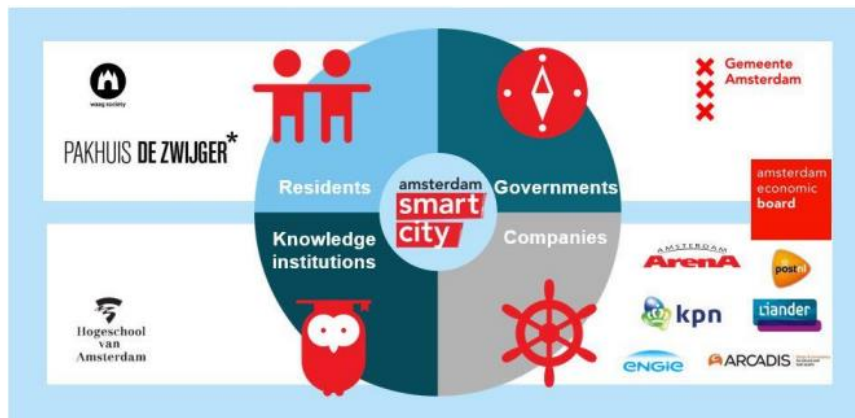
Amsterdam Smart City (ASC)

Το 2009 το Άμστερνταμ ξεκίνησε τις πρωτοβουλίες για την βιωσιμότητα των έξυπνων πόλεων, με την έναρξη του προγράμματος Amsterdam Smart City (ASC) κάνοντας χρήση καινοτόμων τεχνολογιών και με πρωταρχικό στόχο τη μείωση των εκπομπών CO2 έως το 2025 κατά 40%, υποστηρίζοντας παράλληλα την ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη της Μητροπολιτικής Περιοχής. Η πρωτοβουλία ξεκίνησε με την συνεργασία μεταξύ της Liander μιας εταιρείας ενεργειακών δικτύων, του οργανισμού Amsterdam Innovation Motor (AIM) και της Δημοτικής Αρχής (Mora, 2017).



Εικόνα4 The Amsterdam Smart City platform, Πηγή: amsterdamsmartcity.com

Ο κύριος στόχος του έργου, δεν ήταν απλώς η παροχή τεχνικών λύσεων, αλλά η ύπαρξη συνεργασίας, η συνδημιουργία και η σύμπραξη μεταξύ των ενδιαφερομένων εντός της πόλης, προκειμένου να μεταβούν σε έξυπνες και βιώσιμες λύσεις ακολουθώντας δύο βασικές αρχές: (α) να δοθεί η δυνατότητα εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών στους ενδιαφερόμενους και (β) η συμπεριφορά των τελικών χρηστών να ωθηθεί προς την αλλαγή. Η τετραπλή έλικα ήταν το μοντέλο συνεργασίας βάση του οποίου αναπτύχθηκε το έργο μεταξύ ιδιωτικού, ακαδημαϊκού, δημόσιου κόσμου και κοινότητας (Yigitcanlar, 2019).



Εικόνα5 Amsterdam Smart City Platform Organization Πηγή: amsterdamsmartcity.com

Το Άμστερνταμ έχει τη φήμη ενός καινοτόμου περιβάλλοντος που παράλληλα είναι υγιές, βιώσιμο και ελκυστικό και συνεπώς το Amsterdam Smart City (ASC) σχεδιάστηκε ώστε να είναι βατό και συνεκτικό. Η πόλη έχοντας θέσει γερές βάσεις για το ψηφιακό μέλλον, επιδιώκει να αναπτύξει τις προοπτικές της προκειμένου να είναι ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι πρωτοβουλίες που έχουν παρθεί αφορούν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που σχετίζονται και με τα έξι χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης (οικονομία, κινητικότητα, διακυβέρνηση, άνθρωποι, διαβίωση και περιβάλλον).

Το ASC χρησιμοποιεί ως προσέγγιση, την από κάτω προς τα πάνω και αυτό που το καθιστά μοναδικό είναι το μοντέλο διακυβέρνησής του και η πολιτική χωρίς αποκλεισμούς, εμπνέοντας και άλλες πόλεις να αναπτύξουν παρόμοιες πρωτοβουλίες. Αναφορικά με τη διακυβέρνηση, το ASC μπορεί να θεωρηθεί πρωτοβουλία δύο επιπέδων. Το πρώτο επίπεδο γνωστό ως «επίπεδο προγράμματος» προέκυψε μέσω της αλληλεπίδρασης ενός περιορισμένου αριθμού ιδρυτικών εταιριών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη συνολική ανάπτυξη της πρωτοβουλίας, καθώς και για τη χρηματοδότηση και τη διαχείρισή της. Το δεύτερο επίπεδο είναι το «επίπεδο έργου», εντός του οποίου πρόσθετοι φορείς αλληλεπιδρούν για την υλοποίηση έργων (HEC, 2021). Ο πρώτος

γύρος του προγράμματος ASC διήρκεσε από το 2009 έως το 2011 κατά την διάρκεια του οποίου αναπτύχθηκαν δεκαέξι πιλοτικά έργα. Ο κύριος στόχος αυτής της πρώτης φάσης ήταν να δοκιμαστούν και οι δύο τεχνικές ως προς τις λύσεις και τις μορφές συνεργασίας. Τα έργα αναπτύχθηκαν είτε αυτόνομα από άλλους εταίρους είτε σε συνεργασία με έναν από τους ιδρυτικούς εταίρους.

Το όραμα του Amsterdam Smart City είναι να συμβάλει θετικά στην ποιότητα ζωής για όλους και παρουσιάζεται ως «μια μοναδική συνεργασία μεταξύ των κατοίκων του Άμστερνταμ, των επιχειρήσεων και των κυβερνήσεων προκειμένου να καταδειχθεί πώς μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια, τώρα και στο μέλλον». Η πλατφόρμα ASC συνδέει όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, εκπαιδευτικά ιδρύματα και νεοφυείς επιχειρήσεις μέσω «έξυπνων» συνεργασιών προκειμένου να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν κοινές ιδέες και λύσεις για την πόλη καθώς επίσης και καινοτόμα σχέδια μέσω νέων εταιρικών σχέσεων. (Angelidou, 2015).

Σύμφωνα με τη πλατφόρμα της ASC οι λύσεις εμπίπτουν τομείς ενδιαφέροντος που απασχολούν μια έξυπνη πόλη, όπως:

- Η έξυπνη διαβίωση, όπου περιλαμβάνει υπηρεσίες υγείας, υπηρεσίες ανακύκλωσης, τη δημόσια ασφάλεια, την ατμοσφαιρική ρύπανση, τομείς που διαμορφώνουν την ευημερία του πληθυσμού μιας πόλης.
- Η έξυπνη κινητικότητα. Κάνοντας την κινητικότητα μιας πόλης πιο έξυπνη και πιο αποτελεσματική, οι καθημερινοί χρόνοι μετακίνησης των πολιτών μπορούν να μειωθούν σημαντικά. Το γεγονός ότι το Άμστερνταμ είναι γνωστό ως η παγκόσμια πρωτεύουσα ποδηλασίας, δεν σημαίνει ότι η πόλη δεν χρειάζεται καινοτόμες και έξυπνες λύσεις μετακίνησης. Το Άμστερνταμ δημιουργεί και εφαρμόζει λύσεις ψηφιακής κινητικότητας που επικεντρώνονται σε τομείς όπως η παροχή πληροφοριών για τη δημόσια συγκοινωνία, η κοινή χρήση ποδηλάτων και αυτοκινήτων και έξυπνες πλατφόρμες στάθμευσης.
- Η διακυβέρνηση. Το βασικό πλεονέκτημα του Άμστερνταμ στο πλαίσιο της προσπάθειάς του να γίνει μια έξυπνη πόλη, είναι η ικανότητά του να δημιουργεί συνέργειες με σημαντικούς ιδιωτικούς εταίρους. Το Amsterdam Smart City βασίζεται σε τέσσερις βασικούς ιδρυτές:
 - Η Liander, μια ολλανδική εταιρεία κοινής ωφελείας, η οποία είναι υπεύθυνη για τα στοιχεία ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.

- Το Οικονομικό Συμβούλιο του Άμστερνταμ το οποίο εστιάζει σε πολύπλοκα αστικά ζητήματα εφαρμόζοντας καινοτομίες και μοντέλα συνεργασίας με διαφορετικούς παράγοντες.
 - Ο Δήμος του Άμστερνταμ, εκπροσωπώντας τον κύριο κυβερνητικό φορέα σε αυτή τη συνεργασία, περιλαμβάνει το Συμβούλιο Υδάτων και την Περιφέρεια της πόλης του Άμστερνταμ.
 - Η KPN, μια εταιρεία τηλεπικοινωνιών εισηγμένη στο EURONEXT 100, θεμελιώδης για τη διευκόλυνση της τεχνολογίας και των ευκαιριών του IoT εντός του Άμστερνταμ.
- Η διαχείριση δεδομένων. Η προσέγγιση του Άμστερνταμ στη διαχείριση δεδομένων είναι βασισμένη στην από τη βάση προς την κορυφή, με τους πολίτες να συμβάλλουν άμεσα μέσω της πλατφόρμας έξυπνων πόλεων ανοιχτού κώδικα. Τα έργα είναι σχετικά με το έξυπνο περιβάλλον, την έξυπνη κινητικότητα και την έξυπνη αλληλεπίδραση μεταξύ των ενδιαφερομένων. Αυτό το μοντέλο ανοιχτού κώδικα αναμένεται να ενισχύσει τις συνεργασίες και τις πρωτοβουλίες δημόσιου και ιδιωτικού τομέα.
- Η έξυπνη πλατφόρμα συγκεντρώνει ιδέες που εμπίπτουν στις ακόλουθες έξι κύριες περιοχές, που αντιστοιχούν στον πυρήνα της διάστασης της ανάπτυξης έξυπνων πόλεων (Amsterdam Smart City Website).
- Διακυβέρνηση και εκπαίδευση
 - Υποδομές και τεχνολογία
 - Κινητικότητα
 - Ενέργεια, νερό και απόβλητα
 - Πολίτες και διαβίωση
 - Κυκλική πόλη
- Η στέγαση και η ενέργεια. Στις μητροπολιτικές περιοχές, η στέγαση και η ενέργεια συνδέονται στενά στις εκπομπές CO₂ και προσφέρουν πολλές ευκαιρίες για μια πόλη να καινοτομήσει και να οδηγήσει τη μετάβαση σε έναν κόσμο χωρίς άνθρακα. Το 2020, το Άμστερνταμ πειραματιζόταν με διαφορετικές πηγές παραγωγής ενέργειας και σε καλύτερη διαχείριση των απορριμμάτων για την δημιουργία κυκλικής Οικονομίας.
- Το Project City-zen χρηματοδοτήθηκε από την ΕΕ «για την ανάπτυξη και επίδειξη ενεργειακά αποδοτικών πόλεων και στο να “χτίσει” μια μεθοδολογία και τα κατάλληλα εργαλεία για πόλεις, βιομηχανίες και πολίτες ώστε να επιτύχουν τους στόχους 20-20-20». Το έργο, που ξεκίνησε το 2014, εστίασε σε δύο κύριες πόλεις: το Άμστερνταμ και τη Γκρενόμπλ και

συμμετείχε σε είκοσι πιλοτικά έργα με στόχο την εξάλειψη πενήντα εννέα χιλιάδων τόνων CO2 κάθε χρόνο.

- Δραστηριότητες. Το Άμστερνταμ θεωρείται στην Ευρώπη, ως μια από τις πιο πράσινες πόλεις. Η αλλαγή του τρόπου ζωής και τα ζητήματα κλιματικής αλλαγής ώθησαν την πόλη να εντοπίσει νέες πρωτοβουλίες για βελτίωση χώρους πρασίνου στην πόλη η οποία αποφάσισε να επενδύσει έως και είκοσι εκατομμύρια ευρώ σε πράσινα έργα μεταξύ 2018 και 2020. Το Άμστερνταμ 2040 καθορίζει το όραμα της πόλης και τους στόχους όσον αφορά τις αστικές υποδομές, ενώ η Πράσινη Ατζέντα του Άμστερνταμ περιγράφει την κύρια προσέγγιση και τις συνεργασίες που δημιουργούνται για την προώθηση νέων πρωτοβουλιών (HEC, 2021).

➤ Κοπεγχάγη - η πράσινη πόλη της ανάπτυξης



Εικόνα 6 Πηγή: eltis.org

Η πόλη της Κοπεγχάγης ιδρύθηκε το 1160, προκειμένου να ικανοποιήσει δυο βασικές ανάγκες: να λειτουργήσει ως αναδυόμενος εμπορικός κόμβος αλλά και ως ένα φρούριο για την προστασία του θαλάσσιου εμπορίου και της ναυτιλίας της Δανίας 860 χρόνια αργότερα, η πρωτεύουσα της Δανίας αποτελεί κορυφαίο μοντέλο αστικής βιωσιμότητας, καθώς αναφέρεται ως υποδειγματική πόλη και θεωρείται ως η πράσινη πόλη του κόσμου σύμφωνα και με τον τίτλο που της απονεμήθηκε επίσημα το 2017 από τον όμιλο C40.

Ο Δήμος της Κοπεγχάγης ήδη από το 2009 όταν φιλοξένησε τη διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή (COP15), έθεσε ως στόχο να αποτελέσει ένα κορυφαίο παράδειγμα μιας έξυπνης και βιώσιμης πόλης, με βασική επιδίωξη να γίνει η πρώτη πόλη έως το 2025, με ουδέτερη εκπομπή άνθρακα. Το 2014 στο Παγκόσμιο Συνέδριο Smart City Expo στη Βαρκελώνη, η πόλη κέρδισε

το διάσημο βραβείο World Smart Cities για το Copenhagen Connecting project, επιβεβαιώνοντας τη φιλοδοξία της να είναι μια βιώσιμη πόλη πρότυπο.

Η Κοπεγχάγη δίνοντας έμφαση στις μη μηχανοκίνητες μεταφορές, ήταν από τους πρωτοπόρους στην δημιουργία μιας ισχυρής υποδομής αστικής κινητικότητας. Το 45 τοις εκατό των κατοίκων της πόλης σύμφωνα με στοιχεία του 2020, έκαναν χρήση ποδήλατου για τις μετακινήσεις τους, διανύοντας κάθε μέρα περίπου 1,4 εκατομμύρια χιλιόμετρα. Η εστίαση στις λύσεις αστικής μετακίνησης βοήθησε την Κοπεγχάγη στο να παρέχει προσιτή κινητικότητα στους πολίτες της. Προκειμένου να επιτύχει έως το 2025, να γίνει μια ουδέτερη από εκπομπές άνθρακα πόλη, κύριο μέρος της στρατηγικής της αποτελούν οι έξυπνες και βιώσιμες πρωτοβουλίες κινητικότητας, καθιστώντας την μια από τις κορυφαίες πόλεις οι οποίες υιοθετούν τις νέες τεχνολογίες, προωθούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τον εξορθολογισμό της καθαρότερης κινητικότητας προκειμένου να γίνει η πόλη πιο πράσινη και να βελτιωθεί η συνολική ποιότητα ζωής (Deloitte, 2021).

Για την εκπλήρωση των στόχων που έχει θέσει σχετικά με την ήπια κινητικότητα, η Κοπεγχάγη έχει ήδη δοκιμάσει πολλά έργα και λύσεις, αρκετά εκ των οποίων είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα, εταιρειών και πανεπιστημίων. Οι λύσεις αυτές δίνουν προτεραιότητα στα λεωφορεία και τα ποδήλατα στους δρόμους, την χρήση συσκευών συλλογής δεδομένων και τον έξυπνο φωτισμό σε κόμβους.

Έξυπνος φωτισμός

Η Κοπεγχάγη έχει εγκαταστήσει ένα αναπτυσσόμενο δίκτυο ασύρματων λαμπτήρων και αισθητήρων, όπου οι LED λαμπτήρες του δρόμου φωτίζουν όταν πλησιάζουν τα οχήματα και χαμηλώνουν όταν αυτά απομακρυνθούν. Μια επιπλέον δυνατότητα που παρέχουν οι λαμπτήρες με ενεργοποιημένους αισθητήρες είναι η λήψη δεδομένων και ο συντονισμός υπηρεσιών, προκειμένου για παράδειγμα οι αισθητήρες να ανιχνεύσουν την άφιξη ενός ποδηλάτη και να αντιδράσουν αυξάνοντας την ένταση του φωτός, πριν τη μειώσουν καθώς ο ποδηλάτης απομακρύνεται., είτε για να ειδοποιηθεί το αρμόδιο τμήμα για την συλλογή απορριμμάτων. (Deloitte, 2017).

Ένα από τα τρέχοντα έργα της πόλης είναι η ανάπτυξη αισθητήρων κατάστασης του δρόμου, προκειμένου να προσδιοριστεί πότε είναι απαραίτητο να αμμοστρωθούν ή να αλατιστούν οι δρόμοι λόγω χειμερινών συνθηκών, συμβάλλοντας στην ελαχιστοποίηση ή την κατάργηση αυτών των μέτρων εάν δεν απαιτούνται μειώνοντας το αποτύπωμα άνθρακα (Hec, 2021).

Πλατφόρμα CITS

Ένα καλό παράδειγμα καινοτομίας που σχετίζεται με την κινητικότητα, είναι το έργο CITS (Copenhagen Intelligent Traffic Solutions). Το έργο CITS έχει αναπτυχθεί ως ένα καινοτόμο έργο έξυπνης πόλης μέσω μιας τριμερούς συνεργασία μεταξύ πανεπιστημίων, επιχειρήσεων και κυβέρνησης με σκοπό τη μείωση των εκπομπών, την καλύτερευση της ροής της κυκλοφορίας, και την αύξηση της ασφάλειας για τους πολίτες. Η πλατφόρμα του CITS συλλέγει δεδομένα από ένα δίκτυο σημείων πρόσβασης Wi-Fi τα οποία μπορούν να εντοπίσουν γεωγραφικά τις συσκευές με δυνατότητα Wi-Fi (όπως tablet και Smartphone) στους δρόμους, χωρίς όμως να διακυβεύεται η ιδιωτικότητα των καταναλωτών. Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω του συστήματος επιτρέπουν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο οι συνθήκες της κυκλοφορίας σε μια συγκεκριμένη περιοχή, δίνοντας στο σύστημα την δυνατότητα να συγκεντρώσει πληροφορίες σχετικά με τις κυκλοφοριακές συνθήκες επιρροές από οδικά έργα ή καιρικές συνθήκες και άλλα γεγονότα που επηρεάζουν την κυκλοφορία. Μέσω της αναζήτησης μοτίβων και του εντοπισμού μακροπρόθεσμων τάσεων συμπεριφοράς μεταξύ των χρηστών του δρόμου, διασφαλίζεται υψηλότερη ασφάλεια και η άνεση στην κυκλοφορία συμβάλλοντας στην αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης (Hec, 2021).

Η πρωτεύουσα της Δανίας παρουσιάζει καινοτομία μέσω από το πρίσμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η οποία συσχετίζεται στενά με τους στόχους της για την ουδετερότητα του άνθρακα έως το 2025 και την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, ενώ το πρόγραμμα πράσινης ανάπτυξης που ορίστηκε για την τόνωση της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης είναι μοναδικό σε όλο τον κόσμο. Ωστόσο, παρατηρείται υστέρηση ως προς την ψηφιακή της ανάπτυξη, όπως η ύπαρξη μιας τυπικής πλατφόρμας ανοιχτών δεδομένων για την συγκέντρωση ενημερωμένων πληροφοριών, η κοινωνική ένταξη και η συμμετοχή των πολιτών για την έναρξη καινοτομιών, νεοφυών επιχειρήσεων και νέων υπηρεσιών.

➤ Σιγκαπούρη - το έξυπνο έθνος



Εικόνα 7 Σιγκαπούρη: Η πόλη που έμαθε πώς να συνδυάζει τη φύση με την αστική ζωή, Πηγή euronews.com

Η Σιγκαπούρη είναι ένα μικρό τροπικό νησιωτικό κράτος στη Νοτιοανατολική Ασία με ζεστό και υγρό κλίμα, το οποίο στερείται των βασικών φυσικών πόρων καθώς δεν διαθέτει ενεργειακά κοιτάσματα ή δάση. Με περισσότερους από 5,5 εκατομμύρια κατοίκους είναι η δεύτερη μεγαλύτερη πυκνοκατοικημένη πόλη στον κόσμο μετά το Μονακό. Ένας από τους βασικούς μοχλούς της ανάπτυξής του ήταν πάντα η συνεχής επένδυση στους ανθρώπους. Από την ανεξαρτησία της το 1965, η Σιγκαπούρη έχει μετατρέψει πολλές από τις προκλήσεις της σε στρατηγικές ευκαιρίες για να βελτιώσει τα αποτελέσματα της ζωντάνιας, της ανταγωνιστικότητας και της βιωσιμότητας για τους κατοίκους της (Lim,2021).

Όραμα

Καθώς η παγκόσμια τάξη πραγμάτων βρίσκεται σε ταχεία μετάβαση, η Σιγκαπούρη προσπαθεί να αξιοποιήσει τα δεδομένα, τις ΤΠΕ και την τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να βελτιώσει τη ζωή των κατοίκων, να δημιουργήσει οικονομικές ευκαιρίες και να οικοδομήσει στενότερες κοινότητες στον μετασχηματισμό της προς ένα έξυπνο έθνος και στην επίτευξη μακροπρόθεσμης βιώσιμης ανάπτυξης μέσω των τεχνολογικών επενδύσεων και των καινοτόμων κοινωνικών αλλαγών. Η Σιγκαπούρη έχοντας ήδη υλοποιήσει τεχνολογίες που άλλες πόλεις στον κόσμο ακόμη πειραματίζονται, όπως ο οδικός φωτισμός, η συλλογή απορριμμάτων και η διαχείρισης των φωτεινών σηματοδοτών, έχει ήδη χαρακτηριστεί ως η πρώτη έξυπνη πόλη στον κόσμο στη διεθνή κοινότητα και φιλοδοξεί να μεταμορφωθεί από μια έξυπνη πόλη σε έξυπνο έθνος. Στη μεταμόρφωση της αυτή, η Σιγκαπούρη αξιοποιεί και ενισχύει

τον δεσμό μεταξύ ακαδημαϊκής κοινότητας, βιομηχανίας και κυβέρνησης, επενδύοντας σε τεχνολογίες αιχμής και δημιουργώντας ισχυρούς δεσμούς με τη διεθνή κοινότητα (Lim, 2021).

Οι Τρεις Πυλώνες για ένα Έξυπνο Έθνος είναι οι εξής:

Ψηφιακή Κοινωνία

Μια Ψηφιακή Κοινωνία δίνει τη δυνατότητα σε όλους να έχουν δίκαιες πιθανότητες επιτυχίας παρά τις διαφορές τους, δίνει έμπνευση για μεγαλύτερα όνειρα μέσω της τεχνολογικής διασύνδεσης με τον κόσμο. Το Προσχέδιο Ψηφιακής Ετοιμότητας της κυβέρνησης της Σιγκαπούρης σχεδιάζει να το επιτύχει θέτοντας τους παρακάτω στόχους.

- Κάνοντας την τεχνολογία πιο προσιτή για όλους τους κατοίκους
- Βελτιώνοντας τον ψηφιακό γραμματισμό των κατοίκων
- Βοηθώντας την τοπική κοινότητα και τις επιχειρήσεις σε ευρεία υιοθέτηση της τεχνολογίας
- Σχεδιάζοντας ψηφιακές υπηρεσίες χωρίς αποκλεισμούς

Ψηφιακή Οικονομία

Η Ψηφιακή Οικονομία εκμεταλλεύεται την τελευταία λέξη της τεχνολογίας για την ψηφιοποίηση των διαδικασιών και την προώθηση της επιχειρηματικής ανάπτυξης, προσελκύοντας ξένες επενδύσεις οι οποίες θα δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και ευκαιρίες. Το φιλοεπιχειρηματικό περιβάλλον της Σιγκαπούρης, η εξαιρετική τεχνολογική υποδομή, η στενή συνδεσιμότητα με μεγάλες ασιατικές οικονομίες, καθώς και η διαθεσιμότητα επενδύσεων θέτουν τις βάσεις ώστε να αναπτυχθεί μια ισχυρή Ψηφιακή Οικονομία.

Τρεις βασικές στρατηγικές έχουν προσδιοριστεί στο Πλαίσιο Δράσης Ψηφιακής Οικονομίας:

- Επιτάχυνση της οικονομική ανάπτυξη ψηφιοποιώντας βιομηχανίες και επιχειρήσεις
- Ανάπτυξη οικοσυστημάτων προκειμένου οι επιχειρήσεις να παραμείνουν ζωντανές και ανταγωνιστικές
- Μεταμόρφωση της βιομηχανίας της ενημέρωσης σε βασικό μοχλό ανάπτυξης της Ψηφιακής Οικονομίας

Ψηφιακή Διακυβέρνηση

Η ψηφιοποίηση είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για την κυβέρνηση να υπηρετεί τους πολίτες με μεγαλύτερη ενσυναίσθηση, μέσω του σχεδιασμού πολιτικών και υπηρεσιών που να είναι χωρίς αποκλεισμούς, απρόσκοπτα και εξατομικευμένα για όλους. Η οικοδόμηση μιας ψηφιακής κυβέρνησης περιλαμβάνει τις προσπάθειες όλων των κρατικών υπηρεσιών και η στρατηγική συνεπάγεται:

- Ενοποίηση των υπηρεσιών ανάλογα τις ανάγκες των επιχειρήσεων και των πολιτών.
- Ενίσχυση της ενσωμάτωσης μεταξύ της πολιτικής, των λειτουργιών και της τεχνολογίας.
- Ανασχεδιασμός της κυβερνητικής υποδομής ΤΠΕ.
- Λειτουργία αξιόπιστων, ανθεκτικών και ασφαλών συστημάτων.
- Αύξηση των ψηφιακών δυνατοτήτων για την επίτευξη της καινοτομίας.
- Συν-δημιουργία με πολίτες και επιχειρήσεις και κουλτούρα υιοθέτησης της τεχνολογίας (smartnation.gov.sg).

Στρατηγική

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στις στρατηγικές που αφορούν τα Έξυπνα και βιώσιμα κτίρια και τις υποδομές καθώς την καλύτερη αξιοποίηση της τεχνολογίας για την ενδυνάμωση και τη βελτίωση της ζωής. Η Σιγκαπούρη εξελίσσεται σε ηγέτη της Ασίας όσον αφορά στις έξυπνες και βιώσιμες λύσεις κτιρίων και υποδομών και είναι από τις πρώτες πόλεις που υιοθέτησαν την πράσινη αρχιτεκτονική και τις πρωτοβουλίες βιώσιμου αστικού σχεδιασμού.

Από το 2018 έχει υιοθετήσει μια νέα προσέγγιση στην κατασκευή που ονομάζεται βιοφιλικός σχεδιασμός (biophilic) και σημαίνει ότι οι αρχιτέκτονες αγκαλιάζουν τη φύση στο σχεδιασμό τους φέρνοντας την στην πόλη, αντικαθιστώντας τις κολώνες, τους τοίχους και το νέον με δέντρα, φύλλα και έντομα. Ο βιοφιλικός σχεδιασμός μετατρέπει τις πόλεις σε μηχανές περιβαλλοντικής ευημερίας με οφέλη τόσο για τη φύση αλλά όσο και τους ανθρώπους που ζουν εκεί μέσω της συνδεσιμότητας των ενοίκων με το φυσικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας την άμεση φύση, την έμμεση φύση και τις συνθήκες χώρου και τόπου (weforum.org).

Green Building Master Plan

Η έναρξη του προγράμματος BCA (Building and Construction Authority) Green Mark το 2005 αποτέλεσε τη ραχοκοκαλιά του πρώτου Γενικού Σχεδίου Πράσινων Κτιρίων της Σιγκαπούρης,

το οποίο ενθάρρυνε, επέτρεψε και δέσμευσε τους ενδιαφερόμενους φορείς της βιομηχανίας στην υιοθέτηση νέων πράσινων κτιρίων. Το Green Building Master Plan κυκλοφόρησε αρχικά το 2006 και έκτοτε επικαιροποιείται συνεχώς. Η πρώτη του έκδοση, στόχευε σε νέα κτίρια με στόχο να ενθαρρύνει τους κατασκευαστές να ενσωματώσουν τη βιωσιμότητα ως μέρος του κύκλου ζωής ενός κτιρίου, αλλά καθώς ο τομέας του Δομημένου Περιβάλλοντος ενστερνίστηκε την ιδέα των βιώσιμων κτιρίων, η BCA επέκτεινε την εμβέλειά της με στόχο να μετατρέψει σε “πράσινα” μεγαλύτερο ποσοστό υφιστάμενων κτιρίων και να εμπλέξει τους ενοίκους ώστε να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους ως προς την κατανάλωση ενέργειας. Ο στόχος τους είναι «τουλάχιστον το 80% των κτιρίων (ανά επιφάνεια ορόφου) στη Σιγκαπούρη να είναι πράσινα έως το 2030» και στο τέλος του 2020 κατάφερε το 43% των κτιρίων να είναι “πράσινα”. Η BCA το 2018 ξεκίνησε επίσης το πρόγραμμα Super Low Energy (SLE) για τα κτίρια, προκειμένου να ενθαρρύνει τις εταιρείες να υπερβούν τα υπάρχοντα Green Mark Platinum πρότυπα και να προωθήσουν την ιδέα της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στη Σιγκαπούρη.

Τον Μάρτιο του 2021 ανακοινώθηκε η τέταρτη έκδοση του Singapore Green Building Masterplan (SGBMP) με τίτλο «Build Our Green Future Together» το οποίο αποτελεί μέρος του Πράσινου Σχεδίου της Σιγκαπούρης 2030 και επιδιώκει να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα και προωθήσει ένα υγιές, βιώσιμο και δομημένο περιβάλλον για όλους.

Οι στόχοι του γενικού σχεδίου «80-80-80 το 2030» είναι:

- 1) Αύξηση του ρυθμού προς το πράσινο 80% των κτιρίων έως το 2030.
- 2) Το 80% των νέων κατασκευών να είναι κτίρια Super Low Energy (SLE) από το 2030.
- 3) Επίτευξη βελτίωσης 80% στην ενεργειακή απόδοση για τα καλύτερα πράσινα κτίρια στην κατηγορία τους έως το 2030 (Green Building Masterplan).

Τεχνητή νοημοσύνη και έξυπνοι αισθητήρες

Η τεχνητή νοημοσύνη, οι έξυπνοι αισθητήρες και η ανάλυση δεδομένων είναι όλο και πιο ζωτικής σημασίας στο να βοηθήσουν τη Σιγκαπούρη να επιτύχει το όραμά της για το Έξυπνο Έθνος. Η Εθνική Στρατηγική AI που σχεδιάζει η Σιγκαπούρη, χαρτογραφεί τον τρόπο με τον οποίο θα αναπτυχθούν λύσεις τεχνητής νοημοσύνης για να μεταμορφώσουν την οικονομία και να βελτιώσουν τις ζωές των πολιτών και εστιάζει σε πέντε βασικούς τομείς, υγειονομική περίθαλψη, ασφάλεια, έξυπνες ιδιοκτησίες, εκπαίδευση και εφοδιαστική.

Διευθύνεται από το Εθνικό Γραφείο ΑΙ, μια μονάδα που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο του Γραφείου Έξυπνου Έθνους και Ψηφιακής Κυβέρνησης και θα επενδυθούν πάνω από 710 εκατομμύρια δολάρια σε έργα τεχνολογίας που περιλαμβάνουν τη χρήση αναλυτικών στοιχείων δεδομένων, τεχνητής νοημοσύνης και αισθητήρων για την παροχή καλύτερων κρατικών υπηρεσιών.

Μερικοί από τους τομείς όπου τα αποτελέσματα έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο είναι:

- Χρήση τεχνητής νοημοσύνης και ρομπότ στον αγώνα κατά του Covid-19
- Χρήση ανάλυσης για καλύτερη ανίχνευση επαφών Covid-19
- Χρήση έξυπνων ρομπότ για περιπολία και επιτήρηση
- Χρήση έξυπνων αισθητήρων και μετρητών για εξοικονόμηση νερού
- Χρήση αναλύσεων δεδομένων για τουριστικές πληροφορίες

3.2 Εφαρμογές στον ελλαδικό χώρο

➤ Smart Trikala

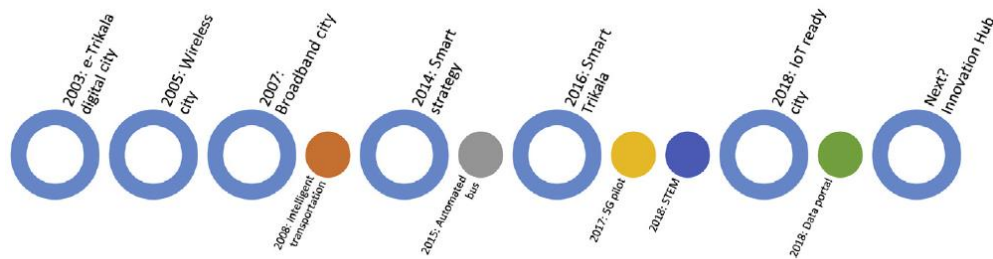


Εικόνα 8 Πηγή: trikalacity.gr

Η πορεία της πόλης των Τρικάλων στο ταξίδι της μεταμόρφωσης σε ψηφιακή πόλη ξεκίνησε στα τέλη του 2003 από τον Δήμο Τρικκαίων, με όραμα να γίνει μια διασυνδεδεμένη πόλη και μια κοινωνία της πληροφορίας. Το 2004 το γραφείο e-trikala αξιοποίησε τις νέες τεχνολογίες μέσω πρωτοβουλίας που ανέλαβε, προκειμένου να υλοποιήσει Δημοτικά, Εθνικά αλλά και Ευρωπαϊκά έργα με επιτυχία, θέτοντας τις βάσεις δημιουργίας υπηρεσιών βασισμένων στις ΤΠΕ, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των κατοίκων. Από το 2008, διαθέτοντας την απαιτούμενη

εμπειρία, μετατράπηκε σε Αναπτυξιακή Ανώνυμη Εταιρεία Ο.Τ.Α., με την επωνυμία e-Trikala A.E., στην οποία το 99% του μετοχικού κεφαλαίου ανήκει στον Δήμο Τρικκαίων και το 1% στο Εμπορικό Επιμελητήριο Τρικάλων (e-trikala.gr).

Από το 2004 η πόλη λόγω των πολυάριθμων πληροφοριακών συστημάτων της, άρχισε να διαφοροποιείται με αποτέλεσμα να ανακηρυχθεί επίσημα «η Πρώτη Ελληνική Ψηφιακή Πόλη» τον Δεκέμβριο του 2004 από τον τότε Υπουργό Οικονομίας. Στην συνέχεια εξελίχθηκε σε ασύρματη πόλη το 2005 και σε πόλη ευρυζωνικότητας το 2007, ενώ ακολούθησαν βραβεύσεις και από τον Διεθνή χώρο.



Εικόνα 9 Το χρονοδιάγραμμα εξέλιξης της πόλης, Πηγή: (Anthopoulos, 2019)

Η πορεία αυτής της εξέλιξης άρχισε να σημειώνει πτώση αμέσως μετά το 2007 και μέχρι το 2014. Οι λόγοι που συνέβαλαν σε αυτό οφείλονταν εν μέρει στην έλλειψη δημόσιου συμφέροντος και στις δυσκολίες συντήρησης, οι οποίες βασίστηκαν στην εθνική δημοσιονομική κρίση που γνώρισε η Ελλάδα εκείνη την περίοδο. Με την αλλαγή της δημοτικής ηγεσίας το 2014, έγιναν αρκετές προσπάθειες για την ανάκτηση της ευφυούς υποδομής και του τοπικού ενδιαφέροντος οι οποίες κατέληξαν στη σημερινή της μορφή, η οποία έχει ενσωματώσει την προηγούμενη υποδομή με ένα σύνολο ολοκαίνουργιων συστημάτων πληροφοριών και έξυπνων υπηρεσιών, οι οποίες κυμαίνονται από την εγγραφή παραπόνων έως τον έξυπνο φωτισμό και το έξυπνο παρκινγκ.

Ο Δήμος, συνειδητοποιώντας τη σημαντικότητα του ψηφιακού μετασχηματισμού, προχώρησε στην υιοθέτηση των εξής πολιτικών:

- ο Μεγάλα δεδομένα και ψηφιακές πλατφόρμες

Η παρακολούθηση της πόλης όσον αφορά τον έξυπνο δημόσιο φωτισμό, το smart παρκινγκ, το πλέγμα Wi-Fi και το έξυπνο περιβάλλον, πραγματοποιείται μέσω της εγκατάστασης μιας

κεντρικής πλατφόρμας (Cisco Connected Digital Platform), στην οποία είναι ενσωματωμένα συστήματα αισθητήρων και ελεγκτών.

- Ψηφιακές δεξιότητες

Ο δήμος μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων ΤΠΕ και συνεργασιών με σχολές επαγγελματικής κατάρτισης, προσέφερε υποστήριξη προκειμένου να ενισχύσει την εκπαίδευση των επιχειρήσεων στις ΤΠΕ. Με σκοπό την ενίσχυση της δημιουργικής και αλγοριθμικής σκέψης των νέων, την ομαδική εργασία και την εύρεση λύσεων, υλοποίησε αντίστοιχες προσπάθειες και με δημόσια σχολεία όσον αφορά τις επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM).

- Πόλεις και περιφέρειες

Ο Δήμος συνειδητοποίησε ότι αναφορικά με τον μετασχηματισμό των ΤΠΕ κατέχει ηγετικό ρόλο και όρισε τις ακόλουθες πολιτικές: (1) συνεργασία με τα ενδιαφερόμενα μέρη, έναρξη προγραμμάτων κατάρτισης και ανάληψη κοινών δραστηριοτήτων, (2) ανάπτυξη της βιομηχανίας δεδομένων, (3) απλοποίηση των κρατικών συναλλαγών.

- Τυποποίηση ΤΠΕ

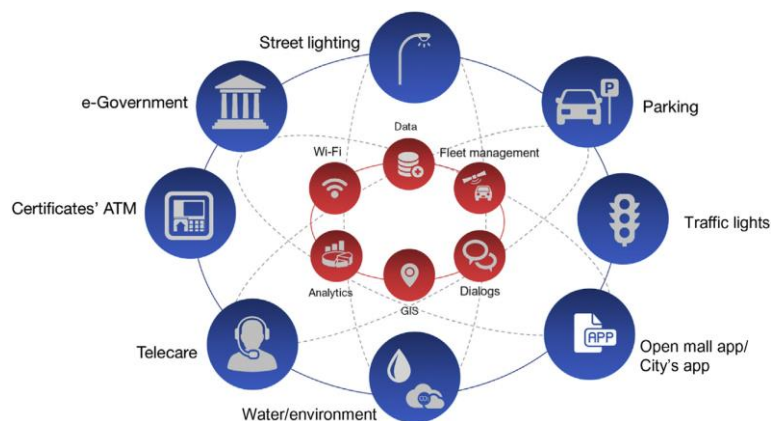
Σε συνεργασία με τον ελληνικό φορέα τυποποίησης πόλη των Τρικάλων, έκανε ενέργειες προκειμένου να τυποποιήσει το οικοσύστημα SC (Anthopoulos, 2019). Σύμφωνα με τον Ανθόπουλο (2019) η έξυπνη πόλη των Τρικάλων υιοθέτησε μια κυβερνοφυσική προσέγγιση με τα ακόλουθα συστήματα και υπηρεσίες:

- Έξυπνος φωτισμός (αναβαθμίσεις σε LED και αισθητήρες κίνησης)
- Έξυπνο παρκάρισμα με υπόγειους αισθητήρες που αντιδρούν με υποδοχές ρύπων.
- Βελτιωμένο δημόσιο Wi-Fi με συνδέσεις οπτικών ινών με τα σημεία πρόσβασης.
- Δημοτικό σύστημα διαχείρισης στόλου (με αισθητήρες GSM για παρακολούθηση οχημάτων).
- Έξυπνο σύστημα διαχείρισης απορριμμάτων, με αισθητήρες έξυπνου κάδου εγκατεστημένους στο κέντρο της πόλης.
- Έξυπνο σύστημα μέτρησης και διαχείρισης νερού, με εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στο κέντρο της πόλης.
- Έξυπνοι αισθητήρες νερού και έξυπνων απορριμμάτων συνδέονται μέσω δικτύου LoRa.
- Παρακολούθηση φωτεινών σηματοδοτών και αντλιών νερού για εντοπισμό δυσλειτουργιών και άμεση αντιμετώπιση από τις δημοτικές υπηρεσίες.

- Σύστημα αυτοεξυπηρέτησης πολιτών για δημόσια εκτύπωση πιστοποιητικών, το οποίο μπορεί να παραδοθεί με υπηρεσία από πόρτα σε πόρτα (Anthopoulos, 2019)

Επιπλέον, ένα εικονικό περιβάλλον με:

- Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης πόλης το οποίο έχει αναπτυχθεί από την CISCO (Kinetic) και λειτουργεί ως υπηρεσία που βασίζεται σε cloud.
- Σύστημα σύνδεσης Wi-Fi το οποίο ανέπτυξε SiEBEN, για την υποστήριξη της λειτουργίας του ανοιχτού εμπορικού κέντρου και το οποίο λειτουργεί και ως υπηρεσία που βασίζεται σε cloud.
- Σύστημα ανάλυσης στόλου για την απεικόνιση της θέσης και των διαδρομών των οχημάτων το οποίο προσφέρεται ως υπηρεσία της Vodafone.
- Σύστημα γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών (GIS) με πολλά επίπεδα γεωχωρικών πληροφοριών, οι οποίες βασίζονται στην πλατφόρμα ESRI ArcGIS ως υπηρεσία που βασίζεται σε cloud.
- Σύστημα εγγραφής παραπόνων που λειτουργεί, μέσω της επίσημης δημοτικής εφαρμογής για κινητά με τίτλο Trikala Check App, τηλεφώνου και ιστού.
- Δημόσιες διαβουλεύσεις και κοινωνική υπηρεσία ανταλλαγής ιδεών.
- Ψηφιακές πληρωμές που προσφέρονται σε συνεργασία με τραπεζικό σύστημα, ενώ οι πολίτες ελέγχονται σε συνεργασία με το εθνικό φορολογικό σύστημα (TAXIS).
- Parking analytics, το οποίο είναι ένας πίνακας εργαλείων που συλλέγει και αναλύει δεδομένα από τις θέσεις στάθμευσης (Anthopoulos, 2019)



Εικόνα 10 Δομικά στοιχεία της πόλης Πηγή: (Anthopoulos, 2019)

- Σημερινό τοπίο έργων και υπηρεσιών της «έξυπνης πόλης» των Τρικάλων
- Σύστημα Έξυπνου Φωτισμού

Διαχείριση του δημοτικού ηλεκτροφωτισμού μέσω της υλοποίησης Συστήματος Έξυπνου Φωτισμού, για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας μεγαλύτερη από 60% σε σχέση με τα συμβατικά φωτιστικά συστήματα. Αντικατάσταση των υφιστάμενων συμβατικής τεχνολογίας φωτιστικών συστημάτων με νέα τεχνολογίας LED. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε η εγκατάσταση συστήματος ασύρματης διαχείρισης, προκειμένου να γίνεται έγκαιρος εντοπισμός δυσλειτουργιών, και δυναμικής προσαρμογής του φωτισμού όταν επιβάλλεται μέσω «έξυπνου» προγραμματισμού επεμβάσεων, για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής ενεργειακής εξοικονόμησης και τη βελτίωση της ορατότητας για οδηγούς, ποδηλάτες, πεζούς.

- Σύστημα Έξυπνης Στάθμευσης

Έλεγχος διαθεσιμότητας στάθμευσης μέσω της τεχνολογίας video analytics όπου στις κολώνες ηλεκτροφωτισμού βρίσκονται τοποθετημένες κάμερες έτσι ώστε να γίνεται έλεγχος για περισσότερες θέσεις στάθμευσης από κάθε κάμερα. Επιπλέον αποτρέπεται το παράνομο παρκάρισμα σε περιπτώσεις διασταυρώσεων ή θέσεων για ανάπηρους με την ταυτόχρονη συμμόρφωση με συστήματα χρέωσης στάθμευσης και με πλήρη προστασία των προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις.

- Ολοκληρωμένο Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

Το Γεωγραφικό Πληροφοριακό Σύστημα (GIS), περιλαμβάνει ευρείες δυνατότητες Business Intelligence (BI) και αφορά τη διαχείριση χωρικών και πολεοδομικών δεδομένων που σχετίζονται με τον δήμο, υποστηρίζοντας την λήψη αποφάσεων και την εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα μέσω εργαλείων που παρέχονται για την διαχείριση όλων των επιπέδων. Στόχος είναι η καλύτερη εξυπηρέτηση των δημοτών αλλά και των επιχειρήσεων μέσω ενός σύγχρονου και αποτελεσματικού ψηφιακού περιβάλλοντος.

Οι εφαρμογές που περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων είναι:

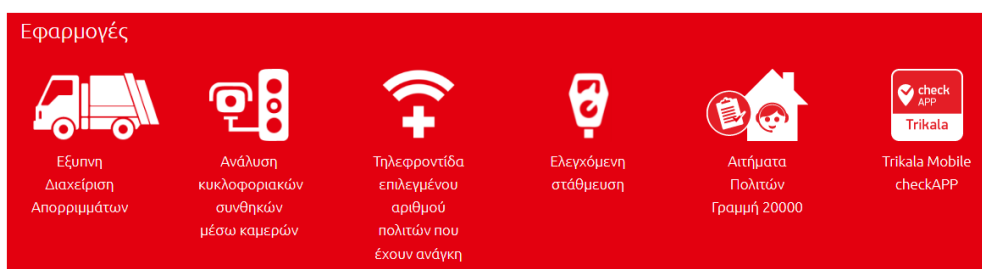
- Δημοτικής Περιουσίας
- Πολεοδομικών δεδομένων
- Τεχνικών έργων
- Σήμανσης

- Φωτεινών σηματοδοτών
- Οδοφωτισμού
- Σημείων ενδιαφέροντος
- Αρχείου Πολεοδομίας
- Πιλοτική ανάλυση και βελτιστοποίηση των διαδρομών αποκομιδής απορριμμάτων.
 - e-Dialogos (Εργαλείο Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης)

Πρόκειται για ένα ιδιαίτερο “εργαλείο” Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, μέσω του οποίου δίνεται η δυνατότητα στους δημότες της πόλης των Τρικάλων με πρόσβαση στην ιστοσελίδα www.edialogos.gr, να συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων του Δήμου, ευνοώντας επιπλέον την δημιουργική και παραγωγική συνεργασία, είτε πραγματοποιώντας ηλεκτρονικές δημοσκοπήσεις, είτε με την συμμετοχή σε ηλεκτρονικές διαβουλεύσεις, συμβάλλοντας γενικότερα στη διαδικασία χάραξης και υλοποίησης των πολιτικών δράσεων.

Επιπλέον, έργα και υπηρεσίες, που υλοποιούνται είναι τα εξής:

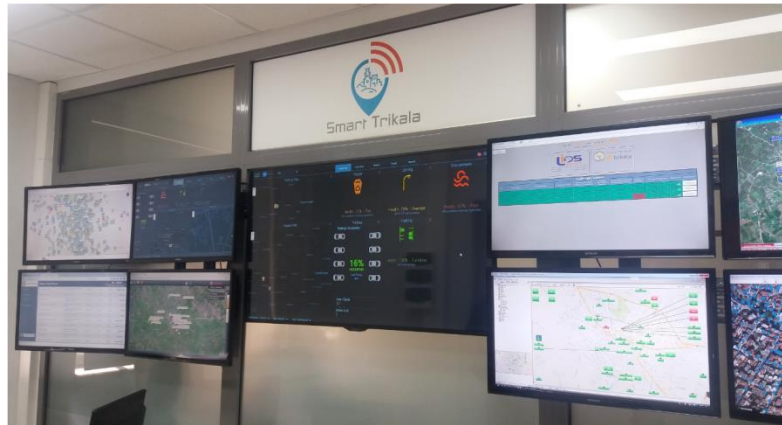
- Σύστημα για την παρακολούθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών
- Κέντρο διαχείρισης της «έξυπνης πόλης»
- Έξυπνη και Διασυνδεδεμένη Ψηφιακή Πλατφόρμα
- Συλλογή και ανάλυση δεδομένων
- Σύστημα για την παρακολούθηση και λειτουργία των φωτεινών σηματοδοτών της πόλης
- Υπηρεσία παραπόνων – ΔΗΜΟΣΘeNHΣ (trikalacity.gr)



Εικόνα 11 Εφαρμογές της πόλης των Τρικάλων Πηγή: trikalacity.gr

Control room (δωμάτιο ελέγχου)

Όλες οι παραπάνω υπηρεσίες παρακολουθούνται και επιδεικνύονται στο ειδικά διαμορφωμένο κέντρο ελέγχου που βρίσκεται σε χώρο του Δημαρχείου, όπου έχουν εγκατασταθεί οθόνες προκειμένου να παρακολουθούνται τα ακόλουθα συστήματα:



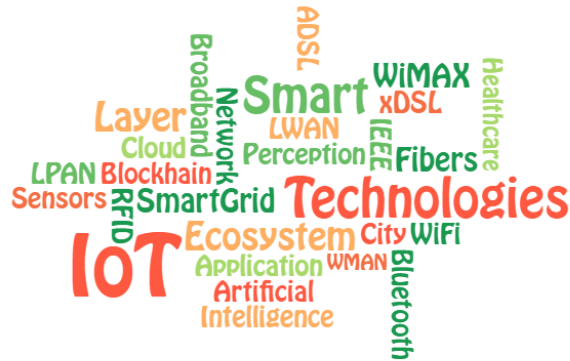
Εικόνα 12 Πηγή: ertnews.gr

- Η Cisco Smart + Connected Digital Platform για την προβολή των στοιχείων που συγκεντρώνονται.
- GIS για την προβολή των σημείων ενδιαφέροντος της πόλης και των χωρικών και χωροταξικών δεδομένων.
- Σύστημα για την αποτύπωση της κίνησης των δημοτικών οχημάτων.
- Σύστημα για την παρακολούθηση της λειτουργίας των φωτεινών σηματοδοτών.
- Οθόνη για την παρακολούθηση της λειτουργίας των κόμβων του ασυρμάτου δικτύου παροχής δωρεάν internet.
- Σύστημα παρακολούθησης και ρύθμισης δικτύου ύδρευσης ΔΕΥΑΤ
- Καταγραφή και παρακολούθηση της πορείας επίλυσης αιτημάτων πολιτών
- Ανάρτηση ανοιχτών δεδομένων του Δήμου Τρικκαίων

Ο Δήμος Τρικκαίων σχεδιάζει ήδη την νέα ψηφιακή του στρατηγική. Ο Δήμαρχος Τρικκαίων Δημήτρης Παπαστεργίου, όπως επεσήμανε στο πλαίσιο της έκθεσης BEYOND 4.0 τον Οκτώβριο του 2021 στη Θεσσαλονίκη, κωδικοποιήθηκαν οι άξονες παρέμβασης και επελέγησαν τα έργα τα οποία θα προχωρήσουν και θα ενισχύσουν την ψηφιακή διακυβέρνηση της πόλης. Οι τρεις βασικοί άξονες στους οποίους θα κινηθούν αφορούν στον άνθρωπο, το περιβάλλον και τη βελτίωση των διαδικασιών. Τα έργα, όπως ανακοίνωσε ο Υπουργός

Ψηφιακής Διακυβέρνησης Κυριάκος Πιερρακάκης, θα χρηματοδοτηθούν μέσω των προγραμμάτων για τις «Έξυπνες Πόλεις», συνολικού ύψους 320 εκ. ευρώ.

4. Τεχνολογική υποδομή έξυπνων πόλεων



Εικόνα 13 Ίδια επεξεργασία με edwordle

Σήμερα, το 55% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε αστικές περιοχές, ποσοστό που αναμένεται να αυξηθεί στο 68% έως το 2050. Οι προβλέψεις δείχνουν ότι η αστικοποίηση, η σταδιακή μετατόπιση της κατοικίας του ανθρώπινου πληθυσμού από αγροτικές σε αστικές περιοχές, σε συνδυασμό με την συνολική αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού θα μπορούσε να προσθέσει άλλα 2,5 δισεκατομμύρια ανθρώπους στις αστικές περιοχές έως το 2050, με σχεδόν το 90% αυτής της αύξησης να λαμβάνει χώρα στην Ασία και την Αφρική, σύμφωνα με ένα νέο σύνολο δεδομένων των Ηνωμένων Εθνών. Μέχρι το 2030, ο κόσμος προβλέπεται να έχει 43 μεγαλουπόλεις με περισσότερους από 10 εκατομμύρια κατοίκους, οι περισσότεροι από αυτούς σε αναπτυσσόμενες περιοχές (un.org).

Σε αυτό το πλαίσιο, όλο και περισσότερες πόλεις πρέπει να γίνονται πιο έξυπνες, επενδύοντας στις ΤΠΕ με στόχο την βελτιστοποίηση των λειτουργιών της πόλης και της μακροπρόθεσμης ευημερίας των πολιτών. Οι κυβερνήσεις και οι δήμοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ), σε συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και άλλες τεχνολογίες, για να χτίσουν έξυπνότερες και πιο βιώσιμες πόλεις για τους πολίτες τους. Μια έξυπνη βιώσιμη πόλη είναι καινοτόμος, χρησιμοποιεί ΤΠΕ για να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων, να κάνει τις αστικές λειτουργίες και υπηρεσίες πιο

αποτελεσματικές και να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητά της, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι ανταποκρίνεται στις οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές και πολιτιστικές ανάγκες των σημερινών και των μελλοντικών γενεών. Τεχνολογίες όπως το IoT, τα μεγάλα δεδομένα (BigData), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και το blockchain έχουν τις δυνατότητες να συμβάλλουν στην πρόοδο των έξυπνων πόλεων και να παρέχουν θετικές αλλαγές.

Η αρχιτεκτονική των περιβαλλόντων των έξυπνων πόλεων είναι περίπλοκη και η βάση τους βρίσκεται στις τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ), οι οποίες επιτρέπουν τη συνδεσιμότητα και τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των στοιχείων τους. Επομένως, είναι σημαντικό να καθοριστούν οι κύριες τάσεις των ΤΠΕ που θα προσφέρουν τις κατάλληλες λύσεις οι οποίες θα συμβάλλουν στην λειτουργία των έξυπνων πόλεων, θα ενισχύσουν και θα βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα και την ανταγωνιστικότητά τους.

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στο σχεδιασμό των εφαρμογών και των υπηρεσιών μιας έξυπνης πόλης είναι η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας που θα εφαρμοστεί. Η πολυπλοκότητα της επιλογής αυτής οφείλεται στην ποικιλία των τεχνολογιών που εφαρμόζονται σε αυτά τα περιβάλλοντα, καθώς και στη συνεχόμενη εμφάνιση νέων τεχνολογιών και τις σημαντικές διαφορές των χαρακτηριστικών τους που καθιστούν την επιλογή πιο περίπλοκη. Η έρευνα θα πρέπει να είναι προσανατολισμένη στον προσδιορισμό της τεχνολογίας που μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο αριθμό εφαρμογών της έξυπνης πόλης, κάνοντας παράλληλα ορθή χρήση των περιορισμένων πόρων που διατίθενται.

Ένας επιτυχημένος στρατηγικός σχεδιασμός δράσεων και πρωτοβουλιών που αποσκοπούν στη μετατροπή μιας πόλης ή μιας συνοικίας πόλης σε έξυπνη, θα πρέπει να ενσωματώνει μια σταθερή τεχνολογική υποδομή και οι ΤΠΕ θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην επιτυχή εξέλιξή της. Ο Hollands (2008) αναφέρει ότι οι ΤΠΕ βρίσκονται στον πυρήνα της ιδέας της έξυπνης πόλης, καθώς υποστηρίζουν τις υποδομές δικτύωσης και δίνουν την δυνατότητα για κοινωνική, πολιτιστική και αστική ανάπτυξη και καλύτερευση της οικονομικής και πολιτικής αποτελεσματικότητας. Ο Chourabi (2012) υποστηρίζει ότι οι υποδομές και η τεχνολογία είναι βασικοί συντελεστές των πρωτοβουλιών για έξυπνες πόλεις, εξηγώντας ότι μια έξυπνη πόλη βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε έξυπνες τεχνολογίες υπολογιστών που εφαρμόζονται σε υποδομές και υπηρεσίες ζωτικής σημασίας.

Οι βασικές τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών στις οποίες βασίζεται η δημιουργία του ψηφιακού χώρου των Έξυπνων πόλεων σύμφωνα με τον Τσαρχόπουλο (2013), οι οποίες

επιτρέπουν την παροχή του συνόλου των υπηρεσιών τους, ανήκουν σε τέσσερις γενικές κατηγορίες:

Τεχνολογίες δικτύωσης και ευρυζωνικής επικοινωνίας, οι οποίες παρέχουν το επικοινωνιακό υπόβαθρο για τη διασύνδεση όλων των εγκατεστημένων στην πόλη αυτόνομων μονάδων (οι ενεργοποιητές και οι αισθητήρες συμπεριλαμβάνονται) μεταξύ τους αλλά και με τους πολίτες, ώστε η ανταλλαγή πληροφοριών και η μεταφορά δεδομένων, να είναι δυνατή. Οι τεχνολογίες αυτές εξασφαλίζουν ασύρματη και ενσύρματη σύνδεση στο διαδίκτυο, σε υψηλές ταχύτητες.

Τεχνολογίες διασύνδεσης φυσικού και ψηφιακού χώρου της πόλης όπως το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (Internet of Things), το οποίο παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο όσον συμβαίνουν, καθώς και τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας (Augmented Reality), οι οποίες ενισχύουν την κατανόηση του φυσικού περιβάλλοντος της πόλης, μέσω της παράθεσης σχετικών πληροφοριών, όταν αυτό απαιτείται.

Γενικές υποστηρικτικές τεχνολογίες Web οι οποίες ενισχύουν την ποιότητα και τον τρόπο που παρέχονται οι υπηρεσίες των Ψηφιακών Πόλεων. Πρόκειται για τεχνολογίες όπως τα Ανοιχτά Δεδομένα (Open Data), το Cloud Computing και τα Ανοιχτά Πρότυπα (Open Standards), οι οποίες χρησιμοποιούνται γενικότερα στο web αλλά στην περίπτωση των εφαρμογών Ψηφιακών Πόλεων, προσθέτουν μια ιδιαίτερη αξία.

Τεχνολογίες διαχείρισης δεδομένων που δίνουν την δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών Ψηφιακών Πόλεων και συνδέονται με τη συγκέντρωση την ανάλυση και την οπτικοποίηση των δεδομένων, τη συνεργασία για την επίτευξη της βέλτιστης λύσης, τη διαχείριση περιεχομένου και τη δισδιάστατη / τρισδιάστατη απεικόνιση (Τσαρχόπουλος 2013).

Σύμφωνα με τον Ανθόπουλο (2017) η υποδομή δικτύου είναι το μέσο μεταφοράς (ενσύρματο και ασύρματο) που μεταφέρει όλα τα δεδομένα μεταξύ των σημείων επικοινωνίας, το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP) επιτρέπει αυτήν την επικοινωνία και αποτελεί τη ραχοκοκαλιά μέσω της οποίας τα δεδομένα ταξιδεύουν από μια θέση (πομπός) σε άλλη (δέκτης), ενώ οι τεχνικές διαλειτουργικότητας παρέχουν την δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των διαφορετικών συστημάτων (π.χ. έξυπνα κτίρια, έξυπνες μεταφορές). Οι τυπικές τεχνολογίες που είναι μέρος μιας τεχνολογικής υποδομής περιλαμβάνουν:

Υποδομή Δικτύου Ευρείας Περιοχής (WAN), Τοπικό Δίκτυο (LAN), Προσωπικό Δίκτυο Περιοχής (PAN), Δίκτυο Μητροπολιτικής Περιοχής (MAN) και Δίκτυο Περιοχής Αποθήκευσης (SAN): συνήθως μια αρχιτεκτονική πολλαπλών επιπέδων που αποτελείται από την πρόσβαση, ακολουθείται η κατανομή και το corelayer, το οποίο διασφαλίζει τη λειτουργία του δικτύου ακόμη και σε περιπτώσεις μερικών βλαβών.

- Διακόπτες δρομολόγησης πυρήνα (Core Routing Switches): συνδέουν διακόπτες πρόσβασης και παρέχουν συνδεσιμότητα χρήστη σε ολόκληρο το δίκτυο και το Διαδίκτυο.
- Διακόπτες πρόσβασης: βρίσκονται στο επίπεδο πρόσβασης της αρχιτεκτονικής και συγκεντρώνουν την κίνηση (π.χ. από επιτραπέζιους υπολογιστές, φορητούς υπολογιστές, Smartphone, τηλέφωνα IP και τερματικά τηλεδιάσκεψης).
- Ασύρματη δικτύωση: Τα σημεία πρόσβασης Wi-Fi και Wi-Max, οι ελεγκτές και οι κεραιές επιτρέπουν την ασύρματη επικοινωνία μικρής και μεγάλης κλίμακας.
- Τείχη προστασίας: προστατεύουν τους διακομιστές σε όλη την πόλη από κακόβουλες επιθέσεις, το δίκτυο από επιθέσεις DenialofService (DoS) μέσω λανθασμένων ή εσφαλμένων πακέτων IP. και προστατεύουν τους χρήστες από εξωτερικές επιθέσεις μέσω λανθασμένων ή εσφαλμένων δεδομένων HTTP.
- Δρομολογητές δικτύου: παρέχουν συνδεσιμότητα σε τοπικούς και εξωτερικούς παρόχους υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP).

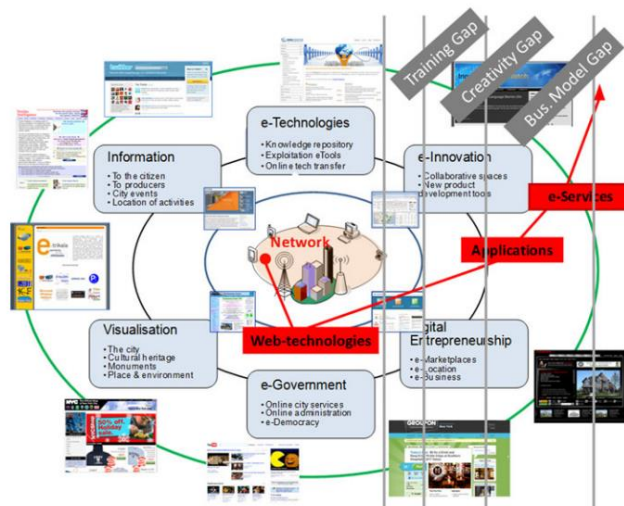
Σύμφωνα με τους Yaqoob, et al (2017) & Dobrilovic (2018) τα δίκτυα των έξυπνων πόλεων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- **To WPAN** το οποίο βασίζεται στο IEEE 802.15 χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση των συσκευών στους ατομικούς χώρους εργασίας. Το ZigBee και το Bluetooth είναι μερικά παραδείγματα τεχνολογίας που βασίζεται σε WPAN.
- **To WLAN** συνδέει δύο ή περισσότερες συσκευές μεταξύ τους χρησιμοποιώντας την μέθοδο ασύρματης διανομής, ορθογώνια πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (OFDM), σε μικρή εμβέλεια (π.χ. έξυπνο σπίτι και έξυπνη στάθμευση). Τα πρότυπα IEEE 802.11 ορίζουν τις περισσότερες τεχνολογίες WLAN και είναι γνωστές ως WiFi.
- **To WMAN** προορίζεται να καλύψει μεγάλες περιοχές όσον αφορά τη συνδεσιμότητα (εύρος περίπου στο μέγεθος μιας πόλης). Τα WMAN είναι δίκτυα από σημείο σε σημείο ή από σημείο σε πολλά σημεία με μεμονωμένους συνδέσμους. Ένα WMAN ανήκει

συνήθως σε μια οντότητα, όπως έναν πάροχο υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP), μια κυβέρνηση ή μια επιχείρηση. Η πρόσβαση σε ένα WMAN γίνεται μόνο μέσω της εγγραφής στην υπηρεσία. Τα πρότυπα IEEE 802.16 ορίζουν διάφορες τεχνολογίες για WMAN, και το WiMAX είναι ένα από τα παραδείγματά του.

Η ευρυζωνική συνδεσιμότητα είναι αναμφισβήτητο το πιο σημαντικό τεχνολογικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων, λειτουργώντας ως η ραχοκοκαλιά επικοινωνίας για τη συλλογή και τη μεταφορά των δεδομένων της πόλης, επιτρέποντας συνεχή δικτύωση και υποστήριξη των «έξυπνων» λειτουργιών της πόλης. Καθώς, οι τεχνολογίες γίνονται πιο προσιτές και το αστικό περιβάλλον οργανώνεται ευρέως με αισθητήρες και ροές δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, το IoT γίνεται πραγματικότητα και εάν σε αυτά προστεθεί η αυξανόμενη τάση των ανθρώπων και των κοινοτήτων να καταγράφουν τα προσωπικά τους δεδομένα και τις δραστηριότητες τους, συλλέγεται ένας τεράστιος όγκος δεδομένων.

Σύμφωνα με τους Κομνηνό και Τσαρχόπουλο (2012), η δημιουργία ενός ψηφιακού χώρου πάνω από τις έξυπνες πόλεις μπορεί να αναπαρασταθεί με τέσσερις ομόκεντρους δακτυλίους, ο καθένας από τους οποίους έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και λειτουργικότητα. Στο κέντρο είναι τα ευρυζωνικά δίκτυα, η ενσύρματη και ασύρματη υποδομή και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που επιτρέπουν την επικοινωνία και τη συνδεσιμότητα διαφόρων συσκευών. Στη συνέχεια έρχεται ένας κύκλος τεχνολογιών Ιστού που επιτρέπουν την επεξεργασία δεδομένων, την επεξεργασία, την οπτικοποίηση και τη διαδικτυακή συνεργασία. Ο τρίτος δακτύλιος αποτελείται από εφαρμογές σε διαφορετικούς τομείς της πόλης, που σχετίζονται με την οικονομία, τις υποδομές και τις υπηρεσίες κοινής ωφέλειας της πόλης, την ποιότητα ζωής των πολιτών και τη διακυβέρνηση της πόλης. Ο εξωτερικός δακτύλιος αντιπροσωπεύει τις ηλεκτρονικές υπηρεσίες, δηλαδή τον περιορισμένο αριθμό εφαρμογών που υιοθετούνται στην πραγματικότητα από την αγορά και προσφέρονται ως υπηρεσία σε τακτική βάση. Κατά την ανάπτυξη αυτού του πολύπλοκου ψηφιακού οικοδομήματος, πρέπει να αντιμετωπιστούν ορισμένες κρίσιμες προκλήσεις.



Εικόνα 14 Η ψηφιακή χωρικότητα των πόλεων: Τέσσερις δακτύλιοι και τρία κενά (Κομνηνός και Τσαρχόπουλος, 2012)

Είναι κατανοητό πως κατά την ανάπτυξη ενός τέτοιου πολύπλοκου ψηφιακού οικοδομήματος, υπάρχουν κρίσιμες προκλήσεις οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν και οι οποίες συνδέονται με την τεχνολογία ως κρίσιμο παράγοντα. Καταρχήν, οι αποφάσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δικτύου πρέπει να εξισορροπούν το κόστος και τα οφέλη. Δυσκολίες αναφορικά με την ενοποίηση διαφορετικών πληροφοριακών συστημάτων τα οποία ενδεχόμενος θα πρέπει να εκσυγχρονιστούν. Περιορισμοί που σχετίζονται με τον προϋπολογισμό και το υψηλό κόστος σε επενδύσεις υλικού και λογισμικού ΤΠΕ. Έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού. Το κενό ψηφιακών δεξιοτήτων αφορά την ικανότητα των πολιτών και των εταιρειών να κυριαρχούν στις τεχνολογίες Ιστού και να προσφέρουν λύσεις μέσω του διαδικτύου. Και φυσικά απαιτούνται συχνές ενημερώσεις των συστημάτων και των υποδομών για την προσθήκη νέων τεχνολογικών καινοτομιών χωρίς τους ανωτέρω περιορισμούς.

4.2 Ευρυζωνικές Τεχνολογίες δικτύωσης

4.1.1 Τι είναι η ευρυζωνικότητα

Ο όρος ευρυζωνικότητα (Broadband) περιγράφει ένα περιβάλλον, εφικτό, καινοτόμο και προηγμένο, τόσο από κοινωνική και οικονομική όσο και από τεχνολογική άποψη, το οποίο αποτελείται από:

- Την παροχή σε υψηλές ταχύτητες και σε ανταγωνιστικές τιμές των συνδέσεων στο Διαδίκτυο, χωρίς εγγενείς περιορισμούς στα συστήματα μετάδοσης και τον τερματικό

εξοπλισμό των επικοινωνούντων άκρων, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού.

- ο Την κατάλληλη δικτυακή υποδομή που: α) επιτρέπει την κατανομημένη ανάπτυξη υπαρχόντων και μελλοντικών δικτυακών εφαρμογών και πληροφοριακών υπηρεσιών, β) δίνει τη δυνατότητα αδιάλειπτης σύνδεσης των χρηστών σε αυτές γ) ικανοποιεί τις εκάστοτε ανάγκες των εφαρμογών σε εύρος ζώνης, αναδραστικότητα και διαθεσιμότητα και δ) έχει την ικανότητα της συνεχούς αναβάθμισης με μικρό επιπλέον κόστος ώστε να συνεχίζει την ικανοποίηση των αναγκών, όπως αυτές αυξάνουν και μετεξελίσσονται με ρυθμό και κόστος που επιτάσσονται από την πρόοδο της πληροφορικής και της τεχνολογίας επικοινωνιών.
- ο Τη δυνατότητα του πολίτη να μπορεί να επιλέγει α) ανάμεσα σε εναλλακτικές προσφορές σύνδεσης που ταιριάζουν στον εξοπλισμό του, β) μεταξύ διαφορετικών δικτυακών εφαρμογών και γ) μεταξύ διαφόρων υπηρεσιών που αφορούν την πληροφόρηση και την ψυχαγωγία, με ενδεχόμενη συμμετοχή του ίδιου του πολίτη στην παροχή περιεχομένου, εφαρμογών και υπηρεσιών.
- ο Τέλος από το κατάλληλο ρυθμιστικό πλαίσιο το οποίο αποτελείται από πολιτικές, μέτρα, άμεσες και έμμεσες παρεμβάσεις, πρωτοβουλίες, αναγκαίες για την ενδυνάμωση της καινοτομίας, την προστασία του ανταγωνισμού και την εγγύηση σοβαρής ισορροπημένης οικονομικής ανάπτυξης ικανής να προέλθει από τη γενικευμένη συμμετοχή στην Ευρυζωνικότητα και την Κοινωνία της Πληροφορίας (Μπούρας 2009).

Οι ευρυζωνικές υπηρεσίες βρίσκουν εφαρμογή σε τομείς όπως η υγεία, η δημόσια διοίκηση και η παιδεία, παίζοντας καταλυτικό ρόλο στην βελτίωση της καθημερινής ζωής και την αντιμετώπιση των αναγκών των πολιτών και δημιουργώντας νέους ορίζοντες για την οικονομία και την εξέλιξη της κοινωνίας, οικοδομώντας την Κοινωνία της Πληροφορίας.

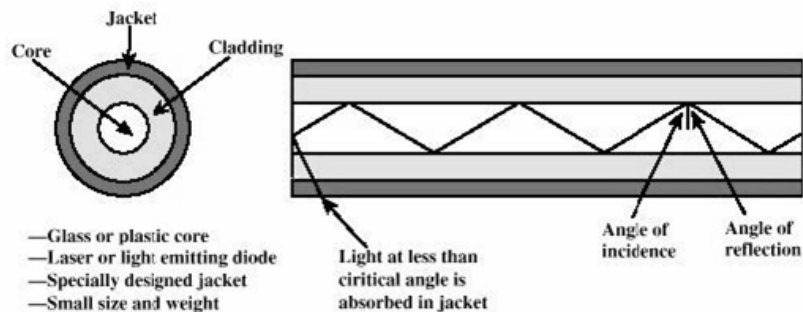
Οι Ευρυζωνικές συνδέσεις, σχετίζονται με την ικανότητα μεταφοράς μεγάλου όγκου πληροφορίας μεταξύ συστημάτων που επικοινωνούν και τελικών χρηστών και οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη και την υλοποίηση των ευρυζωνικών δικτύων διακρίνονται κατά κύριο λόγο σε **ενσύρματες** και **ασύρματες**. Αναφορικά με τις ενσύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες γίνεται χρήση κυρίως οπτικών ινών και ασυμμετρικών τεχνολογιών πρόσβασης ενώ στις ασύρματες ευρυζωνικές τεχνολογίες χρησιμοποιούνται οι τεχνολογίες WiFi, WiMAX και τα δίκτυα κινητής 4^{ης} (4G) και 5^{ης} (5G) γενιάς.

4.1.2 Ενσύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες

Οπτικές Ίνες και Δίκτυα Οπτικών Ίνών

Μια οπτική ίνα αποτελείται από μία δέσμη γυάλινων νημάτων (fibers) λεπτές όσο μια ανθρώπινη τρίχα, κάθε μία από τις οποίες είναι ικανή να μεταδίδει μηνύματα διαμορφωμένα σε κύματα φωτός. Ουσιαστικά δεν είναι παρά κυλινδρικοί διηλεκτρικοί κυματοδηγοί που λειτουργούν στις συχνότητες της οπτικής περιοχής του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Μια τυπική οπτική ίνα αποτελείται από τρεις ομόκεντρους κυλίνδρους διηλεκτρικού υλικού.

Στο κέντρο της ίνας βρίσκεται ο πυρήνας (core) που μπορεί να είναι πυρίτιο, γυαλί ή πλαστικό υψηλού δείκτη διάθλασης. Ο πυρήνας περιβάλλεται από υλικό χαμηλότερου δείκτη διάθλασης, το μανδύα ή περίβλημα (cladding). Το φως εγκλωβίζεται στον πυρήνα και διαδίδεται κατά μήκος της ίνας. Ο πυρήνας στην πραγματικότητα μεταφέρει το φως, ενώ το περίβλημα της ίνας ανακλά το φως πίσω στον πυρήνα. Η εξωτερική περιοχή της ίνας καλείται απομονωτής (buffer) ο οποίος είναι τυπικά ένα πλαστικό υλικό το οποίο παρέχει προστασία και διατηρεί την αντοχή του γυαλιού της ίνας (Ευθυμίου, 2011).



Εικόνα 15 Σύνθεση οπτικής ίνας

Τα πιο σημαντικά είδη οπτικών ινών είναι τα εξής :

Μονότροπη (single mode): Οι μονότροπες (single-mode) οπτικές ίνες έχουν συνήθως διάμετρο πυρήνα περίπου 10 μm , διαδίδουν μόνο με έναν τρόπο και είναι κατάλληλες για μεγάλες αποστάσεις. Οι μονότροπες οπτικές ίνες, σε αντίθεση με τις πολύτροπες δεν διαχέουν τη δέσμη φωτός αλλά απαιτούν συγκέντρωση φωτός μεγάλης έντασης σε πυρήνα μικρής διαμέτρου, γεγονός που απαιτεί τη χρήση Laser. Τα μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται είναι τα 1310 nm και τα 1550 nm.

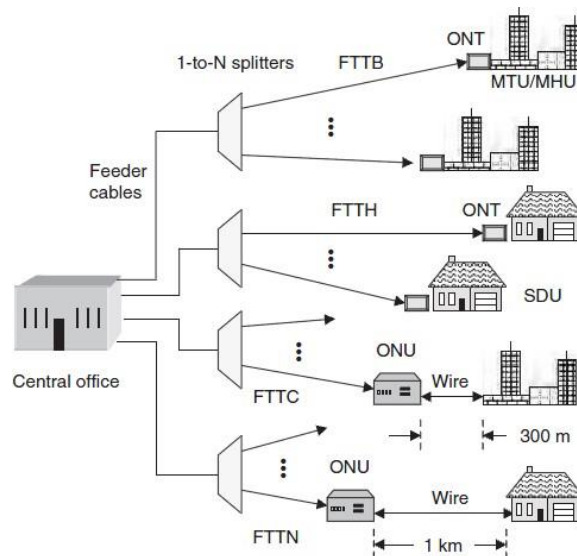
Πολύτροπη (multimode): Οι Πολύτροπες οπτικές ίνες έχουν συνήθως διάμετρο πυρήνα περίπου 50 - 100 μm , διαδίδουν με πολλούς τρόπους και είναι κατάλληλες για μικρές αποστάσεις και μικρούς ρυθμούς δεδομένων. Ο σχεδιασμός τους επιβάλλει τη χρήση τους σε συνδυασμό με πηγές LED με μήκος κύματος 850nm (Μπούρας, 2009, Ευθυμίου, 2011).

Στα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών περιλαμβάνονται:

- Το χαμηλό κόστος παραγωγής
- Το μεγάλο εύρος Ζώνης
- Η χαμηλή εξασθένηση του σήματος
- Η αναισθησία σε Η/Μ παρεμβολές
- Η προστασία από πιθανές υποκλοπές.

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται κυρίως για την υλοποίηση ευρυζωνικού δικτύου κορμού και διανομής, τόσο σε τοπικά όσο και σε ευρεία δίκτυα, καθώς είναι μια τεχνολογία που μπορεί να υποστηρίξει την μετάδοση δεδομένων με πολύ υψηλούς ρυθμούς. Για τον σχεδιασμό των οπτικών δικτύων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τεχνολογίες που θα προσφέρουν πολύ μεγάλο διαθέσιμο εύρος ζώνης, υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων και χαμηλό κόστος εγκατάστασης και αναβάθμισης. Με γνώμονα τα παραπάνω δημιουργήθηκε μια οικογένεια αρχιτεκτονικών που ονομάζεται FTTx, όπου το 'x' παριστάνει τις διάφορες επιλογές όσον αφορά τον αριθμό των συνδρομητών που μοιράζονται το τελευταίο τμήμα της καλωδίωσης, όσο και το βαθμό προσέγγισης του συνδρομητή με οπτική ίνα. Με τον όρο FTTx εννοούμε ότι η οπτική ίνα φτάνει σε κάποιο σημείο του δικτύου πέρα από το central office (CO) του τηλεπικοινωνιακού πάροχου.

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζονται οι διάφορες παραλλαγές των αρχιτεκτονικών FTTx σε σχέση με το τελικό σημείο όπου καταλήγει η ίνα:



Εικόνα16 FTTx - Fiber-To-The-x

FTTx - Fiber-To-The-x	Περιγραφή
FTTB – FiberTo The Business	Το τελικό σημείο της οπτικής ίνας βρίσκεται σε μια επιχείρηση.
FTTB – FiberTo The Building	Η ίνα φτάνει στο όριο του κτηρίου.
FTTC – FiberTo The Curb	Η οπτική ίνα τερματίζεται σε μια καμπίνα στο δρόμο, λιγότερο από 300 μέτρα από το κτήριο, με την τελική σύνδεση να είναι συνήθως χάλκινα καλώδια.
FTTC – FiberTo The Cabinet	Οπτική ίνα μέχρι την καμπίνα.
FTTH – FiberTo The Home	Η οπτική ίνα τερματίζεται εντός του καθαυτού χώρου διαμονής ή εργασίας του χρήστη.
FTTN – FiberTo The Node	Οπτική ίνα μέχρι τον κόμβο.
FTTN – FiberTo The Neighborhood	Οπτική ίνα μέχρι τη γειτονιά.
FTTO – FiberTo The Office	Οπτική ίνα μέχρι το γραφείο.
FTTP – FiberTo The Premises	Οπτική ίνα μέχρι τα όρια ενός κτίσματος: Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται σαν γενικός όρος για τα FTTH και FTTB.

Πίνακας 2 Αρχιτεκτονικές FTTx Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Τεχνολογίες xDSL

Ο όρος DSL (Digital Subscriber Line) αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems. Το DSL ως τεχνολογία χρησιμοποιείται για τη γρήγορη και ασφαλή μετάδοση και επεξεργασία δεδομένων εκτελώντας με επιτυχία απομακρυσμένη σύνδεση και μετάδοση δεδομένων υψηλών διαστάσεων, γρήγορα, εύκολα και οικονομικά (Μπούρας, 2009).

Ένα DSL αποτελείται από ένα ζεύγος μόντεμ που συνδέονται στο άκρο μιας χάλκινης γραμμής. Χρησιμοποιείται για τη συμπίεση δεδομένων υψηλής ταχύτητας που πηγαίνουν από το σημείο A στο σημείο B κατά μήκος του χάλκινου σύρματος. Τα αμφίδρομα δεδομένα αποστέλλονται με DSL μόντεμ. Με άλλα λόγια, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, η ροή δεδομένων είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση, ενώ οι ψηφιακές συνδρομητικές γραμμές χωρίζονται σε συμμετρικές και ασύμμετρες.

Επειδή η τεχνολογία DSL χρησιμοποιεί ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, είναι δυνατό να έχουμε φωνή και δεδομένα ταυτόχρονα με τη χρήση μίας χάλκινης σύνδεσης. Η φωνητική κλήση θα αποστέλλεται κανονικά μέσω του φάσματος 0-40 kHz και τα δεδομένα θα αποστέλλονται χρησιμοποιώντας υψηλότερες συχνότητες. Η χωρητικότητα δεδομένων του xDSL σε ένα φυσικό δίκτυο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως είναι, η εξασθένιση σήματος σε ζεύγη χαλκού και οι παρεμβολές με άλλα ζεύγη χαλκού σε χρήση. Η συντομογραφία xDSL ορίζει την τεχνολογία ως σύνολο με αρκετές παραλλαγές DSL όπως οι ADSL, RADSL, HDSL, SDSL και VDSL λόγω της ύπαρξης πολλών διαφορετικών με χαρακτηριστικών όπως η τεχνική, η απόσταση, ο αριθμός χρησιμοποιημένων ζευγών καλωδίων, η μεταφόρτωση, το εύρος ζώνης και η ταχύτητα (Esogut,2017).

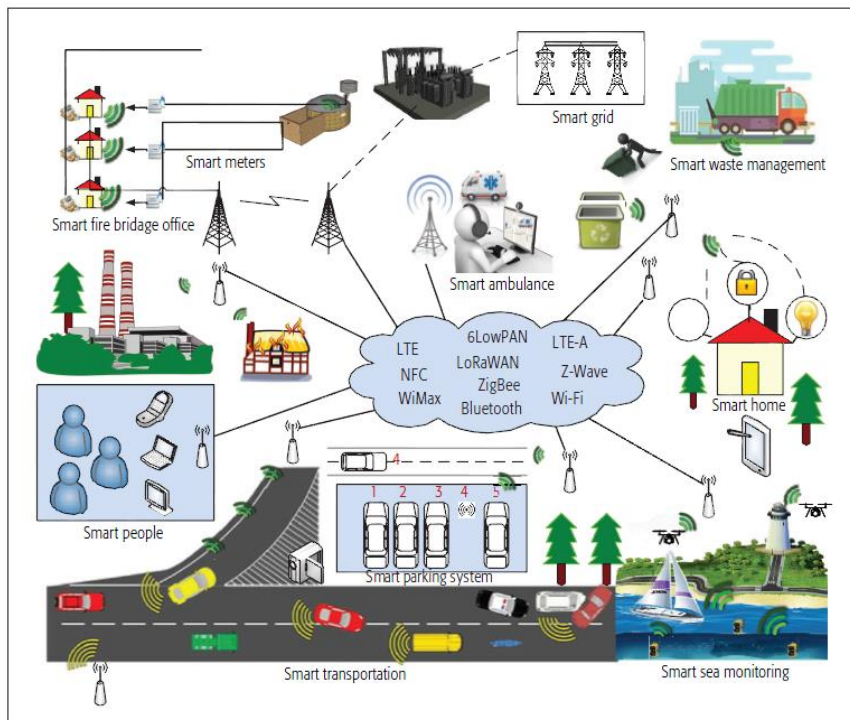
Η ADSL είναι η δημοφιλέστερη τεχνολογία διότι επιτρέπει ασύμμετρη μεταφορά δεδομένων, με μεγαλύτερη ταχύτητα στην λήψη δεδομένων, ανταποκρινόμενη στον τρόπο χρήσης του Διαδικτύου από τους χρήστες το οποίο την καθιστά την κατάλληλη λύση πρόσβασης και σύνδεσης στο Διαδίκτυο.

Types of xDSL	Data path download/upload	Distance	Scope of applications
ADSL	1.5-9 Mbps 64 Kbps-900Kbps	5.5 km	It is used for internet, web access, motion picture, video on demand and remote local network access. It needs a splitter. It is asymmetrical. It uses a pair of copper wires (two wires). It is suitable for small and medium sized home and businesses.
ADSL Lite	256 Kbps-1.544 Mbps 512 Kbps	5.5 km	Can be used by ADSL users. It does not need a splitter. It is asymmetrical.
HDSL	1.544 Mbps 2.048 Mbps	3-4 km	Service between the server and the telephone company. Used for WAN, LAN, server access. It is symmetrical. Two double copper wires (4 wires).
SDSL	256 Kbps-2.3 Mbps 256 Kbps-2.3 Mbps	4-5 km	Suitable for businesses. It is symmetrical. A pair of copper wires (two wires).
VDSL	13 Mbps-52 Mbp 6 Mbps-26 Mbps	300m-1 km	It is used in applications where very high speed is required. Ex: TV broadcast, HDTV. It is symmetrical.
SHDSL	2.31 Mbps-4.6 Mbps 2.31 Mbps-4.6 Mbps	6 km	Same as HDSL but only needs one twisted line. It is symmetrical. A pair of copper wires (two wires).
RADSL	32 Kbps-9 Mbps 32 Kbps-1.5 Mbps	3.5-5.5 km	It is used for internet access, video broadcast, LAN access. Similar to ADSL. He needs a splitter. This technology is compatible with the line. It is asymmetrical. A pair of copper wires (two wires). Audio, data, multimedia, custom video.
IDSL	128 Kbps-144 Kbps 128 Kbps-144 Kbps	5.5 km	This only allows data transmission. Voice conversation can not be made on the same line. It is symmetrical. Suitable for home and small-scale businesses.

Πίνακας 3 Σύγκριση Τεχνολογιών xDSL (Esogut, 2017).

4.1.3 Ασύρματες Ευρυζωνικές Τεχνολογίες

Οι ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας και οι εφαρμογές για τις έξυπνες πόλεις βασίζονται κυρίως στις τεχνολογίες των WiFi, Bluetooth, ZigBee, NFC, Z-Wave, LoRaWAN, και 6LoWPAN με περιορισμούς αναφορικά με την απόδοση και το εύρος μετάδοσης τους. Την εμφάνιση τους βεβαίως έχουν κάνει και οι προηγμένες τεχνολογίες όπως το WiMAX, LTE και LTE-A (που στοχεύει στην αύξηση της κάλυψης εύρους ζώνης χρησιμοποιώντας τεχνολογία small cells), οι οποίες όμως απαιτούν υψηλή κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 17 τεχνολογίες επικοινωνίας για έξυπνες πόλεις (Yaqoob, 2017)

Οι μελλοντικές και αναδυόμενες τεχνολογίες δικτύωσης και επικοινωνίας όπως η ασύρματη δικτύωση καθορισμένη από λογισμικό (SDWN), η εικονικοποίηση λειτουργιών δικτύου (NFV), η επικοινωνία ορατού φωτός (VLC), τα γνωστικά ραδιοδίκτυα (CRN), η πράσινη επικοινωνία (GC), 6LoWPAN, Thread (IP-based IPv6 networking protocol), Sigfox, Neul και NFC, μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ενεργοποίηση της συνδεσιμότητας στις έξυπνες πόλεις. Μεταξύ αυτών των τεχνολογιών, ορισμένες από αυτές, όπως οι SDWN, NFV, CRN και GC, είναι τεχνολογίες ενεργοποίησης (που δεν έχουν ρυθμό δεδομένων, εύρος επικοινωνίας κ.λπ.) και είναι ξεχωριστές από τα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Στόχος των μελλοντικών και αναδυόμενων τεχνολογιών είναι να επιτρέψουν την επικοινωνία δεδομένων υψηλού ρυθμού, την καλύτερη υποδομή δικτύωσης, τη χαμηλή εξασθένιση σήματος, την αποτελεσματική χρήση φάσματος, την υψηλή επεκτασιμότητα, την υψηλή κάλυψη, το χαμηλό κόστος, την ευρωστία, την υψηλή αυθεντικοποίηση και τους ευέλικτους μηχανισμούς κρυπτογράφησης. Επιπλέον, Οι τεχνολογίες πέμπτης γενιάς (5G) μπορούν επίσης να παρέχουν πολυάριθμα οφέλη, όπως 10 φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα από άλλες, αναμενόμενη ταχύτητα έως 1 Gb/s, παγκόσμια προσβασιμότητα και χαμηλότερο κόστος. Αυτές οι αναδυόμενες τεχνολογίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές εφαρμογές έξυπνων πόλεων, όπως το έξυπνο σπίτι, η έξυπνη βιομηχανία και το Smart Grid, για να αναφέρουμε μερικά (Yaqoob et al.2017).

Οι σύγχρονες τεχνολογίες επικοινωνίας όπως οι WLAN (WiFi), WiMAX, LTE, LTE-A, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave και LoRaWAN επιτρέπουν τη συνδεσιμότητα μεταξύ ετερογενών έξυπνων συσκευών. Το πρότυπο IEEE 802.11 καθορίζει τις τεχνολογίες και προσφέρει αρκετές διαφορετικές εκδόσεις. Επιπλέον, το WiMAX (IEEE 802.16), το LTE (3GPP) και το LTE-A (3GPP) παρέχουν επίσης φορητή ευρυζωνική συνδεσιμότητα κινητής τηλεφωνίας μεταξύ των πόλεων. Το Bluetooth (802.15.1) και το Zigbee (802.15.4) θεωρούνται τεχνολογίες επικοινωνίας χαμηλής εμβέλειας και πιο κατάλληλες για προσωπικές εφαρμογές που βασίζονται σε δίκτυα περιοχής. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περισσότερες εφαρμογές έξυπνων πόλεων, όπως Smart Grid, έξυπνος φωτισμός, έξυπνα σπίτια, έξυπνη παρακολούθηση της υγείας και έξυπνες μεταφορές.

Communication technology	Standard/ governing bodies	Frequency	Range (approximately)	Data rates	Topology
Bluetooth	IEEE 802.15.1	2.4 GHz	1–100 m	1 Mb/s	Point-to-point
Z-Wave	–	900 MHz	100 m	9.6–100 kb/s	Star, cluster, mesh
ZigBee	IEEE 802.15.4	2.4 GHz	10–20 m	25 kb/s	Mesh
LoRaWAN	LoRa Alliance	867–869 MHz (Europe)	2–5 km	290 b/s–50 kb/s	Star
WiFi	IEEE 802.11 (a/b/g/n)	2.4 GHz, 3.6 GHz, 4.9 GHz, 5 GHz, 5.9 GHz	100 m	1–54 Mb/s	Star
WiMAX	3GPP	3.5 GHz	50 km	75 Mb/s	Point-to-multipoint, mesh
LTE	3GPP	2.5 GHz, 5 GHz, 10 GHz	30 km	300 Mb/s(DL), 75 Mb/s(UL)	Star
LTE-A	3GPP	2.5 GHz, 5 GHz, 10 GHz, 15 GHz, 20 GHz	30Km	1Gb(DL), 500Mb/s(UL)	Point-to-point

Πίνακας 4 Σύγκριση σύγχρονων τεχνολογιών επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται σε έξυπνες πόλεις (Yaqoob, 2017)

Πρότυπα ασύρματης τεχνολογίας IEEE

Οι ασύρματες τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία σύνδεσης μεταξύ διαφορετικών συσκευών. Τα κοινά χρησιμοποιούμενα πρότυπα για ασύρματες τεχνολογίες στις έξυπνες πόλεις ονομάζονται IEEE 802.11, IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.3, IEEE 802.15.4, IEEE 802.15.6 και IEEE 802.16. Το IEEE 802.11 θέτει το πλαίσιο για μια προτυποποιημένη ασύρματη δικτυακή επικοινωνία ευρείας ζώνης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές εφαρμογές έξυπνων πόλεων, όπως οι έξυπνες μεταφορές, τα έξυπνα σπίτια και έξυπνη διαχείριση απορριμμάτων. Από την άλλη πλευρά, τα πρότυπα IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.3, το IEEE 802.15.4 και το IEEE 802.15.6 έχουν σχετικά μικρότερη κάλυψη από το IEEE 802.1 και είναι πιο κατάλληλα για έξυπνες εφαρμογές παρακολούθησης της υγείας και του έξυπνου φωτισμού. Το πρότυπο

IEEE 802.16 ορίζει διάφορες τεχνολογίες που υποστηρίζουν επικοινωνία μεγάλης εμβέλειας, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο Smart Grid (Μπούρας, 2017).

WI-FI και IEEE 802.11

Ο όρος WiFi (Wireless Fidelity) δημιουργήθηκε τον Ιούνιο του 1997 και έχει επικρατήσει για τον χαρακτηρισμό των ευρυζωνικών ασύρματων δικτύων υψηλής συχνότητας τα οποία είναι βασισμένα στο πρότυπο 802.11 της ομάδας εργασίας του IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών).

Αποτελεί το πρώτο πρότυπο για ασύρματη δικτύωση και ακολουθείται από τα περισσότερα ασύρματα δίκτυα μέχρι και σήμερα, θέτοντας το πλαίσιο για μια προτυποποιημένη ασύρματη δικτυακή επικοινωνία ευρείας ζώνης. Είναι εύκολο στην υλοποίηση του με χαμηλό κόστος τόσο για τον χρήστη όσο και για τον σταθμό βάσης, προσφέροντας παράλληλα ένα σύνολο χαρακτηριστικών τα οποία μπορούν να εγγυηθούν την ασφάλεια ταυτοποίησης του χρήστη αλλά και ασφαλή μετάδοση (Μπούρας, 2017).

Η τεχνολογία WiFi έχει προσαρμοστεί ευρέως στην κοινωνία, αλλά δεν είναι κατάλληλη για περιβάλλοντα όπου είναι συνδεδεμένος ένας μεγάλος αριθμός συσκευών μεταξύ τους όπως στην περίπτωση των έξυπνων πόλεων (Khoron et al.2015). Στόχος είναι ο σχεδιασμός ενεργειακά αποδοτικών πρωτόκολλων και ενίσχυση του σήματος, για επέκταση της περιοχής εφαρμογής του 802.11 ώστε να επιτρέπεται σε χιλιάδες συσκευές να λειτουργούν στην ίδια περιοχή, τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους.

WiMAX

Το WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), είναι μια παρόμοια με αυτής του WiFi τεχνολογία ευρυζωνικής ασύρματης πρόσβασης, την οποία το 2003 η IEEE υιοθέτησε ως πρότυπο 802.16, για την ικανοποίηση των απαιτήσεων ασύρματης πρόσβασης ευρείας ζώνης. Αρχικά, παρείχε ρυθμούς μετάδοσης έως και 72 Mbps στον αέρα, αλλά οι σύγχρονες εκδόσεις με χρήση πολλαπλών κεραιών και καναλιών αγγίζουν το 1 Gbps σε στατικούς χρήστες και μια σημαντική διαφορά του σε σχέση με το πρότυπο IEEE 802.11 είναι ότι το 802.16 μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε συνθήκες μη οπτικής επαφής φυσικά με ρυθμούς μετάδοσης πολύ χαμηλότερους των 50Mbps. Χρησιμοποιεί την διαμόρφωση OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) και είναι σχεδιασμένη κυρίως για την κάλυψη

συνδέσεων point to multipoint (PTM) αλλά και για point to point (PTP) συνδέσεις, ενώ λειτουργεί σε μια ευρεία μπάνα συχνοτήτων η οποία εκτείνεται από 2 ως 66 GHz.

Οι κυριότερες χρήσεις της τεχνολογίας είναι οι εξής:

- **Δίκτυο κορμού στα κυβελωτά συστήματα κινητής τηλεφωνίας.** Αποτελεί μια οικονομική επιλογή σε σύγκριση με την οπτική ίνα ενώ εξασφαλίζει ταυτόχρονα αξιοπιστία και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης που απαιτούν τα δίκτυα κορμού των κινητών δικτύων επικοινωνιών.
- **Broadband on Demand.** Η τεχνολογία WiMax με τους υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων που παρέχει, επιτυγχάνει τη χρήση της τεχνολογίας για εφαρμογές πραγματικού χρόνου.
- **Παροχή κάλυψης σε περιοχές που δεν είναι δυνατή κάλυψη με χρήση οπτικής ίνας ή χαλκού.**

Πλεονεκτήματα του WiMAX:

- Καλύπτει ευρείες γεωγραφικές περιοχές με μεγάλο αριθμό χρηστών κρατώντας χαμηλό το κόστος
- Θεωρείται από τις καλύτερες λύσεις για το τηλεπικοινωνιακό last mile
- Η δυναμική προσαρμοστική διαμόρφωση (Dynamic Adaptive Modulation) επιτρέπει στο σταθμό βάσης να επιλέξει το ρυθμό μετάδοσης ανάλογα με την απόσταση
- Ευελιξία και επεκτασιμότητα
- Μείωση εξόδων εγκατάστασης

Μειονεκτήματα του WiMAX:

- Παρεμβολή ραδιοσυχνοτήτων (interference)
- Τοποθέτηση υποδομής

ZigBee

Το ZigBee είναι ένα τυπικό πρωτόκολλο δικτύου που χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες μεταφοράς του δικτύου IEEE802.15.4 και αναπτύχθηκε από την ένωση εταιριών ZigBee. Το ZigBee είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα πρότυπα δικτύου ασύρματων αισθητήρων με χαμηλή ισχύ, χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων, χαμηλό κόστος και σύντομη χρονική καθυστέρηση,

απλό στην ανάπτυξη και παρέχει ισχυρή ασφάλεια και υψηλή αξιοπιστία δεδομένων. Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα του είναι τα εξής:

- Υποστηρίζει μεγάλο αριθμό κόμβων
- Εύκολο στην εγκατάσταση
- Ασφαλές
- Χαμηλό κόστος
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως
- Δυνατότητα αναβάθμισης Υλικού και Λογισμικού από απόσταση
- Χαμηλή κατανάλωση ισχύος (ικανότητα λειτουργίας με μπαταρίες)
- Χαμηλή συντήρηση
- Ασφάλεια βάσει προτύπων [AES128]

Το ZigBee μπορεί να υλοποιηθεί πολύ καλύτερα απ' ό τι το Bluetooth σε στατικά και δυναμικά δίκτυα αστέρα και πλέγματος (star and mesh networks) με χαμηλό κύκλο λειτουργίας και μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας. Η ισχύς που απαιτείται για το ZigBee είναι πολύ μικρή, στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιεί 1 mW (ή λιγότερη ισχύ) αλλά μπορεί να παρέχει εμβέλεια έως 150 μέτρα σε εξωτερικό χώρο η οποία επιτυγχάνεται με την τεχνική (DSSS). Λειτουργεί στα 868 MHz (Ευρώπη), 915 MHz (Βόρεια Αμερική και Αυστραλία) και 2,4 GHz (διαθέσιμο παγκοσμίως) ζώνη ISM με έως 20kbps, 40kbps και Ρυθμό δεδομένων 250 kbps αντίστοιχα (Kumaretal,2013).

Η τεχνολογία 5G στις έξυπνες πόλεις



Εικόνα 18 Πηγή: Deloitte

Το δίκτυο 5G, ως η πιο πρόσφατη τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας με εξαιρετικά υψηλή ταχύτητα, εξαιρετικά χαμηλή καθυστέρηση και μαζική συνδεσιμότητα, είναι βέβαιο ότι θα έχει βαθύ αντίκτυπο στις έξυπνες πόλεις. Με το πανταχού παρόν δίκτυο αισθητήρων (USN) που βασίζεται στο 5G, το Διαδίκτυο των Αντικειμένων μπορεί να γίνει πραγματικότητα σε έξυπνες πόλεις, όπου οι άνθρωποι, οι μηχανές και τα αντικείμενα είναι εξαιρετικά ενσωματωμένα. Όταν συνδυάζεται σε βάθος με τεχνολογίες επόμενης γενιάς όπως το cloud, τα μεγάλα δεδομένα (bigdata), AI και IoT, το δίκτυο 5G μπορεί να καταναίμει ευέλικτα τους πόρους δικτύου σε διαφορετικά σενάρια χρήσης, ώστε να καλύψει τις ανάγκες για διαφοροποιημένες υπηρεσίες δικτύου σε μια έξυπνη πόλη.

Ως αναβάθμιση σε υπάρχον δίκτυο επικοινωνίας, το δίκτυο 5G θα καλύψει τις ανάγκες της έξυπνης πόλης για εφαρμογές που απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης και χαμηλή καθυστέρηση στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, δίνοντας τη δυνατότητα μαζικής σύνδεσης μικρών αισθητήρων χαμηλού κόστους, οι οποίοι θα παρέχουν βασική εγγύηση για αποφάσεις που βασίζονται στην λήψη δεδομένων και διακυβέρνηση μεγάλης κλίμακας. Όσο οι ΤΠΕ αναπτύσσονται σε όλο τον κόσμο, τεχνολογίες κλειδί όπως το δίκτυο 5G, το IoT, το cloud computing, ανάλυση μεγάλων δεδομένων και επόμενη γενιά συστημάτων γεωπληροφοριών, εφαρμόζονται σε πραγματικές εφαρμογές και καινοτόμα μοντέλα διαχείρισης, φέρνοντας περισσότερες δυνατότητες για τις έξυπνες πόλεις.

Κατά την κατασκευή έξυπνων πόλεων, οι υποδομές δικτύου αντιμετωπίζουν πολλές απαιτήσεις όσον αφορά το εύρος ζώνης, την κάλυψη του δικτύου και την ταχύτητα. Εκτός από τη φυσική υποδομή, το δίκτυο επικοινωνίας θεωρείται συχνά ως μια άλλη σημαντική υποδομή στο έξυπνο σχέδιο πόλης. Με την εμφάνιση της νέας τεχνολογίας 5G, πολλές χώρες αναβαθμίζουν ενεργά τα δίκτυά τους, ελπίζοντας να οδηγήσουν σε πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων μέσω της εμπορικής του ανάπτυξης. Πλέον η σταθερή γραμμή ευρυζωνικού δικτύου και το δίκτυο 4G μόνο για τη μετάδοση δεδομένων, δεν θα μπορεί να ανταποκριθεί στις ανάγκες της μελλοντικής έξυπνης πόλης, δεδομένων των μειονεκτημάτων τους όπως η υψηλή εγκατάσταση και το κόστος αντικατάστασης, η χαμηλή ευελιξία, το χαμηλό εύρος ζώνης ασύρματου δικτύου και η μεγάλη καθυστέρηση (latency).

Οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς, με τις δυνατότητές του δικτύου 5G, των BigData και του cloud computing, διαδραματίζουν έναν αναντικατάστατο ρόλο στην κατασκευή της υποδομής των έξυπνων πόλεων. Δεδομένων των προκλήσεων στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς πρέπει να λάβουν υπόψη τους, πως θα παρέχουν αποτελεσματικά

δικτυακές υποδομές και υπηρεσίες συνδεσιμότητας και πως θα αναπτύξουν έξυπνες εφαρμογές με τους εταίρους του οικοσυστήματος, οι οποίοι χτίζουν, κυβερνούν και μοιράζονται τα οφέλη μεταξύ τους.

Τι μπορεί πραγματικά να κάνει το 5G για μια έξυπνη πόλη;

Περισσότερο από μια απλή αναβάθμιση του δικτύου 4G, το 5G είναι το επαναστατικό δίκτυο του μέλλοντος. Το πανταχού παρόν δίκτυο αισθητήρων βασισμένο σε 5G θα γεφυρώσει και θα συνδέσει όλα τα αντικείμενα, φτάνοντας σε όλες τις περιοχές της πόλης σαν δίκτυο νευρώνων, για την εξυπηρέτηση των ποικίλων και εξατομικευμένων απαιτήσεων που αλλάζουν ταχέως. Το 5G ενεργοποιεί το Διαδίκτυο των πάντων και τις διαφοροποιημένες εφαρμογές, οι οποίες θα οδηγήσουν με τη σειρά τους το βασικό της δίκτυο, να ενστερνιστεί το SDN, την εικονικοποίηση, το cloud και τις έξυπνες τεχνολογίες.

Συνδυασμός του 5G με άλλες τεχνολογίες για συνεργατική νοημοσύνη

Edge computing

Τα συστήματα υπολογιστών με συσκευές αιχμής δημιουργούνται με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης που βασίζονται σε 5G και τεχνολογίες σε τοπικό επίπεδο, ώστε να επεξεργαστούν τεράστια δεδομένα, αντί να τα στέλνουν στο κεντρικό δίκτυο για εξοικονόμηση εύρους ζώνης και μείωση της καθυστέρησης. Αυτό θα δημιουργήσει ένα ξεκάθαρο δομημένο και εξαιρετικά αποδοτικό σύστημα cloud υπηρεσιών ώστε να επιτραπεί η εντατική, ταχεία ανάπτυξη και γρήγορη απόκριση εφαρμογών έξυπνων πόλεων. Με το ισχυρό δίκτυο 5G, συλλέγονται εκτεταμένα δεδομένα από έξυπνα τερματικά, τα οποία αναλύονται με τεχνητή νοημοσύνη στην άκρη (edge) και αποστέλλονται στις αντίστοιχες πλατφόρμες δεδομένων με γρήγορη ανατροφοδότηση.

Τεχνητή νοημοσύνη (AI)

Η εποχή του 5G μπορεί να ικανοποιήσει την ανάγκη των έξυπνων πόλεων για ταυτόχρονη πρόσβαση σε πολλές έξυπνες συσκευές και την άμεση αλληλεπίδραση συσκευών, διευκολύνοντας διάφορες εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης για την επίτευξη της ευφυΐας των αντικειμένων. Ως τεχνολογίες της τεχνητής νοημοσύνης, η ρομποτική, η αναγνώριση γλώσσας και εικόνας, υπάρχουν παντού διαθέσιμες στις συνδέσεις της έξυπνης πόλης, ώστε οι

διαχειριστές τους να παρέχουν ευφυείς δημόσιες υπηρεσίες και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Νέα συνδεδεμένα τερματικά και το IoT

Όσο εμβαθύνει η ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, μια μεγάλη ποικιλία έξυπνων τερματικών πέραν των έξυπνων τηλεφώνων και των υπολογιστών αναπτύσσονται σε μεγάλη κλίμακα, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων ρομπότ και των έξυπνων μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας. Το 5G ως ο ακρογωνιαίος λίθος του Intelligence of Everything με την ευρεία συνδεσιμότητα του, θα διευκολύνει την ανάπτυξη ευφών τερματικών και θα συμβάλει στην επιτυχή, ευρεία σύνδεση μεταξύ ανθρώπων και αντικειμένων. Μέσω συνδεδεμένων αντικειμένων και συσκευών αντίληψης, δεδομένα και πληροφορίες θα συλληφθούν ώστε να σχηματιστεί ένα τεράστιο περιφερειακό νευρικό σύστημα της πόλης, για την παροχή σταθερής υποστήριξης για την ψηφιακή πόλη και την πρόσβαση έγκαιρων πληροφοριών στους διαχειριστές των πόλεων.

Ανάλυση Big Data

Τα δεδομένα απεικονίζουν έναν στρατηγικό πόρο του μέλλοντος και θα παραχθούν σε μεγάλο βαθμό από τους έξυπνους τερματικούς αισθητήρες, οι οποίοι αναπτύσσονται κατά μήκος της πόλης. Το 5G λόγω του υψηλού εύρους ζώνης και της μαζικής συνδεσιμότητας, τροφοδοτεί ολόκληρη τη διαδικασία ανάλυσης των μεγάλων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της απόκτησης, της συγχώνευσης, της μοντελοποίησης και της εξόρυξης δεδομένων, για εξαγωγή αξίας από μαζικά δεδομένα της πόλης με σκοπό την παροχή αποτελεσματικής και έγκαιρης υποστήριξης.

Cloud computing (Σύννεφο υπολογιστών)

Το Cloud Computing προσφέρει ένα υπολογιστικό μοντέλο ευέλικτο με χρέωση βάσει της χρήσης, επιτρέποντας τους κοινούς πόρους και τις πληροφορίες να οργανώνονται και να διαμοιράζονται το μέγιστο βαθμό στο Cloud. Με την τεχνολογία υπολογιστικού νέφους, η φυσικά διασπαρμένη υπολογιστική ισχύς μπορεί να ενσωματωθεί και να χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, με τις υψηλότερες δυνατές αποδόσεις. Λόγω του υψηλού εύρους ζώνης του 5G, περισσότερα δεδομένα έχουν την δυνατότητα να αποθηκευτούν στο cloud. Λόγω της χαμηλής καθυστέρησης, απαιτείται λιγότερος χρόνος για τη μεταφόρτωση των δεδομένων και λόγω της βελτιωμένης χωρητικότητας φόρτωσης, περισσότερες συσκευές IoT μπορούν να συνδεθούν στο cloud. Η

αποτελεσματικότητα της λειτουργίας μιας επιχείρησης θα μπορούσε να βελτιωθεί με μια τέτοια συνεργασία στο cloud-edge.

Block chain

Η συνδεσιμότητα 5G προσφέρει τεράστιες ποσότητες ανταλλαγής πληροφοριών από άκρο σε άκρο, ειδικά σε μεγάλης κλίμακας επιχειρηματικές εφαρμογές που απαιτούν υψηλότερες απαιτήσεις ασφάλειας. Η τεχνολογία που στηρίζει το blockchain και η ενοποίηση του 5G μπορούν να εφαρμοστούν για την κοινή χρήση φάσματος, τον έλεγχο ταυτότητας πληροφοριών, τη διαχείριση αναγνώρισης και τοποθεσίας. Ο μετασχηματισμός από το δίκτυο πληροφοριών στο δίκτυο αποτίμησης θα φέρει αλλαγές στο επιχειρηματικό μοντέλο και την αρχιτεκτονική των δικτύων του μέλλοντος για την εξαγωγή αξιών εντός του δικτύου και των στοιχείων του ενεργητικού.

Οι δυνατότητες του 5G στις εφαρμογές της έξυπνης πόλης

Η ανάπτυξη και εμπορευματοποίηση των δικτύων 5G, είναι από τα πιο συζητημένα θέματα κατά την ανάπτυξη της έξυπνης πόλης. Το 5G εξουσιοδοτεί έναν αριθμό από τομείς όπως η διακυβέρνηση της πόλης, η ανάπτυξη της βιομηχανίας και οι υπηρεσίες των πολιτών, όπου με τις κατάλληλες ευνοϊκές πολιτικές και την ωρίμανση των υποδομών, ένας αριθμός καινοτόμων πιλοτικών εφαρμογών μπορεί να πραγματοποιηθεί στις μεταφορές, την ασφάλεια, το περιβάλλον, την προστασία, την υγειονομική περίθαλψη και άλλους κλάδους, που ωφελούνται και συμβάλλουν στην ανάπτυξη του δικτύου 5G (DELOITTE (2020)).

Category	Application	Typical scenario	Function required
Smart governance	Smart government	<ul style="list-style-type: none"> Major public emergency response Online one-stop government services Identification by facial recognition 	
	Smart Env. protection	<ul style="list-style-type: none"> Environment monitoring Smart garbage bin 	
	Smart security	<ul style="list-style-type: none"> UHD real-time monitoring Robot patrol Drone patrol 	
	Smart transportation	<ul style="list-style-type: none"> Remote/self-driving Infotainment on hi-speed train AR-assisted Navigation Smart traffic planning 	
Smart Industry	Smart power	<ul style="list-style-type: none"> Real-time grid monitoring Smart allocation of energy Remote grid maintenance 	
	Smart logistics	<ul style="list-style-type: none"> Fully automated warehousing Autonomous driving transportation Drone delivery Real-time tracking of goods 	
Smart living	Smart healthcare	<ul style="list-style-type: none"> Auto collection of health data Remote surgery Remote diagnosis & treatment Super ambulance 	
	Smart education	<ul style="list-style-type: none"> Immersive teaching & learning Remote interactive learning 	
	Smart household	<ul style="list-style-type: none"> Furniture IoT, remote control Immersive entertainment 	

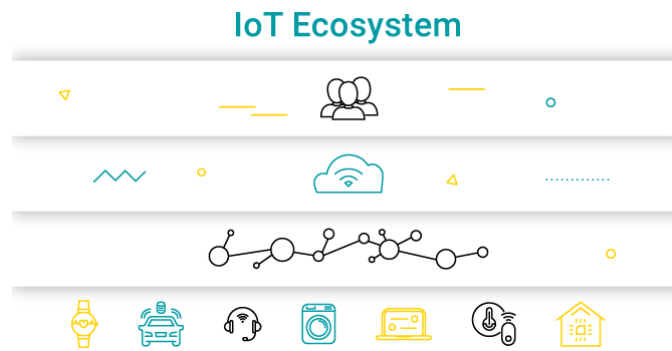
Legend eMBB mMTC uRLLC

Πίνακας 5 Οραματισμός 5G έξυπνης πόλης (Deloitte, 2020)

5. Τεχνολογίες διασύνδεσης του φυσικού και ψηφιακού χώρου

Οι τεχνολογίες διασύνδεσης φυσικού και ψηφιακού χώρου όπως το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT), η Επαυξημένη Πραγματικότητα και οι Τεχνολογίες προσδιορισμού θέσης “υποστηρίζουν την πραγμάτωση ενός νέου είδους χωρικής ευφυΐας, μια ενσωματωμένη χωρική ευφυΐα, που βασίζεται σε αισθητήρες, επαυξημένη πραγματικότητα, πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο και τεράστιο αριθμό δεδομένων που προκύπτουν από τη λειτουργία των πόλεων” (Urenio).

5.1 Το οικοσύστημα του IoT

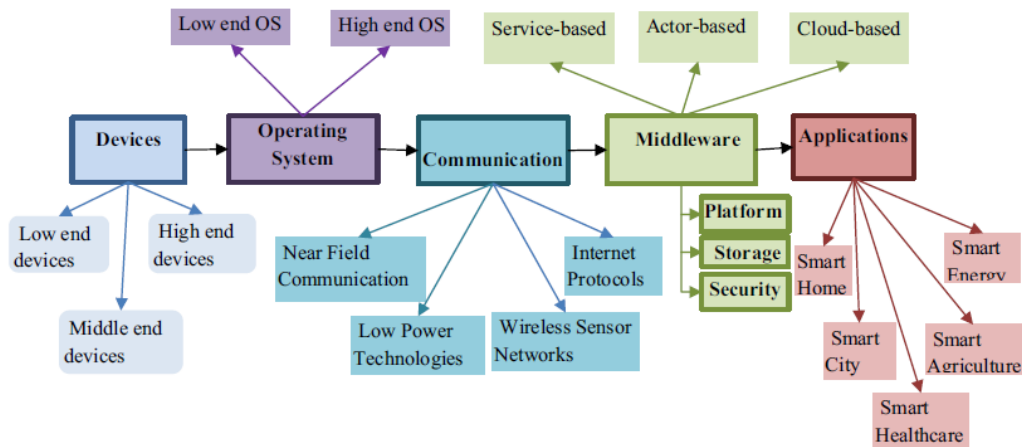


Εικόνα 19 Πηγή: avsystem.com

Το οικοσύστημα IoT είναι ένα σύστημα που συγκεντρώνει όλα τα ετερογενή στοιχεία του IoT και τα διαχειρίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργηθεί ένα ικανό σύστημα. Είναι η ενοποίηση των συσκευών, των λειτουργικών συστημάτων, των ελεγκτών, των πυλών και του μεσολογισμικού τα οποία συνδέονται μέσω πρωτοκόλλων επικοινωνίας και διεπαφών, όπως το Zigbee, το Wi-Fi, 6LoWPAN, NFC, Bluetooth κ.λπ. Το οικοσύστημα IoT συνδέει μεγάλο αριθμό φυσικών συσκευών σε ένα ενιαίο σύστημα, ο αριθμός των οποίων αυξάνεται εκθετικά (Bansaletal,2020).

Οι έξυπνοι αισθητήρες συνεργάζονται μέσω της ασύρματης επικοινωνίας και του διαδικτύου, με μηδενική ανθρώπινη δραστηριότητα, για την παροχή αυτοματοποιημένων έξυπνων εφαρμογών. Σε αυτόν τον κόσμο του Διαδικτύου, οι τεχνολογίες από μηχανή σε μηχανή (M2M) είναι η πρώτη φάση του IoT. Καθώς το IoT επεκτείνεται, συγκεντρώνει συντριπτικές τεχνολογίες όπως το BigData, ArtificialIntelligent, MachineLearning για να αντιμετωπίσει τα τεράστια δεδομένα και τις συσκευές.

Το οικοσύστημα του IoT απαρτίζεται από τα εξής μέρη: (i) συσκευές (IoT devices) (ii) πύλες (IoT gateways) (iii) Λειτουργικό σύστημα (IoT operating system) (iv) Επικοινωνία (IoT communication) (v) IoT middleware.



Εικόνα 20 Το οικοσύστημα του IoT (Bansaletal,2020)

5.1.1 Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT)

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT) είναι ένα δυναμικό πλαίσιο δικτύου στο οποίο ο φυσικός και ο εικονικός κόσμος συγχωνεύονται τέλεια σε ένα μεγάλο δίκτυο δεδομένων με τη χρήση πρωτοκόλλων επικοινωνίας στην αυτοδιαμορφούμενη υποδομή IoT, χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση ανθρώπου προς άνθρωπο ή ανθρώπου-μηχανής, στοχεύοντας στην αυτόνομη λειτουργία συσκευών χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, εγκαθιδρύοντας την από μηχανή σε μηχανή επικοινωνία (M2M). Η διασύνδεση αντικειμένων ανά πάσα στιγμή, οπουδήποτε για οτιδήποτε με τη χρήση οποιουδήποτε έξυπνου δικτύου ήταν πάντα το όραμα του IoT. Η ιδέα του IoT προτάθηκε αρχικά από τον Kevin Ashton το 1999, ο οποίος το ανέφερε ως μοναδικά, αναγνωρίσιμα, διαλειτουργικά, συνδεδεμένα αντικείμενα με τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID).

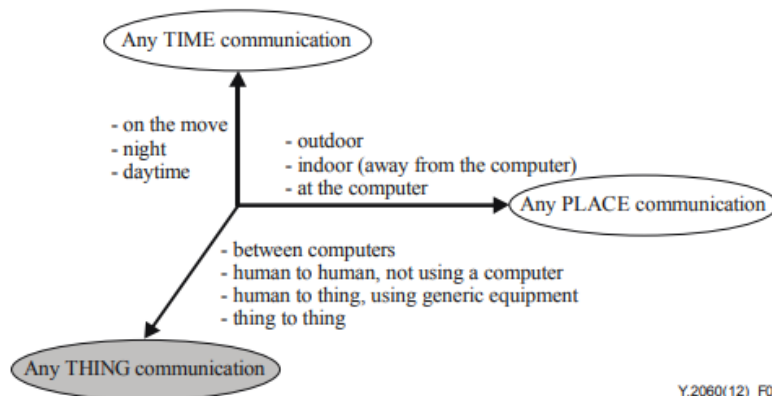
Σύμφωνα με τον Pretz (2013) το Διαδίκτυο των Αντικειμένων (IoT) είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένων αντικειμένων, τα οποία συνδέονται ασύρματα μέσω έξυπνων αισθητήρων, χωρίς την αλληλεπίδραση της ανθρώπινης παρέμβασης. Αυτό επιτρέπει την ικανότητα ύπαρξης έξυπνων πόλεων σε όλο τον κόσμο, μέσω διαφορετικών τεχνολογιών και επιτρέποντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους, το Διαδίκτυο των αντικειμένων έχει πρωτοστατήσει στην ανάπτυξη συστημάτων έξυπνων πόλεων για βιώσιμη διαβίωση, αυξημένη άνεση και παραγωγικότητα για τους πολίτες.

Ο ορισμός που δίνεται σύμφωνα με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (International Telecommunication Union – ITU) η οποία είναι η εξειδικευμένη υπηρεσία των Ηνωμένων Εθνών στον τομέα των (ΤΠΕ) είναι ο εξής: “Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)

μπορεί να θεωρηθεί ως μια παγκόσμια υποδομή για την κοινωνία της πληροφορίας, που επιτρέπει προηγμένες υπηρεσίες διασυνδέοντας (φυσικά και εικονικά) αντικείμενα που βασίζονται σε υφιστάμενες και εξελισσόμενες διαλειτουργικές τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών”(ITU-TY2060, 2012).

Η θεμελιώδης ιδέα ενός συστήματος IoT είναι η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ μηχανών που προέρχονται από τεχνολογίες αιχμής όπως το WSN (Wireless Sensor Networks) και το RFID (Radio Frequency Identification) με τη χρήση συσκευών ανίχνευσης με αποτελεσματικές δεξιότητες λήψης αποφάσεων και έξυπνους αλγόριθμους για την εκτέλεση των ανάλογων ενεργειών. Τα συστήματα IoT αναπτύσσονται με επιτυχία, ενεργοποιώντας τις τηλεπικοινωνιακές διεπαφές με το Διαδίκτυο με συσκευές όπως αισθητήρες και ενεργοποιητές με τμήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας για επιτυχημένες αλληλεπιδράσεις μεταξύ μηχανών. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) σχηματίζει μια ιδέα επεξεργασίας που απεικονίζει ένα μέλλον όπου τα κανονικά φυσικά αντικείμενα θα συνδέονται με το Διαδίκτυο και θα μπορούν να αναγνωρίζουν τον εαυτό τους σε διαφορετικές συσκευές, λαμβάνοντας φυσικά υπόψη ορισμένα ζητήματα απορρήτου και ασφάλειας που πρέπει να διορθωθούν για τη σωστή χρήση και λειτουργία του (Balajietal, 2019).

Από μια ευρύτερη προοπτική, το IoT μπορεί να γίνει αντιληπτό ως ένα όραμα με τεχνολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Εκμεταλλευόμενο τις δυνατότητες αναγνώρισης, σύλληψης, επεξεργασίας δεδομένων και επικοινωνίας, το IoT χρησιμοποιεί πλήρως τα αντικείμενα για να προσφέρει υπηρεσίες σε κάθε είδους εφαρμογές, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι πληρούνται οι απαιτήσεις ασφάλειας και απορρήτου. Το IoT προσθέτει την ιδέα της επικοινωνίας με "οτιδήποτε" στις (ΤΠΕ) που παρέχουν ήδη "ανά πάσα στιγμή" και "οπουδήποτε" επικοινωνία όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (ITU-TY.2060, 2012).



Εικόνα 21 Η διάσταση του IoT

Σύμφωνα με την ΙΤU, στο ΙoT τα αντικείμενα ανήκουν στο φυσικό κόσμο ή στον εικονικό κόσμο και μπορούν να εντοπιστούν και να ενσωματωθούν στα δίκτυα επικοινωνιών. Τα αντικείμενα έχουν συσχετισμένες πληροφορίες, οι οποίες μπορεί να είναι δυναμικές και στατικές. Τα αντικείμενα που υπάρχουν στον φυσικό κόσμο είναι ικανά να ανιχνεύονται, να ενεργοποιούνται και να συνδέονται ενώ τα αντικείμενα του εικονικού κόσμου μπορούν να αποθηκευτούν, να υποβληθούν σε επεξεργασία και να προσπελαστούν.

5.1.2 Η Αρχιτεκτονική του ΙoT

Η αρχιτεκτονική του ΙoT προσδιορίζει τα κύρια φυσικά δομικά στοιχεία, τον λειτουργικό τους προσανατολισμό και τις βασικές τους αρχές. Οι ερευνητές ορίζουν διαφορετικές αρχιτεκτονικές με βάση τις εφαρμογές του ΙoT. Όπως αναφέρουν οι JieLinetal (2017 και Bansaletal (2020) η κύρια αρχιτεκτονική του ΙoT χωρίζεται σε τρία βασικά επίπεδα (i) επίπεδο αντίληψης (perception layer), (ii) επίπεδο δικτύου (network layer) και (iii) επίπεδο εφαρμογής (application layer). Το επίπεδο αντίληψης ασχολείται βασικά με την αίσθηση και την ενεργοποίηση, το επίπεδο δικτύου είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση και την επεξεργασία των πληροφοριών και το επίπεδο εφαρμογής προσφέρει μια συγκεκριμένη εφαρμογή στο χρήστη.

(i) Το **επίπεδο αντίληψης**, γνωστό και ως στρώμα αισθητήρα, υλοποιείται ως το κατώτατο επίπεδο στην αρχιτεκτονική του ΙoT, το οποίο αλληλεπιδρά με φυσικές συσκευές και εξαρτήματα μέσω έξυπνων συσκευών (RFID, αισθητήρες, ενεργοποιητές, κ.λπ.). Οι κύριοι στόχοι του είναι να συνδέσει αντικείμενα στο δίκτυο ΙoT και να μετρήσει, συλλέξει και επεξεργαστεί τις πληροφορίες κατάστασης που σχετίζονται με αυτά τα αντικείμενα μέσω αναπτυγμένων έξυπνων συσκευών, μεταδίδοντας τις επεξεργασμένες πληροφορίες στο ανώτερο επίπεδο μέσω διεπαφών επιπέδου.

(ii) Το **επίπεδο δικτύου**, γνωστό και ως επίπεδο μετάδοσης, υλοποιείται ως το μεσαίο επίπεδο στην αρχιτεκτονική του ΙoT. Το επίπεδο δικτύου χρησιμοποιείται για τη λήψη των επεξεργασμένων πληροφοριών που παρέχονται από το επίπεδο αντίληψης και καθορίζει τις διαδρομές προς μετάδοση των δεδομένων και των πληροφοριών στον κόμβο ΙoT, στις συσκευές και εφαρμογές μέσω ολοκληρωμένων δικτύων. Το επίπεδο δικτύου είναι το πιο σημαντικό επίπεδο στην αρχιτεκτονική του ΙoT, επειδή διάφορες συσκευές (hub, switching, gateway, cloud computing) και διάφορες τεχνολογίες επικοινωνίας (Bluetooth, WiFi, Long-Term Evolution (LTE)) είναι ενσωματωμένες σε αυτό το επίπεδο. Το επίπεδο δικτύου θα πρέπει να μεταδίδει δεδομένα προς ή από διαφορετικά αντικείμενα ή εφαρμογές, μέσω διεπαφών ή πυλών μεταξύ

ετερογενών δικτύων, χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες και πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως τα Zigbee, Sigfox, BLE, (RFID) και NFC (Near Field Communication).

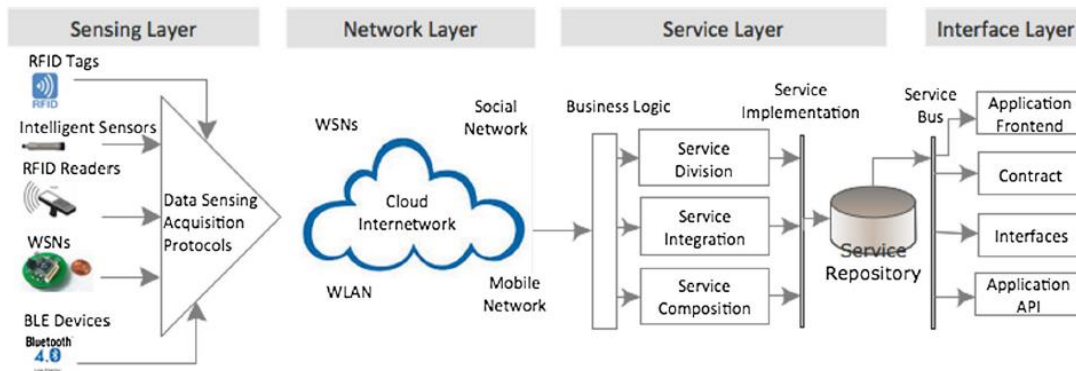
(iii) Το **επίπεδο εφαρμογής**, γνωστό και ως επιχειρηματικό επίπεδο, υλοποιείται ως το ανώτερο επίπεδο στην αρχιτεκτονική του IoT. Το επίπεδο εφαρμογής λαμβάνει τα δεδομένα που μεταδίδονται από το επίπεδο δικτύου και τα χρησιμοποιεί για να παρέχει τις απαιτούμενες υπηρεσίες ή λειτουργίες. Μπορεί να παρέχει υπηρεσία αποθήκευσης για τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας των ληφθέντων δεδομένων σε μια βάση δεδομένων ή την παροχή υπηρεσίας ανάλυσης για την αξιολόγηση των δεδομένων που λαμβάνονται ώστε να προβλεφτεί η μελλοντική κατάσταση των φυσικών συσκευών. Σε αυτό το επίπεδο υπάρχει ένας αριθμός εφαρμογών, καθένας από τους οποίους έχει διαφορετικές απαιτήσεις (smart grid, έξυπνες μεταφορές, έξυπνες πόλεις κ.λπ.).

Για τη δημιουργία μιας γενικής και ευέλικτης αρχιτεκτονικής πολλαπλών επιπέδων για το IoT, ένα επίπεδο υπηρεσιών πρέπει να αναπτυχθεί μεταξύ του επιπέδου δικτύου και του επιπέδου εφαρμογής, ώστε να παρέχει υπηρεσίες δεδομένων στο IoT. Με βάση αυτή την ιδέα οι (Jie Lin et al. 2017) παρουσιάζουν την αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (SoA) η οποία αναπτύχθηκε για την υποστήριξη του IoT. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική τεσσάρων επιπέδων (επίπεδο αντίληψης, υπηρεσίας, δικτύου και επίπεδο εφαρμογής) τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η SoA επικεντρώνεται στο σχεδιασμό της ροής συντονισμένων υπηρεσιών και στην επαναχρησιμοποίηση συστατικών λογισμικού και υλικού, βελτιώνοντας τη σκοπιμότητα της ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ενσωματωθεί εύκολα στο σχεδιασμό της IoT αρχιτεκτονικής. Σε γενικές γραμμές, η SoA είναι ένα μοντέλο που βασίζεται σε στοιχεία σχεδιασμένα να συνδέουν διαφορετικές λειτουργικές μονάδες (γνωστές και ως υπηρεσίες) μιας εφαρμογής μέσω διεπαφών και πρωτοκόλλων.

Την ίδια αρχιτεκτονική (SoA) αναλύουν και οι Li, Xu, & Zhao (2014) οι οποίοι αναφέρουν ότι μια κρίσιμη απαίτηση του IoT είναι ότι τα αντικείμενα στο δίκτυο πρέπει να είναι διασυνδεδεμένα. Η αρχιτεκτονική θα πρέπει να εξασφαλίζει τις λειτουργίες του IoT, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ του φυσικού και εικονικού κόσμου και στον σχεδιασμό της περιλαμβάνονται πολλοί παράγοντες όπως η επικοινωνία, η δικτύωση, τα επιχειρηματικά μοντέλα, οι διαδικασίες και η ασφάλεια. Επιπλέον θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η επεκτασιμότητα, η δυνατότητα κλιμάκωσης και η διαλειτουργικότητα μεταξύ ετερογενών συσκευών και των επιχειρηματικών μοντέλων τους. Η αρχιτεκτονική προσανατολισμένη στις υπηρεσίες (SoA) μπορεί να είναι επιτακτική για τους παρόχους υπηρεσιών και τους χρήστες

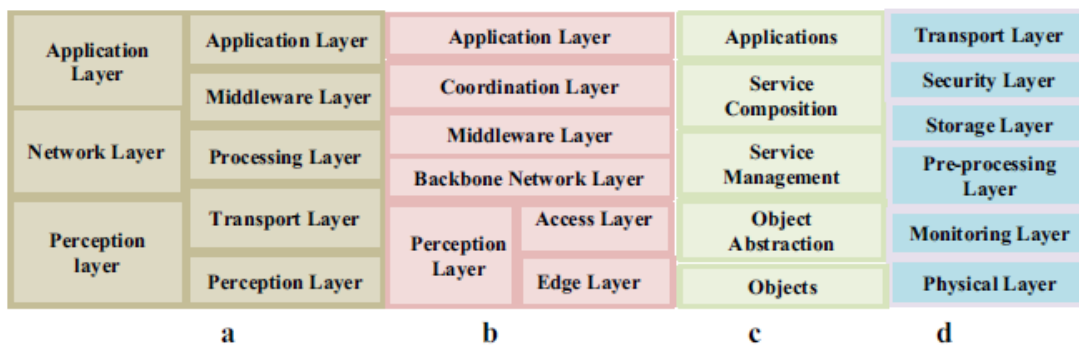
διασφαλίζοντας τη διαλειτουργικότητα μεταξύ ετερογενών συσκευών με πολλούς τρόπους. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται ένα γενικό SoA, το οποίο αποτελείται από τέσσερα επίπεδα με διακεκριμένες λειτουργίες.

- Το επίπεδο ανίχνευσης (sensing layer), είναι ενσωματωμένο με διαθέσιμα αντικείμενα υλικού ώστε να διαισθάνεται την κατάσταση των αντικειμένων.
- Το επίπεδο δικτύου (network layer), είναι η υποδομή για υποστήριξη των αντικειμένων μέσω ασύρματης ή ενσύρματης σύνδεσης.
- Το επίπεδο υπηρεσιών (service layer), είναι για τη δημιουργία και διαχείριση υπηρεσιών που απαιτούνται από χρήστες ή εφαρμογές.
- Το επίπεδο των διασυνδέσεων (interface layer) αποτελείται από τις μεθόδους αλληλεπίδρασης με χρήστες ή εφαρμογές.



Εικόνα22 Service-oriented architecture for IoT Πηγή: Li, Xu, & Zhao, 2014

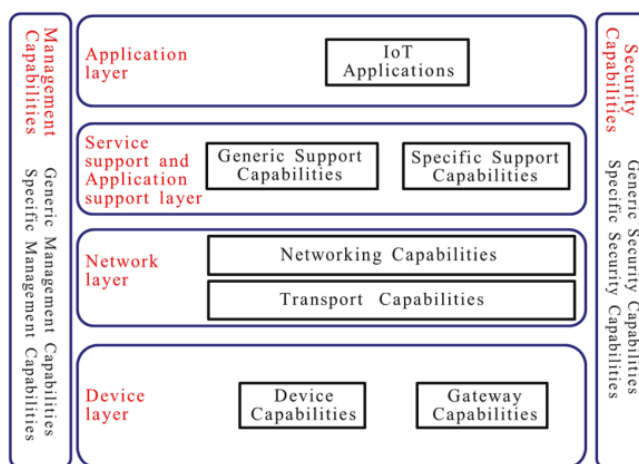
Οι Bansaleta (2020) παραθέτουν αρχιτεκτονικές με επιπλέον επίπεδα όπως τα middlewarebased, five-layer και fogbased. Για παράδειγμα στην αρχιτεκτονική των πέντε επιπέδων, προστίθενται δυο ακόμη επίπεδα ώστε να δώσουν πιο αφαιρετική έννοια στην αρχιτεκτονική του IoT. Τα επίπεδα αυτά είναι η αντίληψη, η μεταφορά, η επεξεργασία, το ενδιάμεσο λογισμικό και το επίπεδο εφαρμογής.



Πίνακας 6 IoT αρχιτεκτονικές: a) layered architecture—three and five-layer b) middleware based c) service oriented based d) fog based (Bansal, 2020)

Το δε μοντέλο αναφοράς σύμφωνα με την ITU αποτελείται από τέσσερα επίπεδα καθώς και από τις δυνατότητες διαχείριση ασφάλειας που σχετίζονται με τα τέσσερα επίπεδα ως εξής:

- επίπεδο εφαρμογών
- επίπεδο υποστήριξης υπηρεσιών και εφαρμογών
- επίπεδο δικτύου
- επίπεδο συσκευής.

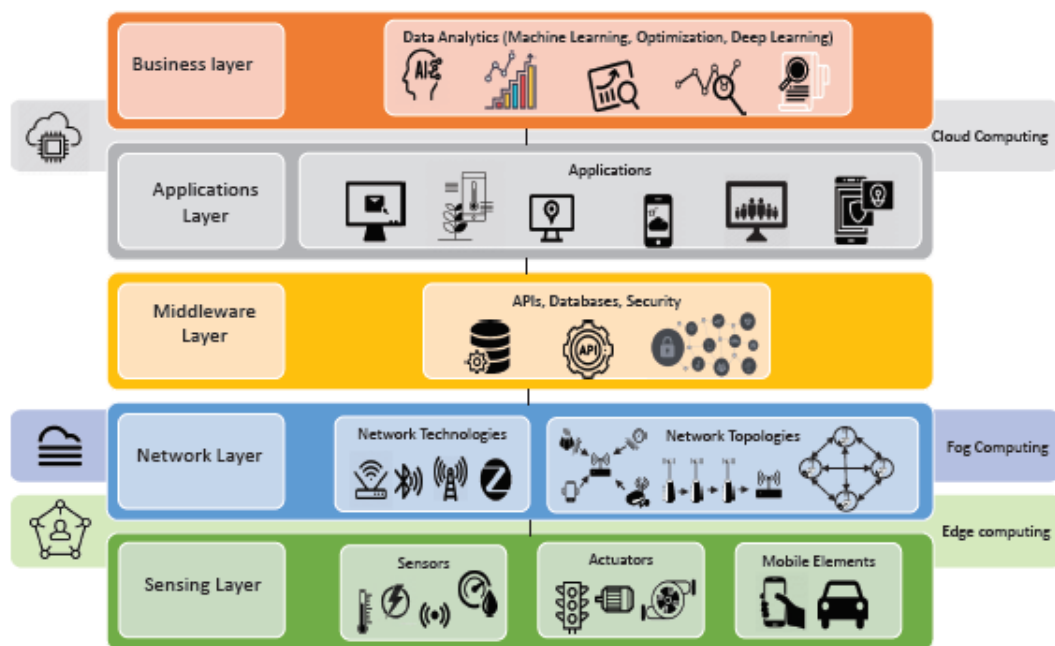


Εικόνα 23 μοντέλο αναφοράς IoT (ITU-TY.2060, 2012)

Σύμφωνα με τους Syedetal (2021) το διαδίκτυο των αντικειμένων ενοποιεί τις λειτουργίες ανίχνευσης δεδομένων, μετάδοσης/λήψης, επεξεργασίας και αποθήκευσης μέσω της χρήσης υπηρεσιών cloud. Μια γενική αρχιτεκτονική IoT βασισμένη στην τεχνολογία αποτελείται από πέντε επίπεδα τα οποία διαδοχικά λειτουργούν βασισμένα στις πληροφορίες του προηγούμενου επιπέδου. Το επίπεδο ανίχνευσης, που ονομάζεται επίσης επίπεδο αντίληψης, αποτελείται από αισθητήρες που μπορούν να λάβουν πληροφορίες για φυσικές ποσότητες ενδιαφέροντος σε

οποιαδήποτε εφαρμογή, καθώς και ενεργοποιητές που μπορούν να ενεργούν σε φυσικά αντικείμενα, όπως συσκευές για ανάγνωση ετικετών RFID. Τα δεδομένα που διαβάζονται από το επίπεδο ανίχνευσης μεταβιβάζονται στο επίπεδο Middleware χρησιμοποιώντας το επίπεδο δικτύωσης μέσω τεχνολογιών ασύρματου δικτύου όπως Wi-Fi, Zigbee, Bluetooth κ.λπ. Το επίπεδο Middleware παρέχει μια γενική διεπαφή για το υλικό του επιπέδου ανίχνευσης και την εφαρμογή επιπέδου που χρησιμοποιεί τα δεδομένα μέσω διαφόρων εφαρμογών και υπηρεσιών διαχείρισης βάσεων δεδομένων για να παρέχει στους χρήστες υπηρεσίες. Το επίπεδο Business είναι προσαρτημένο στο επίπεδο εφαρμογής και χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη στρατηγικών και τη διαμόρφωση πολιτικών που βοηθούν στη διαχείριση του πλήρους συστήματος.

Υπάρχουν τρεις αρχιτεκτονικές συστημάτων IoT σε σχέση με το στάδιο του πλαισίου IoT όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί η επεξεργασία δεδομένων και αυτά είναι τα μοντέλα Cloud, Fog και Edge. Το επόμενο σχήμα παραθέτει τα χαρακτηριστικά καθενός από τα τρία επίπεδα του συστήματος IoT. Οι τρεις αρχιτεκτονικές IoT δεν αλληλοαποκλείονται, αντιθέτως ο στόχος αυτής της ιεραρχίας είναι να συμπληρώσει το ανώτερο στρώμα παρέχοντάς του μόνο χρήσιμες πληροφορίες που κάνουν το σύστημα πιο παραγωγικό και αξιόπιστο.



Εικόνα 24 Αρχιτεκτονικές IoT (Syed, 2021)

5.1.3 IoT τεχνολογίες (perception layer)

Στο επίπεδο αντίληψης (perception layer), η κύρια λειτουργία είναι η αναγνώριση και η παρακολούθηση των αντικειμένων. Για να επιτευχθεί αυτή η λειτουργία, μπορούν να εφαρμοστούν οι ακόλουθες τεχνολογίες.

RFID

Το RFID (Radio Frequency Identification: ραδιοσυχνική αναγνώριση) εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 1945, αποτελεί προϋπόθεση του IoT. Ως τεχνολογία ανέπαφης επικοινωνίας, χρησιμοποιείται για την αναγνώριση και την παρακολούθηση αντικειμένων χωρίς επαφή. Υποστηρίζει ανταλλαγή δεδομένων μέσω ραδιοκυμάτων σε μικρή απόσταση. Το σύστημα του RFID αποτελείται από ετικέτα RFID, συσκευή ανάγνωσης RFID και κεραία. Η ετικέτα RFID μπορεί να είναι ένα μικροσίπ συνδεδεμένο σε μια κεραία, προσαρτημένη σε ένα αντικείμενο με έναν μοναδικό αριθμό αναγνώρισης. Ένας αναγνώστης RFID μπορεί να αναγνωρίσει ένα αντικείμενο και να λάβει τις αντίστοιχες πληροφορίες ερωτώντας τη συνημμένη ετικέτα RFID μέσω κατάλληλων ραδιοκυμάτων. Μια κεραία χρησιμοποιείται για τη μετάδοση σημάτων μεταξύ της ετικέτας RFID και της συσκευής ανάγνωσης RFID.

Σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, το RFID έχει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: γρήγορη σάρωση, ανθεκτικότητα, επαναχρησιμοποίηση, μεγάλο χώρο αποθήκευσης, ανέπαφη ανάγνωση, ασφάλεια, μικρό μέγεθος, χαμηλό κόστος κ.λπ. Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων, το RFID μπορεί να είναι χρήσιμο στο επίπεδο αντίληψης του IoT για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση αντικειμένων και την ανταλλαγή πληροφοριών (Balaji et al 2019, Lin et al 2017). Το RFID εστιάζει κυρίως στην επικοινωνία κοντινού πεδίου και στην αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων. Μια ετικέτα μπορεί να εντοπισθεί σε μικρή απόσταση και δεν χρειάζεται να βρίσκεται μέσα σε απευθείας ορατή διαδρομή για την εκμετάλλευση των πληροφοριών, παρέχοντας επαρκείς πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Αισθητήρες (Wireless sensor networks (WSNs))

Τα Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) μπορούν να διαδραματίσουν κομβικό ρόλο στο IoT και στο σχεδιασμό υπηρεσιών έξυπνης πόλης. Το WSN μπορεί να εντοπίζει και να παρακολουθεί την κατάσταση των συσκευών και να μεταδίδει τα δεδομένα στο κέντρο ελέγχου ή στους κόμβους απορρόφησης μέσω πολλαπλών βημάτων. Έτσι, το WSN μπορεί να θεωρηθεί ως η περαιτέρω γέφυρα μεταξύ του πραγματικού κόσμου και του κυβερνοχώρου. Σε σύγκριση

με άλλες τεχνολογίες, το WSN έχει έναν αριθμό των πλεονεκτημάτων συμπεριλαμβανομένης της επεκτασιμότητας, της δυναμικής αναδιαμόρφωσης, της αξιοπιστίας, του χαμηλού κόστους και της χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, τα οποία βοηθούν ώστε το WSN να ενσωματώνεται σε διάφορους τομείς με ποικίλες απαιτήσεις.

Σε σχέση με το RFID το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για την αναγνώριση αντικειμένων, το WSN χρησιμοποιείται κυρίως για την αντίληψη των φυσικών παραμέτρων του πραγματικού κόσμου που σχετίζονται με το περιβάλλον (Linetal, 2017).

5.1.4 Εφαρμογές στο οικοσύστημα IoT

Έχει αναπτυχθεί ένα ποικίλο σύνολο εφαρμογών IoT, οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ευρέως σε εφαρμογές καταναλωτών, σε βιομηχανικές εφαρμογές και σε εφαρμογές βασισμένες στις υποδομές, με στόχο την βελτίωση της ποιότητας της καθημερινής ζωής. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές από αυτές.

Έξυπνες πόλεις και κοινότητες

Περιλαμβάνονται δευτερεύουσες έξυπνες εφαρμογές όπως οι έξυπνες μεταφορές, το έξυπνο παρκινγκ, έξυπνη κυκλοφορία και οδήγηση, έξυπνη διαχείριση νερού κ.λπ. Η έξυπνη κυκλοφορία διαχειρίζεται την καθημερινή κυκλοφορία χρησιμοποιώντας αισθητήρες και συστήματα ενδιάμεσου λογισμικού με δυνατότητα AI, παρακολουθώντας τα γεγονότα που οδηγούν σε κυκλοφοριακή συμφόρηση, λαμβάνει μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή κυκλοφορία. Όταν εντοπίζεται ακατάλληλη και παράνομη οδήγηση, αποστέλλονται αυτοματοποιημένα πρόστιμα στους κατόχους των οχημάτων. Τα οχήματα ταυτοποιούνται μοναδικά και το cloud χρησιμοποιείται για τη διαχείριση των τεράστιων δεδομένων και την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών όπου μέσω εφαρμογών υπάρχει άμεση ενημέρωση στα έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Επιπλέον τα κινητά τηλέφωνα μέσω GPS του google maps παρέχουν πληροφορίες για την κυκλοφορική συμφόρηση. Η έξυπνη στάθμευση επιτρέπει την απρόσκοπτη στάθμευση μέσω του Διαδίκτυο για την εντοπισμό κενής θέσης σε ένα παρκινγκ. Η Έξυπνη διαχείριση νερού διαχειρίζεται αποτελεσματικά τους υδάτινους πόρους και μέσω αισθητήρων παρακολουθούνται οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού και οι γραμμές τροφοδοσίας (Sharu Bansal et al. 2020).

Smart Home

Η δημοτικότητα των εφαρμογών IoT με στόχο τον οικιακό αυτοματισμό αυξάνεται παγκοσμίως λόγω της βελτίωσης της ποιότητας ζωής αλλά και της καλύτερης ασφάλειας στα σπίτια. Μέσω της πλατφόρμας IoT στο σπίτι, οι αισθητήρες αναπτύσσονται για αυτοματισμό και υπηρεσίες πληροφοριών που βοηθούν στην αυτοματοποίηση της ημερήσιας δραστηριότητας. Στην πραγματικότητα τα αντικείμενα μετατρέπονται σε συσκευές πληροφοριών που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο για την εκτέλεση υπηρεσιών μέσω των διεπαφών Ιστού. Ένας μεγάλος αριθμός εφαρμογών smart-home χρησιμοποιούν δίκτυα αισθητήρων και ενώ υπάρχει το σχετικό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας των έξυπνων συσκευών, μακροπρόθεσμα τα οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολύ σημαντικά.

Για παράδειγμα, ο έξυπνος φωτισμός έχει διερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό τα τελευταία χρόνια. Οι αισθητήρες συλλέγουν από το περιβάλλον δεδομένα όπως φως, θερμοκρασία, υγρασία, αέριο και εκδηλώσεις φωτιάς. Αυτά τα δεδομένα από τους αισθητήρες αποστέλλονται στο ενδιάμεσο λογισμικό το οποίο αναλαμβάνει ενέργειες μέσω των ενεργοποιητών (Bansal, 2020). Το 19% της παγκόσμιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αφορά για τον φωτισμό και συμβάλει στο 6% των εκπομπών που σχετίζονται με αέρια θερμοκηπίου. Χρησιμοποιώντας έξυπνους μηχανισμούς ελέγχου φωτισμού από αυτή την άποψη έως και 45% της απαιτούμενης ενέργειας για φωτισμό θα μπορούσε να εξοικονομηθεί (Arasteh, 2016). Το έξυπνο σπίτι μπορεί να παρακολουθεί την υγεία των μελών της οικογένειας ξεκινώντας από τα παιδιά έως τους ηλικιωμένους, ενεργοποιώντας συναγερμούς για έκτακτα περιστατικά. Επιπλέον μέσω Smartphone εφαρμογών οι άνθρωποι μπορούν να χειρίζονται την ασφάλεια και τις λειτουργίες των σπιτιών τους.

Smart healthcare

Η υγειονομική περίθαλψη είναι ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής του IoT που υιοθετείται για τη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών και μείωση του κόστους. Είναι το σύστημα της συνεχούς παρακολούθησης της κατάστασης της υγείας των ατόμων (ηλικιωμένων, μικρών παιδιών και ασθενών). Ένας αριθμός ιατρικών αισθητήρων ή συσκευών χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση ιατρικών παραμέτρων όπως η θερμοκρασία του σώματος, το επίπεδο γλυκόζης στο αίμα, η αρτηριακή πίεση ακόμη καταγραφή για αλλεργίες και επίπεδα άγχους. Τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης συνεχίζουν να παρακολουθούν μέσω τοποθεσίας GPS όλη την ημέρα, τη διάρκεια της σωματικής δραστηριότητας καθώς επίσης και τις πληροφορίες

ύπνου και ξεκούρασης. Η πρόοδος στις τεχνολογίες αισθητήρων, ασύρματων επικοινωνιών και επεξεργασίας δεδομένων είναι η κινητήρια δύναμη για την εφαρμογή του IoT στα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Τα αναδυόμενα δίκτυα αισθητήρων φορητού σώματος (WBSNs) αναπτύχθηκαν για να παρακολουθούν συνεχώς τις δραστηριότητες ή τις ιατρικές παραμέτρους των ασθενών (Li, Xu, & Zhao, 2014).

Διάφορα υποσύστημα στην έξυπνη υγειονομική περίθαλψη είναι τα εξής:

- Σύστημα παρακολούθησης ασθενών
- Παρακολούθηση και βελτίωση Διατροφικών Διαταραχών
- Σύστημα πλοήγησης για άτομα με προβλήματα όρασης
- Τα ψηφιακά και τρισδιάστατα εκτυπωμένα χάπια είναι η πιο πρόσφατη ιατρική εφαρμογή που φέρνει επανάσταση στην υγειονομική περίθαλψη.
- Τα έξυπνα αναπηρικά αμαξίδια εξαλείφουν την εξάρτηση από άτομα με ειδικές ανάγκες και ηλικιωμένους
- Τα Smart Wearables είναι το σύστημα παρακολούθησης της υγειονομικής περίθαλψης σε ενοποίηση με το IoT (Bansal, 2020).

Έξυπνη ενέργεια και έξυπνα δίκτυα (smart grid)

Έξυπνη Εξοικονόμηση Ενέργειας. Το smart grid είναι μια τεχνολογία συστήματος διαχείρισης ηλεκτρικής ενέργειας που βελτιστοποιεί την παραγωγή, τη μεταφορά, τη διανομή και την κατανάλωση, προσθέτοντας τεχνητή νοημοσύνη σε κάθε βήμα, καταλήγοντας έτσι σε αμφίδρομη ροή ισχύος (μεταξύ καταναλωτή και προμηθευτή). Αυτό εξοικονομεί ενέργεια, ελέγχει τη ροή ισχύος και παρέχει δυναμική τιμολόγηση στους καταναλωτές.

Οι αισθητήρες αναπτύσσονται για την παρακολούθηση και επιτρέπουν στον ενεργοποιητή να μεταφέρει την παροχή και την πλεονάζουσα ενέργεια πίσω στο κεντρικό δίκτυο. Η αμφίδρομη ροή ισχύος ωφελεί τους καταναλωτές που διαθέτουν συστήματα παραγωγής ενέργειας εγκατεστημένα στο κτίριο, όπως ηλιακή ή αιολική ενέργεια. Η πλεονάζουσα ισχύς μεταδίδεται και επαναχρησιμοποιείται. Αυτό το έξυπνο σύστημα διατηρεί επίσης μια οθόνη για την υγεία των γραμμών μεταφοράς για την πρόληψη καταστροφών και την αποτελεσματική χρήση. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, οι συναγερμοί διασφαλίζουν τη συντήρηση, τη διαθεσιμότητα και επίσης την αποφυγή ατυχημάτων. Οι έξυπνοι μετρητές αναλύουν τα πρότυπα κατανάλωσης και προτείνουν βέλτιστες επιλογές ώστε ο χρήστης να επωφελείται από αυτές τις έξυπνες εφαρμογές

(Bansal, 2020). Επιπλέον εφαρμογές σχετίζονται με την Έξυπνη Γεωργία, Εφαρμογές Βιομηχανικού Ελέγχου και Smart Logistics.

5.2 BigData and Artificial Intelligence

Οι πόλεις στρέφονται όλο και περισσότερο προς εξειδικευμένες τεχνολογίες για την αντιμετώπιση ζητημάτων που σχετίζονται με την κοινωνία, την οικολογία, μορφολογία και πολλά άλλα. Η αναδυόμενη ιδέα των Έξυπνων Πόλεων ενθαρρύνει ιδιαίτερα αυτήν την προοπτική μέσω της προώθησης της ενσωμάτωσης αισθητήρων και Big Data μέσω του Διαδικτύου των Αντικειμένων (IoT), φέρνοντας νέες δυνατότητες σχεδιασμού και διαχείρισης πόλεων εξίσου με τις οικονομικές προσδοκίες. Ενώ η επεξεργασία μεγάλων δεδομένων μέσω της τεχνητής νοημοσύνης (AI) μπορεί να συμβάλει σημαντικά στον αστικό ιστό, οι διαστάσεις της βιωσιμότητας δεν πρέπει να παραβλεφθούν υπέρ των τεχνολογικών.

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι το επίκεντρο της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (4IR). Υπολογίζεται ότι η τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσε να προσθέσει έως και 15,7 τρισεκατομμύρια δολάρια στην παγκόσμια οικονομία έως το 2030. Οι κορυφαίες πόλεις έχουν ήδη επενδύσει πολλά στην επέκταση των δυνατοτήτων της τεχνητής νοημοσύνης και στην καλλιέργεια μιας νέας γενιάς ταλέντων που θα μπορούσε να συμβάλει στην ψηφιακή οικονομία χρησιμοποιώντας AI στο εγγύς μέλλον. Τόσο οι εταιρείες τεχνολογίας επενδύουν σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την τεχνητή νοημοσύνη, όσο και ο ακαδημαϊκός χώρος με διάφορα πανεπιστήμια να αναθεωρούν τα μαθήματά τους για να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης μεταξύ των φοιτητών, για να χρηματοδοτήσουν έρευνα που βασίζεται στην τεχνητή νοημοσύνη με επίκεντρο την προώθηση της αστικής βιωσιμότητας.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αλλάξει βαθιά τον τρόπο που οι πολίτες αλληλεπιδρούν με τον φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο. Λογισμικό και συστήματα που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη διαδραματίζουν ήδη αποφασιστικό ρόλο στην αντιμετώπιση παγκόσμιων προκλήσεων, όπως η μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και ο εξορθολογισμός των υπηρεσιών της πόλης. Τροφοδοτώντας δεδομένα που συλλέγονται από ευφυείς αισθητήρες και δίκτυα αισθητήρων σε αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης, οι πόλεις έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα κατά των φυσικών καταστροφών, να εντοπίζουν ανωμαλίες στα συστήματα νερού, να

παρέχουν έγκαιρες απαντήσεις σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και να βελτιώνουν άλλες πτυχές της αστικής διαχείρισης, όπου απαιτείται.

Παρά τις δυνατότητές της στον αστικό τομέα, η πρόοδος της τεχνητής νοημοσύνης έφερε επίσης πολλές αβεβαιότητες. Προκειμένου η τεχνητή νοημοσύνη να επιφέρει τις επιθυμητές επιπτώσεις, οι πόλεις θα πρέπει να υιοθετήσουν ένα ηθικό πλαίσιο που θα καθοδηγεί την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης μέσω μιας ανοιχτής και συμμετοχικής διαδικασίας. Ανεξάρτητα από το πλαίσιο, τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης θα πρέπει να είναι νόμιμα, ηθικά και εύρωστα. Επιπλέον, καθώς οι πόλεις συνεχίζουν να υιοθετούν λύσεις τεχνητής νοημοσύνης, η επιτυχής κλιμάκωση αυτών των λύσεων απαιτεί από τις πόλεις να λαμβάνουν υπόψη τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης (A U4SSC by ITU, 2020)

Η εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης (AI) είναι στενά συνδεδεμένη με την ανάπτυξη τεχνολογιών μεγάλων δεδομένων (BigData) καθώς αλληλοσυμπληρώνονται. Το AI γίνεται καλύτερο καθώς αυξάνεται ο όγκος των δεδομένων που αποκτώνται και τα BigData είναι χρήσιμα μόνο μαζί με λογισμικό για την ανάλυσή τους. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν τη δυνατότητα συλλογής και χρήσης των πληροφοριών που παρέχονται από συσκευές που συνδέονται με το Διαδίκτυο.

Σύμφωνα με τον Turjman (2019), τα μεγάλα δεδομένα που παράγονται από το IoT έχουν μοναδικά χαρακτηριστικά λόγω των διαφορετικών τύπων δεδομένων που συλλέγονται. Τα πιο κοινά χαρακτηριστικά αυτών των δεδομένων αντικατοπτρίζουν την ετερογένεια, την ποικιλία, τα αδόμητα χαρακτηριστικά, τον θόρυβο και τον υψηλό πλεονασμό. Σύμφωνα με την πρόβλεψη της HP, έως το 2030 η ποσότητα των αισθητήρων προβλέπεται ότι θα φτάσουν το ένα τρισεκατομμύριο και τότε τα δεδομένα IoT θα είναι το πιο σημαντικό μέρος των BigData. Διάφορες τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης (AI) έχουν εφαρμοστεί σε ασύρματους αισθητήρες ώστε να βελτιώσουν την απόδοσή τους. Μπορούμε να δούμε τις τεχνικές AI ως ένα μέσο εισαγωγής μιας έξυπνης μάθησης σε μια βασική τεχνολογία ενεργοποίησης στο IoT, που είναι το ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN).

Τα δίκτυα αισθητήρων παράγουν τεράστιο όγκο δεδομένων και οι τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων επιτρέπουν τη διαχείρισή τους. Σύμφωνα με τους Thakuriah et al, όπως παρατίθεται από την Radu (2020) τα μεγάλα δεδομένα *“αναφέρονται σε δομημένα και μη δομημένα δεδομένα που παράγονται φυσικά ως μέρος συναλλακτικών, επιχειρησιακών, προγραμματιστικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων ή τη σύνδεση τέτοιων δεδομένων με δεδομένα που έχουν σχεδιαστεί*

με σκοπό”. Ορισμένοι συγγραφείς θεωρούν τα μεγάλα δεδομένα στρατηγικό οικονομικό πόρο παρόμοια σε σημασία με τον χρυσό και το πετρέλαιο.

Οι πηγές των μεγάλων δεδομένων είναι ελεγχόμενα δεδομένα που παράγονται από παραδοσιακές μορφές παρακολούθησης και σε αυτήτην περίπτωση τεχνολογία επικεντρώνεται σε ένα άτομο ή μέρος, από έναν άνθρωπο χειριστή, αυτοματοποιημένα δεδομένα που παράγονται από συσκευές ή συστήματα και εθελοντικά δεδομένα που παράγονται από χρήστες. Μετά τη συλλογή ή τη λήψη δεδομένων, τα αναλυτικά στοιχεία και οι αλγόριθμοι μεγάλων δεδομένων χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων για τον εντοπισμό και την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών για διαφορετικούς χρήστες, άτομα ή μηχανές. Ως αποτέλεσμα, οι τεχνολογίες μεγάλων δεδομένων είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του IoT σε έξυπνες πόλεις χωρίς ωστόσο προβλήματα και προκλήσεις (Radu, 2020).

Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων, είναι μία από τις κύριες κατευθύνσεις έρευνας για τις έξυπνες πόλεις που βασίζονται στο IoT και συνδέουν δισεκατομμύρια συσκευές παρέχοντας έναν τεράστιο όγκο πληροφοριών και δεδομένων για ανάλυση. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να περιλαμβάνουν πληροφορίες από περιβάλλοντα (ITS) και προσωπικά δεδομένα χρηστών. Για την ανάλυση αυτών των δεδομένων απαιτείται η χρήση έξυπνων τεχνικών και αλγόριθμων (deep learning algorithms). Σημαντικά ζητήματα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν όπως ο σεβασμός του απορρήτου και της ανωνυμίας των χρηστών, η παροχή υποδομής για συλλογή και αποθήκευση, η παροχή της απαιτούμενης υπολογιστικής ισχύς για την εξαγωγή νέων γνώσεων από τα δεδομένα (Mehmood, 2017).

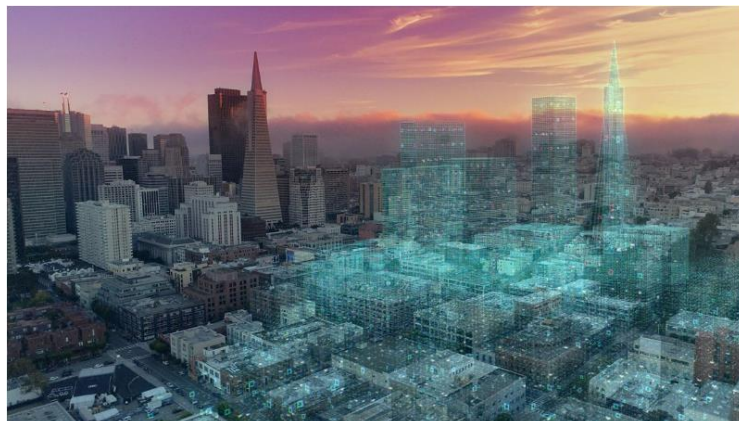
Σύμφωνα με την Allama (2019) η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων (Big Data) μπορεί να γίνει μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) και μπορεί να ερμηνευτεί ως ο τρόπος εκπαίδευσης των υπολογιστών να μιμούνται μοτίβα σκέψης ή ακόμη και προσομοίωση ανθρώπινων συμπεριφορών. Η ακρίβεια των επιτευχθέντων αποτελεσμάτων είναι κατανοητό ότι αυξάνεται με περισσότερα δεδομένα και επεξεργασία, καθώς συμβαίνει μηχανική εκμάθηση, εξ ου και η πρωταρχική ανάγκη για Big Data και η επιθυμία για δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Σύμφωνα με την Radu (2020) η ανάλυση μεγάλων δεδομένων είναι δυνατή λόγω της εξέλιξης του AI. Σε έξυπνες πόλεις, η χρήση τους μπορεί να προσφέρει ποικίλα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη, από αποσυμφόρηση και στάθμευση, βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, υγειονομική περίθαλψη και ασφάλεια, στην αλλαγή του τρόπου της καθημερινής ζωής των πολιτών και της εργασίας. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την απόδοση των

εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για την ερμηνεία των δεδομένων και με βάση τον όγκο των διαθέσιμων δεδομένων.

Η υιοθέτηση της τεχνητής νοημοσύνης, ως πηγής ανάλυσης Big Data στις πόλεις ενθαρρύνεται, καθώς επιτρέπει την ενσωμάτωση των γνωστικών υπολογιστών και ως εκ τούτου, βοήθεια στον αστικό σχεδιασμό, τις διαδικασίες και τη διακυβέρνηση (Allama, 2019).

Μαζί με το IoT και την AI, τα BigData έχουν τη δυνατότητα να κάνουν τις έξυπνες πόλεις πιο αποτελεσματικές και ανταποκρινόμενες υπό την προϋπόθεση ότι είναι ενσωματωμένες σε φυσική υποδομή η οποία από μόνη της, τόσο μέσω της διαδικασίας παραγωγής όσο και χρήσης, βελτιστοποιεί την κατανάλωση πόρων και μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Radu, 2020).

5.3 Digital Twin (Ψηφιακά δίδυμο)



Εικόνα 25 Πηγή: industrywired.com

Από τότε που οι μεγάλες τεχνολογικές εξελίξεις στις νέες τεχνολογίες δικτύωσης, όπως οι αισθητήρες και οι ενεργοποιητές άρχισαν να κάνουν την εμφάνισή τους στο τέλος της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές του 2000, η ερευνητική κοινότητα άρχισε να συζητά και να εργάζεται με γρήγορους ρυθμούς για τη διασύνδεση μεταξύ του φυσικού και ψηφιακού τομέα. Αυτό επιτεύχθηκε αρχικά με την έρευνα για τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων και στη συνέχεια με το Internet of Things (IoT), το οποίο έχει ήδη κατακτήσει την καθημερινότητά μας. Με την ραγδαία πρόοδο σε αυτούς τους τομείς αλλά και σε τεχνολογίες όπως οι Machine Learning, Big Data και Deep Learning, αναδείχθηκε άλλη μια σημαντική ιδέα προκειμένου να διευρυνθεί το πεδίο αυτής της διασύνδεσης ψηφιακού και φυσικού τομέα και να επεκταθεί το πεδίο εφαρμογής τους, αυτή των Digital Twins (DT) (Mylonas, 2021).

Οι τεχνολογίες Digital Twin (DT) χρησιμοποιούνται ήδη σε διαφορετικά συστήματα και βιομηχανίες, όπως οι κατασκευές, η υγειονομική περίθαλψη, η αεροδιαστημική, οι μεταφορές, κ.λπ. Η εφαρμογή των τεχνολογιών DT βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και πιστεύεται ότι θα αναπτυχθεί γρήγορα τις επόμενες δεκαετίες. Τον Σεπτέμβριο του 2017, η Gartner Inc. κατέταξε τα ψηφιακά δίδυμα μεταξύ των 10 κορυφαίων στρατηγικών τεχνολογιών το 2017 (Farsi, 2020).

Το Digital Twin βρέθηκε στην πρώτη γραμμή της βιομηχανικής επανάστασης 4.0 με την βοήθεια κυρίως της ανάλυσης δεδομένων και του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT) το οποίο έχει αυξήσει τον όγκο των δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από περιβάλλοντα έξυπνων πόλεων. Το Digital Twin μπορεί να αντιμετωπίσει την πρόκληση της απρόσκοπτης ενοποίησης μεταξύ του IoT και της ανάλυσης δεδομένων μέσω της δημιουργίας ενός συνδεδεμένου φυσικού και εικονικού διδύμου. Ένα περιβάλλον Digital Twin, δίνει την δυνατότητα για γρήγορη ανάλυση και αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο που λαμβάνονται μέσω αναλυτικών στοιχείων ακρίβειας (Fuller, 2020).

Η έννοια Digital Twin

Η έννοια Digital Twin έκανε την εμφάνιση της στις αρχές του 2000. Η πρώτη ορολογία δόθηκε από τον Grieves σε μια παρουσίαση το 2003 σχετικά με τη Διαχείριση κύκλου ζωής προϊόντος στο Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν, θέτοντας τα θεμέλια για τις εξελίξεις σε αυτό το πεδίο, ενώ η Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA) δημοσίευσε μια εργασία το 2012 με τίτλο «Το ψηφιακό δίδυμο παράδειγμα για το μέλλον NASA και U.S. Air Force Vehicles», θέτοντας ένα βασικό ορόσημο για τα ψηφιακά δίδυμα δίνοντας τον ορισμό: “Digital Twin είναι μια ολοκληρωμένη πολυφυσική, πολλαπλής κλίμακας, πιθανολογική προσομοίωση ενός οχήματος ή συστήματος που χρησιμοποιεί τα καλύτερα διαθέσιμα φυσικά μοντέλα, ενημερώσεις αισθητήρων, ιστορικό στόλου κ.λπ., για να αντικατοπτρίζει τη ζωή των αντίστοιχων δίδυμων πτήσεων” (Fuller, 2020).

Στη συνέχεια δόθηκαν διάφοροι ακόμη ορισμοί και από την ακαδημαϊκή κοινότητα, ωστόσο δεν υπάρχει σαφής διάκριση των DT από τα γενικά υπολογιστικά μοντέλα και τις προσομοιώσεις και απαιτείται στο μέλλον ένας πιο καθοριστικός ορισμός. Στο πλαίσιο του Digital Built Britain (digitaltwinhub.co.uk) ένας ορισμός που αποδίδει την έννοια του Digital Twin για τις έξυπνες πόλεις έχει ως εξής:

Ένα ψηφιακό δίδυμο (DT) είναι μια ρεαλιστική ψηφιακή αναπαράσταση φυσικών περιουσιακών στοιχείων, διαδικασιών ή συστημάτων στο δομημένο ή φυσικό περιβάλλον που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων και θα επηρεάσουν το φυσικό περιουσιακό στοιχείο. Οποιοσδήποτε αλλαγές στα φυσικά περιουσιακά στοιχεία θα αντικατοπτρίζονται στο ψηφιακό δίδυμο. Ένα ψηφιακό δίδυμο διακρίνεται από οποιοδήποτε άλλο ψηφιακό μοντέλο λόγω της σύνδεσής του με το φυσικό δίδυμο. Με βάση δεδομένα από το φυσικό περιουσιακό στοιχείο ή το σύστημα, ένα ψηφιακό δίδυμο ξεκλειδώνει την αξία κυρίως υποστηρίζοντας τη βελτιωμένη λήψη αποφάσεων, η οποία δημιουργεί την ευκαιρία για θετική ανατροφοδότηση στο φυσικό δίδυμο. Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι στην πραγματικότητα ένα ψηφιακό αντίγραφο από κάτι στον φυσικό κόσμο.



Εικόνα 26 Πηγή: digitaltwinhub.co.uk

Εάν τα δεδομένα ρέουν μεταξύ ενός υπάρχοντος φυσικού αντικείμενου και ενός ψηφιακού αντικείμενου και είναι πλήρως ενσωματωμένα και προς τις δύο κατευθύνσεις, αυτό συνιστά την αναφορά «Digital Twin». Οποιαδήποτε αλλαγή γίνει στο φυσικό αντικείμενο οδηγεί αυτόματα σε αλλαγή του ψηφιακού αντικείμενου και αντίστροφα. Τα ψηφιακά δίδυμα επιτρέπουν την προσομοίωση σχεδίων πριν από την εφαρμογή τους, εκθέτοντας προβλήματα πριν γίνουν πραγματικότητα. Οι αρχιτεκτονικές πτυχές που θα μπορούσαν να σχεδιαστούν και να αναλυθούν μέσω ψηφιακών εργαλείων περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων στέγαση, κεραίες ασύρματων δικτύων και δημόσια μέσα μεταφοράς.

Αρχιτεκτονική Digital Twin

Το Digital Twin δημιουργεί ένα μοντέλο φυσικού στοιχείου για προγνωστική συντήρηση, το οποίο θα προσαρμόζεται συνεχώς στις αλλαγές του περιβάλλοντος ή των λειτουργιών,

χρησιμοποιώντας δεδομένα αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο ώστε να προβλέπει το μέλλον των αντίστοιχων φυσικών στοιχείων. Μπορεί να παρακολουθεί και να εντοπίζει πιθανά προβλήματα με το πραγματικό φυσικό αντίστοιχό τους. Επιπλέον μπορεί να προβλέψει την υπολειπόμενη ωφέλιμη ζωή του φυσικού διδύμου, αξιοποιώντας έναν συνδυασμό μοντέλων που βασίζονται στη φυσική και αναλύσεων, που βασίζονται σε δεδομένα.

Αποτελείται από τρία βασικά μέρη: (i) φυσικά προϊόντα σε πραγματικό χώρο (ii) εικονικά προϊόντα σε εικονικό χώρο και (iii) τις συνδέσεις δεδομένων και πληροφοριών που θα συνδέουν τα εικονικά και τα πραγματικά προϊόντα μεταξύ τους. Επομένως, η συλλογή και η ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων για την εύρεση των πληροφοριών και των συνδέσεων είναι το κλειδί για την έξυπνη κατασκευή τους (Farsi, 2020).

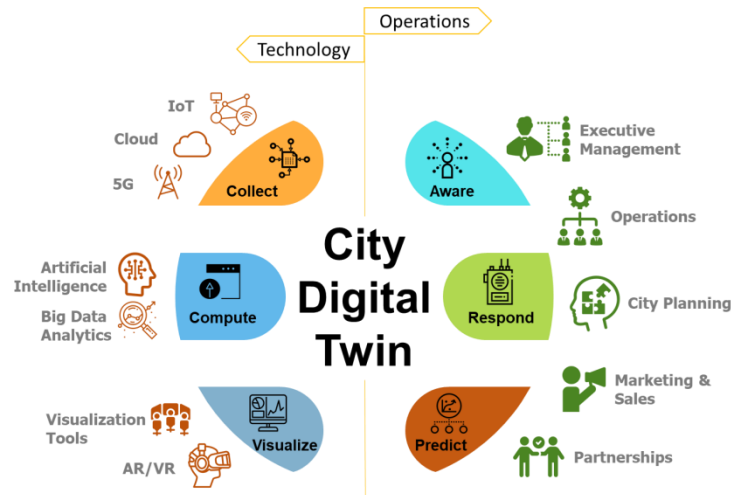
Εφαρμογές Digital Twin

Τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να έχουν εφαρμογές σε πολλούς διαφορετικούς τομείς αλλά προς το παρόν οι κύριοι τομείς ενδιαφέροντος είναι οι έξυπνες πόλεις, η βιομηχανία και ορισμένες εφαρμογές που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη. Με τα δεδομένα που δημιουργούνται από τις έξυπνες πόλεις, τα ψηφιακά δίδυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μοντελοποίηση των αποφάσεων της πολιτικής του αστικού σχεδιασμού.

Το Digital Twin αντιγράφει το φυσικό μοντέλο για απομακρυσμένη παρακολούθηση, προβολή και έλεγχο με βάση την ψηφιακή μορφή. Στην πραγματικότητα είναι το ζωντανό μοντέλο του φυσικού συστήματος που προσαρμόζεται συνεχώς σε λειτουργικές αλλαγές με βάση τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από διάφορους αισθητήρες και συσκευές IoT και προβλέπει το μέλλον των αντίστοιχων φυσικών ομολόγων με τη βοήθεια μηχανικής μάθησης/τεχνητής νοημοσύνης (Farsi, 2020). Το Digital Twin έχει μετατραπεί σε στρατηγική τεχνολογία, προσφέροντας εικονική αναπαράσταση του φυσικού κόσμου, προσομοιώνοντας τη συμπεριφορά των φυσικών πραγμάτων σε όλο τον κύκλο ζωής τους, διατηρώντας παράλληλα μόνιμη σύνδεση μεταξύ του φυσικού και του εικονικού μέρους. Σε αυτό το πλαίσιο, πέραν του ότι είναι μια πρακτική μηχανικής, τα Digital Twins θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως κυβερνοφυσικά συστήματα από μόνα τους, που ασχολούνται με την ανταλλαγή δεδομένων και τη διασύνδεση φυσικών και ψηφιακών μερών σε μια πληθώρα τομέων.

Η εφαρμογή σε έξυπνες πόλεις φαίνεται να βρίσκεται ακόμη σε προκαταρκτικό στάδιο με ανοιχτές προκλήσεις γύρω από πηγές και χρήση δεδομένων, της διαλειτουργικότητας, του απορρήτου, της ασφάλειας και της ηθικής και απαιτείται η συνεργασία πολλών μερών και η

χρήση πολυάριθμων τεχνολογιών για την επίτευξη ενός επιτυχημένου σχεδιασμού και της ανάπτυξης λύσεων. Ωστόσο, υπάρχει η αισιοδοξία ότι τα εμπόδια θα ξεπεραστούν σταδιακά και ότι οι DT θα γίνουν μέρος του τοπίου της έξυπνης πόλης στο εγγύς μέλλον (Mylonas, 2021).



Εικόνα 27 City Digital Twins - πλεονεκτήματα και τεχνολογίες Πηγή: IDC, 2020

6. Αστικό Μέλλον Με Σκοπό

6.1 Αστικές τάσεις: Διαμορφώνοντας το μέλλον των πόλεων

Στον απόηχο της πανδημίας COVID-19 το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ έχει συστήσει μια μεγάλη επαναφορά. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προέβαλε το αίτημα για πράσινη, δίκαιη και οικονομική ανάκαμψη ενώ από την άλλη πλευρά το δίκτυο των πόλεων C40 υπογράμμισε την αναγκαιότητα για μια άμεση μεταβολή της μελλοντικής μας κατεύθυνσης, αναδεικνύοντας ως κύριο μέλημα τη βιωσιμότητα του πλανήτη. Η Deloitte ανταποκρινόμενη στην πρόκληση οραματίζεται τον αντίκτυπο της πανδημίας στα αστικά περιβάλλοντα.

Η πανδημία διέκοψε την πορεία της αστικής ζωής παρεμβαίνοντας στην πορεία της. Ο παρεμβατικός ρόλος των πολιτικών lockdown περιόρισαν την ανθρώπινη αλληλεπίδραση μειώνοντας την καινοτομία και τη δημιουργικότητα, ενώ η διαδικτυακή μετάβαση προκάλεσε αποσταθεροποίηση στις τοπικές οικονομίες και το εμπόριο, διαμορφώνοντας νέα πρότυπα εργασίας. Πάνω από όλες αυτές τις αλλαγές, η πανδημία ανέδειξε την ανάγκη για μια αίσθηση του ανήκειν και την αδυναμία ανταπόκρισης του αστικού περιβάλλοντος. Οι πόλεις διαθέτουν το ανθρώπινο κεφάλαιο, τις υποδομές και τη δυνατότητα επεκτασιμότητας ώστε να προωθήσουν

την αλλαγή και τη δημιουργία μιας πράσινης, ψηφιακής και χωρίς αποκλεισμούς κοινωνίας του μέλλοντος. Σε αυτή την βάση η Deloitte αφουγκράστηκε τους βασικούς συντελεστές και με πίστη στις δυνατότητες των πόλεων μπόρεσε να οραματιστεί την συνέχεια.

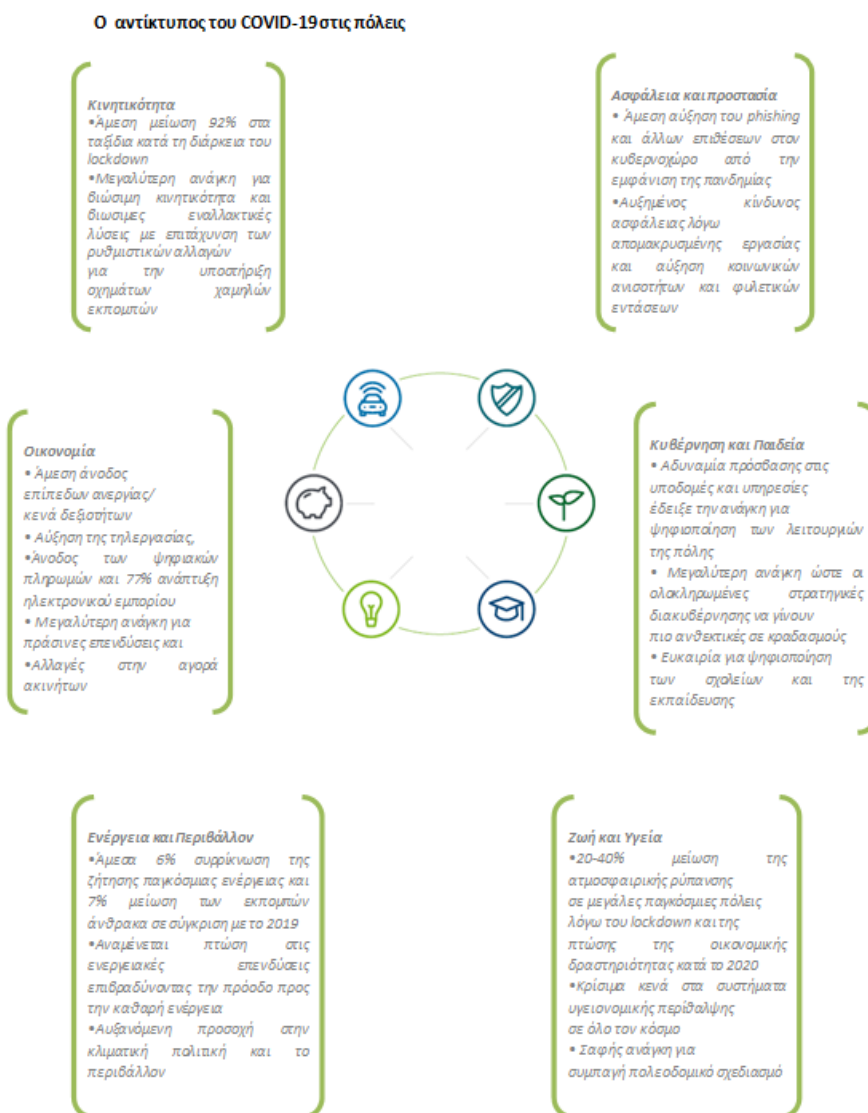
Έχοντας ως βάση τη γνώση και την υποστήριξη των ειδικών ερευνητών, των επαγγελματιών, των ηγετών και των υπεύθυνων χάραξης πολιτικών, ανέπτυξε ένα σύνολο 12 τάσεων που θα μπορέσουν να ακολουθήσουν οι πόλεις στην πορεία προς τη βιωσιμότητα, την ανθεκτικότητα και την ευημερία, αξιοποιώντας την τεχνολογία και την καινοτομία. Μέσω της έρευνας και της ανάλυσης ενισχύεται πεποίθησή της μετάβασης από το Urban Living στο Human Living διαπερνώντας τα όρια της μοναξιάς και της αποξένωσης, θέτοντας κανόνες για την αποκατάσταση ενός ενεργητικού, ανθρώπινου, ενωμένου πνεύματος που θα συμβάλλει ώστε μια πόλη να ανθίσει και μια βιώσιμη κοινωνία να ευημερήσει· ένα Αστικό Μέλλον με Σκοπό.

Ενώ ο απώτερος σκοπός είναι η υιοθέτηση αυτών των τάσεων σε όσο το δυνατόν περισσότερες πόλεις, αυτό δεν αποτελεί δέσμευση για κάθε πόλη να υιοθετήσει κάθε τάση. Σε περιόδους οικονομικού περιορισμού και προκλήσεων μείωσης του κόστους, δεν υπάρχει μια πρακτική που να εφαρμόζεται σε όλες τις πόλεις, καθώς η τοπική αυτοδιοίκηση κάθε πόλης αντιμετωπίζει τα δικά της ζητήματα και χρονοδιαγράμματα, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στο πολιτικό τους περιβάλλον και της αναπτυξιακές τους συνθήκες. Οι κατευθυντήριες γραμμές της Deloitte θέτουν τη βάση για τα χαρακτηριστικά ενός ανθεκτικού και βιώσιμου αστικού μέλλοντος, στοχεύοντας να ασκήσει επιρροή στην ανάπτυξη των στρατηγικών και στην εξισορρόπηση βραχυπρόθεσμων πιέσεων και μακροπρόθεσμων αναγκών των κυβερνήσεων.

Οι πόλεις έχουν την δυνατότητα να ακολουθήσουν μία, περισσότερες ή όλες τις τάσεις. Ορισμένες πόλεις διαγράφουν ήδη μια προοδευτική πορεία με περιθώρια να ενστερνιστούν τις ανατρεπτικές αλλαγές με έναν ολιστικό τρόπο, καθώς αυτές οι 12 τάσεις είναι αλληλένδετες και αλληλοεξαρτώμενες, για υλοποίησης μιας επιτυχημένης, ολοκληρωμένης στρατηγικής. Οι 12 αυτές τάσεις διαμορφώνουν ανθεκτικές πόλεις καλύπτοντας την ανάγκη τόσο της αντιμετώπισης έκτακτων κλιματικών αλλαγών όσο και των στρατηγικών προσαρμογής. Τα δεδομένα και το τεχνολογικό περιβάλλον τα οποία υποστηρίζουν και ενισχύουν την ικανότητα των έξυπνων πόλεων και της ανθρωποκεντρικής προσέγγισης, αναπόφευκτα οδηγούν στην επίτευξη των στόχων της Βιώσιμης Ανάπτυξης και της καλλιέργειας ισχυρών κοινοτήτων και πόλεων. Αναδεικνύεται η ανάγκη για διάλογο, δέσμευση και συνεργασία μεταξύ των πόλεων για την αντιμετώπιση των παγκόσμιων κλιματικών κινδύνων.

Προκλήσεις

Οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν σε οικονομικό επίπεδο σχετίζονται με την προσιτή στέγαση, το χάσμα των τεχνικών δεξιοτήτων και ταλέντων, την ψηφιοποίηση των υπηρεσιών, την κυβερνοασφάλεια και τέλος τους οικονομικούς περιορισμούς. Σε κοινωνικό επίπεδο η αστικοποίηση, η γήρανση του πληθυσμού και η αστική υγεία, ο κοινωνικός διαχωρισμός και η ανισότητα καθώς και η προσβασιμότητα και η κινητικότητα. Τέλος, σε περιβαλλοντικό επίπεδο, πρέπει να αντιμετωπιστεί η κλιματική αλλαγή, η υποβάθμιση του εδάφους, η διαχείριση των απορριμμάτων και η ατμοσφαιρική ρύπανση.



Εικόνα 28 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

6.1.1 12 τάσεις που διαμορφώνουν το μέλλον των πόλεων έως το 2030

Οι 12 τάσεις που αφορούν σε έξι τομείς έχουν ως εξής:

➤ Ζωή και Υγεία (Living and Health)

❖ Πράσινος Σχεδιασμός Δημόσιων Χώρων (Green Planning of Public Spaces)



Η υψηλή πυκνότητα πληθυσμού και οι βαριές κτηριακές κατασκευές, χαρακτηρίζουν παραδοσιακά τις αστικές περιοχές. Ένας από τους δείκτες για τη μέτρηση του Sustainable Development Goal 11 (SDG 11) σε μια πόλη είναι η περιοχή κοινού πρασίνου, με το αποδεκτό ελάχιστο πρότυπο να είναι 45% το οποίο όμως δύσκολα εφαρμόζεται στις πόλεις. Αυτή η έλλειψη φυσικού χώρου έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ανθυγιεινού αστικού περιβάλλοντος για διαβίωση. Οι πόλεις προκειμένου να εξασφαλίσουν έναν πολεοδομικό σχεδιασμό ικανό να αντιμετωπίσει τις πιέσεις προσαρμογής της ατζέντας στις αλλαγές του κλίματος, θα χρειαστεί να εφαρμόσουν μια ατζέντα απαλλαγής από τις εκπομπές άνθρακα. Οι δημόσιοι χώροι πρασίνου προϋποθέτουν:

- Μεγαλύτερο αριθμό δέντρων στις πόλεις
- Μεγαλύτερα και περισσότερα δημόσια πάρκα και αναζήτηση λύσεων για το αστικό περιβάλλον, βασισμένες στη φύση
- Αύξηση των εγκαταστάσεων για περπάτημα και ποδηλασία, με χώρο για υπαίθριες δραστηριότητες παιδιών και ενήλικων

Τα οφέλη μιας πράσινης προσέγγισης στον πολεοδομικό σχεδιασμό αναγνωρίζονται από πόλεις σε όλο τον κόσμο, μιας και δίνει την δυνατότητα μείωσης των αστικών θερμοκρασιών,

μετριασμού της ρύπανσης του αέρα και δημιουργία φυσικής περιβαλλοντικής ανθεκτικότητας. Το Συμβούλιο του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ έχει συμπεριλάβει στην ατζέντα του με τις δέκα κορυφαίες πρωτοβουλίες αστικού σχεδιασμού για το Μέλλον των Πόλεων, την αύξηση της πράσινης κάλυψης.

Οι δημόσιοι χώροι πρασίνου σχετίζονται με τις πόλεις και τους πληθυσμούς, τους διότι προσφέρουν καλύτερη ποιότητα ζωής, εμπλουτισμένη σωματική και ψυχική υγεία, βελτίωση της ανθεκτικότητας και της ισότητας ως μέρος μιας στρατηγικής για προσαρμογή και μείωση των εκπομπών, προκειμένου να αγγίξουμε στο στόχους βιωσιμότητας και κλίματος της συμφωνίας του Παρισιού. Προκειμένου να εξασφαλιστεί μια επιτυχημένη υλοποίηση θα πρέπει να γίνουν κατανοητοί οι οδηγοί αειφορίας και οι κοινωνικοί στόχοι, η προώθηση μιας ισότιμης, δίκαιης και ολοκληρωμένης σχεδίασης της πόλης, να μην υποτιμάται η δύναμη της εμπλοκής της κοινότητας και να εξασφαλίζεται η χρηματοδότηση.

Η Freetown στη Σιέρα Λεόνε, η Λισαβόνα της Πορτογαλίας και το Shiraz στο Ιράν είναι πόλεις που έχουν θέσει σε εφαρμογή αυτές τις ενέργειες.

❖ Έξυπνες Κοινότητες Υγείας (Smart Health Communities)



Οι πόλεις αναπτύσσουν οικοσυστήματα υγειονομικής περίθαλψης που δεν εστιάζονται μόνο στη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών αλλά και υποστήριξη της ευεξίας μέσω της έγκαιρης παρέμβασης και πρόληψης καθώς και της αξιοποίησης ψηφιακών τεχνολογιών. Η πανδημία και η υγειονομική κρίση κατέστησαν σαφές ότι οι κοινότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη δημιουργία ενός καλύτερου περιβάλλοντος υγείας. Οι πόλεις θα πρέπει να αναπτύξουν οικοσυστήματα υγειονομικής περίθαλψης που δεν θα εστιάζουν απλά στη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενειών και τραυματισμών αλλά στην υποστήριξη της ευημερίας μέσω της έγκαιρης παρέμβασης και της πρόληψης.

Οι πόλεις έχουν ευθύνη να δημιουργήσουν ένα υγιές περιβάλλον. Οι έξυπνες κοινότητες υγείας (SHC) να δεσμεύουν ασθενείς, εταιρείες και δημόσιους φορείς ώστε να παρέχουν ψηφιακές

υπηρεσίες υγείας, προκειμένου να αναπτύξουν και να διαμορφώσουν κοινότητες, μειώνοντας δραματικά το κόστος, τη βελτίωση της ευεξίας και της μακροζωίας και την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης.

Μια έξυπνη κοινότητα υγείας (SHC):

- Ενισχύει την προληπτική υγεία και την διαχείριση της ευημερίας
- Προωθεί την οικοδόμηση της κοινότητας και την ευεξία
- Ενεργοποιεί τα ψηφιακά εργαλεία υγείας και την επιστήμη της συμπεριφοράς
- Εξασφαλίζει οικονομικά προσιτή υγεία για όλους
- Χρησιμοποιεί ουσιαστικά την ανάλυση δεδομένων για βελτίωση των αποτελεσμάτων
- Επιτρέπει ένα καινοτόμο οικοσύστημα υγειονομικής περίθαλψης

Μερικοί λόγοι για τους οποίους θα είναι οι Έξυπνες Κοινότητες Υγείας (SHC) το μέλλον της υγείας:

- Αύξηση του ψηφιακού μετασχηματισμού στην κοινότητα της φροντίδας
- Άρση των εμποδίων στη φροντίδα και δημιουργία κοινωνικής ισότητας
- Διευκόλυνση συλλογής δεδομένων, συγκέντρωση, διανομή και διαχείριση
- Βελτίωση του σχεδιασμού των αποθεμάτων
- Δημιουργία αίσθησης κοινότητας και τόνωση της σημασίας της προληπτικής ιατρικής

Μέτρα, ώστε να εξασφαλιστεί η επιτυχής εφαρμογή των Έξυπνων Κοινοτήτων Υγείας (SHC):

- Δημιουργία εμπιστοσύνης
- Επένδυση σε υποδομές απορρήτου και ασφάλειας δεδομένων
- Δημιουργία εταιρικής σχέσης μεταξύ του κοινού και των ιδιωτικών φορέων
- Βοήθεια από Κυβερνητικές υπηρεσίες
- Υποστήριξη από εταιρείες τεχνολογίας
- Βοήθεια από ειδικούς στον τομέα της υγείας και των βιοεπιστημών
- Υποστήριξη από ΜΜΕ και ΜΚΟ/ΜΚΟ
- Υποστήριξη από φορείς κοινωνικής πρόνοιας
- Συνεργασία με τους πολίτες

Το Σικάγο (ΗΠΑ), το Cascais στην Πορτογαλία, η Νίκαια της Γαλλίας και το Louisville των Ηνωμένων Πολιτειών είναι πόλεις που έχουν θέσει σε εφαρμογή αυτές τις ενέργειες.

➤ **Κινητικότητα (Mobility)**

❖ **Πόλη 15 λεπτών (15-Minute City)**



Οι πόλεις δημιουργούν μια τάση σχεδιασμού και μια νέα προσέγγιση της γειτονιάς, έτσι ώστε σε απόσταση 15 λεπτών με το ποδήλατό ή με τα πόδια, να υπάρχει πρόσβαση σε υποδομές και στις περισσότερες υπηρεσίες, η ιδέα αφορά το «ζω τοπικά». Η ιδέα της πόλης των «15 λεπτών» οικοδομήθηκε κατά βάση για την ελάττωση των εκπομπών άνθρακα μειώνοντας την χρήση αυτοκινήτων για την μετακίνηση. Αφορά ένα αποκεντρωμένο πολεοδομικό μοντέλο, στο οποίο όλες οι βασικές κοινωνικές λειτουργίες για διαβίωση και εργασία θα περιέχονται σε κάθε τοπική γειτονιά.

Κατά κοινή ομολογία των κατοίκων η έννοια της δημιουργίας τοπικών γειτονιών όπου κάποιος μπορεί να έχει πρόσβαση σε όσα χρειάζεται εντός 15 λεπτών με το ποδήλατο, τα πόδια ή τη δημόσια συγκοινωνία θα βελτιώσουν τελικά την ποιότητα ζωής τους. Τέτοιοι χώροι μειώνουν την ανάγκη για μη αναγκαία ταξίδια, ενισχύουν την αίσθηση της κοινότητας και τη βελτίωση της βιωσιμότητας, εφόσον θεωρούνται αντί για συγκεκριμένες ζώνες εργασίας, διαβίωσης και ψυχαγωγίας, γειτονιές πολλαπλών χρήσεων.

Το μοντέλο αλλαγής ζωνών θα αυξήσει την δημοτικότητα του στο μέλλον. Η ατζέντα των δημάρχων του C40 περιλαμβάνει ως μείζον παγκόσμιο μέλημα την κλιματική αλλαγή για μια πράσινη και δίκαιη ανάκαμψη. Σε αυτό το πλαίσιο συστήνει το συγκεκριμένο μοντέλο για τις πόλεις σε όλο τον κόσμο, υποστηρίζοντας ότι η πεζοδρόμηση θα συμβάλλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η «πόλη των 15 λεπτών» αναδείχτηκε από το Παρίσι το 2019 και είναι μια εμβληματική πρωτοβουλία στο παρόν πρόγραμμα της πόλης.

Στόχος είναι αλλάξουν οι τύποι των κατοικιών και με περισσότερους χώρους πρασίνου που να διατίθενται εντός 15 λεπτών με το ποδήλατο ή με τα πόδια. Πόλεις όπως το Παρίσι και η Νέα Υόρκη οι οποίες είναι πιο ώριμες σε σχέση με αυτή την έννοια, το έχουν εντάξει ως μέρος της στρατηγικής τους για τον μετασχηματισμό της πόλης. Πόλεις όπως το Σιάτλ, η Μπογκοτά και

το Μιλάνο, οι οποίες επικεντρώνονται στο νέο πολεοδομικό σχεδιασμό και σε πιο ευέλικτες έννοιες, έχουν ως προτεραιότητα την επένδυση σε υποδομές πεζοπορίας και ποδηλασίας.

Αν και αυτή η προσέγγιση μπορεί να μην είναι πλήρως εφαρμόσιμη σε όλες τις πόλεις και ίσως η εφαρμογή της θα ήταν πιο κατάλληλη για μεγαλύτερες πόλεις, η ψηφιοποίηση των υπηρεσιών καθώς και η εξ αποστάσεως εργασία, έχουν αυξήσει την σκέψη εφαρμογής της ιδέας του σχεδιασμού γειτονιάς ανεξάρτητα από το μέγεθος της πόλης.

Για ποιούς λόγους η ιδέα σχετίζεται με τις πόλεις και πολίτες τους;

- Βελτίωση της περιβαλλοντικής προστασίας και της βιωσιμότητας
- Αυξημένη άνεση και αίσθηση κοινότητας
- Ανοίγει το δρόμο για οικονομικά προσιτή στέγαση
- Βελτιωμένη ανθεκτικότητα μέσω γειτονιών πολλαπλών χρήσεων

Αν και μια ευέλικτη ιδέα πόλης δεν είναι ώριμη να υιοθετηθεί από όλες τις πόλεις, ορισμένες αρχές που επισημαίνονται στην ατζέντα των Δημάρχων C40 με στόχο να δημιουργήσουν μια ισχυρή ευέλικτη πόλη, θα πρέπει ληφθούν υπόψη από όλους.

Βασικές αρχές που περιλαμβάνει η ιδέα της ευέλικτης πόλης:

- Εξασφάλιση εύκολης πρόσβαση βασικών αγαθών, συμπεριλαμβανομένων παντοπωλείων, φρέσκων τροφίμων και υγειονομικής περίθαλψης σε κάθε γειτονιά
- Δημιουργία μιας πολυπολιτισμικής γειτονιάς η οποία θα προσφέρει την ευκολία διαμονής κοντά στο χώρο εργασίας, περιλαμβάνοντας διαφορετικούς τύπους κατοικιών και επίπεδα οικονομικής προσιτότητας
- Ύπαρξη άφθονου χώρου πρασίνου ώστε να εξασφαλίζεται η πρόσβαση όλων στη φύση και στον καθαρό αέρα
- Δημιουργία μικρότερης κλίμακας γραφείων, φιλοξενίας και χώρων συνεργασίας, ώστε περισσότεροι άνθρωποι να έχουν την δυνατότητα εργασίας πιο κοντά στο σπίτι ή σε μια εικονική εγκατάσταση
- Δημιουργία διαδρομών ποδηλασίας και πεζοπορίας, για διευκόλυνση των «μαλακών» μεταφορών

Πόλεις που εφαρμόζουν αυτό το μοντέλο είναι το Παρίσι, το Portland των ΗΠΑ, η Στοκχόλμη και η Μελβούρνη.

- ❖ **Κινητικότητα: έξυπνη, βιώσιμη και ως υπηρεσία** (Mobility: intelligent, sustainable and as-a-service)



Οι πόλεις “δουλεύουν” ώστε να προσφέρουν κινητικότητα ψηφιακή, καθαρή, ευφυή και αυτόνομη, με επιπλέον χώρους για ποδηλασία και πεζοπορία, όπου η μεταφορά συνήθως παρέχεται ως υπηρεσία. Πρόκειται για ένα τομέα όπου οι πόλεις θα περιμένουν μεγάλες εξελίξεις. Μια νέα διάσταση στις μεταφορές με ταξί ρομπότ, και ιπτάμενα επιβατικά drones, υπόγειες σήραγγες.

Μια μεταμόρφωση επικεντρωμένη κυρίως στο χρήστη,στη δυναμική της παγκόσμιας αστικής κινητικότητας. Αν και βρίσκονται ήδη σε εξέλιξη ορισμένες αλλαγές σε σχέση με την μετακίνηση, αναμένεται περαιτέρω αύξηση της τάσηςτην επόμενη δεκαετία, με τον εξηλεκτρισμό, τις έξυπνες και συνδεδεμένες υποδομές, την αυτόνομη οδήγηση, την ποικιλομορφία στους τρόπους μεταφοράς και την κινητικότητα η οποία είναι ανθεκτική, ολοκληρωμένη και βιώσιμη, τροφοδοτούμενη από καινοτόμα επιχειρηματικά μοντέλα.

Η σημαντικότητα της βιώσιμης και έξυπνης αστικής κινητικότηταςγια τις πόλεις:

- Θα βελτιώσει την ποιότητα διαβίωσης και θα μειώσει τις επιπτώσεις στο περιβάλλον
- Θα μειώνει τη συμφόρηση και την ατμοσφαιρική ρύπανση
- Θα βελτιώσει την άνεση για τους ταξιδιώτες
- Θα σώζει ζωές και θα μειώνει τον αριθμό των ατυχημάτων
- Θα προωθεί την καλύτερη χρήση του δημόσιου χώρου

Πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι κρίσιμοι παράγοντες προκειμένου να εξασφαλιστεί μια επιτυχημένη μετάβαση.

- Οι πόλεις πρέπει να επιδιώκουν την υιοθέτηση μιας ολιστικής προσέγγισης.
- Επενδύσεις σε υποδομές φυσικής ενέργειας, ψηφιακής και τηλεπικοινωνιών που υποστηρίζουν τον αποτελεσματικό μετασχηματισμό.

- Νέα γενιά οχημάτων που θα συμπεριλαμβάνει αυτόνομα φορτηγά, drones ή ακόμα και ιπτάμενα ταξί
- Δύο κύρια στοιχεία για την διαχείριση της κινητικότητας είναι η διαχείριση χρηστών/πελατών και των περιουσιακών στοιχείων (υποδομή, οχήματα), δεδομένης της μελλοντικής πολιτο-κεντρικής προσέγγισης
- Οι πολιτικές και οι ρυθμίσεις (διακυβέρνηση) πρέπει να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες

Πόλεις, οι οποίες εργάζονται ώστε να εφαρμόσουν έξυπνες και βιώσιμες λύσεις κινητικότητας, είναι το Λος Άντζελες, το Shenzhen στην Κίνα και η Κοπεγχάγη στη Δανία.

➤ **Οικονομία (Economy)**

❖ **Υπηρεσίες και Σχεδιασμός χωρίς αποκλεισμούς (Inclusive Services and Planning)**



Οι πόλεις εξελίσσονται με σκοπό να καταπολεμήσουν τις ανισότητες, να παρέχουν πρόσβαση σε στέγαση και υποδομές, να έχουν υπηρεσίες χωρίς αποκλεισμούς, ίσα δικαιώματα και συμμετοχή, ευκαιρίες και θέσεις εργασίας. Κατά την διάρκεια σχεδιασμού μιας πόλης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι οι κάτοικοι χρησιμοποιούν τον δημόσιο χώρο διαφορετικά και οι πόλεις δεν θα πρέπει να θεωρούνται μόνο ως κέντρα οικονομικής ανάπτυξης, αλλά να συμβάλουν στην ισότητα, την υγιή συνύπαρξη της κοινότητας και την ευημερία για όλους. Οι πόλεις του μέλλοντος θα πρέπει να έχουν ως βασικό πυλώνα της αστικής ανάπτυξης, την κοινωνική ένταξη, σκεπτόμενες τα τρία δομικά στοιχεία όπως προσδιορίζονται από την Παγκόσμια Τράπεζα: κοινωνική ένταξη (ίσα δικαιώματα και συμμετοχή), χωρική ένταξη (προσιτή στέγαση, νερό και αποχέτευση) και οικονομική ένταξη (νέες θέσεις εργασίας και ευκαιρίες για οικονομική ανάπτυξη των πολιτών).

Οι πόλεις θα πρέπει να στοχεύουν σε σχεδιασμό κατασκευής αστικών κέντρων χωρίς αποκλεισμούς για το φύλο ή για άτομα με κινητικές δυσκολίες, που θα παράγουν κοινωνικά και

οικονομικά αποτελέσματα για όλους. Ο χωρίς αποκλεισμούς σχεδιασμός, έχει την έννοια της οικοδόμησης πιο πράσινων και ασφαλέστερων γειτονιών για όλους τους πολίτες, την επένδυση για την κατασκευή ασφαλών χώρων για τα παιδιά και προσβάσιμων χώρων για τους ηλικιωμένους. Ένα σύστημα που θα προσφέρει στους μετανάστες εξατομικευμένες υπηρεσίες κοινωνικής φροντίδας χωρίς αποκλεισμούς ανταποκρινόμενες στις ιδιαίτερες ανάγκες τους.

Ένα από τα κριτήρια του ΟΗΕ για την βιώσιμη Ανάπτυξη έως το 2030 είναι ότι θα πρέπει να παρέχεται καθολική πρόσβαση σε πράσινους, ασφαλείς, προσβάσιμους και χωρίς αποκλεισμούς δημόσιους χώρους, κυρίως για παιδιά, γυναίκες, ηλικιωμένους και άτομα με αναπηρία.

Για την επιτάχυνση προς την κοινωνική ένταξη απαιτούνται τόσο η μαζική συμμετοχή όσο και η τεχνολογία, η οποία μπορεί να δημιουργήσει ανισότητες αν και αποτελεί θεμελιώδη απαίτηση για κοινωνική ένταξη. Το γεγονός ότι ο μισός πληθυσμός του πλανήτη είναι εκτός σύνδεσης επί του παρόντος, κάνει πιο επιτακτική την ανάγκη εξέτασης της συνδεσιμότητας και της επικοινωνίας ως δημόσιο αγαθό.

Γιατί η κοινωνική ένταξη είναι σημαντική για τις πόλεις και τους πολίτες;

- Βελτιώνει τη βιωσιμότητα και τη συνοχή
- Δυναμώνει την παραγωγικότητα και την οικονομική ανταγωνιστικότητα των πόλεων
- Βελτιώνει την ανθεκτικότητα

Πώς θα εξασφαλιστεί μια επιτυχημένη δημιουργία μιας χωρίς αποκλεισμούς πόλης;

- Εφαρμογή ενεργητικών πολυτομεακών λύσεων τόσο προληπτικά όσο και θεραπευτικά
- Προώθηση μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης σχεδιασμού αντί για μια κατακερματισμένη
- Μια προσέγγιση σχεδιασμού με επίκεντρο τα ίδια κεφάλαια
- Βελτίωση των τεχνολογικών λύσεων ως προς την υιοθέτησή και τις ψηφιακές τους δεξιότητες, με την υποστήριξη προσαρμοσμένων κανονισμών
- Επιδίωξη ισότητας δεδομένων
- Δημιουργία εργαστηρίων διαβίωσης χωρίς αποκλεισμούς
- Χρήση ευέλικτων μεθόδων για γρήγορη ανταπόκριση γρήγορα και πρόβλεψη των αναγκών των πολιτών

Πόλεις, όπως το Medellín στην Κολομβία, το Quito στο Εκουαδόρ και η Nagareyama της Ιαπωνίας εργάζονται προς αυτή την κατεύθυνση.

❖ Οικοσυστήματα Ψηφιακής Καινοτομίας (Digital Innovation Ecosystems)



Οι πόλεις τείνουν να προσελκύουν ταλέντα, να ενθαρρύνουν την ανατρεπτική σκέψη, να επιτρέπουν τη δημιουργικότητα και την ανάπτυξη, μέσα από ένα μοντέλο προσέγγισης καινοτομίας και ενός συνδυασμού ψηφιακών και φυσικών στοιχείων. Είθισται, στα προάστια της πόλης να συγκεντρώνονται βιομηχανικά πάρκα και εταιρείες, ωστόσο την καινοτομία και τις ιδέες στα κέντρα των πόλεων τις φέρνουν πλέον οι νεοφυείς επιχειρήσεις και οι ψηφιακοί νομάδες. Καθώς ο πληθυσμός των αστικών περιοχών αυξάνεται, υπάρχει ανταγωνισμός στις πόλεις για επενδύσεις και ειδικευμένο προσωπικό το οποίο αξιοποιώντας τα δεδομένα, συμβάλει στην μετατροπή των αστικών περιοχών σε κόμβους καινοτομίας.

Οι πόλεις θα ενστερνιστούν μια πολυδιάστατη προσέγγιση στην καινοτομία και θα μετατραπούν σε Living Labs ψηφιακού μετασχηματισμού και κέντρων πειραματισμού. Οι πόλεις θα έχουν οικονομικά οφέλη, με τη διατήρηση και τη δημιουργία ανάπτυξης αλλά και με την ενδυνάμωση των ατόμων προκειμένου να βρίσκουν τις καλύτερες λύσεις σε κοινές προκλήσεις και να οδηγήσουν στην αλλαγή του δημόσιου τομέα.

➤ **Ενέργεια και Περιβάλλον (Energy and Environment)**

❖ **Κυκλική Οικονομία και Παραγωγή Τοπικά (Circular Economy and Producing Locally)**



Οι πόλεις υιοθετούν μοντέλα κυκλικής οικονομίας τα οποία βασίζονται στις αρχές της κοινής χρήσης, στην υγιή κυκλοφορία των πόρων, της επαναχρησιμοποίησης και αποκατάστασης, δίνοντας βάρος στην μείωση του όγκου των αστικών απορριμμάτων και στην τοπική παραγωγή όπως η αστική γεωργία. Η αστικοποίηση και η μεγάλη εξόρυξη και κατανάλωση των φυσικών πόρων ως αποτέλεσμα της βιομηχανικής ανάπτυξης, ασκεί τρομερή πίεση στο φυσικό περιβάλλον. Ως λύση για τη μείωση των απόβλητων οι πόλεις, οφείλουν να υιοθετήσουν μεθόδους παραγωγής και κατανάλωσης πιο βιώσιμες, δείχνοντας τον δρόμο της αλλαγής. Η ανάπτυξη μιας κυκλικής από τις πόλεις συνεπάγεται τον σχεδιασμό των αποβλήτων εκτός συστήματος και την αποσύνδεση της οικονομικής δραστηριότητας από την κατανάλωση περιορισμένων πόρων.

Μια πόλη με κυκλική οικονομία είναι μια πόλη που προωθεί την καλύτερη χρήση των πόρων μέσω κατάλληλων πολιτικών, επαναχρησιμοποιεί και ανακυκλώνει το νερό, την ενέργεια, τα προϊόντα και τα υλικά, καταναλώνει λιγότερο, ανακυκλώνει και διαχειρίζεται τα απόβλητα σύμφωνα με τους κανονισμούς. Καλλιεργώντας μια νοοτροπία κοινής χρήσης (ταξίδια με αυτοκίνητο, χώροι και υλικά), συμβάλει στην τόνωση μια οικονομίας επισκευής, δανεισμού και μεταχειρισμένου εμπορίου, ευνοώντας την καλύτερη χρήση των πόρων στις κατασκευές και ενθαρρύνοντας μια καινοτόμο προσέγγιση της πόλης και των πολιτών περί κατανάλωσης, αποθήκευσης και χρησιμοποίησης των πόρων.

Οι προσεγγίσεις καινοτομίας κάνουν καλύτερη χρήση του χώρου και του φωτός, με μεθόδους όπως η υδροπονία, η κάθετη γεωργία, η καλλιέργεια σε ταράτσες κτηρίων και η καλλιέργεια εσωτερικών χώρων με LED. Συμβολή στην κυκλική οικονομία παρέχεται και από την ενεργειακή επανάσταση μέσω της αποκέντρωσης της ενέργειας παραγωγής και ιδίως μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (βιοαέριο, άνεμος, ηλιακή ενέργεια, βιομάζα ξύλου, απόβλητα), εκτός δικτύου και μικροπαραγωγών, ανοίγοντας το δρόμο για αυτάρκεια ώστε οι πόλεις να παράγουν όση ενέργεια καταναλώνουν, δημιουργώντας κοινότητες ενέργειας και προσφέροντας περαιτέρω οικονομικές ευκαιρίες.

Συσχετισμός κυκλικής οικονομίας και τοπικής παραγωγής με τις πόλεις και τους πολίτες τους.

- Καλύτερη χρήση των πόρων
- Μείωση των εκπομπών άνθρακα και της χρήσης ενέργειας
- Δημιουργία ανθεκτικότητας στις προμήθειες τροφίμων και στην παραγωγή και παράδοση ενέργειας
- Αύξηση διαθέσιμου εισοδήματος και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

- ο Βελτίωση της αίσθησης της κοινότητας

Πόλεις, όπως η Σεούλ, η Γλασκώβη, το CapeTown και το Hong Kong έχουν στραφεί προς την υιοθέτηση της κυκλικής οικονομίας

- ❖ Έξυπνα και βιώσιμα κτίρια και υποδομές (Smart and Sustainable Buildings and Infrastructure)



Οι πόλεις στοχεύουν να έχουν αναγεννημένα κτίρια και να αξιοποιήσουν δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και της χρήσης και διαχείρισης των πόρων σε κτίρια και επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας: απόβλητα, νερό και ενέργεια. Τα κτίρια ευθύνονται επί του παρόντος για το 30% έως 40% των συνολικών εκπομπών της πόλης και προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος COP21 μέχρι το 2050, οι εκπομπές από τα κτίρια πρέπει να είναι 80-90% χαμηλότερες από ότι είναι σήμερα. Υπολογίζεται ότι το 36,5% μπορεί να περικοπεί από τα κτίρια κατοικιών και το 21,2% από τα εμπορικά κτίρια.

Το Παγκόσμιο Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων ορίζει ένα πράσινο κτίριο ως ένα κτίριο που «στο σχεδιασμό, την κατασκευή ή τη λειτουργία του, μειώνει ή εξαλείφει τις αρνητικές επιπτώσεις και μπορεί να δημιουργήσει θετικές επιπτώσεις στο κλίμα και στο φυσικό μας περιβάλλον, διατηρώντας τους πολύτιμους φυσικούς πόρους και βελτιώνοντας την ποιότητα της ζωής μας». Δεδομένης της πίεσης στις πόλεις να δράσουν για την κλιματική αλλαγή, τα πράσινα κτίρια πρόκειται να εισβάλουν στα αστικά μας κέντρα. Εκτός από την κατασκευή τους με βιώσιμα και ηθικά υλικά, θα είναι αποδοτικά σε ενέργεια, νερό και πόρους, φιλικά προς το περιβάλλον εκ κατασκευής και ικανά να παράγουν τη δική τους ενέργεια (παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας). Τα πράσινα κτίρια θα αξιοποιήσουν επίσης δεδομένα και ψηφιακή τεχνολογία για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των στοιχείων της υποδομής τους.

Η αποτελεσματική έξυπνη υποδομή θα εξελιχθεί με έμφαση στην προσέγγιση των κατασκευών με προτεραιότητα τους ανθρώπους. Τα έξυπνα κτίρια θα χρησιμεύσουν ως περιβαλλοντική

κοινωνική υποδομή που συνδέει και αλληλεπιδρά με τους ενοίκους για να βελτιώσει την κατάστασή τους, μεταφέροντας χαρακτηριστικά, υπηρεσίες και πληροφορίες απευθείας στην τοποθεσία μας. Μέσω των έξυπνων κτιρίων οι άνθρωποι δεν καταλαμβάνουν πλέον έναν χώρο, ασχολούνται με ένα μέρος. Αυτό οδηγεί σε ένα ανθρωποκεντρικό μέλλον, όπου κάθε αλληλεπίδραση από το έξυπνο κτίριο με τους ενοίκους του γίνεται μια ευκαιρία για μάθηση και βελτίωση ή ενίσχυση αυτής της αλληλεπίδρασης την επόμενη φορά. Τα κτίρια τείνουν να ενσωματώνονται όπως ποτέ άλλοτε στον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και ζούμε ως αποτέλεσμα ενός συσχετισμού κτιρίου και ανθρώπινης απόδοσης.

Γιατί τα βιώσιμα και έξυπνα κτίρια σχετίζονται με τις πόλεις και τους πολίτες τους;

- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, υλικών και άλλων πόρων μέσω βιώσιμης κατασκευής, έξυπνης τεχνολογίας και βέλτιστης χρήσης δεδομένων.
- Ικανότητα προσαρμογής και προσαρμογής στις περιστάσεις και τις ανάγκες.
- Χαμηλότερες εκπομπές θερμοκηπίου για να συμβάλουν στο καθαρό μηδέν.
- Ενίσχυση της δημόσιας υγείας και της ποιότητας ζωής τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους.
- Συνολική βελτίωση του τοπίου της πόλης.

Πόλεις, όπως η Σιγκαπούρη, η Αδελαΐδα στην Αυστραλία, η Fukuoka στην Ιαπωνία έχουν υιοθετήσει πρωτοβουλίες πράσινης αρχιτεκτονικής και βιώσιμου πολεοδομικού σχεδιασμού.

➤ **Κυβέρνηση και Παιδεία (Government and Education)**

❖ **Μαζική Συμμετοχή (Mass Participation)**



Οι πόλεις εξελίσσονται ώστε να είναι ανθρωποκεντρικές και σχεδιασμένες από και για τους πολίτες τους, προωθώντας τη μαζική συμμετοχή του οικοσυστήματος σε μια διαδικασία

συνεργασίας και ακολουθώντας πολιτικές ανοιχτής κυβέρνησης. Οι πόλεις γίνονται όλο και πιο καινοτόμες στον τρόπο με τον οποίο προωθούν τη συμμετοχή, τόσο σποραδικά για συγκεκριμένες υπηρεσίες όσο και τακτικά για στρατηγικό σχεδιασμό, καθώς είναι κρίσιμο για μια υγιή δημοκρατία. Η τεχνολογία διαδραματίζει βασικό ρόλο στην ενεργοποίηση της καινοτομίας, για παράδειγμα οι εφαρμογές για κινητά και οι ιστότοποι αναφοράς ξεπερνούν την ανάγκη για τις ομάδες να συναντώνται προσωπικά για να συζητήσουν νέες ιδέες και να συνεργαστούν. Αλλά για να διασφαλιστεί, ότι πληρούνται οι τρεις αρχές της ανοιχτής διακυβέρνησης (συμμετοχή, συνεργασία και διαφάνεια), είναι απαραίτητο να υπάρχουν ανοιχτές πλατφόρμες δεδομένων και άλλες πρωτοβουλίες.

Οι συμμετοχικοί προϋπολογισμοί είναι ένα καλό σημείο εκκίνησης. Ορισμένες πόλεις προχωρούν ένα βήμα παραπέρα και παρέχουν στους πολίτες και στο οικοσύστημα πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, για να τους κρατούν ενήμερους για τις αλλαγές που επηρεάζουν τον τόπο διαμονής τους. Για παράδειγμα, η Μητροπολιτική Κυβέρνηση της Σεούλ (SMG) λάνσαρε μια πλατφόρμα έξυπνης πόλης, την οποία ισχυρίζεται ότι είναι το πρώτο ψηφιακό διοικητικό σύστημα στον κόσμο.

Γιατί η μαζική συμμετοχή είναι σημαντική για τις πόλεις και τους πολίτες τους;

- Η αίσθηση του ανήκειν και η ταυτότητα προκαλούν αλλαγή συμπεριφοράς.
- Η υπευθυνότητα και η δέσμευση αποφέρουν επιτυχία λύσεων και πρακτικών.
- Ανοιχτές γραμμές επικοινωνίας για ανατροφοδότηση και βελτίωση.
- Η εμπειρία εμπεριέχεται σε όλες τις πτυχές του οικοσυστήματος.
- Οι στόχοι για το κλίμα μπορούν να επιτευχθούν μόνο με ευρεία συμμετοχή.

❖ Λειτουργίες πόλης μέσω AI (City Operations Through AI)



Πολλές τεχνολογίες και λύσεις έχουν συμβάλει στην ίδρυση και ανάπτυξη ζωντανών πόλεων. Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) αναδεικνύεται πλέον ως ουσιαστικό μέρος για το πώς λειτουργούν οι

πόλεις. Η τεχνητή νοημοσύνη θα συμβάλει στη βελτιστοποίηση της λειτουργικής αποτελεσματικότητας, προς όφελος των πολιτών μέσω της αναδιαμόρφωσης της παροχής υπηρεσιών. Ενώ οι βοηθοί συνομιλίας (chatassistants) είναι σήμερα μια από τις πιο κοινές λύσεις που υποστηρίζονται από την τεχνητή νοημοσύνη, οι πόλεις θα εξελιχθούν ώστε να έχουν ψηφιακές πλατφόρμες ως «εγκέφαλοι πόλεων», όπου όλη η αστική δραστηριότητα ενορχηστρώνεται και λειτουργεί, παρέχοντας μια ολιστική άποψη της πόλης, επιτρέποντας τη συσχέτιση γεγονότων, γρήγορη και ισχυρή ανάλυση της αιτίας, προγνωστική ανάλυση (μέσω μηχανικής μάθησης), διαχείριση περιστατικών και παροχή επιχειρησιακών πληροφοριών μέσω της οπτικοποίησης. Εάν η συμπεριφορά σχεδόν κάθε πολίτη καταγράφεται μέσω ανώνυμων δεδομένων και η τεχνολογία 5G επιτρέπει στις πόλεις να γίνουν τεράστια συνδεδεμένα οικοσυστήματα, θα είναι υψίστης σημασίας να μεγιστοποιηθεί η αξία των δεδομένων και να βελτιωθεί ο σχεδιασμός και η λήψη αποφάσεων με χρήση τεχνητής νοημοσύνης και ανάλυσης δεδομένων για την υλοποίηση μιας γνωστικής πόλης.

Γιατί οι λειτουργίες πόλεων με δυνατότητα AI είναι σχετικές με τις πόλεις και τους πολίτες τους;

- Γρήγορες απαντήσεις και καλύτερες υπηρεσίες
- Πιο ασφαλείς πόλεις
- Αποτελεσματικές πόλεις
- Υψηλότερα σημεία επαφής μεταξύ κυβέρνησης και πολιτών
- Καλύτερη διαχείριση καταστροφών και μακροπρόθεσμος σχεδιασμός

➤ **Ασφάλεια και προστασία** (Safety and Security)

❖ **Κυβερνοασφάλεια και επίγνωση του απορρήτου** (Cybersecurity and Privacy Awareness)



Οι πόλεις τείνουν να προωθούν την επίγνωση της σημασίας του απορρήτου των δεδομένων και να προετοιμάζονται για τον αντίκτυπο των κυβερνοεπιθέσεων, καθώς τα δεδομένα θα είναι ένα

σημαντικό αγαθό της πόλης. Καθώς οι υπηρεσίες γίνονται σε μεγάλο βαθμό ενοποιημένες και διασυνδεδεμένες, τα τρωτά σημεία που δημιουργούνται από τις ανταλλαγές δεδομένων είναι πιο συνηθισμένα και η ασφάλεια των δεδομένων είναι επομένως ζωτικής σημασίας. Οι απειλές για την ιδιωτική ζωή και οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο έχουν αυξηθεί εδώ και πολύ καιρό, αλλά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έκρηξη στις κυβερνοεπιθέσεις σε δεδομένα και φυσικά περιουσιακά στοιχεία.

Οι έξυπνες πόλεις προσφέρουν την προοπτική του κοινωνικού οφέλους και μεγαλύτερη προσωπική άνεση και ευκολία, χάρη στην πανταχού παρούσα συνδεσιμότητα. Αλλά αυτή η συνδεσιμότητα πρέπει να εφαρμοστεί με ασφάλεια, εάν πρόκειται να έχουν μέλλον οι έξυπνες πόλεις. Η ανάπτυξη πρωτοβουλιών για έξυπνες πόλεις χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η κυβερνοασφάλεια και το απόρρητο μπορεί να οδηγήσει σε ένα εξαιρετικά ευάλωτο περιβάλλον, που εγκυμονεί κινδύνους για την ασφάλεια κρίσιμων υποδομών και δεδομένων και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί ακόμη και να δημιουργήσει κινδύνους για την ασφάλεια των πολιτών.

Ωστόσο, πολλές πόλεις δεν είναι έτοιμες για τις προκλήσεις. Εκτός από το ότι υστερούν πολύ στην ψηφιακή επανάσταση, με απαρχαιωμένες τεχνολογίες που λειτουργούν υποδομές ζωτικής σημασίας, δεν διαθέτουν την τεχνογνωσία του ανθρώπινου δυναμικού για να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν προκλήσεις. Η δημιουργία οικοσυστημάτων καινοτομίας (όπως έχει κάνει το Τελ Αβίβ) θα μπορούσε να είναι μια προσέγγιση για τη βελτίωση της ασφάλειας. Μια άλλη προσέγγιση είναι να επενδύσουμε σε μοντέλα συνεργασίας και συντονισμού δημόσιου/ιδιωτικού τομέα, γνωρίζοντας ότι η ενορχήστρωση της ασφάλειας είναι το κλειδί για τη βιώσιμη ασφάλεια. Οι προσπάθειες πρέπει να υποστηρίζονται από στελέχη της πόλης και να μην αφήνονται μόνο σε εξωτερικούς φορείς ή τμήματα. Το απόρρητο και η ασφάλεια είναι κρίσιμα θέματα που δεν πρέπει να παραμελούνται.

Γιατί η επίγνωση του απορρήτου, η κυβερνοασφάλεια και τα σχετικά συστήματα ασφάλειας είναι σχετικά σε μια πόλη;

- Η έλλειψη ευαισθητοποίησης στον κυβερνοχώρο/απόρρητο μπορεί να αυξήσει τόσο τη δυσπιστία όσο και την ευπάθεια σε κυβερνοεπιθέσεις
- Η έλλειψη αυτόνομων τμημάτων/μονάδων κυβερνοασφάλειας σε μια συνδεδεμένη πόλη μπορεί να λειτουργήσει ως εμπόδιο για την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ανθεκτικότητας στον κυβερνοχώρο και ευαισθητοποίησης σχετικά με το απόρρητο

- Η διακοπή των υπηρεσιών θα μπορούσε να είναι πολύ επιζήμια και ακόμη και απειλητική για τη ζωή

❖ **Επιτήρηση και Προγνωστική Αστυνόμευση μέσω AI (Surveillance and Predictive Policing Through AI)**



Οι πόλεις αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη (AI) για να εξασφαλίσουν ασφάλεια και ασφάλεια για τους πολίτες τους, ενώ παράλληλα προστατεύουν το απόρρητο και θεμελιώδη ανθρώπινα δικαιώματα. Η επιτήρηση και η προγνωστική αστυνόμευση μέσω της τεχνητής νοημοσύνης είναι η πιο αμφιλεγόμενη τάση σε αυτήν την έκθεση, αλλά έχει σημαντικές επιπτώσεις για το μέλλον των πόλεων και των κοινωνιών.

Η τεχνολογία χρησιμοποιείται συχνά ως συνώνυμο της εξέλιξης, αλλά η ηθική της χρήσης της ίσως χρειαστεί να αμφισβητηθεί. Ένα βασικό ερώτημα είναι ποια κοινωνία στοχεύουμε να οικοδομήσουμε. Υπάρχουν αμφιβολίες και αβεβαιότητες σχετικά με τον αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης στις κοινότητες και τις πόλεις: η πιο θεμελιώδης ανησυχία είναι το απόρρητο, αλλά υπάρχουν συχνές συζητήσεις σχετικά με την τεχνητή νοημοσύνη από άλλους προοπτικές, όπως ο αντίκτυπος της στις θέσεις εργασίας, την οικονομία και το μέλλον της εργασίας. Ο ρυθμός υιοθέτησης της τεχνητής νοημοσύνης για λόγους ασφαλείας έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Υπάρχει αυξανόμενη χρήση έξυπνων λύσεων όπως τα βιομετρικά, αναγνώριση προσώπου, έξυπνες κάμερες και συστήματα παρακολούθησης βίντεο. Μια πρόσφατη μελέτη διαπίστωσε ότι οι έξυπνες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη θα μπορούσαν να βοηθήσουν τις πόλεις να μειώσουν την εγκληματικότητα κατά 30 έως 40 τοις εκατό και να μειώσουν τους χρόνους απόκρισης για υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης κατά 20 έως 35 τοις εκατό.

Η επιτήρηση δεν είναι νέα, αλλά οι πόλεις διερευνούν τις δυνατότητες πρόβλεψης του εγκλήματος αναλύοντας δεδομένα παρακολούθησης, προκειμένου να βελτιώσουν την ασφάλεια. Οι πόλεις καταγράφουν ήδη εικόνες για σκοπούς επιτήρησης, αλλά με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, οι εικόνες μπορούν πλέον να αναλυθούν και να εφαρμοστούν πολύ πιο γρήγορα. Η μηχανική μάθηση και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων καθιστούν δυνατή την πλοήγηση σε

τεράστιες ποσότητες δεδομένων για το έγκλημα και την τρομοκρατία, τον εντοπισμό προτύπων, συσχετίσεις και τάσεις. Ο απώτερος στόχος είναι να δημιουργηθούν ευέλικτα συστήματα ασφαλείας που θα μπορούν να ανιχνεύουν εγκλήματα, δίκτυα τρομοκρατίας και ύποπτες δραστηριότητες, ακόμη και να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα των συστημάτων δικαιοσύνης.

Οι ειδικοί λένε ότι είναι σχεδόν αδύνατο να σχεδιαστούν ευρέως υιοθετημένα συστήματα ηθικής τεχνητής νοημοσύνης λόγω της τεράστιας πολυπλοκότητας των διαφορετικών πλαισίων που πρέπει να συμπεριλαμβάνουν. Οι πόλεις πρέπει να εξετάσουν εάν το να χρησιμοποιούν την τεχνολογία για την επιτήρηση και την αστυνόμευση, συνεπάγεται ότι γίνονται παραχωρήσεις σε βάρος της ελευθερίας.

Γιατί η επιτήρηση και η προγνωστική αστυνόμευση με δυνατότητα τεχνητής νοημοσύνης σχετίζονται με τις πόλεις και τους πολίτες τους;

- Πρόληψη και μείωση της εγκληματικότητας, για να γίνουν οι πόλεις πιο ασφαλείς
- Υποστήριξη της αστυνομίας και άλλων φορέων πέρα από την ανίχνευση εγκλημάτων
- Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βελτιώσει την απρόσκοπτη διασύνδεση μεταξύ των δημοτικών φορέων
- Προστασία της ζωής των αστυνομικών και των αρχών επιβολής του νόμου
- Μείωση του κόστους υγείας και άλλων δαπανών ασφάλειας

Στην πρώτη γραμμή της υιοθέτησης τεχνολογίας με στόχο τη δημιουργία ενός ασφαλούς περιβάλλοντος, η Σιγκαπούρη αξιοποιεί ήδη την τεχνητή νοημοσύνη σε εφαρμογές αστυνόμευσης, ασφάλειας συνόρων και εσωτερικής ασφάλειας. Επίσης, οι πόλεις Kanagawa και Rio de Janeiro.

7. Οδικός χάρτης (roadmap) για μια βιώσιμη έξυπνη πόλη

Όπως αναφέρει ο (Komninos, 2018) ο σχεδιασμός έξυπνων πόλεων ή και η χρήση ψηφιακής τεχνολογίας για την καινοτομία και τη βελτίωση των αστικών οικοσυστημάτων, αποτελεί ένα σημαντικό σκέλος της σύγχρονης βιβλιογραφίας του πολεοδομικού σχεδιασμού, μιας και από τις αρχές του 2017 οι δημοσιεύσεις για τις έξυπνες πόλεις αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 50 τοις εκατό όλων των δημοσιεύσεων, που σχετίζονται με αυτό το θέμα. Η βιβλιογραφία εστιάζει κυρίως στην αρχιτεκτονική και τα στοιχεία εκείνα που συνθέτουν μια έξυπνη πόλη ενώ η

διαδικασία σχεδιασμού και ένας οδηγός μεθοδολογίας για τον καθορισμό και την επίτευξη των στόχων είναι ένα πεδίο το οποίο δεν έχει αναπτυχθεί.

Η οικοδόμηση μιας έξυπνης πόλης απαιτεί στρατηγική προσέγγιση και ενσωμάτωση κρίσιμων διαδικασιών προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό και την οικοδόμηση συλλογικής νοημοσύνης καθώς και την συμμετοχή κατοίκων, χρηστών και καταναλωτών. Οι στόχοι και το είδος των έργων που σχεδιάζουν να υλοποιήσουν οι πόλεις είναι πολύ διαφορετικοί και λόγω της πολυπλοκότητας των διαδικασιών ανάπτυξης καθώς και του πολυεπιστημονικού χαρακτήρα των τεχνολογιών, ο σχεδιασμός διαμορφώνεται και από εξελικτικές διαδικασίες. Η ανάγκη συνεπώς για την ύπαρξη ενός οδικού χάρτη (roadmap) που θα ενσωματώνει τη φυσική, θεσμική και ψηφιακή διάσταση των πόλεων, θα ενεργοποιεί τις κοινότητες και τα εμπλεκόμενα μέρη για την έγκαιρη συμμετοχή τους και θα αναπτύσσει προσαρμοσμένες λύσεις τόσο στα υφιστάμενα όσο και στα αναδυόμενα αστικά προβλήματα, είναι επιτακτική.

Ένα σημαντικό βήμα για την προσέγγιση ενός επιτυχημένου ολιστικού σχεδιασμού, μπορεί να είναι η αναγνώριση, η κατανόηση κι υιοθέτηση άλλων επιτυχημένων στρατηγικών (Benchmark). Δεν υπάρχει ένα αποδεκτό μονοπάτι που θα πρέπει να ακολουθηθεί από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και στις περισσότερες περιπτώσεις οι στρατηγικές προσαρμόζονται στις ανάγκες τις κάθε περιοχής στοχεύοντας σε συγκεκριμένες λύσεις. Προτάσεις ή προσεγγίσεις σχεδιασμού μιας στρατηγικής, ανάπτυξης και παροχής τεχνολογικών λύσεων μπορούν να βρεθούν σε αναφορές από παγκόσμιες εταιρείες τεχνολογίας όπως η IBM, η Microsoft και η Cisco και η Accenture.

Όπως αναφέρει ο (Komninos, 2014) η Accenture θεωρεί ότι πριν από τον σχεδιασμό της στρατηγικής και την εφαρμογή του προγράμματος, θα πρέπει απαραίτητα να αξιολογηθεί το σημείο εκκίνησης της πόλης, με βάση τη μοναδική γεωγραφική της θέση και την οικονομική και πολιτική της κατάσταση, προκειμένου να σταθμιστεί το κόστος και οι επιπτώσεις για κάθε σενάριο σχεδιασμού. Η εταιρεία αναφέρεται σε πέντε αρχές που θεωρεί σημαντικές για μια επιτυχημένη προσπάθεια χωρίς ωστόσο να αναφέρει τη σειρά με την οποία πρέπει να επιδιωχθούν. Συγκεκριμένα (i) ενθάρρυνση και ανάπτυξη νέων μορφών δομών ηγεσίας και διακυβέρνησης, (ii) συμμετοχή όλων των σχετικών ενδιαφερομένων, (iii) εξασφάλιση των ικανοτήτων που απαιτούνται για την προώθηση μιας ανοιχτής, έξυπνης υποδομής, (iv) επέκταση των ικανοτήτων του διευθυντή στον προγραμματισμό διαχείρισης και παράδοσης και (v) δημιουργία χρηματοοικονομικών μοντέλων ικανών να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις και να εκμεταλλευτούν τις μελλοντικές ευκαιρίες.

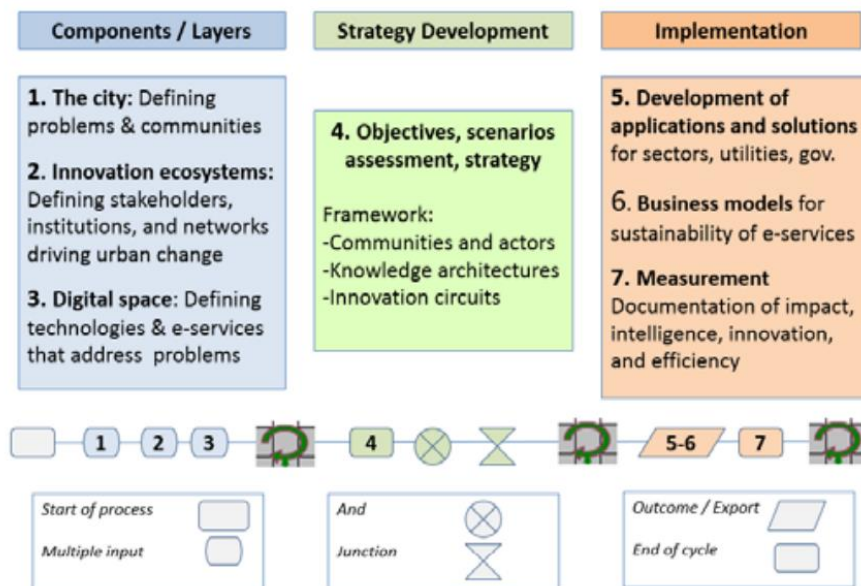
Η IBM (IBM 2009) αναφέρει ότι οι πιο έξυπνες πόλεις κάνουν τα συστήματά τους οργανωμένα, διασυνδεδεμένα και έξυπνα. Η διάχυτη τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών σημαίνει ότι υπάρχουν πολύ μεγαλύτερα περιθώρια αξιοποίησης της τεχνολογίας προς όφελος των πόλεων. Προτείνει μια στρατηγική η οποία περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες για την οικοδόμηση πόλεων, i) συντονισμός οργάνων, τα οποία επιτρέπουν στις πόλεις να συλλέγουν περισσότερα δεδομένα υψηλής ποιότητας χρησιμοποιώντας βοηθητικούς μετρητές και αισθητήρες ii) διασύνδεση, η οποία δημιουργεί συνδέσμους μεταξύ δεδομένων, συστημάτων και ανθρώπων μετατρέποντας τα δεδομένα σε πληροφορίες και iii) νοημοσύνη με τη μορφή υπολογιστικών μοντέλων και νέων αλγορίθμων, που δίνουν τη δυνατότητα στις πόλεις μοντελοποίησης μοτίβων συμπεριφοράς ή πιθανών αποτελεσμάτων και μετατροπής τους σε πραγματική γνώση για την τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων και δράση.

Ο Kompinos (2014) παρουσίασε ένα μοντέλο οδικού χάρτη για την δημιουργία έξυπνων πόλεων, υποστηρίζοντας ότι μια καλά καθορισμένη και γενικά εφαρμόσιμη μεθοδολογία θα πρέπει να βασίζεται σε κρίσιμα στοιχεία στρατηγικής σκέψης, κοινωνικού πλαισίου, τεχνολογικής πρόβλεψης, καθορισμού στόχων και διακυβέρνησης, η οποία θα πρέπει να ενσωματώνει αυτά τα κρίσιμα στοιχεία, οδηγώντας σε μια ολιστική προσέγγιση σχεδιασμού για έξυπνες πόλεις.

Μια τέτοια ολοκληρωμένη διαδικασία θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- Περιεχόμενο και ορισμό του προβλήματος
- Άνθρωποι, ενδιαφερόμενα μέρη και συμμετοχή της κοινότητας
- Συν-δημιουργία/πληθοπορισμός/συνανάπτυξη
- Τεχνολογικές λύσεις και υποδομές
- Βιωσιμότητα
- Έλεγχο και αξιολόγηση

Ο οδικός χάρτης που προτείνει είναι εμπνευσμένος από τις αρχές στρατηγικού σχεδιασμού και εκτυλίσσεται σε τρία στάδια, τα οποία υποδιαιρούνται συνολικά σε επτά διαφορετικά βήματα. Το πρώτο στάδιο (περιγραφή των βασικών συστατικών) περιλαμβάνει τα βήματα 1-3, το δεύτερο στάδιο (διαμόρφωση στρατηγικής) περιλαμβάνει το βήμα 4 και το τρίτο στάδιο (υλοποίηση) τα βήματα 5-7, όπως απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 29 Οδικός χάρτης σχεδιασμού Έξυπνων πόλεων (Komninos)

Το πρώτο στάδιο λαμβάνει υπόψη τα κύρια δομικά στοιχεία έξυπνων πόλεων (το αστικό περιβάλλον, το οικοσύστημα της καινοτομίας και το ψηφιακό περιβάλλον) το δεύτερο αφορά την ενσωμάτωση αυτών των στοιχείων και την επεξεργασία μιας στρατηγικής με γνώμονα τον χρήστη της καινοτομίας για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αναφέρθηκαν αρχικά και το τρίτο στάδιο αφορά την εφαρμογή στρατηγικής με την ανάπτυξη ψηφιακών εφαρμογών, την επιλογή επιχειρηματικών μοντέλων για τη βιωσιμότητα των ηλεκτρονικών υπηρεσιών, το σύστημα μέτρησης και τους δείκτες.

Το σκεπτικό πίσω από αυτά τα στάδια είναι να εξασφαλιστεί:

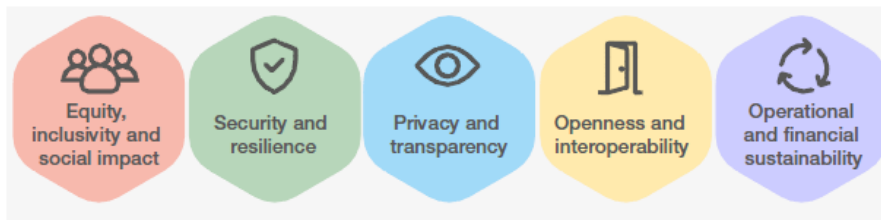
- ο η διασύνδεση ψηφιακών εφαρμογών και υπηρεσιών με τα προβλήματα και προκλήσεις της πόλης,
- ο η ενοποίηση των ψηφιακών υπηρεσιών με τον φυσικό και κοινωνικό χώρο των πόλεων και
- ο η πραγματοποίηση συμμετοχικών διαδικασιών μεταξύ των ενδιαφερομένων, των τελικών χρηστών, των οργανισμών και των πολιτών, για την επιλογή, τη δημιουργία και τη βελτίωση ψηφιακών λύσεων και υπηρεσιών

Μια διαφορετική προσέγγιση ως προς την ηθική και υπεύθυνη ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης προτάθηκε από την G20 Global Smart Cities Alliance. Η κρίση ανέδειξε προκλήσεις για την πολιτική, τη διακυβέρνηση και τις λειτουργίες που υπήρχαν από τότε που πρωτοεμφανίστηκε η ιδέα των έξυπνων πόλεων σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο διασφαλίζονται τα δεδομένα, πώς προστατεύεται το απόρρητο των ανθρώπων, πώς διασφαλίζεται η συμπερίληψη και πώς διαφορετικοί φορείς και οι οργανισμοί μπορούν να μοιράζονται δεδομένα γρήγορα. Καθώς εξετάζουμε πώς να ανακάμψουμε από την πανδημία και να επενδύσουμε στη βελτίωση της ανθεκτικότητας για να αντιμετωπίσουμε την επόμενη κρίση, πρέπει να διασφαλίσουμε, ότι οι κυβερνήσεις αντιμετωπίζουν τα κενά πολιτικής που επιβραδύνουν την ανταπόκρισή μας. Μετά από έκκληση για δράση από τους υπουργούς της G20 το 2019, ιδρύθηκε η G20 Global Smart Cities Alliance προκειμένου να βοηθήσει τις πόλεις να εντοπίσουν και να υιοθετήσουν θεμελιώδεις πολιτικές για τις τεχνολογίες έξυπνων πόλεων.

Στην πρώτη έκθεση του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ (WEF) για την κατάσταση της τεχνολογικής διακυβέρνησης στις πόλεις, παρακολουθούνται οι προσπάθειες της G20 Global Smart Cities Alliance, η οποία επιδιώκει προώθηση της υπεύθυνης και ηθικής χρήσης των τεχνολογιών έξυπνων πόλεων. Η Συμμαχία και οι εταίροι της αντιπροσωπεύουν περισσότερες από 200.000 πόλεις και τοπικές κυβερνήσεις, κορυφαίες εταιρείες, νεοφυείς επιχειρήσεις, ερευνητικά ιδρύματα και κοινότητες της κοινωνίας των πολιτών. Τα αποτελέσματα δείχνουν, ότι οι πόλεις σήμερα δεν διαθέτουν τα βασικά δομικά στοιχεία για να προστατεύσουν τα συμφέροντά τους και να εξασφαλίσουν τη μακροζωία της έξυπνης πόλης τους.

Η G20 Global Smart Cities Alliance δεσμεύτηκε να δημιουργήσει έναν οδικό χάρτη στον οποίο οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι πάροχοι τεχνολογίας θα μπορούν να αναφέρονται ως βάση για μια υγιή τεχνολογική διακυβέρνηση. Αυτός ο οδικός χάρτης δεν αφορά θεωρητικές ιδέες και όνειρα αλλά βασίζεται σε πρακτικές και πραγματικές πολιτικές από κορυφαίες πόλεις σε όλο τον κόσμο. Ο οδικός χάρτης οργανώνεται γύρω από πέντε βασικές αρχές οι οποίες ενσωματώνουν θεμελιώδεις απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν όλες οι έξυπνες πόλεις, ανεξάρτητα από τους στρατηγικούς τους στόχους. Στο πλαίσιο καθεμιάς από αυτές τις βασικές αρχές, η Συμμαχία συντονίζει ομάδες εμπειρογνομόνων για να αναπτύξουν πρότυπα πολιτικών που βασίζονται σε καθιερωμένες θεμελιώδεις διαδικασίες που έχουν δοκιμαστεί από κορυφαίες πόλεις.

- Ισότητα, ένταξη και κοινωνικός αντίκτυπος
- Ασφάλεια και ανθεκτικότητα
- Απόρρητο και διαφάνεια
- Δεκτικότητα και διαλειτουργικότητα
- Λειτουργική και οικονομική βιωσιμότητα



Εικόνα 30 Οι πέντε βασικές αρχές του οδικού χάρτη (G20 Global Smart Cities Alliance)

Οι πόλεις στερούνται θεμελιωδών πολιτικών για σωστή ανάπτυξη τεχνολογίας και χρειάζονται υποστήριξη και ισχυρή ηγεσία για να το διορθώσουν. Οι ενδιαφερόμενοι φορείς της πόλης πρέπει να αναλάβουν δράση για να αντιμετωπίσουν τα κενά διακυβέρνησης για να διασφαλίσουν ότι οι τεχνολογίες της Τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης χρησιμοποιούνται με υπευθυνότητα (WorldEconomicForum, 2021). Τέλος, η Deloitte (2018) υποστηρίζει ότι ο απώτερος στόχος είναι να γίνουν οι πόλεις καλύτερος τόπος διαμονής και εργασίας, όχι απλώς πιο αποτελεσματικοί πάροχοι υποδομών και υπηρεσιών. Η ανθρωποκεντρική σχεδιαστική σκέψη προωθεί τη συλλογική νοημοσύνη και είναι κεντρική στο κίνημα της έξυπνης πόλης. Η φυσική υποδομή είναι βεβαίως ένα σημαντικό στοιχείο μιας έξυπνης πόλης, που προσφέρει βελτιωμένη κινητικότητα, εξυπνότερες υπηρεσίες πόλης και πιο αποδοτική χρήση ενέργειας. Αλλά η έξυπνη πόλη υπόσχεται πολλά περισσότερα από τα σημεία πρόσβασης Wi-Fi και τους κάδους απορριμμάτων που παρακολουθούνται από μόνοι τους. Μια πραγματικά έξυπνη πόλη θα πρέπει να χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να προωθήσει την καλύτερη λήψη αποφάσεων για όλους τους κατοίκους της.

Η εγκατάσταση αισθητήρων που συλλέγουν δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των φυσικών συσκευών είναι μέρος αυτού που χρειάζεται για να επιτευχθεί η έξυπνη πόλη. Εξυπνότερες αποφάσεις από κατοίκους και επιχειρήσεις μπορούν να προκύψουν με πολλούς τρόπους, όπως η απλή παροχή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο η οποία θα προωθήσει τη λήψη αποφάσεων. Γενικότερα ωστόσο, οι πόλεις θα πρέπει να αναζητούν μια ποικιλία σύγχρονων τεχνικών για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να κάνουν πιο ενημερωμένες επιλογές.

Ένα ισχυρό πλαίσιο έξυπνης πόλης μπορεί να απομυθοποιήσει την πολυπλοκότητα της εισαγωγής της έξυπνης τεχνολογίας σε μια πόλη. Οι ηγέτες των πόλεων μπορούν να

χρησιμοποιήσουν αυτό το πλαίσιο για να χτίσουν τις δικές τους στρατηγικές. Ωστόσο, σύμφωνα με την Deloitte, τέτοιες στρατηγικές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη πέντε βασικούς παράγοντες:

- Όραμα
Τα επιτυχημένα οράματα για την Έξυπνη Πόλη θα πρέπει να είναι φιλόδοξα αλλά συγκεκριμένα, με σαφή κριτήρια και χρονοδιαγράμματα επιτυχίας.
- Οικοσύστημα
Τα ενδιαφερόμενα μέρη του δημόσιου τομέα διαδραματίζουν κρίσιμους ρόλους στο να γίνουν οι πόλεις πιο έξυπνες, αλλά όσο λειτουργούν με παραδοσιακά, δύσκολα ενστερνίζονται τις αρχές της έξυπνης πόλης. Η έξυπνη πόλη του μέλλοντος πρέπει σκεφτεί πέρα από τα παραδοσιακά όρια. Αυτό απαιτεί να συγκεντρώσει ένα οικοσύστημα εταίρων από την κυβέρνηση, τις εδραιωμένες επιχειρήσεις, τις νεοφυείς επιχειρήσεις, τον ακαδημαϊκό τομέα και τον μη κερδοσκοπικό κόσμο.
- Διακυβέρνηση
Οι έξυπνες πόλεις απαιτούν σαφώς καθορισμένη διακυβέρνηση. Οι ηγέτες των πόλεων, οι περιφερειακές κυβερνήσεις, οι περιφέρειες μεταφορών, οι εταιρικοί και μη κερδοσκοπικοί εταίροι ανάλογα με το μοντέλο χρηματοδότησης, κρατικοί και ομοσπονδιακοί φορείς μπορούν όλοι να συμμετέχουν στη δημιουργία και την εκτέλεση ενός οράματος έξυπνης πόλης. Οι ενδιαφερόμενοι θα πρέπει να είναι σε θέση να διατυπώνουν τις θέσεις τους και να διασφαλίζουν ότι οι κατάλληλες πληροφορίες ρέουν στους σωστούς φορείς λήψης αποφάσεων.
- Τεχνολογικά θεμέλια
Η τεχνολογία που απαιτείται για κάθε Έξυπνη Πόλη θα διαφέρει ανάλογα με τις μοναδικές ανάγκες κάθε πόλης. Όλες οι έξυπνες πόλεις, ωστόσο, θα πρέπει να ενσωματώσουν αρχιτεκτονική συστημάτων, δεδομένα διακυβέρνησης, διαλειτουργικότητα και ασφάλεια στον κυβερνοχώρο.
- Χρηματοδότηση
Η δημοτική διακυβέρνηση θα πρέπει να προσεγγίσει νέες λύσεις για χρηματοδότηση. Οι παραδοσιακές πηγές χρηματοδότησης όπως τα έσοδα από την φορολογία και τα δημοτικά τέλη μπορούν να συμπληρωθούν από δημόσια και ιδιωτική χρηματοδότηση και από επιχειρήσεις και εταιρικά σχήματα.

7.1 Προσεγγίζοντας την μεθοδολογία σχεδιασμού της έξυπνης πόλης

Σύμφωνα και με όσα αναφέρθηκαν, παρουσιάζεται στην συνέχεια μια προσέγγιση με τα απαραίτητα βήματα και χαρακτηριστικά που θα πρέπει να εξετάζονται κατά την επεξεργασία του στρατηγικού σχεδίου, για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας έξυπνης πόλης. Ο μετασχηματισμός μιας πόλης σε έξυπνη αλλά και βιώσιμη είναι μια συνεχής και μακροπρόθεσμη διαδικασία που απαιτεί αλλαγές σε όλα τα επίπεδα της. Προκειμένου ο σχεδιασμός να είναι αποτελεσματικός και αποδοτικός, είναι εξαιρετικά απαραίτητος ένας ενδεδειγμένος οδικός χάρτης επισκόπησης υψηλού επιπέδου των απαραίτητων πτυχών που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας.

7.1.1 Όραμα

Το όραμα αποτελεί μια προσανατολισμένη στο μέλλον εξιδανικευμένη εικόνα της πόλης, μιας πόλης που οραματίζεται τη θέση που επιθυμεί να βρίσκεται μακροπρόθεσμα. Η προσέγγιση θα πρέπει να είναι ολιστική ώστε να ευνοεί τις συνέργειες και την ανάπτυξη οικοσυστημάτων έξυπνων πόλεων προωθώντας την διαφάνεια και την ένταξη, παρέχοντας έμπνευση και κίνητρο ώστε να υλοποιηθούν οι στόχοι που θα τεθούν.

7.1.2 Μελέτη υφιστάμενης κατάσταση και αναπτυξιακών προκλήσεων

ο Αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης

Το προπαρασκευαστικό στάδιο της μελέτης αφορά στην διερεύνηση και εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης, τόσο τον αστικό σχεδιασμό της πόλης που αφορά τις «σκληρές» υποδομές (κτίρια, δρόμοι) και τις «μαλακές» υποδομές (κανονισμοί, νόμοι, συστήματα), όσο και τις ψηφιακές υποδομές της. Επομένως, μια πόλη που φιλοδοξεί να γίνει «έξυπνη» πρέπει να έχει ξεκάθαρη άποψη για το σημείο εκκίνησης της. Με βάση μια ενδεδειγμένη ανάλυση και αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης διερευνάται το ευρύτερο πλαίσιο λειτουργίας σε όλα τα επίπεδα (φυσικό, θεσμικό, ψηφιακό) καθώς και τα οικονομικά στοιχεία της πόλης.

ο Ψηφιακές Υποδομές

Στο πλαίσιο της καταγραφής της υφιστάμενης κατάστασης της πόλης όσον αφορά την τεχνολογική της ωριμότητα και τη ψηφιακή της ετοιμότητα, γίνεται έλεγχος και καταγραφή των ενσύρματων και ασύρματων δικτύων, των δικτύων οπτικών ινών και των ευρυζωνικών υπηρεσιών. Ο στόχος είναι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων και οι σχετικοί ενδιαφερόμενοι

φορείς να αξιολογήσουν την κατάσταση, να εντοπίσουν τα κενά, να προτείνουν τις κατάλληλες λύσεις και να σχεδιάσουν μια συστημική προσέγγιση του ψηφιακού της μετασχηματισμού, αλλά και την καλλιέργεια ενός κλίματος και μιας κουλτούρας καινοτομίας στην πόλη, η οποία μπορεί να ευνοήσει την ουσιαστική αξιοποίηση των ευκαιριών της ψηφιοποίησης και της τεχνολογικής κυριαρχίας.

- Εντοπισμός του προς επίλυση προβλήματος

Στρατηγικής σημασίας ζήτημα, είναι ο εντοπισμός και η ιεράρχηση των κύριων προβλημάτων τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν και να επιλυθούν, καθώς και οι βασικές ανάγκες οι οποίες θα πρέπει να ικανοποιηθούν. Το βήμα αυτό είναι απαραίτητο για την παροχή μιας κατεύθυνσης της στρατηγικής που θα ακολουθηθεί.

- Προτάσεις συναφών λύσεων

Στο βήμα αυτό μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση και τεχνικές benchmarking από περιοχές που υλοποιούν ήδη με επιτυχία αντίστοιχες εφαρμογές, μπορούν να προκύψουν προτάσεις συναφών λύσεων για τον σχεδιασμό μιας στρατηγικής προσαρμοσμένες στις εκάστοτε ανάγκες, όπως για παράδειγμα θέματα που σχετίζονται με την έξυπνη κινητικότητα. Οι προτάσεις αυτές θα πρέπει να αξιολογηθούν επιπλέον ως προς την εφικτότητα (τεχνική, οικονομική), την βιωσιμότητα και την επίδραση που θα έχουν στην πόλη.

- Ενεργοποίηση των τοπικών φορέων

Στο βήμα αυτό πραγματοποιούνται ενέργειες ενημέρωσης και ενεργοποίησης των φορέων της πόλης οι οποίοι μπορούν να συμβάλουν στα προς επίλυση θέματα και να εμπλακούν στον σχεδιασμό των κατάλληλων λύσεων.

Επιπλέον, θα πρέπει να διερευνηθούν θέματα που αφορούν :

- Την έλλειψη ψηφιακών δεξιοτήτων, οι οποίες επιδρούν αρνητικά στις προοπτικές ανάπτυξης της χώρας σε βασικό αλλά και ανώτερο επίπεδο, αποτελώντας γενικότερα ένα σημαντικό εμπόδιο στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού της κοινωνίας.
- Την διερεύνηση προοπτικών και αναδύμενων τεχνολογιών και τάσεων, που ενδέχεται να αποφέρουν μεγαλύτερα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη όπως:

- Υποδομές Διαδικτύου των Πραγμάτων
 - Υπηρεσίες GIS
 - Δίκτυα Αισθητήρων
 - Λειτουργία Δικτύου 5G
 - Small cell networks
 - Open data
 - Smart grid
 - Digital twin
- Την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων υλοποίησης, με τα ορόσημα έναρξης και λήξης κάθε σταδίου.
 - Την κατανομή των απαιτούμενων πόρων για την υλοποίηση και ολοκλήρωση κάθε σταδίου τόσο σε επίπεδο οικονομικό όσο και σε ανθρώπινου δυναμικού.

SWOT ανάλυση

Για την διαμόρφωση μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής οφείλουμε να αναγνωρίσουμε και να αποτυπώσουμε τα Ισχυρά (Strengths) και Αδύναμα (Weaknesses) σημεία καθώς και τις Ευκαιρίες (Opportunities) και τις Απειλές (Threats) που διαφαίνονται. Η αποτύπωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας SWOT ανάλυσης η οποία αποτελεί ένα εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού το οποίο εξετάζει όλα τα παραπάνω στοιχεία ώστε να εντοπιστούν μελλοντικές ευκαιρίες, να προσδιοριστούν και να αποφευχθούν κίνδυνοι και απειλές.

- Ισχυρά σημεία (Strengths) θεωρούνται τα συγκριτικά πλεονεκτήματα τα οποία θα πρέπει να αξιοποιηθούν και να καταβληθεί προσπάθεια διατήρησης και περαιτέρω ανάπτυξής τους (πχ υγιής οικονομική κατάσταση, ταμειακές ροές, σωστή οικονομική διαχείριση, γνώση και εμπειρία του αντικειμένου).
- Αδύναμα σημεία (Weaknesses) θεωρούνται τα χαρακτηριστικά εκείνα για τα οποία θα χρειασθεί να παρθούν μέτρα ώστε να βελτιωθούν (πχ κακή οικονομική διαχείριση, ανεπαρκείς ικανότητες διοίκησης και οργάνωσης, έλλειψη εξειδικευμένου και εκπαιδευμένου προσωπικού).
- Ευκαιρίες (Opportunities) θεωρούνται τα στοιχεία εκείνα του εξωτερικού περιβάλλοντος, τα οποία μέσα από κατάλληλες στρατηγικές θα πρέπει να εκμεταλλευθούν και να

αξιοποιηθούν (πχ δημιουργία νέων υποδομών, επιδοτήσεις από Εθνικά και Ευρωπαϊκά αναπτυξιακά προγράμματα, η τεχνολογική πρόοδος).

- ο Απειλές (Threats) θεωρούνται τα στοιχεία εκείνα του εξωτερικού περιβάλλοντος, τα οποία προκαλούν ανησυχία και που ενδεχομένως να οδηγήσουν σε απόκλιση στόχων, αν δεν παρθούν μέτρα για την αντιμετώπισή τους (πχ αλλαγές στη νομοθεσία, οικονομική κρίση).

7.1.3 Σχεδιασμός της Στρατηγικής

Η φάση του σχεδιασμού μιας Στρατηγικής ξεκινά με την ανάπτυξη του οράματος, της εξιδανικευμένης μελλοντικής εικόνας για την έξυπνη πόλη και την εξειδίκευση αυτού του οράματος σε στόχους. Η ανάπτυξη της στρατηγικής θα πρέπει να περιλαμβάνει τον τρόπο επίτευξης των στόχων, οι οποίοι θα πρέπει να ακριβείς και χρονικά ορισμένοι, να καθορίζει τη διακυβέρνηση και το επιχειρηματικό μοντέλο του εγχειρήματος, καθώς και ένα σύστημα παρακολούθησης και αξιολόγησης προόδου των στόχων της στρατηγικής.

Με δεδομένη την μοναδικότητα της κάθε περιοχής και των ιδιαίτερων τοπικών χαρακτηριστικών και αναγκών, βασική προϋπόθεση για μια επιτυχημένη στρατηγική αποτελεί να είναι προσαρμοσμένη και να ανταποκρίνεται στις ιδιαίτερες συνθήκες, προβλήματα και ανάγκες κάθε πόλης. Κάθε πόλη διακρίνεται από τα μοναδικά γεωγραφικά, πολιτιστικά και ιστορικά της χαρακτηριστικά και καθώς το στάδιο ανάπτυξης όσον αφορά την έννοια της έξυπνης πόλης διαφέρει μεταξύ άλλων πόλεων, πρακτικές και εργαλεία που έχουν εφαρμοστεί σε άλλες περιοχές επιτυχώς, ενδεχομένως να μην έχουν το ίδιο νόημα για μια άλλη πόλη, σε κάθε περίπτωση όμως η μάθηση από άλλες πόλεις μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμη, μειώνοντας την ανάγκη για νέους πειραματισμούς και επενδύσεις, αυξάνοντας παράλληλα τις πιθανότητες επιτυχίας.

Σύμφωνα με την (Angelidou, 2015) πολλές από τις εφαρμοζόμενες στρατηγικές έξυπνων πόλεων στην πράξη δεν είναι τόσο ξεκάθαρα δομημένες και δεν είναι ευδιάκριτο ποια προσέγγιση εφαρμόζουν, ενώ σε πολλές περιπτώσεις προσεγγίζουν το θέμα της έξυπνης πόλης μέσω του συνδυασμού τους.

- Στρατηγικές προσανατολισμένες σε “σκληρές” και “μαλακές” υποδομές

Αυτή η κατηγορία αναφέρεται στο εάν η στρατηγική της έξυπνης πόλης θα αξιοποιήσει την τεχνολογία προκειμένου να προωθήσει τα “σκληρά” συστήματα υποδομής της πόλης (μεταφορές, νερό, απόβλητα, ενέργεια) ή τις “μαλακές” υποδομές και το ανθρώπινο δυναμικό

(κοινωνικό και ανθρώπινο κεφάλαιο, γνώση, ένταξη, συμμετοχή, δημιουργικότητα, κοινωνική ισότητα κ.λπ.).

Στην πρώτη περίπτωση, η τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ως προσφυγή για την ανάπτυξη μιας έξυπνης πόλης με βάση την πεποίθηση ότι με την επένδυση σε σκληρές υποδομές, θα επιτευχθεί ένα αποτέλεσμα βελτιωμένης παροχής υπηρεσιών και κατά συνέπεια ανάπτυξης, ωστόσο πολλοί θεωρούν αυτές τις στρατηγικές ως κατακερματισμένες, τονίζοντας ότι «η τεχνολογία δεν είναι αρκετή». Δεν εγγυάται την πραγματική ευφυΐα των πόλεων, και δεν κάνει απαραίτητα και τους ίδιους τους ανθρώπους έξυπνους.

Στην βιβλιογραφία δεν αναφέρονται συγκεκριμένα πλεονεκτήματα των στρατηγικών προσανατολισμένων σε σκληρές υποδομές, ενώ στα μειονεκτήματά τους περιλαμβάνονται:

- Κίνδυνος κοινωνικών ανισοτήτων (πχ ψηφιακό χάσμα)
- Χωρική πόλωση και ανάπλαση
- Έλεγχος και επιτήρηση πολιτών (διαφάνεια, ιδιωτικότητα, προσωπικά δεδομένα)
- Δυσκολίες στην ενοποίηση σε διαφορετικών συστημάτων, έλλειψη εκπαιδευμένου

Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα των “μαλακών” υποδομών περιλαμβάνουν:

- Προώθηση του ανθρώπινου κεφαλαίου και ενδυνάμωση των πολιτών
- Προώθηση του κοινωνικού κεφαλαίου. κοινωνική βιωσιμότητα και ψηφιακή ένταξη
- Αλλαγή συμπεριφοράς – αίσθηση δράσης και νοήματος και του ανήκειν
- Ανθρωποκεντρική προσέγγιση, τεχνολογία που ανταποκρίνεται στις ανάγκες, τις δεξιότητες και τα ενδιαφέροντα των χρηστών, με σεβασμό στη διαφορετικότητα και την ατομικότητα

➤ Μοντέλο Διακυβέρνησης

Ένα μοντέλο διακυβέρνησης περιγράφει το σχήμα των συμμετεχόντων/παραγόντων στο εγχείρημα της έξυπνης πόλης και θέτει τους βασικούς κανόνες για τη συνύπαρξή τους. Στο πλαίσιο της έξυπνης πόλης μπορούν να εντοπιστούν τρεις μεγάλες ομάδες ενδιαφέροντος: ο Δημόσιος Τομέας, ο Ιδιωτικός Τομέας και οι Άνθρωποι. Ένα μοντέλο έξυπνης διακυβέρνησης πόλης θα πρέπει να εξετάζει ποιος θα είναι ο ρόλος καθενός από αυτούς τους φορείς, συμπεριλαμβανομένων των σχέσεων και των κανόνων λειτουργίας τους. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μοντέλων διακυβέρνησης για την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

- Κυβερνητικά έργα, τα οποία καθοδηγούνται και διαχειρίζονται αποκλειστικά από τον δημόσιο τομέα. Οι δημόσιες αρχές αναλαμβάνουν πλήρως τα φυσικά ή ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία, ως μέρος των δικών τους έργων για αστική και οικονομική ανάπτυξη.
- Έργα αποκλειστικά ιδιωτικού τομέα. Τέτοια έργα κινδυνεύουν από κακή διακυβέρνηση και συντονισμό και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην απόκτηση των απαραίτητων αδειών και κεφαλαίων.
- Οι συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (Public – PrivatePartnerships (PPPs)) περιγράφουν μια κρατική/επιχειρηματική υπηρεσία ή έργο που χρηματοδοτείται και λειτουργεί μέσω εταιρικής σχέσης μεταξύ της κυβέρνησης και μιας ή περισσότερων εταιρειών του ιδιωτικού τομέα.
- Τα τελευταία χρόνια το παραδοσιακό μοντέλο (PPPs) έχει βελτιωθεί με τη συμμετοχή των ανθρώπων της πόλης και το μοντέλο συμπράξεις ιδιωτικού-δημόσιου-ανθρώπου (Private-Public-PeoplePartnerships (PPPPs) σηματοδοτεί μια στροφή προς την αποκέντρωση της διακυβέρνησης στην εποχή της πληροφορίας.
- Τέλος, η bottom-up προσέγγιση είναι ευρέως κοινή τα τελευταία χρόνια και διευκολύνεται κυρίως από τη διάδοση κινητών συσκευών και ασύρματων τεχνολογιών.

Επιπλέον, θα πρέπει να αναφέρουμε επιγραμματικά, τα Επιχειρηματικά μοντέλα, τις Επενδύσεις άμεσου νομισματικού κέρδους και τις Έμμεσες πρωτοβουλίες μείωσης κόστους.

Η «Τετραπλή Έλικά» 4P, είναι το μοντέλο διακυβέρνησης πίσω από τη Ψηφιακή Στρατηγική του Πειραιά, εκεί όπου φορείς πολιτών, δημόσιοι και ιδιωτικοί συγκροτούν συνεργατικά σχήματα (Public – Private – PeoplePartnerships - 4Ps) με επιχειρήσεις, δημόσιες αρχές, εκπαιδευτικά ιδρύματα, χρήστες και άλλες οντότητες, με στόχο το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την επαλήθευση και τη δοκιμή νέων τεχνολογιών, υπηρεσιών, προϊόντων και συστημάτων σε πραγματικές συνθήκες. Σε αυτό το πλαίσιο η Ψηφιακή Στρατηγική προδιαγράφει και προϋποθέτει τη συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων: της διοικητικής ηγεσίας της πόλης και των στελεχών που την απαρτίζουν, των ιδιωτικών επιχειρήσεων και των κατοίκων όλων των ηλικιών και τόπων διαβίωσης. (Ψηφιακή Στρατηγική Δήμου Πειραιά 2018-2024, Piraeus.gov.gr)

Πακέτο βασικών εφαρμογών έξυπνης Πόλης

Πακέτο βασικών εφαρμογών έξυπνης Πόλης		
Μεταφορές	Ενέργεια και Περιβάλλον	E-Health
Έξυπνα παρκινγκ, διαχείριση ποδηλάτων, ITS(Intelligent Transport Systems)	Έξυπνοι μετρητές νερού και ρεύματος, διαχείριση απορριμμάτων (έξυπνοι κάδοι)	Mobilehealth, συστήματα περίθαλψης έξυπνων σπιτιών, remotemonitoring συστήματα για ηλικιωμένους, χρόνιους ασθενείς ή ΑμεΑ
Έξυπνη διαβίωση	Κτιριακή Υποδομή	Διακυβέρνηση
Ποιότητα ζωής, πολιτισμός, κοινωνική μέριμνα, τουρισμός, ασφάλεια	Smart grid, χρήση αισθητήρων για φωτισμό και θέρμανση, συστήματα ασφαλείας και άλλες εφαρμογές	e-government, ανοιχτάδεδομένα, on line services, e-democracy

Πίνακας 7 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

7.1.4 Χρηματοδοτικά εργαλεία και ευκαιρίες για έξυπνες πόλεις



Εικόνα 31 Πηγή: smartcitiesworld.net

Η χρηματοδότηση των Δράσεων του Σχεδίου Ψηφιακής Καινοτομίας ενός Δήμου ή μίας επιμέρους περιοχής επιτυγχάνεται μέσω χρηματοδοτικών πηγών, όπως είναι τα διαρθρωτικά ταμεία, το ΠΔΕ (Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων), εθνικά και κοινοτικά ερευνητικά προγράμματα, ιδιωτικές επενδύσεις κ.α.. Τα χρηματοδοτικά εργαλεία, οι μελέτες και οι στρατηγικές που επηρεάζουν ιδιαίτερα τη ψηφιακή ανάπτυξη ενός Δήμου ή μίας επιμέρους περιοχής είναι:

- Το σε ισχύ Επιχειρησιακό Πρόγραμμα του Δήμου για την περίοδο που εφαρμόζεται
- Η Εθνική Ψηφιακή Στρατηγική
- Το υφιστάμενο ΕΣΠΑ (Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης) της Προγραμματικής Περιόδου 2014 – 2020 και ειδικά: Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης (ΣΒ.Α.Α.)
- Το Πρόγραμμα «ΑΝΤΩΝΗΣ ΤΡΙΤΣΗΣ»
- Το νέο ΕΣΠΑ της Προγραμματικής Περιόδου 2021 – 2027
- Ο Μηχανισμός Ανθεκτικότητας και Ανάκαμψης της ΕΕ 2021-2024
- Το Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021 – 2025

Εθνική Ψηφιακή Στρατηγική

Η Εθνική Ψηφιακή Στρατηγική, αποτελεί οδικό χάρτη - πλαίσιο για την ψηφιακή ανάπτυξη της χώρας. Το όραμα που θέτει η Εθνική Ψηφιακή Στρατηγική είναι, να αποτελέσουν οι ΤΠΕ, το μοχλό επανεκκίνησης και ανάπτυξης της οικονομίας και της απασχόλησης (ειδικά σε τομείς υψηλής εξειδίκευσης), τον καταλύτη για αποτελεσματικότερη και αποδοτικότερη Δημόσια

Διοίκηση καθώς επίσης και το εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και την ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής. Για την εξυπηρέτηση των στόχων της Εθνικής Ψηφιακής Στρατηγικής αναγνωρίζονται συγκεκριμένες κατευθύνσεις:

- ❖ Η υψηλή διαθεσιμότητα και διεύθυνση ευρυζωνικών υπηρεσιών Νέας Γενιάς
- ❖ Η αξιοποίηση των ΤΠΕ για την υποστήριξη ουσιαστικών δράσεων μεταρρύθμισης, τόσο προς την κατεύθυνση παροχής ολοκληρωμένων υπηρεσιών προς τους πολίτες και τις επιχειρήσεις, όσο και προς την κατεύθυνση ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας της Δημόσιας Διοίκησης
- ❖ Η υποστήριξη του ψηφιακού μετασχηματισμού των επιχειρήσεων στους τομείς-πυλώνες της ελληνικής οικονομίας.
- ❖ Η ανάπτυξη του τομέα των ΤΠΕ ως διεθνώς ανταγωνιστικού τομέα της οικονομίας, με τη συγκράτηση και ανάπτυξη του ανθρώπινου δυναμικού υψηλής εξειδίκευσης που διαθέτει η χώρα, με την έμπρακτη υποστήριξη νεοφυούς και καινοτόμου επιχειρηματικότητας ΤΠΕ και με την ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων του πληθυσμού σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης και ιδιαίτερα στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια (<http://www.opengov.gr>).

Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΕΠΑ) 2021 – 2025

Το Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης (ΕΠΑ) και οι δράσεις – παρεμβάσεις που αναφέρονται σε αυτό έχουν ως πηγή χρηματοδότησης εθνικούς πόρους (Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων - ΠΔΕ). Το «Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης 2021-2025», καθορίζει για την πρώτη προγραμματική περίοδο (2021-2025), προτεραιότητες για κάθε τομέα πολιτικής με εξειδίκευση στους ειδικούς στόχους και δράσεις του προγράμματος. Το συνολικό ύψος του προϋπολογισμού του ΕΠΑ 2021-2025, προσδιορίζεται, λαμβάνοντας υπόψη το ευρύτερο πλαίσιο οικονομικής πολιτικής της χώρας. Η κατανομή για την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας αντιστοιχεί σε 259 εκ. ευρώ (<http://stereaellada.gr>).

Ανάπτυξη στόχων ΕΠΑ μέσω αναπτυξιακών πυλώνων:

- ❖ Έξυπνη Ανάπτυξη με αναφορά σε ψηφιακό μετασχηματισμό, επιχειρηματικότητα και καινοτομία, έρευνα και ανάπτυξη
- ❖ Πράσινη Ανάπτυξη με αναφορά σε προστασία του περιβάλλοντος, κλιματική αλλαγή και κυκλική οικονομία

- ❖ Κοινωνική Ανάπτυξη με αναφορά σε απασχόληση, υγεία, παιδεία, αθλητισμός και κοινωνική συνοχή
- ❖ Ανάπτυξη Υποδομών με αναφορά σε μεταφορές και δίκτυα.
- ❖ Εξωστρέφεια

ΕΣΠΑ Προγραμματικής Περιόδου 2021 – 2027

Ο σχεδιασμός, η προώθηση και η υλοποίηση της στρατηγικής για την περιοχή ενός Δήμου, οφείλει να μην αποτελείται από αποσπασματικές παρεμβάσεις, στο πλαίσιο μόνο της παρούσας χρηματοδοτικής περιόδου, αλλά να περιλαμβάνει έναν προοπτικό και δυναμικό σχεδιασμό, που να δίνει τη δυνατότητα της αναπτυξιακής συνέχειας, με ολοκληρωμένη προετοιμασία στις χρηματοδοτικές δυνατότητες που θα προσφέρει η νέα προγραμματική περίοδος 2021-2027. Τα εργαλεία των Ολοκληρωμένων Χωρικών Επενδύσεων στην επόμενη προγραμματική περίοδο αποκτούν περισσότερη βαρύτητα με αναφορά σε αναπτυξιακές στρατηγικές και στόχους πολιτικής.

Για την επόμενη προγραμματική περίοδο οι Στόχοι Πολιτικής (ΣΠ) είναι οι παρακάτω:

ΣΠ1: Μια εξυπνότερη Ευρώπη - καινοτόμος και έξυπνος οικονομικός μετασχηματισμός

ΣΠ2: Μια πιο «πράσινη» Ευρώπη με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

ΣΠ3: Μια πιο διασυνδεδεμένη Ευρώπη - κινητικότητα και περιφερειακές διασυνδέσεις ΤΠΕ

ΣΠ4: Μια πιο κοινωνική Ευρώπη - υλοποίηση του ευρωπαϊκού πυλώνα κοινωνικών

Δικαιωμάτων

ΣΠ5: Μια Ευρώπη πιο κοντά στους πολίτες της - βιώσιμη και ολοκληρωμένη ανάπτυξη των αστικών, αγροτικών και παράκτιων περιοχών χάρη σε τοπικές πρωτοβουλίες (<https://www.espa.gr>)

Μηχανισμός Ανθεκτικότητας & Ανάκαμψης

Στις 21 Ιουλίου 2020, οι ηγέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενέκριναν μια ολοκληρωμένη δέσμη ύψους 1.824,3 δισ. €, το «Next Generation EU» (NGEU). Τα διαθέσιμα ποσά στο πλαίσιο του NGEU θα κατανεμηθούν σε επτά επιμέρους προγράμματα:

- Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας: 672,5 δισ. € (δάνεια: 360 δισ. €, επιχορηγήσεις: 312,5 δισ. €)
- REACT-EU: 47,5 δισ. €
- Ορίζων Ευρώπη: 5 δισ. €

- Πρόγραμμα InvestEU: 5,6 δισ. €
- Αγροτική ανάπτυξη: 7,5 δισ. €
- Ταμείο Δίκαιης Μετάβασης: 10 δισ. €
- rescEU: 1,9 δισ. €

Σύγκλιση, ανθεκτικότητα και μετασχηματισμός οι στόχοι της ανάκαμψης (<https://greece20.gov.gr>).

Πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης»

Το Πρόγραμμα «Αντώνης Τρίτσης» χρηματοδοτείται από το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων. Το πρόγραμμα αφορά την κατασκευή έργων ιδίως στους τομείς των υποδομών, της ψηφιακής σύγκλισης, της βιώσιμης ανάπτυξης, προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς και την προμήθεια αγαθών και υπηρεσιών πολιτικής προστασίας και προστασίας της δημόσιας υγείας και ειδικότερα την άρση των οικονομικών επιπτώσεων από τη διασπορά του κορωνοϊού, καθώς και για την εκτέλεση δράσεων και πρωτοβουλιών κοινωνικής συνοχής και αλληλεγγύης.

Συγκεκριμένα, στο σχεδιασμό του νέου αναπτυξιακού προγράμματος περιλαμβάνονται προτεραιότητες που μπορούν να συμβάλλουν στην τουριστική ανάπτυξη των Δήμων όπως η ψηφιακή σύγκλιση τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ), εφαρμογές διαδικτύου των πραγμάτων (Internet of Things), έξυπνες ψηφιακές τεχνολογίες, με εφαρμογή στην τοπική διοικητική πρακτική και την καθημερινότητα των πολιτών και στόχο τον μετασχηματισμό των πόλεων σε «έξυπνες πόλεις», παιδεία, πολιτισμός, τουρισμός και αθλητισμός (ανέγερση σχολείων, αξιοποίηση δημοτικής περιουσίας, εναλλακτικός τουρισμός) κ.α. (<https://eyde.ypes.gr/tritsis>).

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Δήμων

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα των Δήμων, είναι ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα τοπικής και οργανωτικής – λειτουργικής ανάπτυξης, σε εναρμόνιση με τις κατευθύνσεις αναπτυξιακού σχεδιασμού σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο. Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα εμπεριέχει ένα συνεκτικό σύνολο αξόνων προτεραιότητας για δράσεις τοπικής ανάπτυξης και αποσκοπεί στην υλοποίηση του αναπτυξιακού σχεδιασμού των Δήμων. Στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα καθορίζονται οι στρατηγικοί στόχοι και οι προτεραιότητες της τοπικής ανάπτυξης.

Ο.Χ.Ε. (Ολοκληρωμένες Χωρικές Επενδύσεις) - Β.Α.Α. (Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη)

Οι Ολοκληρωμένες Χωρικές Επενδύσεις (Ο.Χ.Ε.) αποτελούν ένα προγραμματικό και σχεδιαστικό εργαλείο συνολικής και ολοκληρωμένης προσέγγισης της χωρικής ανάπτυξης και της διαμόρφωσης στρατηγικών αναπτυξιακών πλαισίων συγκεκριμένων χωρικών ενοτήτων. Το Ολιστικό Εργαλείο των Ολοκληρωμένων Χωρικών Επενδύσεων αντιμετωπίζει προβληματικές καταστάσεις των περιοχών αυτών και αξιοποιεί - μεγιστοποιεί την υπάρχουσα αναπτυξιακή δυναμική τους μέσω ενός συνολικού στρατηγικού αναπτυξιακού σχεδιασμού. Ο Ολιστικός χαρακτήρας του Πλαισίου των Ο.Χ.Ε. διαμορφώνεται από το βαθμό συμπληρωματικότητας και συνεκτικότητας των προτεινόμενων δράσεων και της αντιπροσωπευτικότητας του συστήματος διακυβέρνησης. Η χωρική διάσταση - στρατηγική ενός βιώσιμου στρατηγικού πλαισίου κατευθύνσεων και δράσεων για κάθε χωρική ενότητα προτάσσει τη βελτίωση των οικονομικών συνθηκών και της απασχόλησης, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και την προστασία - διατήρηση του δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος (<http://stereaellada.gr/>).

Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (Σ.Β.Α.Κ.)

Το Σχέδιο Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας επιδιώκει τη βελτίωση της καθημερινότητας όλων των πολιτών, προτείνοντας μέτρα που βελτιώνουν τις καθημερινές μας μετακινήσεις, επιτρέπουν την πρόσβαση σε όλα τα σημεία της πόλης από όλους (παιδιά, ΑμεΑ, ηλικιωμένους κτλ.) και μετατρέπουν την πόλη σε ένα ζωντανό, ευχάριστο και ασφαλές μέρος και για την υλοποίηση των δράσεων αυτών χρησιμοποιούνται Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (<http://stereaellada.gr/>).

Συνέργεια και Συμπληρωματικότητα Δράσεων ΤΠΕ

Το ΥΨηΔ έχει εποπτικό ρόλο σχετικά με την υλοποίηση του συνόλου των δράσεων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), ανεξαρτήτως πηγής χρηματοδότησης, ώστε να επιτευχθεί ο ορθός σχεδιασμός και προγραμματισμός των δράσεων, να αποφευχθούν ενδεχόμενες επικαλύψεις, να λειτουργήσουν με συνέργεια και συμπληρωματικότητα όλες οι δράσεις που υλοποιούνται από τα ακόλουθα προγράμματα και χρηματοδοτικά εργαλεία, λαμβάνοντας υπόψη και τα αντίστοιχα στοιχεία διαχωρισμού ως προς την κατηγορία, το αντικείμενο και την ομάδα στόχο των δράσεων με τη διασφάλιση του συντονισμού, της εποπτείας και της διαδικασίας έγκρισής τους από το ΥΨηΔ.

<p>Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας</p>	<p>Στον τομέα για τον Ψηφιακό Μετασχηματισμό, τα έργα του είναι σχεδόν στο σύνολό τους συγκεκριμένα διασφαλίζοντας πλήρως τον διαχωρισμό, ενώ παράλληλα προωθούνται συνέργειες και συμπληρωματικότητα με συναφή έργα που προγραμματίζεται να ενταχθούν στο ΠΨηΜετ, το οποίο υπό τον συντονισμό του ΥΨηΔ θα χρηματοδοτήσει εφαρμογές παροχής νέων ψηφιακών υπηρεσιών υπηρεσιών βελτίωσης της εμπειρίας των χρηστών, με αξιοποίηση και καινοτόμων τεχνολογιών αιχμής για την προαγωγή του οικονομικού μετασχηματισμού της χώρας, ενώ θα ενισχυθεί η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων στις ανωτέρω τεχνολογίες και στη Δημόσια Διοίκηση. Στον τομέα της συνδεσιμότητας, τα έργα στο RRF είναι συγκεκριμένα (υποδομές 5G, εγκατάσταση οπτικών ινών εντός των κτιρίων, διασύνδεση ελληνικών νησιών, μικροδορυφόροι) και δρουν συμπληρωματικά με τα συναφή σημαντικά έργα στο ΠΨηΜετ (ανάπτυξη επίγειων υποδομών δικτύων υπερυψηλής ταχύτητας).</p>
<p>Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα 2021-2027»</p>	<p>Για τις σχετικές δράσεις κρατικών ενισχύσεων για ΤΠΕ (ενώ το ΠΨηΜετ δεν περιλαμβάνει κρατικές ενισχύσεις) και ανάπτυξης ενδοεπιχειρησιακά ψηφιακών δεξιοτήτων εργαζομένων (ενώ το ΠΨηΜετ εστιάζει αποκλειστικά στην προαγωγή των ατομικών δεξιοτήτων εργαζομένων μέσης και υψηλής ψηφιακής ωριμότητας για την αξιοποίηση τεχνολογιών αιχμής).</p>

<p>Περιφερειακά Προγράμματα 2021-2027</p>	<p>Για δράσεις ΤΠΕ τοπικής εμβέλειας και σημασίας. Το ΠΨηΜετ χρηματοδοτεί οριζόντιες δράσεις για τον ψηφιακό μετασχηματισμό διαφόρων τομέων και, στο πλαίσιο αυτό, δύναται να χρηματοδοτήσει οριζόντια δράσεις τοπικού ή περιφερειακού χαρακτήρα, όπως είναι η ανάπτυξη μεγάλου πλήθους δημόσιων σημείων ευρυζωνικής πρόσβασης στους δήμους της χώρας (WiFi4GR), καθώς και η ανάπτυξη έξυπνων πόλεων σε επιλεγμένους 40 δήμους της χώρας, βάσει του πληθυσμού τους.</p>
<p>Πρόγραμμα «Ανθρώπινο Δυναμικό & Κοινωνική Συνοχή 2021-2027»</p>	<p>Για την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων στον γενικό πληθυσμό. Το ΠΨηΜετ ως προς την ανάπτυξη των ψηφιακών δεξιοτήτων στον γενικό πληθυσμό, επικεντρώνεται αποκλειστικά στην εξοικείωση των πολιτών με τις ψηφιακές υπηρεσίες του Κράτους (υπηρεσίες της πύλης gov.gr και ευρύτερες κυβερνητικές ψηφιακές υπηρεσίες), καθώς και σε δράσεις για τον γενικό πληθυσμό σε αντικείμενα επιλέξιμα στο ΠΨηΜετ (upskilling σε τεχνολογίες αιχμής, μέσω της εθνικής συμμαχίας, αντιπροσωπευτικά σε 20 επιλεγμένους Δήμους από όλες τις Περιφέρειες της χώρας).</p>
<p>Πρόγραμμα για τη «Δίκαιη Αναπτυξιακή Μετάβαση»</p>	<p>Για δράσεις κρατικών ενισχύσεων για ΤΠΕ (ενώ το ΠΨηΜετ δεν περιλαμβάνει κρατικές ενισχύσεις), την ανάπτυξη δεξιοτήτων σε ψηφιακές εφαρμογές έξυπνης πόλης και επιχειρηματικότητας κλπ (ενώ το ΠΨηΜετ αντίστοιχα θα προωθήσει την ανάπτυξη εφαρμογών έξυπνων πόλεων ως ανωτέρω).</p>
<p>Πρόγραμμα «Αλιεία, Υδατοκαλλιέργεια και Θάλασσα 2021-2027»: στο πλαίσιο της γαλάζιας οικονομίας, το ΠΨηΜετ θα χρηματοδοτήσει συγκεκριμένες δράσεις ΤΠΕ για τη Ναυτιλία.</p>	
<p>Τομεακό Εθνικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης ΤΠΕ 2021-2025</p>	
<p>Πρόγραμμα Αγροτικής Ανάπτυξης</p>	

Για τα ακόλουθα προγράμματα, οι συναφείς δράσεις ΤΠΕ που υλοποιούνται υπό τον συντονισμό του ΥΨηΔ εξετάζονται κατά περίπτωση, για συνέργειες και συμπληρωματικότητα.
Πρόγραμμα Ψηφιακή Ευρώπη (Digital Europe)
Πρόγραμμα «Η ΕΕ για την υγεία» 2021-2027 (EU4Health)
Συνδέοντας την Ευρώπη (Connecting Europe Facility 2021 – 2027, CEF II)
Horizon Europe
Life

Πίνακας 8 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

8. Επίλογος

Μέσω μιας αναλυτικής επισκόπησης της βιβλιογραφίας, έγινε μια προσπάθεια προκειμένου να αποσαφηνιστεί και να κατηγοριοποιηθεί η έννοια της έξυπνης πόλης βάση διαφορετικών προσεγγίσεων, οι οποίες πηγάζουν είτε από την τεχνολογία είτε από την κοινότητα και το ανθρώπινο κεφάλαιο.

Αποκαλύφθηκε ο πολύπλευρος και πολυδιάστατος χαρακτήρας της εν λόγω έννοιας, καθώς και οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά που καθιστούν μια πόλη ως έξυπνη η οποία θέτει ως πρωταρχικό στόχο την βελτίωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών.

Αν και γίνεται χρήση των όρων ευφυής, έξυπνη, ψηφιακή, για την περιγραφή ταυτόσημων θεμάτων που σχετίζονται με την συμβολή των ΤΠΕ στην βελτίωση της λειτουργίας των πόλεων, απαιτείται η συμβολή της γνώσης και από διαφορετικούς κλάδους και πλέον η τάση των πόλεων, συγκλίνει προς την υιοθέτηση ανθρωποκεντρικών μοντέλων για την μετάβαση σε πράσινες και ψηφιακές αστικές υποδομές. Συνεπώς το θέμα δεν είναι πως θα διαμορφώσουν οι τεχνολογίες τις πόλεις αλλά πως θα συμβάλουν οι άνθρωποι σε αυτή την μεταμόρφωση με τη συμμετοχή τους και την ανάληψη δράσης, ώστε να έχουν τον τρόπο ζωής και την πόλη που επιθυμούν.

Αναμφισβήτητα, ανεξάρτητα από την ποικιλομορφία και τις διαφορετικές αναπτυξιακές διαδρομές της κάθε πόλης, οι προκλήσεις και τα προβλήματα που εμφανίζονται στα αστικά περιβάλλοντα, είναι κοινά και σχετίζονται με την ποιότητα ζωής, την οικονομία, την έλλειψη υποδομών και δικτύων και φυσικά την διακυβέρνηση. Μια έξυπνη πόλη οφείλει να είναι τόσο βιώσιμη όσο και ελκυστική. Η δημιουργία ενός βιώσιμου περιβάλλοντος που θα ευνοεί την υγεία και την ευημερία των πολιτών της, είναι ηθική υποχρέωση με βαθιές κοινωνικές συνέπειες.

Κατά την μελέτη και τον σχεδιασμό μιας στρατηγικής θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διαφορετικότητα, οι προτεραιότητες και τα οράματα που θέτει η κάθε πόλη, καθώς και οι προκλήσεις που καλούνται να αντιμετωπιστούν όπως η περιβαλλοντική ρύπανση, η ανεργία και η υγιής διαβίωση.

Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει ένας ιδανικός τρόπος σχεδίασης τον οποίο θα πρέπει να ακολουθήσουν όλοι ως παράδειγμα και η επίτευξη της «εξυπνάδας» δεν είναι κάτι που μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα, αλλά να εξελιχθεί μέσω ενός μακροπρόθεσμου οράματος και μιας ολιστικής στρατηγικής προσέγγισης που θα εκπληρώσει τους στόχους και τις φιλοδοξίες που θα έχουν τεθεί ανάλογα τις ανάγκες και τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν.

Με γνώμονα την τεχνολογία και την τεχνολογική πρόοδο, σε άμεση συνεργασία με το ανθρώπινο στοιχείο, μπορούν να ευνοηθούν καινοτόμες λύσεις για την επίλυση των θεμάτων της αστικοποίησης και της βιωσιμότητας, αξιοποιώντας κατάλληλα τα εργαλεία χρηματοδότησης και τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται. Οι αποφάσεις που θα παρθούν από τις τοπικές αρχές, είναι καθοριστικές για την ανάπτυξη, την εξέλιξη και την επιβίωση τους, σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο σύστημα.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Abhishek Kumar et al, Study on ZIGBEE Technology, International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, 2013
- Albino V, Berardi U, Dangelico RM (2015) Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives.
- Alawadhi S., A. Aldama-Nalda, H. Chourabi, J.R. Gil-Garcia, S. Leung, S. Mellouli, T. Nam, T.A. Pardo, H.J. Scholl, S. Walker, “Building Understanding of Smart City Initiatives.
- Angelidou, M, Psaltoglou, A, Komninos, N, Kakderi, C, Tsarchopoulos, P and Panori, A. 2017. Enhancing sustainable urban development through smart city applications. *Journal of Science and Technology Policy Management*.
- Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach
- Anthopoulos, L., and Fitsilis, P. (2010). From digital to ubiquitous cities: Defining a common architecture for urban development. 6th International Conference on Intelligent Environments.
- Anthopoulos, L.G., Vakali, A., 2012. Urban planning and smart cities: interrelations and reciprocities urban planning.
- Anthopoulos, L., & Fitsilis, P. (2013), Using classification and roadmapping techniques for smart city viability’s realization
- Anthopoulos, L., (2017), Understanding Smart Cities: A tool of Smart government or an Industrial Trick?
- Anthopoulos, The smart city of Trikala, 2019
- AU4SSC deliverable by ITU, 2020, Accelerating city transformation using frontier technologies
- Arasteh H. et al, 2016, Iot-based Smart Cities: a Survey
- Bakici, T., Almirall, E., Wareham, J. (2013) “A Smart City Initiative: the Case of Barcelona”
- Balaji S. et al, IoT Technology, Applications and Challenges: A Contemporary Survey, 2019
- Bowerman B, Braverman J, Taylor J, et al. The vision of a smart city. In: Proceedings of 2nd International LifeExtension Technology Workshop, Paris, 2000
- Caragliu A., C. Del Bo, and P. Nijkamp, “Smart Cities in Europe,” Journal of Urban Technology
- Cocchia A. Smart and digital city: a systematic literature review. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-06160-3_2

Cohen, B. The 3 Generations of Smart Cities. 2015. Available online: <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities>

California Institute. <http://smartcommunities.org/concept.php> (2001).

Dobrilovic D., 2018, Networking technologies for smart cities: an overview

Domingue, A. Galis, A. Gavras, T. Zahariadis, D. Lambert, F. Cleary, P. Daras, S. Krco, H. Muller, M. Li, H. Schaffers, V. Lotz, F. Alvarez, B. Stiller, S. Karnouskos, S. Avessta, and M. Nillson, eds., The Future Internet. Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises

Deloitte Urban Future With a Purpose, 2021

Deloitte, Smart City, Smart Nation, 2017

Deloitte, Building the smart city, 2018

SOGUT E., et al, Recommendations for xDSL Technologies and Applications, 2017

Fadi Al-Turjman, 2019, Artificial Intelligence in IoT

Farsi M. et al, Digital Twin Technologies and Smart Cities, 2020

Fuller A et al, Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research, 2020 IEEE Access

Giffender, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanović, N., Meijers, E. (2007) "Smart cities: Ranking of European medium-sized cities". Vienna: Centre of Regional Science – Vienna University of Technology

Green Building Masterplan, <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-building-masterplans>

Hall R.E., "The Vision of a Smart City." Proc. of the 2nd International Life Extension Technology Workshop, Paris, France, 2000

Harrison C., B. Eckman, R. Hamilton, P. Hartswick, J. Kalagnanam, J. Paraszczak, and P. Williams, "Foundations for Smarter Cities," IBM Journal of Research and Development

Hollands R.G., "Will the Real Smart City Please Stand Up?" City: Analysis of Urban Trends, Culture, Theory, Policy

HEC, Smart Cities - the sustainable program of six leading cities, 2021

Ishida T. (2002): “Digital City of Kyoto”, Magazine Communications of the ACM – How the virtual inspires the real

ISO 37122:2019. Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities.<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37122:ed-1:v1:en>

IBM (2010). Smarter thinking for a smarter planet

ITU-T Y.2060, Overview of the Internet of things,2012

Jie Lin et al, A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications, 2017

Khorov E. et al., “A Survey on IEEE 802.11 ah: An Enabling Networking Technology for Smart Cities,”2015

K. Kourtit, and P. Nijkamp, “Smart Cities in the Innovation Age,” Innovation: The European Journal of Social Science Research

K. Kourtit, P. Nijkamp, and D. Arribas, “Smart Cities in Perspective – A Comparative European Study by Means of Self-organizing Maps,” Innovation: The European Journal of Social Science Research

Komninos N. (2008), “Intelligent Cities and Globalization of Innovation Networks”, Routledge, London.

Komninos, N. (2009). Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments.

Komninos, N. (2011), “Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence”, Intelligent Buildings International,

Komninos, N., and Tsarchopoulos, P. (2012). Towards Intelligent Thessaloniki: from an agglomeration of apps to smart districts. Journal of Knowledge Economy

Komninos, N., Pallot, M., Schaffers, H., 2012.Special issue on smart cities and the future internet in Europe. J. Knowl.

Komninos N., C. Kakderi, A. Panori & P. Tsarchopoulos, Smart City Planning from an Evolutionary Perspective, 2018

Komninos N., Tsarchopoulos P., Kakderi X., New Services Design for Smart Cities: A Planning Roadmap for User-Driven Innovation, 2014

Lombardi, P., Giordano, S., Farouh, H., and Yousef, W. (2012).Modelling the smart city performance.

Laura-Diana Radu, 2020, Disruptive Technologies in Smart Cities: A Survey on Current Trends and Challenges

Lim et al, The smart city in Singapore: How environmental and geospatial innovation lead to urban livability and environmental sustainability,2021

Li S., L.D Xu, S. Zhao, 2014, The Internet of Things: a Survey.

Lazaroiu G.C., and M. Roscia, “Definition Methodology for the Smart Cities Model”

Mehmood, Y., Ahmad, F., Yaqoob, I., Adnane, A., Imran, M., &Guizani, S. (2017). Internet-of-thingsbased smart cities: Recent advances and challenges. IEEE Communications Magazine

Mora, L., Bolici, R., Deakin, M., 2017. The first two decades of Smart-City research: a bibliometric analysis. J. Urban Technol.

Mora et al, How to Become a Smart City: Learning from Amsterdam, 2017

Mylonas G. et all, Digital Twins From Smart Manufacturing to Smart Cities: A Survey, 2021

Nam T. 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 2011

Neirotti, P., De Marco, A., Cagliano, A.C., Mangano, G. and Scorrano, F., 2014, Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts, Cities

Northstream (2010). White paper on revenue opportunities

Pretz, K. (2013). The Next Evolution of the Internet

Pardo, T., &Taewoo, N. (2011).Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions.

Qi L. and Shaofu L. (2001), “Research on Digital City Framework Architecture”, IEEE International Conferences on Info-Tech and Info-Net

URENIO, Ψηφιακές και ευφυείς πόλεις: Έννοιες, παραδείγματα, βασικές τεχνολογίες Ερευνητική

Schuler D. (2002), “Digital Cities and Digital Citizens”, Digital Cities II: Computational

and Sociological Approaches, Springer LNCS

Sharu Bansal et al, IoT Ecosystem: A Survey on Devices, Gateways, Operating Systems, Middleware and Communication, 2020

Syed A.S. et al, 2021, IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges

SOGUT E., et al, Recommendations for xDSL Technologies and Applications(2017)

Schaffers H., N. Komninos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson, and A. Oliveira, “Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation”

Washburn D, Sindhu U, Balaouras S, et al. Helping CIOs understand ‘smart city’ initiatives. Growth, 2009, 17K.A. Paskaleva, “The Smart City: A Nexus for Open Innovation?” Intelligent Buildings International.

Washburn D., U. Sindhu, S. Balaouras, R.A. Dines, N.M. Hayes, and L.E. Nelson, Helping CIOs Understand “Smart City” Initiatives: Defining the Smart City, Its Drivers, and the Role of the CIO.

World Economic Forum, Governing Smart Cities: Policy Benchmarks for Ethical and Responsible Smart City Development, 2021

Winters J.V., “Why are Smart Cities Growing? Who Moves and Who Stays,” Journal of Regional Science

Yaqoob, I., et al.: *Enabling Communication Technologies for Smart Cities*. IEEE Communications Magazine, 2017

Yigitcanlar T. et al, The making of smart cities: Are Songdo, Masdar, Amsterdam, San Francisco and Brisbane the best we could build, 2019

Zaheer Allama, 2019, On big data, artificial intelligence and smart cities

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ευθυμίου Χ., 2011, «Εισαγωγή Στις Οπτικές Επικοινωνίες», Εκδόσεις ΤΕΙ Σερρών

Κομνηνός, Ν. (2006) ‘Εξυπνες Πόλεις: Συστήματα Καινοτομίας και Τεχνολογίες Πληροφορίας στην Ανάπτυξη των Πόλεων’, Περιοδικό Αρχιτέκτονες, Τεύχος 60

Κομνηνός Ν. (2010) ‘Ευφυείς πόλεις – ευφυείς συνοικίες: Ένα νέο παράδειγμα σχεδιασμού των πόλεων βασισμένο στην καινοτομία και ευρυζωνικότητα’.

Μπούρας, 2009, Ευρυζωνικές τεχνολογίες

Τσαρχόπουλος Π., Ευφυείς Πόλεις: Τεχνολογίες, Αρχιτεκτονικές και Διακυβέρνηση του Ψηφιακού Χώρου, 2013.

Ιστοσελίδες

<http://amsterdamsmartcity.com>

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007>

<https://www.imd.org/7YWQEii1/Naqo1hO3/UCh7883z/>

<https://www.weforum.org/videos/20245-singapore-has-an-innovative-new-way-to-design-its-buildings>

<https://piraeus.gov.gr/>

<https://www.smartnation.gov.sg/about-smart-nation/pillars-of-smart-nation#digital-society>

<https://www.e-trikala.gr>

<https://trikalacity.gr/smart-trikala/>

<https://digitaltwinhub.co.uk/>

United Nations, <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

<https://eyde.ypes.gr/tritsis>

<http://stereaellada.gr>

<https://www.espa.gr>

<https://greece20.gov.gr>

<http://www.opengov.gr>