



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Μελέτη υλοποίησης βάσεων γνώσης για υπηρεσίες έξυπνων πόλεων

Σαφούρης Στυλιανός

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

Λαμία 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Μελέτη υλοποίησης βάσεων γνώσης για υπηρεσίες έξυπνων πόλεων

Σαφούρης Στυλιανός

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

ΘΕΟΦΙΛΟΣ ΧΡΥΣΙΚΟΣ

ΔΙΔΑΣΚΩΝ-ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

Λαμία 2024



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Knowledge base implementation study for smart city services

Safouris Stylianos

FINAL THESIS

ADVISOR

THEOFILOS CHRYSIKOS
Tutor

Lamia 2024

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

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

Ημερομηνία: 7.../...11 /2024...

Ο - Η Δηλών
Στέλιος Σαφούρης

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ψηφιακές εφαρμογές πλέον αποτελούν μέρος της καθημερινότητάς μας. Η γιγάντωση και παγκόσμια παγίωση των ψηφιακών τηλεπικοινωνιακών δικτύων ανοίγει το δρόμο όχι μόνο για εξατομικευμένες προσωπικές επικοινωνίες αλλά και για εφαρμογές με συλλογική απεύθυνση σε ένα σύνολο χρηστών σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας, Κράτους.: Οι πολίτες δείχνουν όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις ψηφιακές εφαρμογές που αφορούν στην συλλογική πραγματικότητα της κοινωνικής δημόσιας ζωής, ιδιαίτερα στα πλαίσια της Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης (e-government) και των δημοτικών υπηρεσιών (municipality services). Για παράδειγμα, οι πολίτες μπορούν να κάνουν αιτήσεις για πιστοποιητικά, χωρίς να μεταβούν στο Δήμο από το σπίτι τους. Μπορούν να πληρώσουν τα δημοτικά τέλη και να εξοφλήσουν ηλεκτρονικά χωρίς την ανάγκη μετακίνησης τους. Μπορούν να επωφεληθούν από ένα σύνολο υπηρεσιών, υποδομών και πλατφορμών που δύναται να παρέχει τόσο το κράτος κεντρικά όσο και οι διοικήσεις των Δήμων και των Περιφερειών. Ψηφιακή ασφάλεια, ψηφιακές υπογραφές και άλλες υπηρεσίες είναι πλέον διαθέσιμες. Οι πολίτες συμμετέχουν σε μαθήματα μέσω του διαδικτύου ενώ μπορούν να εργάζονται μέσω ψηφιακών εφαρμογών. Με τη χρήση εφαρμογών, οι πολίτες έχουν άμεση επαφή με την εκάστοτε κρατική, δημόσια, περιφερειακή ή δημοτική υπηρεσία στην οποία θέλουν να απευθυνθούν. Μέσω εφαρμογών, ο πολίτης δύναται να επικοινωνεί με το Δήμο και το αρμόδιο τμήμα για ό,τι πρόβλημα έχει. Πέραν όμως των εξειδικευμένων εφαρμογών για συγκεκριμένες υπηρεσίες, οι εφαρμογές έξυπνων πόλεων ακουμπάνε και επηρεάζουν το σύνολο της καθημερινότητας των πολιτών.

ABSTRACT

Digital applications are now part of our daily lives. The growth and global consolidation of digital telecommunication networks paves the way not only for personalized personal communications but also for applications with a collective address to a set of users at the level of Municipality, Region, State.: Citizens show more and more interest in digital applications that concern the collective reality of social public life, especially in the context of e-Government and municipal services. For example, citizens can apply for certificates without going to the Municipality from their home. They can pay council fees and pay online without the need to travel. They can benefit from a set of services, infrastructures and platforms that can be provided by both the central government and the administrations of Municipalities and Regions. Digital security, digital signatures and other services are now available. Citizens participate in online courses while they can work through digital applications. By using applications, citizens have direct contact with the respective state, public, regional or municipal service they want to address. Through applications, the citizen can communicate with the Municipality and the relevant department for any problem they have. However, in addition to specialized applications for specific services, smart city applications touch and affect the entire daily life of citizens.

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	9
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>2</u>
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΈΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ</u>	<u>5</u>
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΈΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	5
2.2 ΈΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: ΒΑΣΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	7
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΈΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ ΓΝΩΣΗΣ.....</u>	<u>11</u>
3.1 ΈΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ ΓΝΩΣΗΣ	11
3.2 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	14
3.3 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΈΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ ΠΟΥ ΒΑΣΙΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΒΑΣΕΙΣ ΓΝΩΣΗΣ.....	15
3.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΈΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ ΒΑΣΙΣΜΕΝΗΣ ΣΤΗΝ ΓΝΩΣΗ	22
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΕΝΑΡΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΩΔΙΚΑ ΓΙΑ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΈΞΥΠΝΗΣ ΠΟΛΗΣ</u>	<u>26</u>
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	<u>36</u>
 <u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	<u>37</u>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

Η έννοια των έξυπνων πόλεων έχει αναδειχθεί ως ένα συναρπαστικό μοντέλο για το μέλλον της αστικής ανάπτυξης, το οποίο αντιμετωπίζει τις προκλήσεις που συνδέονται με την ταχεία αστικοποίηση, την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την οικονομική ανάπτυξη. Καθώς οι πόλεις παγκοσμίως αυξάνονται σε πληθυσμό και πολυπλοκότητα, η ανάγκη για πιο έξυπνες λύσεις για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, τη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και τη δημιουργία βιώσιμων περιβαλλόντων καθίσταται κρίσιμη. Μια έξυπνη πόλη ενσωματώνει τις τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ), την ανάλυση δεδομένων και το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) για τον εξορθολογισμό των λειτουργιών της πόλης, τη βελτίωση των υπηρεσιών και την προώθηση της οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας [1].

Στον πυρήνα μιας έξυπνης πόλης βρίσκεται η χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας σε διάφορους τομείς, όπως οι μεταφορές, η ενέργεια, η υγειονομική περίθαλψη και η δημόσια ασφάλεια. Μέσω διασυνδεδεμένων συσκευών και συστημάτων, συλλέγονται δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στις πόλεις να ανταποκρίνονται δυναμικά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και να λαμβάνουν αποφάσεις βάσει δεδομένων. Για παράδειγμα, οι έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες μπορούν να προσαρμόζουν τα σήματά τους με βάση τη ροή της κυκλοφορίας, ενώ οι έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων μπορούν να ειδοποιούν τους εργαζόμενους στην καθαριότητα όταν πρέπει να αδειάσουν. Αυτά τα διασυνδεδεμένα συστήματα συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης πόρων, στη βελτίωση της άνεσης και στη δημιουργία ενός καθαρότερου και ασφαλέστερου αστικού περιβάλλοντος [2].

Μία από τις θεμελιώδεις τεχνολογίες που επιτρέπουν τις έξυπνες πόλεις είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), όπου αισθητήρες και συσκευές επικοινωνούν για να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις καθημερινές λειτουργίες της πόλης. Το IoT χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, των επιπέδων του νερού, της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και άλλα, προσφέροντας στους πολιορκητές και τους αξιωματούχους της πόλης δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων και τη βελτιστοποίηση των συνθηκών διαβίωσης στην πόλη. Επιπλέον, οι συσκευές IoT υποστηρίζουν επίσης τη συμμετοχή των πολιτών παρέχοντας στους κατοίκους πληροφορίες σχετικά με υπηρεσίες, εκδηλώσεις και ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο για την κυκλοφορία ή τον καιρό, καθιστώντας τη ζωή στην πόλη πιο συνδεδεμένη και προσβάσιμη [3].

Μια άλλη σημαντική κινητήρια δύναμη των έξυπνων πόλεων είναι η χρήση των μεγάλων δεδομένων και της τεχνητής νοημοσύνης (AI) για την προγνωστική ανάλυση. Με την προηγμένη ανάλυση δεδομένων, οι πόλεις μπορούν να προβλέπουν

τη ζήτηση για δημόσιες συγκοινωνίες, να προβλέπουν τις αιχμές της κατανάλωσης ενέργειας και να προβλέπουν τις ανάγκες υγειονομικής περίθαλψης. Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αναλύσει δεδομένα από διάφορες πηγές, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων και δημόσιων αρχείων, για να βρει μοτίβα που ενημερώνουν για καλύτερο σχεδιασμό. Αυτή η ικανότητα πρόβλεψης και ανταπόκρισης στις απαιτήσεις πριν αυτές εμφανιστούν βοηθά τις έξυπνες πόλεις να παρέχουν πιο αξιόπιστες και αποτελεσματικές υπηρεσίες [4].

Οι μεταφορές είναι ένας από τους πιο ορατούς τομείς που επηρεάζονται από την τεχνολογία των έξυπνων πόλεων. Με την εφαρμογή έξυπνων συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας, οι πόλεις μπορούν να μειώσουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση, να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων και να ενισχύσουν την αξιοπιστία των δημόσιων συγκοινωνιών. Τα αυτόνομα οχήματα (ΑV) αναμένεται να αποτελέσουν αναπόσπαστο μέρος των έξυπνων πόλεων, παρέχοντας στους κατοίκους έναν ασφαλέστερο και καθαρότερο τρόπο μεταφοράς. Πόλεις όπως η Σιγκαπούρη και το Άμστερνταμ έχουν ήδη εφαρμόσει έξυπνα συστήματα κυκλοφορίας, συμπεριλαμβανομένων έξυπνων χώρων στάθμευσης και σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων (ΕV), αποδεικνύοντας πώς η αστική κινητικότητα μπορεί να μετασχηματιστεί ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες [5].

Η δημόσια ασφάλεια και η αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών αποτελούν επίσης κρίσιμα στοιχεία των έξυπνων πόλεων. Μέσω της επιτήρησης με τεχνητή νοημοσύνη και της προβλεπτικής αστυνόμευσης, οι έξυπνες πόλεις μπορούν να παρακολουθούν τους δημόσιους χώρους, να ανιχνεύουν ασυνήθιστη δραστηριότητα και να ανταποκρίνονται γρήγορα σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης. Οι πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της επιβολής του νόμου, των ιατρικών υπηρεσιών και της διαχείρισης καταστροφών, παρέχοντας ταχύτερους χρόνους απόκρισης και μειώνοντας τον αντίκτυπο των κρίσεων στους κατοίκους. Τα έξυπνα συστήματα υγείας αποτελούν μια άλλη προσθήκη, παρέχοντας λύσεις υγειονομικής περίθαλψης εξ αποστάσεως και παρακολουθώντας τις τάσεις της δημόσιας υγείας, οι οποίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τη διαχείριση πανδημιών.

Ενώ τα πλεονεκτήματα των έξυπνων πόλεων είναι πολλά υποσχόμενα, η εφαρμογή αυτών των συστημάτων φέρνει αρκετές προκλήσεις. Τα ζητήματα που σχετίζονται με την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων και την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι σημαντικά, καθώς συλλέγονται τεράστιες ποσότητες δεδομένων για τους κατοίκους της πόλης. Η προστασία αυτών των δεδομένων από παραβιάσεις είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης του κοινού. Επιπλέον, το ψηφιακό χάσμα μπορεί να περιορίσει την πρόσβαση στα οφέλη των έξυπνων πόλεων για ορισμένους κατοίκους, ιδίως σε υποβαθμισμένες κοινότητες, απαιτώντας από τις πόλεις να δώσουν προτεραιότητα στην ισότιμη ανάπτυξη της τεχνολογίας [6]-[8].

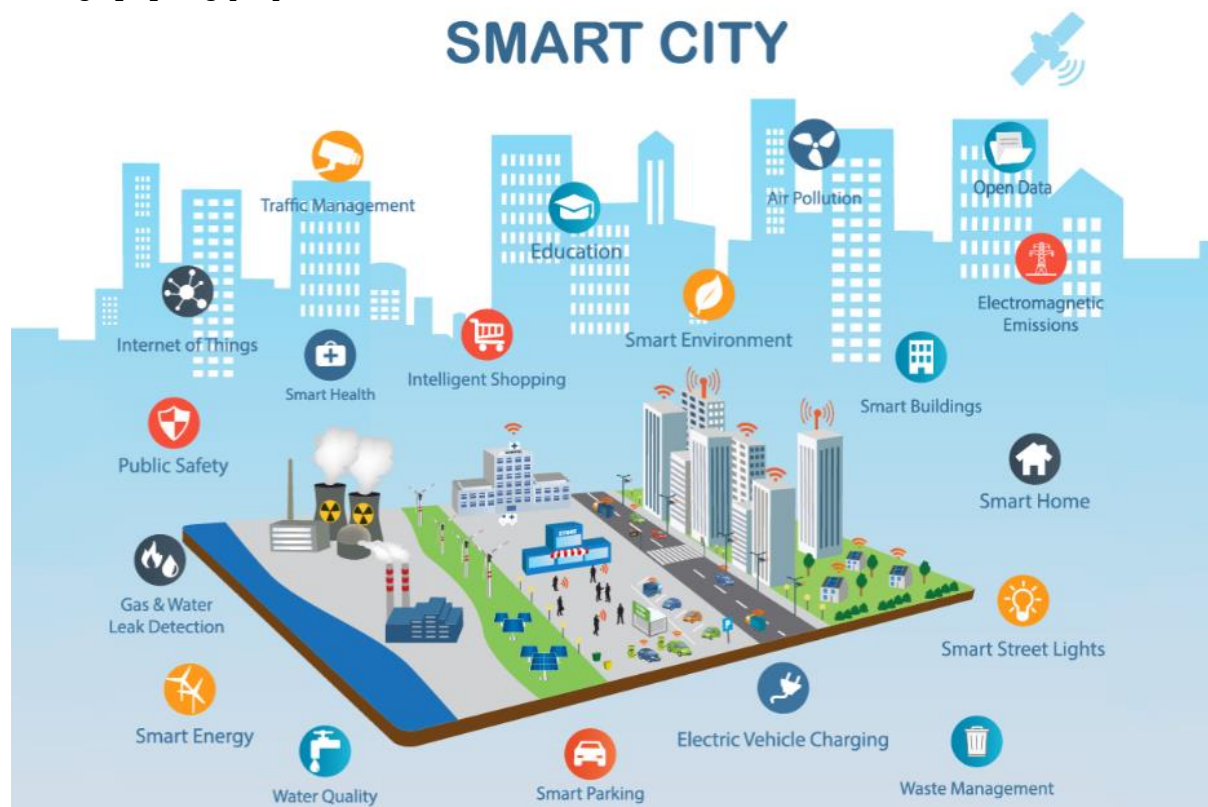
Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα αποτελεί κεντρικό στόχο για τις έξυπνες πόλεις, καθώς αποσκοπούν στη μείωση του οικολογικού τους αποτυπώματος. Βελτιστοποιώντας τη χρήση ενέργειας, προωθώντας τις καθαρές μεταφορές και παρακολουθώντας την ποιότητα του αέρα, οι έξυπνες πόλεις συμβάλλουν στον παγκόσμιο αγώνα κατά της κλιματικής αλλαγής. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική, μπορούν να ενσωματωθούν στα δίκτυα έξυπνων πόλεων, παρέχοντας καθαρότερη ενέργεια και μειώνοντας παράλληλα την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Οι έξυπνες πόλεις δίνουν προτεραιότητα στις πράσινες υποδομές και τη βιωσιμότητα, προωθώντας φιλικό προς το περιβάλλον αστικό τρόπο ζωής [9].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Έξυπνες πόλεις

2.1 Ορισμός έξυπνων πόλεων

Τα σύγχρονα αστικά κέντρα αποτελούν πολύπλοκα οικοσυστήματα, όπου η κύρια προτεραιότητα είναι η βιώσιμη ανάπτυξη και η ποιότητα ζωής. Σε αυτά τα περιβάλλοντα, οι πολίτες και οι δημόσιες αρχές αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις σε διάφορους τομείς, όπως η υγειονομική περιθάλψη, οι δημόσιες μεταφορές, η ενέργεια, το περιβάλλον, η ασφάλεια και οι δημόσιες υπηρεσίες. Η εξέλιξη των εφαρμογών που εστιάζουν στο διαδίκτυο, η εισαγωγή του Internet of Things, η ανάπτυξη πλατφορμών διαχείρισης περιεχομένου και η επέκταση των ευρυζωνικών υποδομών έχουν συμβάλλει σημαντικά στην καινοτομία και την αποδοτικότητα [10].

Αυτές οι εξελίξεις έχουν ως στόχο την ανάπτυξη πρωτότυπων εφαρμογών και υπηρεσιών που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις επιθυμίες των πολιτών. Ο όρος "έξυπνη πόλη" αναφέρεται στην ικανότητα μιας πόλης να ανταποκριθεί γρήγορα στις ανάγκες της. Αυτή η ικανότητα επιτυγχάνεται μέσω της σύγκλισης τεχνολογιών που παρέχουν λύσεις σε καθημερινά προβλήματα, όπως η κυκλοφορία οχημάτων και η εύρεση θέσης πάρκινγκ, αλλά και σε σοβαρά προβλήματα όπως τροχαία δυστυχήματα. Παρόλα αυτά, η έννοια της έξυπνης πόλης δεν απαιτεί απαραίτητα προηγμένες τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα οι κυκλικόι κόμβοι στους δρόμους [11].



Εικόνα 1. Πλαίσιο υλοποίησης έξυπνης πόλης [10]

Με την σύγκλιση των τεχνολογιών IoT, Big Data, AI και Cloud Computing, θα δούμε έννοιες που απαρτίζουν μια έξυπνη πόλη. Μια έξυπνη πόλη θεωρείται όταν οι επενδύσεις σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, οι παραδοσιακές μεταφορές και οι σύγχρονες υποδομές επικοινωνίας προάγουν τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και μια υψηλή ποιότητα ζωής, με μια συνεχή διαχείριση των φυσικών πόρων μέσω της συμμετοχικής διακυβέρνησης. Σύμφωνα με αυτόν τον ορισμό, μια έξυπνη πόλη πρέπει να έχει καλές επιδόσεις σε έξι βασικά χαρακτηριστικά: οικονομία, κινητικότητα, περιβάλλον, άνθρωποι, διαβίωση και διακυβέρνηση. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών, σε συνεργασία με εταιρίες, οργανισμούς, βιομηχανίες, τοπικές αρχές και την κοινωνία, αποτελεί τον κύριο παράγοντα για την ανάπτυξη της νέας ψηφιακής εποχής [12].

Η παρούσα πτυχιακή εστιάζει στην έννοια της έξυπνης πόλης ως ένα καινοτόμο μοντέλο σχεδιασμού που βελτιώνει τη βιωσιμότητα και τη λειτουργικότητα των πόλεων, ενισχύοντας την αειφόρο ανάπτυξή τους και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους. Η μελέτη θα βασιστεί σε εκτενή ανασκόπηση της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας, συμπεριλαμβανομένων κειμένων, άρθρων, δημοσιεύσεων, βιβλίων, επιστημονικών περιοδικών και διαδικτυακών πηγών. Έχουν διατυπωθεί πολλές και διαφορετικές απόψεις για την οριοθέτηση της έννοιας της "έξυπνης πόλης". Αυτό συμβαίνει επειδή πρόκειται για έναν νέο όρο που πρέπει να καλύψει μια μεγάλη ποικιλία πόλεων με διαφορετικά χαρακτηριστικά και μεγέθη. Κάθε πόλη έχει τη δική της ιστορία και μελλοντική προοπτική, οπότε η έννοια αυτή πρέπει να είναι ευέλικτη. Η έννοια της "έξυπνης πόλης" διαμορφώνεται από τη συνύπαρξη πολλών τεχνολογιών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων, καθώς και διαφορετικών τακτικών που εφαρμόζονται ανά περίπτωση [13].

Η έννοια αυτή αναδύεται τα τελευταία έτη σαν μια πολιτική ανάπτυξης των αστικών κέντρων εξαιτίας της άμεσης μετακίνησης του πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις, καθώς προβλέπεται ότι η ανοδική τάση του αστικού πληθυσμού την περίοδο του 2050 πρόκειται να ξεπεράσει ακόμα και το 70%. Αυτός είναι και ο βασικότερος λόγος που η επέκταση των πόλεων αντιμετωπίζει πολλές και διαφορετικές προκλήσεις. Μέσα από την εφαρμογή αποδοτικών πολιτικών και δράσεων, οι πόλεις δεν ανησυχούν μονάχα για τα πλεονεκτήματα και τα ελαττώματά τους, αλλά ταυτόχρονα φαίνονται ικανές να προσαρμοστούν και να ευημερήσουν σε ένα διεθνές ανταγωνιστικό περιβάλλον όπως είναι αυτό της σύγχρονης εποχής [2]. Ο όρος "έξυπνες πόλεις" ή "ευφυείς πόλεις" αναφέρεται σε ένα περιοδικό σύστημα καινοτομίας που αποτελείται από τρία επίπεδα και συνδέει το φυσικό περιβάλλον, το θεσμικό περιβάλλον και το ψηφιακό περιβάλλον [14]-[15].

2.2 Έξυπνες πόλεις: βασικά δομικά στοιχεία και υποσυστήματα

Οι έξυπνες πόλεις βασίζονται σε σπονδυλωτά στοιχεία που συνεργάζονται για να βελτιώσουν τη λειτουργικότητα, τη βιωσιμότητα και τη συνολική ποιότητα της αστικής ζωής. Αυτά τα βασικά αρθρωτά στοιχεία περιλαμβάνουν διασυνδεδεμένα και αλληλοεξαρτώμενα συστήματα που υποστηρίζουν τις βασικές υποδομές των έξυπνων πόλεων, από την ενέργεια και τις μεταφορές έως τη διακυβέρνηση και την περιβαλλοντική διαχείριση. Ακολουθεί μια πιο λεπτομερής ματιά σε καθένα από αυτά τα θεμελιώδη συστατικά [15]-[18].

1. Έξυπνη υποδομή και συνδεσιμότητα

Οι έξυπνες υποδομές αποτελούν τη ραχοκοκαλιά μιας έξυπνης πόλης. Το στοιχείο αυτό περιλαμβάνει ψηφιακά πλαίσια, αισθητήρες και συσκευές IoT ενσωματωμένες στη φυσική υποδομή της πόλης, επιτρέποντας τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Τα βασικά στοιχεία της έξυπνης υποδομής περιλαμβάνουν δίκτυα διαδικτύου υψηλής ταχύτητας, συστήματα υπολογιστικού νέφους, λύσεις αποθήκευσης δεδομένων και εργαλεία συνδεσιμότητας όπως το 5G και οι οπτικές ίνες, τα οποία επιτρέπουν τις επικοινωνίες υψηλής ταχύτητας και χαμηλής καθυστέρησης που είναι απαραίτητες για τις έξυπνες πόλεις [16].

Για παράδειγμα, τα έξυπνα κτίρια έχουν σχεδιαστεί για να διαχειρίζονται πιο αποτελεσματικά την ενέργεια, τον φωτισμό και τα συστήματα HVAC, παρακολουθώντας την πληρότητα και βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων. Ομοίως, υποδομές όπως δρόμοι και γέφυρες μπορούν να εξοπλιστούν με αισθητήρες που ανιχνεύουν τη φθορά, μετρούν τα φορτία κυκλοφορίας και παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτή η συνδεσιμότητα και η υποδομή υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, η οποία μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση και κατανομή των πόρων, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους συντήρησης της πόλης [17].

2. Συστήματα συλλογής και διαχείρισης δεδομένων

Η συλλογή και η διαχείριση δεδομένων βρίσκονται στο επίκεντρο της λειτουργίας των έξυπνων πόλεων. Τα συστήματα αυτά συλλέγουν δεδομένα από διάφορες πηγές, όπως αισθητήρες IoT, κάμερες παρακολούθησης, οχήματα με GPS και πλατφόρμες ανατροφοδότησης από τους πολίτες. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες αυτές επεξεργάζονται, αναλύονται και αποθηκεύονται για να υποστηρίξουν τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων από τους διαχειριστές της πόλης και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής [18].

Για παράδειγμα, οι αισθητήρες που τοποθετούνται σε όλη την πόλη μπορούν να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τα πρότυπα κυκλοφορίας, την ποιότητα του αέρα, τις καιρικές συνθήκες και την κατανάλωση ενέργειας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να αναλυθούν σε πραγματικό χρόνο για τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών της πόλης, επιτρέποντας την ταχεία ανταπόκριση στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Οι κεντρικοί κόμβοι δεδομένων, που συχνά τροφοδοτούνται από αλγόριθμους τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης, αναλύουν και ερμηνεύουν αυτά τα δεδομένα, παρέχοντας αξιοποιήσιμες πληροφορίες που βελτιώνουν τις λειτουργίες της πόλης. Η αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων είναι ζωτικής σημασίας για τον χειρισμό αυτής της μαζικής εισροής δεδομένων, διασφαλίζοντας τη διατήρηση της ποιότητας των δεδομένων, της ασφάλειας και του απορρήτου [19].

3. Έξυπνη διακυβέρνηση και λύσεις ηλεκτρονικής διακυβέρνησης

Η έξυπνη διακυβέρνηση περιλαμβάνει την ενσωμάτωση ψηφιακών πλατφορμών και λύσεων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης που καθιστούν τις κυβερνητικές υπηρεσίες πιο προσιτές, διαφανείς και αποτελεσματικές. Οι λύσεις ηλεκτρονικής διακυβέρνησης περιλαμβάνουν διαδικτυακές πύλες, εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα και ψηφιακά κανάλια επικοινωνίας που επιτρέπουν στους πολίτες να αλληλεπιδρούν με την κυβέρνηση, να έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες, να υποβάλλουν παράπονα ή να συμμετέχουν σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων [20].

Η συνιστώσα αυτή ενδυναμώνει τους πολίτες καθιστώντας τις πληροφορίες και τις υπηρεσίες άμεσα διαθέσιμες. Για παράδειγμα, οι πολίτες μπορούν να υποβάλλουν αιτήσεις για άδειες, να έχουν πρόσβαση σε δημόσια αρχεία και να συμμετέχουν σε συνεδριάσεις του δημαρχείου από τις συσκευές τους, μειώνοντας την ανάγκη για φυσικά κυβερνητικά γραφεία και βελτιώνοντας τη διαφάνεια. Επιπλέον, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση ενισχύει τη λογοδοσία, καθώς οι πολίτες μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των έργων και να παρέχουν ανατροφοδότηση σχετικά με τις υπηρεσίες [21].

4. Έξυπνη κινητικότητα και συστήματα μεταφορών

Οι μεταφορές αποτελούν κρίσιμη συνιστώσα των έξυπνων πόλεων, εστιάζοντας στη βελτιστοποίηση της κινητικότητας μέσω αποτελεσματικών, προσβάσιμων και βιώσιμων μέσων. Οι λύσεις έξυπνης κινητικότητας περιλαμβάνουν συστήματα διαχείρισης της κυκλοφορίας, παρακολούθηση των δημόσιων μεταφορών σε πραγματικό χρόνο, αυτόνομα οχήματα και υποδομές για ηλεκτρικά οχήματα (EV) [22].

Για παράδειγμα, οι έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες μπορούν να προσαρμόζουν τα σήματά τους με βάση δεδομένα κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο για τη μείωση της συμφόρησης. Τα συστήματα δημόσιας συγκοινωνίας μπορούν επίσης να παρακολουθούν τη θέση των λεωφορείων και των τρένων, παρέχοντας στους

επιβάτες ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τους χρόνους άφιξης, γεγονός που βελτιώνει την αξιοπιστία και την εμπειρία των χρηστών. Οι υποδομές για ηλεκτρικά οχήματα, όπως οι σταθμοί φόρτισης, προωθούν την υιοθέτηση βιώσιμων επιλογών μεταφοράς, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στην ενίσχυση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές [23].

5. Έξυπνη διαχείριση της ενέργειας και βιώσιμες πρακτικές

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης μιας έξυπνης πόλης χρησιμοποιεί ψηφιακές τεχνολογίες για την παρακολούθηση, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας. Η συνιστώσα αυτή περιλαμβάνει την ανάπτυξη έξυπνων δικτύων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενεργειακά αποδοτικών κτιριακών σχεδίων και στρατηγικών μείωσης των αποβλήτων [24].

Τα έξυπνα δίκτυα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξισορρόπηση της προσφοράς και της ζήτησης ενέργειας σε ολόκληρη την πόλη. Ενσωματώνουν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική, παρέχοντας καθαρότερη και πιο βιώσιμη ενέργεια. Επιπλέον, τα κτίρια στις έξυπνες πόλεις συχνά ενσωματώνουν συστήματα διαχείρισης ενέργειας που ρυθμίζουν αυτόματα το φωτισμό, τη θέρμανση και την ψύξη ανάλογα με την πληρότητα και την ώρα της ημέρας. Τα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων χρησιμοποιούν επίσης έξυπνη τεχνολογία, όπως κάδους με αισθητήρες που ειδοποιούν τις υπηρεσίες καθαριότητας όταν πρέπει να αδειάσουν, μειώνοντας το λειτουργικό κόστος και ελαχιστοποιώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις [25].

6. Συστήματα δημόσιας ασφάλειας και αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών

Η δημόσια ασφάλεια στις έξυπνες πόλεις ενισχύεται από τεχνολογίες όπως οι κάμερες παρακολούθησης, οι αισθητήρες IoT και η προγνωστική ανάλυση. Τα συστήματα αυτά συνεργάζονται για να παρακολουθούν και να ανταποκρίνονται σε απειλές ασφαλείας, φυσικές καταστροφές και άλλες καταστάσεις έκτακτης ανάγκης σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας σημαντικά τους χρόνους απόκρισης [26].

Τα συστήματα επιτήρησης με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να αναλύουν τις ροές βίντεο για να ανιχνεύουν ασυνήθιστη συμπεριφορά, να στέλνουν ειδοποιήσεις στις αρχές επιβολής του νόμου και να βελτιώνουν τη διαχείριση του πλήθους κατά τη διάρκεια μεγάλων εκδηλώσεων. Αισθητήρες που παρακολουθούν τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως τα επίπεδα νερού και τα καιρικά πρότυπα, μπορούν να παρέχουν έγκαιρες προειδοποιήσεις για πλημμύρες ή άλλες φυσικές καταστροφές, επιτρέποντας στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης να προετοιμάζονται και να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα. Οι έξυπνες πόλεις υποστηρίζουν επίσης τις υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης μέσω τηλεϊατρικής και συσκευών

παρακολούθησης της υγείας, βοηθώντας τις αρχές να διαχειρίζονται τις τάσεις της δημόσιας υγείας και να ανταποκρίνονται σε ιατρικά επείγοντα περιστατικά [27].

7. Πρωτοβουλίες περιβαλλοντικής παρακολούθησης και βιωσιμότητας

Η περιβαλλοντική παρακολούθηση αποτελεί ουσιαστικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων, με επίκεντρο τη διασφάλιση της διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας και της βιωσιμότητας των αστικών περιοχών. Αισθητήρες παρακολουθούν την ποιότητα του αέρα, τα επίπεδα νερού, την ποιότητα του εδάφους, την ηχορύπανση και τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, παρέχοντας πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα δεδομένα αυτά βοηθούν τις πόλεις να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα για τη διαχείριση των επιπέδων ρύπανσης, τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και την προστασία των φυσικών πόρων [28].

Για παράδειγμα, οι αισθητήρες ποιότητας του αέρα μπορούν να παρακολουθούν τους ρύπους και να παρέχουν ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στις πόλεις να εφαρμόζουν μέτρα, όπως η αλλαγή δρομολόγησης της κυκλοφορίας ή οι προσωρινοί περιορισμοί των εκπομπών όταν τα επίπεδα ρύπανσης κορυφώνονται. Τα συστήματα διατήρησης νερού μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση και να εντοπίζουν διαρροές σε πραγματικό χρόνο, εξοικονομώντας πόρους και μειώνοντας το κόστος. Επιπλέον, οι χώροι πρασίνου, οι κήποι στις ταράτσες και οι πρωτοβουλίες αστικής γεωργίας υποστηρίζουν τη βιοποικιλότητα και συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

8. Συμμετοχή των πολιτών και πλατφόρμες ψηφιακών υπηρεσιών

Η εμπλοκή των πολιτών αποτελεί κρίσιμο στοιχείο των έξυπνων πόλεων, προωθώντας την αίσθηση της κοινότητας και τη συνεργασία μεταξύ των κατοίκων και των τοπικών κυβερνήσεων. Οι ψηφιακές πλατφόρμες, τα κανάλια κοινωνικής δικτύωσης και οι εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα επιτρέπουν στους πολίτες να έχουν πρόσβαση στις υπηρεσίες της πόλης, να αναφέρουν ζητήματα, να παρέχουν ανατροφοδότηση και να ενημερώνονται για τις εξελίξεις στην πόλη [29].

Αυτές οι πλατφόρμες δημιουργούν ένα αμφίδρομο κανάλι επικοινωνίας που δίνει τη δυνατότητα στους πολίτες να διαδραματίσουν ενεργό ρόλο στη διακυβέρνηση της πόλης. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα μπορούν να επιτρέπουν στους κατοίκους να αναφέρουν λακκούβες, απορρίμματα ή ελαττωματικά φώτα του δρόμου, ενώ παράλληλα παρακολουθούν την κατάσταση αυτών των καταγγελιών. Οι πόλεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιήσουν αυτές τις πλατφόρμες για να μετρήσουν την κοινή γνώμη σχετικά με έργα, βελτιώνοντας τη διαφάνεια και ενισχύοντας τη σχέση μεταξύ των δημοτικών υπαλλήλων και των κατοίκων [30].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Έξυπνες πόλεις και βάσεις γνώσης

3.1 Έξυπνες πόλεις και βάσεις γνώσης

Η βασισμένη στη γνώση, έξυπνη και βιώσιμη πόλη είναι ένα εννοιολογικό πλαίσιο που εμφανίζει μια στρατηγική KBUD με στόχο την προώθηση έξυπνων και βιώσιμων πόλεων μέσω της επιχειρησιακής εφαρμογής μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης διαχείρισης της γνώσης, με βάση το πλαίσιο KBUD που σχεδιάστηκε από τους Yigitcanlar και Lönnqvist (2013) [30]. Πριν από την περιγραφή του προτεινόμενου εννοιολογικού πλαισίου, είναι απαραίτητη η κοινή κατανόηση του τι αντιπροσωπεύει το αναφερόμενο πλαίσιο KBUD (Εικόνα 2). Το KBUD αντιπροσωπεύει αυτό που ο Yigitcanlar [30] έχει ορίσει ως «το νέο αναπτυξιακό παράδειγμα της εποχής της γνώσης που στοχεύει να φέρει οικονομική ευημερία, περιβαλλοντική βιωσιμότητα, μια δίκαιη κοινωνικο-χωρική τάξη και χρηστή διακυβέρνηση στις πόλεις». Το KBUD έχει θέσει ένα νέο παράδειγμα αστικού σχεδιασμού. Το πλαίσιο KBUD συρράπτει τέσσερις αναπτυξιακούς τομείς της γνώσης, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών, κοινωνικο-πολιτιστικών, περιβαλλοντικών-αστικών και θεσμικών [30].

Ο τομέας της οικονομικής ανάπτυξης δομείται πάνω στα θεμέλια της οικονομίας της γνώσης, όπου η γνώση είναι ο βασικός παραγωγικός συντελεστής προστιθέμενης αξίας για την παραγωγή ευημερίας. Ο τομέας της κοινωνικο-πολιτιστικής ανάπτυξης αποσκοπεί στην παραγωγή ισοτιμίας με το σχεδιασμό και την εφαρμογή διαφόρων εκπαιδευτικών και πολιτιστικών στρατηγικών για την ενίσχυση του ανθρώπινου και κοινωνικού κεφαλαίου και τη δημιουργία ενός ευρέος χώρου ευκαιριών για τους ανθρώπους να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους. Ο τομέας της περιβαλλοντικής-αστικής ανάπτυξης θα παράγει βιωσιμότητα, όπου η χωρική ποιότητα επιτυγχάνεται με την προώθηση της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης και της καλύτερης ποιότητας ζωής και τόπου. Ο τομέας της θεσμικής ανάπτυξης παράγει τους παράγοντες μιας διακυβέρνησης της γνώσης που δημιουργεί ένα καλό κλίμα διακυβέρνησης και τελικά παράγει οργανωτική ποιότητα. Όσον αφορά την εφαρμογή, το μοντέλο εφαρμόζεται σε πολυάριθμα πλαίσια.

Για παράδειγμα, οι Yigitcanlar κ.ά. (2015b) κατέδειξαν νέα πιθανή κατανόηση των προφίλ των πόλεων και των πιθανών επιπέδων σύγκρισης εφαρμόζοντας με επιτυχία το πλαίσιο αξιολόγησης KBUD στις φινλανδικές πόλεις. Ομοίως, οι Yigitcanlar και Bulu (2015) εφάρμοσαν το πλαίσιο στην Τουρκία. Επιπλέον, οι Yigitcanlar και Sarimin (2015) υιοθέτησαν το πλαίσιο για την αξιολόγηση του KBUD του υπερδιαδρόμου πολυμέσων στη Μαλαισία.

Οι κινητήριες μοχλοί υλοποίησης αναφέρονται στο συνδυασμό τριών αξόνων - διακυβέρνηση, καινοτομία και βιωσιμότητα - που ζωντανεύουν στα αστικά

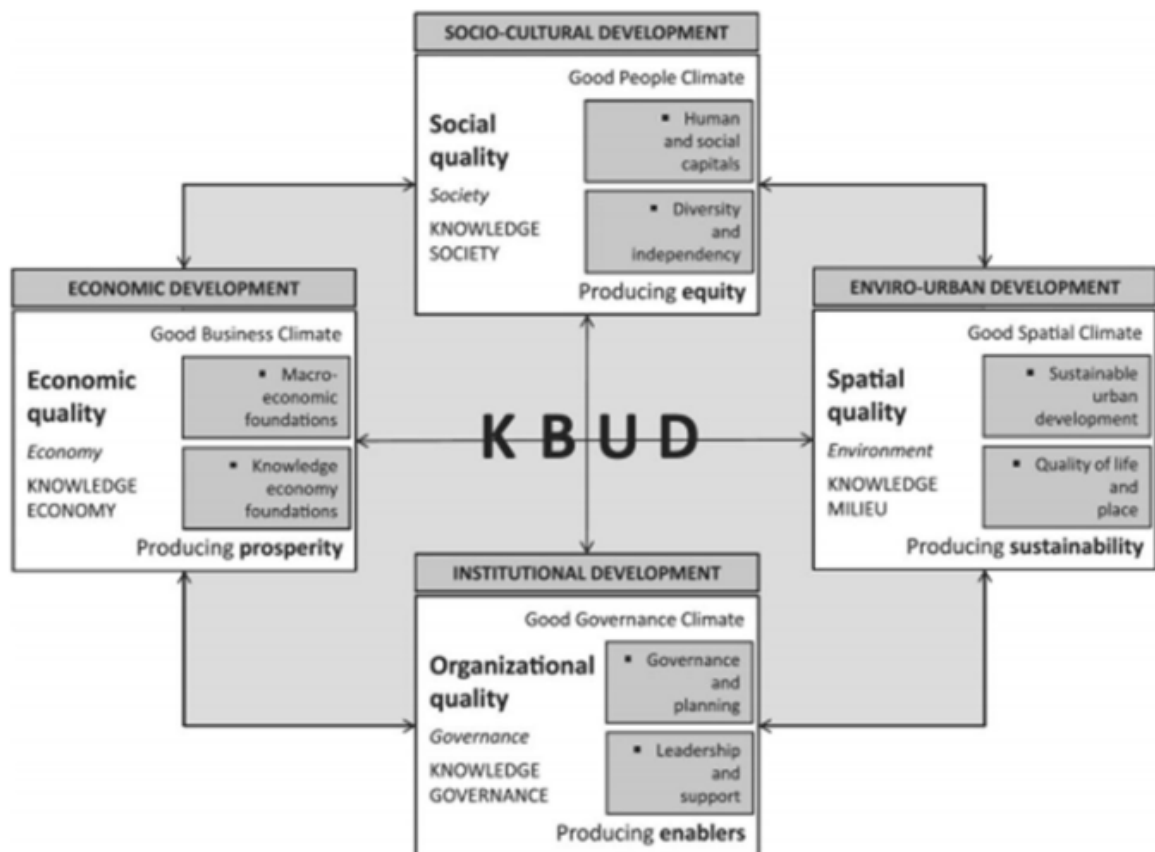
εργαστήρια, ουδέτερους χώρους συνδημιουργίας γνώσης που λειτουργούν ως κόμβος καινοτομίας ανθρώπων από διαφορετικούς τομείς και υπόβαθρα, ηγετών του αστικού πειραματισμού στην πόλη, οι οποίοι αλληλεπιδρούν για να σχεδιάσουν, να δημιουργήσουν πρωτότυπα και να αναπτύξουν λύσεις για τις αστικές προκλήσεις. Τα αστικά εργαστήρια διαβίωσης ορίζονται από τους Voytenko κ.ά. (2016) ως χώροι όπου η διακυβέρνηση με πολλούς εμπλεκόμενους φορείς προσανατολίζεται στην επιτάχυνση των μεταβάσεων της αστικής βιωσιμότητας. Σύμφωνα με τους Bulkeley κ.ά. (2016), αυτό που διαφοροποιεί τα αστικά ζωντανά εργαστήρια είναι το γεγονός ότι λειτουργούν ως «ρητή μορφή παρέμβασης» για να επιφέρουν οκόπιμα αντίκτυπο στους στόχους βιωσιμότητας μιας πόλης, βασιζόμενα στη «γνώση και τη μάθηση» για να το πράξουν [25].

Οι νέες μορφές αστικής διακυβέρνησης και σχεδιασμού αποτελούν το κλειδί για την προώθηση των βιώσιμων πόλεων [30]. Οι λειτουργικοί χώροι όπου η γνώση μοιράζεται, και η συμπαραγωγή τολμούν σημαντικά στοιχεία για την οικοδόμηση μιας αστικής περιβαλλοντικής διακυβέρνησης που θα λάβει χώρα [30]. όπως προτείνεται από τον Anttiroiko [30], μια πόλη που λειτουργεί ως πλατφόρμα θα ενθαρρύνει τη συμμετοχή των πολιτών και θα προωθήσει τη σχετική εμπλοκή των ενδιαφερομένων μερών. Χωρίς τους κατάλληλους χώρους διαλόγου και πειραματισμού, η τοπική αυτοδιοίκηση απομακρύνεται από τους πολίτες και στρέφεται στη δική της δομή, αποτυγχάνοντας να προσφέρει μια καλή διακυβέρνηση για την πόλη που να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες της [27].

Η υιοθέτηση ενός διεπιστημονικού οράματος στην αστική διακυβέρνηση υποδηλώνει ότι η δημιουργία γνώσης μπορεί να προκύψει από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς της πόλης και όχι μόνο από μικρές ομάδες του δημόσιου τομέα ή της ακαδημαϊκής κοινότητας. Πρόκειται για κάτι καινοτόμο και που μπορεί να τονωθεί περισσότερο, ώστε να αναμένονται καλύτερα αποτελέσματα στις αστικές παρεμβάσεις [30]. Η πολυπλοκότητα που υπάρχει στην αστική καθημερινότητα καθιστά ορατή τη δυσκολία των τοπικών κυβερνήσεων να επιλύσουν μόνες τους τα προβλήματα που αφορούν την πόλη στο σύνολό της. Σύμφωνα με τους Ding κ.ά. [30], μια τοπική αυτοδιοίκηση θα πρέπει να επιδιώκει την προώθηση πολιτικών με επίκεντρο τον άνθρωπο, με μεγαλύτερη προσβασιμότητα, και να αναπτύσσει πολεοδομικό σχεδιασμό που να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των πολιτών της.

Ο κινητήριος μοχλός της καινοτομίας αναφέρεται στο επιχειρηματικό πνεύμα της ταχείας προώθησης της διαρκούς ανάδειξης νέων λύσεων, στη συνδεσιμότητα μεταξύ των φορέων του οικοσυστήματος καινοτομίας, στην ικανότητα κινητοποίησης πόρων με νέες μορφές και στη διαδικασία πειραματισμού για την επίλυση προβλημάτων με δοκιμή και σφάλμα [30]. Ο Franz (2015) αναφέρει ότι η ανάπτυξη της καινοτομίας με τη συμμετοχή των πολιτών στοχεύει σε μια πρωτοβουλία ζωντανών εργαστηρίων [30].

Οι αστικές μεταβάσεις προς τις βιώσιμες πόλεις περιλαμβάνουν «επιχειρηματική ικανότητα καθώς και δόμηση της γνώσης για δράση» [30]. Μια αστική πρόκληση απαιτεί να συνδυαστούν τα δίκτυα γνώσης προκειμένου να παραχθούν απαντήσεις και πρωτότυπα πιθανών λύσεων για τις πόλεις. Οι ολοκληρωμένες και συνεκτικές λύσεις φέρνουν συνέργειες και συστημικά οφέλη για την πόλη. Οι λύσεις που βασίζονται στη φύση, οι διαδρομές χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα- η βελτίωση της αστικής ζωής πρέπει να καθοδηγείται από τη βιωσιμότητα ως κανονιστική άποψη ή ευσεβής πόθος. Ο ίδιος ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της αειφορίας υποδηλώνει αυτή την προσέγγιση, όπου η θεωρία και η πρακτική, το να φτιάχνεις και να γνωρίζεις, συνυπάρχουν και αλληλοτροφοδοτούνται στη συνεχή κίνηση της πόλης. Υπό αυτή την έννοια, οι Liu et al. [30] παρατηρούν ότι η Κίνα «μετατρέπεται σε ένα τεράστιο ζωντανό εργαστήριο πειραμάτων για τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη». Η αστική μετάβαση από τις ορυκτές στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επάγει μετασχηματισμούς στην αστική αρένα και μπορεί να γίνει πιο έξυπνη αν συντονιστούν μεταξύ τους και σε αρμονία με τις γενικές κατευθύνσεις ενός κοινού κοινού οράματος, ώστε να μετατραπούν σε μόνιμη πρακτική σχεδιασμού και πειραματισμού με τα κατάλληλα μέσα [31].



Εικόνα 2. Το πλαίσιο KBUD [30]

3.2 Παρακολούθηση και αξιολόγηση

Η παρακολούθηση και η αξιολόγηση σχετίζονται με τις δομές γνώσης που λειτουργούν ως μηχανισμοί ρύθμισης και ελέγχου των ζωτικών δραστηριοτήτων και λειτουργιών των αστικών συστημάτων και το πλαίσιο αξιολόγησης που μετρά την αξία του συστήματος με έναν ολοκληρωμένο, ολιστικό τρόπο. Τα κεφαλαιουχικά συστήματα είναι ένα πλαίσιο κοινό με τη διαχείριση της γνώσης για την οικοδόμηση μιας συστηματικής προσέγγισης KBD [30]. Τα κεφαλαιακά συστήματα ως παρακολούθηση και αξιολόγηση σημαίνει ότι το πλαίσιο αξιολόγησης θα προκύψει προκειμένου να καταγράψει τις πολλαπλές μορφές που η γνώση αποτιμάται και στη συνέχεια μετατρέπεται σε υλικά ή άυλα περιουσιακά στοιχεία. Οι Schiuma & Lerro[30] περιγράφουν τη γνώση ως «τόσο έναν πόρο όσο και μια πηγή ικανοτήτων και δυνατοτήτων», υλικών ή άυλων, που οδηγούνται στην παραγωγή αξίας.

Σύμφωνα με τον Carrillo [30], η σχετική πτυχή που ζωντανεύει μια πόλη έγκειται στο σύστημα αξιών της, το οποίο κάνει τους ανθρώπους να την αναγνωρίζουν και τελικά να οργανώνονται γύρω από τη δομή της αξίας της. Σήμερα, τα άυλα περιουσιακά στοιχεία απασχολούν περισσότερο, ακόμη και τα εθνικά λογιστικά συστήματα προσπαθούν να αναπτύξουν νέα συστήματα μέτρησης των άυλων περιουσιακών στοιχείων, όπως ο εθνικός δείκτης ευτυχίας στο Μπουτάν. Οι Carrillo και Batra [30] συζήτησαν εκτενώς την πολυπλοκότητα των στοιχείων σχετικά με τη μέτρηση της γνώσης, από την άυλη αξία έως την αξιολόγηση που συνδέεται με το υψηλό κόστος, την έλλειψη διαθεσιμότητας και συγκρισιμότητας δεδομένων και τις πολυδιάστατες διαδικασίες αξιολόγησης.

Παρά τις προκλήσεις για την αξιολόγηση της KBD, από εννοιολογικής άποψης, διαφέρει ριζικά από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις που εστιάζουν σε μεγάλο βαθμό σε υλικά περιουσιακά στοιχεία τα οποία οδηγούνται από τη σπανιότητα, καθώς είναι περισσότερο προσανατολισμένη στην καταγραφή του πλήρους φάσματος της γνώσης ως αξίας. Τα κεφαλαιακά συστήματα αποδείχθηκαν βιώσιμο εργαλείο για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση μιας διαδικασίας KBD με επίκεντρο τη δημιουργική οικονομία και με πρόθεση την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης της πόλης Bento Gonçalves στη Βραζιλία [30].

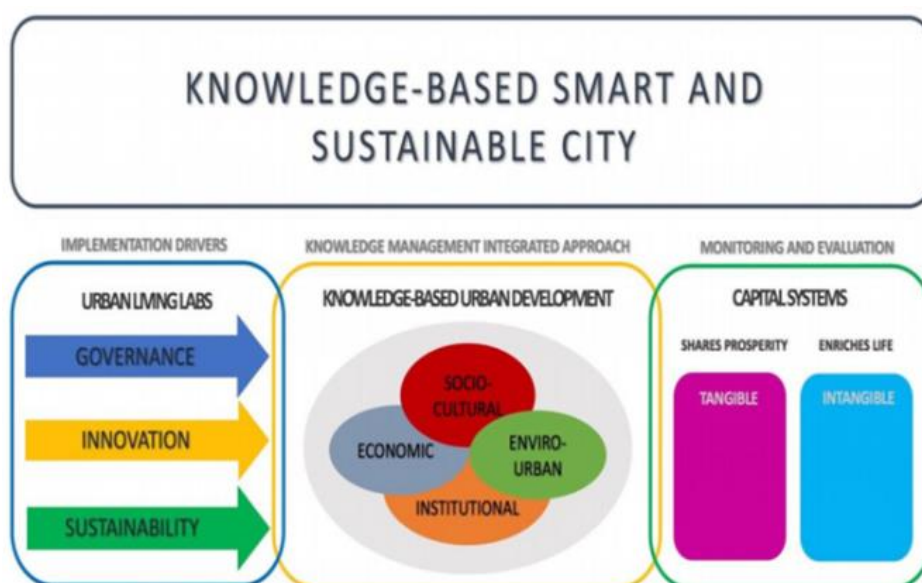
Τα κεφαλαιουχικά συστήματα μπορούν να διαμορφωθούν ώστε να λειτουργούν σε συγκεκριμένα συρματοπλέγματα γνώσης, έτσι ώστε να είναι σε θέση να αγκαλιάζουν υφιστάμενα σύνολα δεδομένων, δείκτες και άλλα αξιόπιστα δεδομένα που είναι διαλειτουργικά και συναρμολογούνται σε ένα πλαίσιο αξιολόγησης που μπορεί να εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου. Οι Fachinelli κ.ά. [30] καταδεικνύουν την προσκόλληση των κατηγοριών των κεφαλαιακών συστημάτων στον Δείκτη Ανθρώπινης Ανάπτυξης (HDI) σε 150 πόλεις της Βραζιλίας. Επιπλέον, η μελέτη αποκαλύπτει τη βιωσιμότητα των κεφαλαιακών συστημάτων ως ένα

ευέλικτο σύστημα μέτρησης ικανό να προσαρμόζεται σε υψηλής ποιότητας και διαθέσιμα σύνολα δεδομένων. Η πρόσφατη ευρεία διάδοση των ανοικτών δεδομένων, υποστηριζόμενη από τις νέες τεχνολογίες ΤΠΕ, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και τα μεγάλα δεδομένα, στο πλαίσιο μιας αναδυόμενης επιστήμης των πολιτών, θα μπορούσε να καταστήσει την υιοθέτηση των κεφαλαιακών συστημάτων μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση αξιολόγησης που μπορεί να εφαρμοστεί σε πόλεις που στοχεύουν στην πορεία βιωσιμότητάς τους μέσω μιας στρατηγικής KBD [30].

Έτσι, θα ήταν δυνατό από μια κοινότητα να ρυθμίσει στόχους και επιθυμητά σημεία αναφοράς στο γενικό σχέδιο πόλης τους, έτσι ώστε η συνιστώσα παρακολούθησης και αξιολόγησης να είναι σε θέση να γνωρίζει τη δυναμική κατάσταση όπου το σύστημα λειτουργεί στην εσωτερική διόρθωσή του, ή με άλλα λόγια, να παρακολουθεί την επιθυμητή συνολική κατάσταση βιωσιμότητας της πόλης. Εξάλλου, η συνεχής δημιουργία αξίας σε μια βιώσιμη πόλη σημαίνει την επίτευξη υψηλού επιπέδου κοινής ευημερίας και τον εμπλουτισμό της ζωής των κατοίκων της [31].

3.3 Προκλήσεις για την υλοποίηση των έξυπνων πόλεων που βασίζονται σε βάσεις γνώσης

Μία από τις πρωταρχικές προκλήσεις για τη δημιουργία έξυπνων πόλεων βασισμένων στη γνώση είναι η απαιτούμενη τεχνολογική υποδομή. Η εφαρμογή των συστημάτων του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), των αισθητήρων συλλογής δεδομένων, των δικτύων υψηλής ταχύτητας και του υπολογιστικού νέφους απαιτεί εκτεταμένες αναβαθμίσεις των υποδομών, οι οποίες συχνά περιλαμβάνουν εξελιγμένη τεχνολογία που απαιτεί συνεχή συντήρηση και ενημερώσεις.



Εικόνα 3. Εννοιολογικό πλαίσιο της έξυπνης και βιώσιμης πόλης που βασίζεται στη γνώση [30]

Η ενσωμάτωση πολλαπλών, διασυνδεδεμένων συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα διαλειτουργικότητας, όπου συσκευές ή πλατφόρμες από διαφορετικούς προμηθευτές ενδέχεται να μην αλληλεπιδρούν απρόσκοπτα μεταξύ τους.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, οι πόλεις χρειάζονται τυποποιημένα πρωτόκολλα και συμβατές τεχνολογίες, ωστόσο η επίτευξη μιας τέτοιας ευθυγράμμισης είναι πολύπλοκη και δαπανηρή. Επιπλέον, οι κίνδυνοι κυβερνοασφάλειας συνοδεύουν την ανάπτυξη διασυνδεδεμένων τεχνολογιών- χωρίς επαρκή μέτρα ασφαλείας, οι έξυπνες πόλεις μπορεί να γίνουν ευάλωτες σε κυβερνοεπιθέσεις, απειλώντας την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των κατοίκων τους.

Η διαχείριση των δεδομένων είναι μια άλλη κρίσιμη τεχνολογική πρόκληση. Οι τεράστιες ποσότητες δεδομένων που παράγονται από συσκευές και πλατφόρμες έξυπνων πόλεων απαιτούν ισχυρές δυνατότητες αποθήκευσης, επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων. Η διαχείριση αυτών των δεδομένων σε κλίμακα προϋποθέτει την εφαρμογή προηγμένων αναλυτικών εργαλείων και τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (AI), οι οποίες συχνά απαιτούν σημαντική υπολογιστική ισχύ και τεχνογνωσία. Οι πόλεις χρειάζονται εξειδικευμένο προσωπικό για να αναλύουν, να ερμηνεύουν και να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τα δεδομένα. Η έλλειψη εξειδικευμένου εργατικού δυναμικού ή ανεπαρκή προγράμματα κατάρτισης μπορεί να οδηγήσουν σε αναποτελεσματικότητα στην αξιοποίηση του δυναμικού των λύσεων που βασίζονται στη γνώση, επιβραδύνοντας τελικά τον ρυθμό της καινοτομίας στις έξυπνες πόλεις.

Οικονομικοί περιορισμοί

Η υλοποίηση των έξυπνων πόλεων που βασίζονται στη γνώση απαιτεί σημαντικές οικονομικές επενδύσεις. Η δημιουργία και η συντήρηση της υποδομής για ΤΠΕ, δίκτυα IoT και άλλες ψηφιακές λύσεις συνεπάγεται σημαντικό αρχικό κόστος. Επιπλέον, προκύπτουν επαναλαμβανόμενες δαπάνες όσον αφορά τη συντήρηση, τις αναβαθμίσεις και την εκπαίδευση του προσωπικού για τη διαχείριση και τη λειτουργία αυτών των συστημάτων. Πολλές πόλεις, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, αγωνίζονται με περιορισμένους προϋπολογισμούς και ανταγωνιστικές προτεραιότητες, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αιτιολόγηση της διάθεσης πόρων σε έργα έξυπνης πόλης έναντι πιο άμεσων αναγκών, όπως η υγειονομική περίθαλψη, η εκπαίδευση και η δημόσια ασφάλεια.

Η χρηματοδότηση των έξυπνων πόλεων που βασίζονται στη γνώση βασίζεται συχνά σε συμπράξεις μεταξύ του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, γεγονός που μπορεί να επιφέρει περαιτέρω επιπλοκές. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ιδιωτικές εταιρείες αναμένεται να χρηματοδοτήσουν, να αναπτύξουν και να διαχειριστούν τμήματα της υποδομής της έξυπνης πόλης. Ωστόσο, οι εν λόγω συμπράξεις

χρειάζονται σαφή πλαίσια διακυβέρνησης για την αποφυγή συγκρούσεων συμφερόντων, ζητημάτων ιδιοκτησίας δεδομένων και τη διασφάλιση ότι οι υπηρεσίες παραμένουν προσβάσιμες σε όλους τους πολίτες. Επιπλέον, η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της χρηματοδότησης μπορεί να είναι αβέβαιη, ιδίως εάν αλλάξουν οι οικονομικές συνθήκες ή οι πολιτικές ατζέντες, με αποτέλεσμα να καθυστερήσουν ή να σταματήσουν τα έργα στα μισά της ανάπτυξης.

Κοινωνικές προκλήσεις και ψηφιακό χάσμα

Οι πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων πρέπει να εξετάζουν τις κοινωνικές επιπτώσεις της τεχνολογικής ενσωμάτωσης, ιδίως όσον αφορά την προσβασιμότητα και τη συμμετοχικότητα. Ένα σημαντικό εμπόδιο στις έξυπνες πόλεις που βασίζονται στη γνώση είναι το ψηφιακό χάσμα, όπου η πρόσβαση στην τεχνολογία είναι άνισα κατανεμημένη μεταξύ του πληθυσμού. Σε πολλές αστικές περιοχές, δεν έχουν όλοι οι πολίτες ίση πρόσβαση στο διαδίκτυο, στα smartphones ή σε προγράμματα ψηφιακού αλφαριθμητισμού, δημιουργώντας ανισότητες στο ποιος επωφελείται από τις υπηρεσίες της έξυπνης πόλης. Αυτό το ψηφιακό χάσμα μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη δέσμευσης ή δυσπιστία μεταξύ των κατοίκων που αισθάνονται αποκλεισμένοι ή αγνοούν τα οφέλη των τεχνολογιών έξυπνης πόλης.

Επιπλέον, οι έξυπνες πόλεις που βασίζονται στη γνώση βασίζονται στην ενεργό συμμετοχή των πολιτών, η οποία είναι δυνατή μόνο εάν το κοινό είναι επαρκώς ενημερωμένο, καταρτισμένο και πρόθυμο να εμπλακεί με την τεχνολογία. Για παράδειγμα, πολλές πλατφόρμες έξυπνων πόλεων εξαρτώνται από δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές των πολιτών, από την ανατροφοδότηση του κοινού ή από εθελοντικές πρωτοβουλίες ανταλλαγής δεδομένων. Χωρίς τη συμμετοχή του κοινού, οι πρωτοβουλίες αυτές μπορεί να υποφέρουν από χαμηλά ποσοστά συμμετοχής, θέτοντας σε κίνδυνο την ποιότητα των δεδομένων και δυσχεραίνοντας την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων. Η έλλειψη ευαισθητοποίησης ή κατανόησης των τεχνολογιών έξυπνων πόλεων μπορεί επίσης να οδηγήσει σε ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτικότητα των δεδομένων, την ασφάλεια και την επιτήρηση, γεγονός που μπορεί να εμποδίσει περαιτέρω την υποστήριξη του κοινού για τις πρωτοβουλίες αυτές.

Θέματα διακυβέρνησης και πολιτικής

Η υλοποίηση έξυπνων πόλεων βασισμένων στη γνώση απαιτεί ένα αποτελεσματικό πλαίσιο διακυβέρνησης για να διασφαλιστεί ότι όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη είναι ευθυγραμμισμένα όσον αφορά τις πολιτικές, τους κανονισμούς και τους στόχους του έργου. Οι προκλήσεις της διακυβέρνησης περιλαμβάνουν τον καθορισμό προτύπων προστασίας της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, τη διαχείριση των συμπράξεων και τη διασφάλιση ότι το όραμα της έξυπνης πόλης ευθυγραμμίζεται με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής πρέπει να θεσπίσουν διαφανείς κανονισμούς που

διέπουν τη χρήση δεδομένων, την προστασία της ιδιωτικής ζωής και την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο για την προστασία των πληροφοριών των κατοίκων, καθώς και να διασφαλίσουν τη λογοδοσία για τον τρόπο συλλογής, αποθήκευσης και κοινής χρήσης των δεδομένων.

Μια άλλη πρόκληση διακυβέρνησης έγκειται στον συντονισμό μεταξύ πολλαπλών οργανισμών, υπηρεσιών και ενδιαφερομένων μερών, ώστε να διασφαλιστεί μια ενιαία προσέγγιση για την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων. Για παράδειγμα, η διαχείριση της κυκλοφορίας, η περιβαλλοντική παρακολούθηση, η δημόσια ασφάλεια και οι υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης λειτουργούν συχνά ανεξάρτητα. Η ενσωμάτωση αυτών των υπηρεσιών σε ένα οικοσύστημα έξυπνης πόλης απαιτεί συνεργασία μεταξύ των τομέων, η οποία μπορεί να παρεμποδίζεται από γραφειοκρατικές διαδικασίες και αντικρουόμενα συμφέροντα. Η επίτευξη μιας τέτοιας διατομεακής συνεργασίας είναι πολύπλοκη αλλά απαραίτητη για μια συνεκτική έξυπνη πόλη που λειτουργεί ομαλά και προσφέρει τα μέγιστα οφέλη στους κατοίκους της.

Περιβαλλοντικές ανησυχίες και θέματα βιωσιμότητας

Τέλος, η υλοποίηση έξυπνων πόλεων βασισμένων στη γνώση συνεπάγεται περιβαλλοντικές προκλήσεις, ιδίως όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Η υποδομή που υποστηρίζει τις συσκευές IoT, τα κέντρα δεδομένων και τα δίκτυα υψηλής ταχύτητας απαιτεί σημαντική ενέργεια, συμβάλλοντας στο συνολικό ενεργειακό αποτύπωμα μιας πόλης. Η εξισορρόπηση των πλεονεκτημάτων των έξυπνων πόλεων με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα μπορεί να αποτελέσει πρόκληση, ιδίως καθώς οι πόλεις προσπαθούν να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και να διαχειριστούν υπεύθυνα τους πόρους. Οι προγραμματιστές έξυπνων πόλεων πρέπει να βρουν τρόπους να διασφαλίσουν ότι τα συστήματα αυτά είναι ενεργειακά αποδοτικά, ενδεχομένως με την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή την υιοθέτηση πρακτικών πράσινης τεχνολογίας.

Θέματα ιδιωτικότητας

Η εξισορρόπηση των πλεονεκτημάτων των έξυπνων πόλεων με την ανάγκη προστασίας της ιδιωτικής ζωής είναι ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη και ηθική αστική καινοτομία. Αυτό το κείμενο εξετάζει τις βασικές προκλήσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στο σχεδιασμό έξυπνων πόλεων, υπογραμμίζοντας ζητήματα που σχετίζονται με τη συλλογή δεδομένων, την επιτήρηση, την ασφάλεια και την ιδιοκτησία δεδομένων.

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στον σχεδιασμό έξυπνων πόλεων προέρχεται από τον τεράστιο όγκο δεδομένων που συλλέγονται καθημερινά από διάφορες πηγές, όπως κάμερες παρακολούθησης, αισθητήρες κυκλοφορίας, συστήματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης και

δημόσια δίκτυα Wi-Fi. Σε μια έξυπνη πόλη, μεγάλο μέρος αυτής της συλλογής δεδομένων είναι αυτοματοποιημένο και συνεχές, παρέχοντας στους διαχειριστές της πόλης πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. Ενώ τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για τη βελτιστοποίηση των αστικών υπηρεσιών, συχνά περιλαμβάνουν προσωπικές πληροφορίες, όπως οι τοποθεσίες των πολιτών, οι συνήθειες, ακόμη και τα δεδομένα υγείας. Για παράδειγμα, τα έξυπνα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης σε ορισμένες πόλεις παρακολουθούν την υγεία του πληθυσμού για τον έγκαιρο εντοπισμό κρουσμάτων ασθενειών, αλλά αυτό απαιτεί ευαίσθητες πληροφορίες για την υγεία, εγείροντας ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής.

Ένα σημαντικό ζήτημα με τη συλλογή δεδομένων στις έξυπνες πόλεις είναι η έλλειψη ρητής συναίνεσης. Συχνά, τα άτομα δεν γνωρίζουν ότι συλλέγονται τα δεδομένα τους, ούτε ενημερώνονται για τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν ή θα αποθηκευτούν. Αυτό δημιουργεί ένα κενό διαφάνειας, καθώς οι πολίτες έχουν περιορισμένο έλεγχο των προσωπικών τους δεδομένων σε ένα οικοσύστημα έξυπνων πόλεων. Για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, ορισμένες πόλεις έχουν εφαρμόσει πλαίσια διακυβέρνησης δεδομένων που δίνουν έμφαση στη διαφάνεια, ωστόσο αυτό εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση σε πολλές περιοχές. Ένας ισχυρός μηχανισμός συγκατάθεσης είναι απαραίτητος για την ενδυνάμωση των πολιτών, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με την κοινή χρήση των δεδομένων τους. Χωρίς σαφείς κατευθυντήριες γραμμές, οι έξυπνες πόλεις κινδυνεύουν να παραβιάσουν τα ατομικά δικαιώματα στην ιδιωτική ζωή και να δημιουργήσουν δυσπιστία στο κοινό.

Η επιτήρηση είναι ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στο σχεδιασμό έξυπνων πόλεων. Η πανταχού παρούσα χρήση καμερών, τεχνολογίας αναγνώρισης προσώπου και άλλων συστημάτων παρακολούθησης μπορεί να κάνει τους πολίτες να αισθάνονται ότι παρακολουθούνται συνεχώς, οδηγώντας σε ζητήματα που σχετίζονται με την προσωπική ελευθερία και αυτονομία. Για παράδειγμα, οι κάμερες παρακολούθησης που είναι εξοπλισμένες με τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να αναγνωρίζουν άτομα, να παρακολουθούν τις κινήσεις τους και να αναλύουν συμπεριφορές. Ενώ οι τεχνολογίες αυτές είναι πολύτιμες για τη δημόσια ασφάλεια, εγείρουν ηθικές ανησυχίες και ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής, ιδίως όσον αφορά τον κίνδυνο κατάχρησης. Κυβερνήσεις ή ιδιωτικές εταιρείες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα συστήματα για να παρακολουθούν υπερβολικά τα άτομα, παραβιάζοντας τις προσωπικές ελευθερίες και παραβιάζοντας τα δικαιώματα της ιδιωτικής ζωής.

Επιπλέον, η άνοδος της προβλεπτικής αστυνόμευσης σε ορισμένες έξυπνες πόλεις έχει προκαλέσει συζητήσεις. Η προγνωστική αστυνόμευση χρησιμοποιεί αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης για τον εντοπισμό περιοχών με μεγαλύτερη

πιθανότητα εγκληματικής δραστηριότητας, επιτρέποντας στην επιβολή του νόμου να κατανέμει τους πόρους πιο αποτελεσματικά. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά συχνά βασίζονται σε εκτεταμένα προσωπικά δεδομένα και μπορεί να στοχεύουν άδικα σε συγκεκριμένες δημογραφικές ομάδες, επιτείνοντας τις ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής και οδηγώντας ενδεχομένως σε μεροληπτική επιβολή. Η εξισορρόπηση της ανάγκης για δημόσια ασφάλεια με το δικαίωμα στην ιδιωτική ζωή παραμένει μια σύνθετη πρόκληση, που απαιτεί από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής να εξετάσουν προσεκτικά τις επιπτώσεις της τεχνολογίας επιτήρησης στους αστικούς χώρους.

Η ψηφιακή υποδομή μιας έξυπνης πόλης την καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτη σε απειλές στον κυβερνοχώρο και παραβιάσεις δεδομένων. Με πολλαπλά διασυνδεδεμένα συστήματα που μεταδίδουν και αποθηκεύουν προσωπικά δεδομένα, οποιαδήποτε ευπάθεια μπορεί να οδηγήσει σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και κατάχρηση πληροφοριών. Οι χάκερς θα μπορούσαν να στοχεύσουν τα συστήματα έξυπνων πόλεων για να κλέψουν ευαίσθητα δεδομένα, να διαταράξουν τις δημόσιες υπηρεσίες ή ακόμη και να αποκτήσουν τον έλεγχο βασικών υποδομών, όπως τα φανάρια ή τα συστήματα ύδρευσης. Οι επιπτώσεις τέτοιων παραβιάσεων είναι εκτεταμένες, θέτοντας ενδεχομένως σε κίνδυνο την ιδιωτική ζωή και την ασφάλεια των πολιτών. Καθώς αυξάνεται ο αριθμός των έργων έξυπνων πόλεων, αυξάνεται και η επιφάνεια επίθεσης για τους εγκληματίες του κυβερνοχώρου, καθιστώντας την ασφάλεια των δεδομένων κρίσιμη προτεραιότητα.

Η αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων ασφαλείας απαιτεί ολοκληρωμένες στρατηγικές κυβερνοασφάλειας, συμπεριλαμβανομένης της ισχυρής κρυπτογράφησης, του ελέγχου πρόσβασης και των τακτικών ελέγχων. Ωστόσο, η εφαρμογή τέτοιων μέτρων μπορεί να είναι δαπανηρή και τεχνικά δύσκολη, ιδίως για πόλεις με περιορισμένους πόρους. Επιπλέον, ορισμένες συσκευές έξυπνης πόλης, όπως οι αισθητήρες IoT και τα δημόσια περίπτερα, ενδέχεται να μην διαθέτουν ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας, γεγονός που τις καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτες σε επιθέσεις. Για την ενίσχυση της ιδιωτικότητας, οι διαχειριστές των έξυπνων πόλεων πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στην κυβερνοασφάλεια κατά το σχεδιασμό και τη λειτουργία των αστικών συστημάτων, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα των πολιτών προστατεύονται από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση και κατάχρηση.

Η ιδιοκτησία δεδομένων στις έξυπνες πόλεις είναι ένα πολύπλοκο και άλυτο ζήτημα, καθώς περιλαμβάνει τον καθορισμό του ποιος έχει το δικαίωμα πρόσβασης, χρήσης και αξιοποίησης των τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων που παράγονται καθημερινά. Ενώ οι υποδομές των έξυπνων πόλεων συχνά χρηματοδοτούνται και διαχειρίζονται από τις κυβερνήσεις, ιδιωτικές εταιρείες παρέχουν συχνά την τεχνολογία και τις πλατφόρμες που τροφοδοτούν αυτά τα συστήματα. Αυτό

δημιουργεί πιθανές συγκρούσεις σχετικά με την ιδιοκτησία και τον έλεγχο των δεδομένων, καθώς τόσο οι κυβερνήσεις όσο και οι ιδιωτικές οντότητες μπορεί να έχουν πρόσβαση στις πληροφορίες των πολιτών. Για παράδειγμα, μια ιδιωτική εταιρεία που διαχειρίζεται ένα έξυπνο σύστημα στάθμευσης μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με το πού και πότε παρκάρουν οι πολίτες, ενώ η κυβέρνηση μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα αυτά για να αναλύσει τα πρότυπα κυκλοφορίας. Ωστόσο, οι πολίτες ενδέχεται να έχουν ελάχιστο έλεγχο του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνται ή μοιράζονται οι πληροφορίες τους.

Για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης, ορισμένες πόλεις έχουν εισαγάγει πολιτικές που παραχωρούν στους πολίτες μερική κυριότητα των δεδομένων τους ή περιορίζουν την πρόσβαση τρίτων. Παρ' όλα αυτά, ο καθορισμός της κυριότητας των δεδομένων σε ένα οικοσύστημα έξυπνων πόλεων παραμένει δύσκολος λόγω της αποκεντρωμένης φύσης της συλλογής δεδομένων. Ο καθορισμός σαφών πλαισίων διακυβέρνησης δεδομένων και συμφωνιών μεταξύ κυβερνήσεων και ιδιωτικών εταιρειών είναι απαραίτητος για τη διασφάλιση της διαφάνειας, της λογοδοσίας και του σεβασμού των δικαιωμάτων ιδιωτικότητας των πολιτών. Η ενδυνάμωση των πολιτών με τον έλεγχο των δεδομένων τους μπορεί επίσης να ενισχύσει την εμπιστοσύνη στις πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων, καθιστώντας τους πιο πρόθυμους να συμμετάσχουν και να μοιραστούν πληροφορίες.

Οι δυνατότητες των έξυπνων πόλεων να φέρουν επανάσταση στην αστική ζωή είναι τεράστιες, προσφέροντας βελτιωμένη αποτελεσματικότητα, ασφάλεια και ευκολία. Ωστόσο, καθώς οι πόλεις συνεχίζουν να υιοθετούν νέες τεχνολογίες, πρέπει να εξισορροπούν την καινοτομία με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, ώστε να διασφαλίζεται η ηθική και υπεύθυνη ανάπτυξη. Οι ανησυχίες για την προστασία της ιδιωτικής ζωής στο σχεδιασμό έξυπνων πόλεων είναι πολύπλευρες και περιλαμβάνουν ζητήματα συλλογής δεδομένων, επιτήρησης, ασφάλειας και ιδιοκτησίας. Για τη δημιουργία πραγματικά βιώσιμων και χωρίς αποκλεισμούς έξυπνων πόλεων, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι διαχειριστές των πόλεων πρέπει να δώσουν προτεραιότητα στα δικαιώματα των πολιτών στην προστασία της ιδιωτικής ζωής, ενσωματώνοντας ισχυρά πλαίσια και πρακτικές που αντιμετωπίζουν αυτές τις ανησυχίες.

Οι τεχνολογίες ενίσχυσης της ιδιωτικότητας, όπως η ανωνυμοποίηση και η διαφορική ιδιωτικότητα, μπορούν επίσης να συμβάλουν στην προστασία ευαίσθητων πληροφοριών χωρίς να διακυβεύεται η λειτουργικότητα των συστημάτων έξυπνων πόλεων.

3.4 Διάγραμμα ροής έξυπνης πόλης βασισμένης στην γνώση



Εικόνα 4. Διάγραμμα ροής της έξυπνης και βιώσιμης πόλης που βασίζεται στη γνώση

Στοιχεία στο διάγραμμα ροής

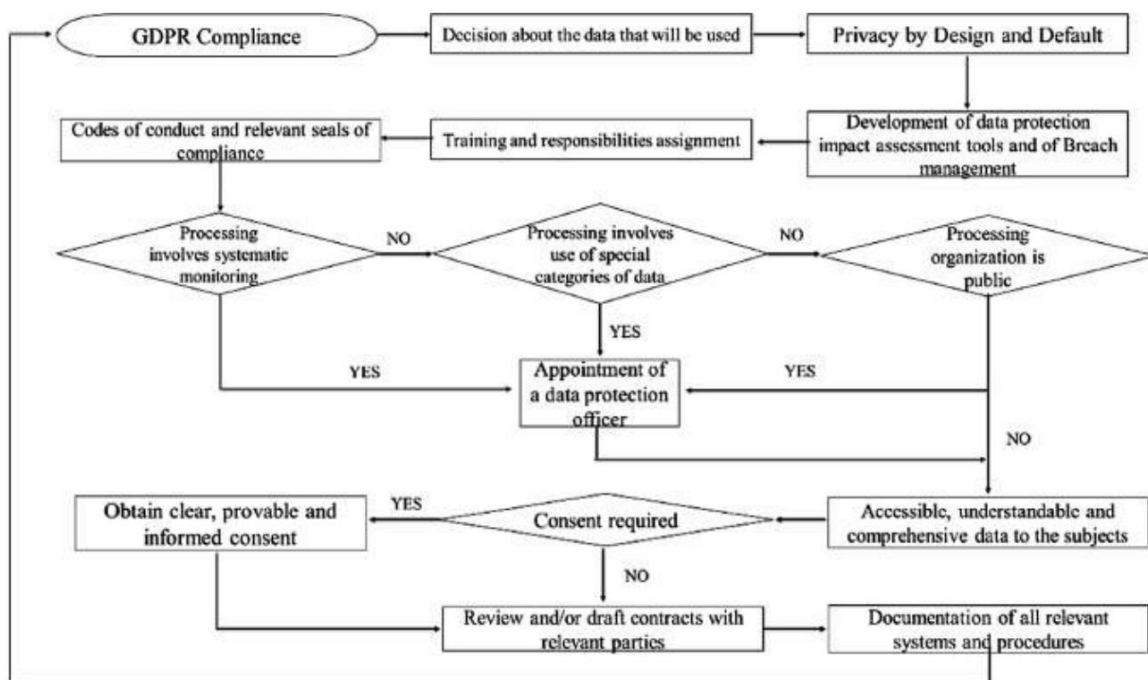
1. Όραμα και στόχοι: Καθορισμός των στόχων, των αποτελεσμάτων και του ευρύτερου σκοπού της πρωτοβουλίας έξυπνης πόλης, ώστε να καθοδηγείται όλος ο επακόλουθος σχεδιασμός και η ανάπτυξη.

2. Προσδιορισμός των ενδιαφερομένων μερών: Αναγνωρίστε και εμπλέξτε τα βασικά ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων των κυβερνητικών φορέων, των παρόχων τεχνολογίας, των ηγετών της κοινότητας και των κατοίκων, για να διασφαλίσετε έναν ισορροπημένο και χωρίς αποκλεισμούς σχεδιασμό.
3. Σχεδιασμός υποδομών: Σχεδιάστε την απαιτούμενη θεμελιώδη υποδομή, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών και ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων, εστιάζοντας στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και ευελιξία.
4. Υλοποίηση δικτύου και IoT: Ανάπτυξη συσκευών IoT, αισθητήρων και συστημάτων δικτύου που συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τις λειτουργίες της πόλης, όπως η κυκλοφορία, η κατανάλωση ενέργειας και η δημόσια ασφάλεια.
5. Συλλογή δεδομένων: Χρήση αισθητήρων και συσκευών IoT για τη συλλογή ακατέργαστων δεδομένων από διάφορες υπηρεσίες της πόλης και περιβαλλοντικούς παράγοντες, παρέχοντας πληροφορίες για τις αστικές λειτουργίες.
6. Διαχείριση και ασφάλεια δεδομένων: Ασφαλής αποθήκευση και διαχείριση των συλλεχθέντων δεδομένων, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τα πρότυπα προστασίας της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας των δεδομένων.
7. Ολοκλήρωση των συστημάτων της πόλης και διαλειτουργικότητα: Διασφάλιση της διασύνδεσης διαφορετικών συστημάτων -όπως οι μεταφορές, η υγειονομική περίθαλψη, η ενέργεια και η δημόσια ασφάλεια-, επιτρέποντας την ολοκληρωμένη ροή δεδομένων μεταξύ των υπηρεσιών.
8. Ανάλυση γνώσεων και δεδομένων: Αναλύστε δεδομένα για να αντλήσετε γνώσεις, να κάνετε προβλέψεις και να εντοπίσετε τάσεις, χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως η μηχανική μάθηση και η εξόρυξη δεδομένων.
9. Ανάπτυξη εφαρμογών (στρώμα έξυπνων υπηρεσιών): Ανάπτυξη έξυπνων εφαρμογών με βάση τις γνώσεις που καλύπτουν τομείς όπως η δημόσια ασφάλεια, οι μεταφορές, η περιβαλλοντική παρακολούθηση και η υγεία της κοινότητας.
10. Λήψη αποφάσεων και διαμόρφωση πολιτικής: Χρήση γνώσεων που βασίζονται σε δεδομένα για την ενημέρωση των πολιτικών και των επιχειρησιακών αποφάσεων της πόλης, με έμφαση στη βιωσιμότητα, την αποτελεσματικότητα και τη συμμετοχικότητα.
11. Δέσμευση χρηστών και πολιτών: Ενθαρρύνετε τη συμμετοχή της κοινότητας μέσω διαφανούς επικοινωνίας, διασφαλίζοντας ότι οι υπηρεσίες είναι φιλικές προς το χρήστη και ότι οι κάτοικοι αισθάνονται ότι συμμετέχουν στον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης.

12. Ανατροφοδότηση και συνεχής βελτίωση: Συλλέγετε τακτικά ανατροφοδότηση από τους χρήστες και αναλύετε τις επιδόσεις των υπηρεσιών για τη βελτίωση των συστημάτων και την προσαρμογή στις αναδυόμενες ανάγκες και τεχνολογίες.

Αυτό το πλαίσιο διασφαλίζει ότι οι έξυπνες πόλεις που βασίζονται στη γνώση βασίζονται σε ισχυρές υποδομές και είναι ευθυγραμμισμένες με τις ανάγκες της κοινότητας, την ασφάλεια των δεδομένων και τους βιώσιμους στόχους.

Συμμόρφωση με θέματα ιδιωτικότητας και GDPR



Εικόνα 5. Διάγραμμα ροής συμμόρφωσης έξυπνης πόλης με GDPR [31]

Τα δεδομένα της έξυπνης πόλης προέρχονται από διάφορους τομείς, όπως οι μεταφορές, τα σπίτια, το λιανικό εμπόριο, περιβάλλον κ.λπ. Τα δεδομένα που προέρχονται από τις έξυπνες πόλεις έχουν τα χαρακτηριστικά των Big Data. Στο πλαίσιο των έξυπνων πόλεων παρέχονται διάφορες έξυπνες υπηρεσίες μεταφορών, όπως η παροχή πληροφοριών για τις δημόσιες μεταφορές σε πραγματικό χρόνο, οι έξυπνοι φωτεινοί σηματοδότες, ευφυής διαχείριση της κυκλοφορίας κ.λπ.

Οι οργανισμοί θα πρέπει να περιορίζουν την επεξεργασία των δεδομένων στο απολύτως αναγκαίο ελάχιστο, αποφασίζοντας ποια ακριβώς δεδομένα χρειάζονται, αν είναι εντός του πεδίου εφαρμογής του GDPR και σε ποια μορφή θα αποθηκεύονται, επιτρέποντας την εξοικονόμηση πόρων στην αποθήκευση, την ταχύτερη χρήση και την ευκολότερη και πιο σύνθετη ανάλυση. Τα δεδομένα θέσης θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως το απολύτως ελάχιστο αναγκαίο και επομένως δεν

θα πρέπει να χρησιμοποιούνται περαιτέρω δεδομένα όπως βιομετρικά. Privacy by Design and Default είναι πλέον έννοιες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, όπως το κόστος σε ολόκληρο τον οργανισμό, σε όλα τα επίπεδα και τις διαδικασίες, πριν από τη λήψη μέτρων και κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους. Πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί που συλλέγουν τα ελάχιστα απαραίτητα δεδομένα, τα αποθηκεύουν ανάλογα και με ασφαλή τρόπο . Οι οργανισμοί παροχής υπηρεσιών "Smart movement" θα μπορούσαν να επενδύσουν σε νέα συστήματα τα οποία έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Εάν το κόστος είναι μεγάλο, οι τροποποιήσεις ή οι διασφαλίσεις θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν στα τρέχοντα συστήματα.

Στο ίδιο μήκος κύματος, οι προαναφερόμενοι οργανισμοί υπηρεσιών έξυπνης κινητικότητας πρέπει επίσης να αναπτύξουν διαδικασίες όχι μόνο για την παροχή επαρκούς ασφάλειας δεδομένων αλλά και για την αντιμετώπιση τως παραβιάσεις όταν αυτές συμβαίνουν.

Σχετικά με το θέμα αυτό, ο ελεγκτής πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίσει την παραβίαση και στη συνέχεια να βρει τι έχει υποστεί ζημία και ποιος χρήστης έχει επηρεαστεί. Επιπλέον, πρέπει στη συνέχεια να ενημερώσει τον επηρεαζόμενο χρήστη καθώς και την εποπτική αρχή. Εκτιμήσεις αντικτύπου για την προστασία των δεδομένων απαιτούνται επίσης πριν από επικίνδυνες καταστάσεις, όπως στην περίπτωση της έξυπνης κάρτας/διαβατηρίου που αφορά ευαισθητά δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα. Αυτό προϋποθέτει την ύπαρξη διαδικασιών αξιολόγησης, πράγμα που με τη σειρά του σημαίνει την καθιέρωσή τους εξ αρχής.

Επιπλέον, η εκπαίδευση του προσωπικού μέσω σεμιναρίων και άλλων εκπαιδεύσεων από αρμόδιους παρόχους, που έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται, θα πρέπει να είναι δεδομένη, όπως και η η ανάθεση αρμοδιοτήτων όσον αφορά όλες τις πτυχές της διαδικασίας. Σε όλους τους προαναφερθέντες κώδικες δεοντολογίας των οργανισμών παροχής υπηρεσιών έξυπνης κινητικότητας θα πρέπει να καταρτιστούν, αποδεικνύοντας τη συμμόρφωση με τον GDPR, όπου αυτό προκύπτει. Η ιδιότητα μέλους σε σχετικούς οργανισμούς, οι πιστοποιήσεις και οι σφραγίδες και τα 'marks of excellence' (παρόμοια με την πιστοποίηση ISO) είναι επίσης βήματα που μπορούν να ληφθούν για την απόδειξη της συμμόρφωσης, όπως και η αναζήτηση διαβούλευσης από σχετικά τρίτα μέρη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Σενάριο εργασίας με υλοποίηση κώδικα για βάση γνώσης έξυπνης πόλης

Αυτός ο κώδικας είναι μια εφαρμογή MATLAB για την παρακολούθηση δεδομένων κυκλοφορίας και οδικών συνθηκών σε διάφορες ζώνες, όπως «Downtown», «Industrial» και «Residential». Δημιουργεί προσομοιωμένα δεδομένα κυκλοφορίας για τις τελευταίες 30 ημέρες, ενημερώνοντάς τα με νέες καταχωρήσεις σε πραγματικό χρόνο ή επιτρέποντας στον χρήστη να προβάλει ιστορικά δεδομένα εντός ενός καθορισμένου εύρους ημερομηνιών. Το user interface (UI) της εφαρμογής περιλαμβάνει πεδία για την επιλογή μιας ζώνης περιοχής, επιλογές ημερομηνίας για την επιλογή μιας ημερομηνίας «έναρξης και λήξης» και έναν διακόπτη εναλλαγής για την εναλλαγή μεταξύ των λειτουργιών Real-Time και Historical. Μια ετικέτα «Live» κάτω από τον διακόπτη εναλλαγής υποδεικνύει οπτικά πότε η λειτουργία Real-Time είναι ενεργή. Η εφαρμογή εμφανίζει επίσης την κατάσταση του δρόμου (καλή, μέτρια ή κακή) για την επιλεγμένη ζώνη και απεικονίζει τα δεδομένα κυκλοφορίας σε ένα διαδραστικό διάγραμμα.

Στη λειτουργία Real-Time, κάθε φορά που κάνετε κλικ στο κουμπί «Refresh» (Ανανέωση), δημιουργείται ένα νέο σημείο δεδομένων για την επιλεγμένη ζώνη και τα δεδομένα κυκλοφορίας φιλτράρονται ώστε να εμφανίζονται μόνο οι τελευταίες 24 ώρες. Στην ιστορική λειτουργία, τα δεδομένα φιλτράρονται με βάση το επιλεγμένο εύρος ημερομηνιών, εμφανίζοντας μια ιστορική άποψη της κυκλοφορίας για την επιλεγμένη ζώνη. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τις συναρτήσεις `uifigure`, `ui-label`, `uidropdown`, `uidatepicker`, `uiswitch` και `uiaxes` του MATLAB για να δημιουργήσει ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας, ενώ ο πίνακας χρησιμοποιείται για την οργάνωση και διαχείριση των δεδομένων κυκλοφορίας και κατάστασης του οδικού δικτύου. Συνολικά, αυτή η εφαρμογή παρέχει ένα απλό αλλά δυναμικό εργαλείο για την απεικόνιση προσομοιωμένων κυκλοφοριακών προτύπων και οδικών συνθηκών σε διάφορες ζώνες με την πάροδο του χρόνου.

Η χρήση της σε πραγματικό περιβάλλον, θα μπορούσε να υλοποιηθεί μέσω αισθητήρων σε διάφορα σημεία της πόλης, οι οποίοι θα μετρούσαν τα οχήματα τα οποία περνούσαν από εκεί μέσα στην μέρα και αποθηκεύοντας την πληροφορία σε βάσεις δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο θα χτιζόταν μία γνωσιακή βάση, μέσω της οποίας θα μπορούσε τόσο η τοπική διοίκηση όσο και οι πολίτες να αντλούν δεδομένα και να τα αξιοποιούνε ανάλογα. Στην περίπτωση της τοπικής διοίκησης, η αξιοποίηση της πληροφορίας θα μπορούσε να βοηθήσει στο να παρθούν αποφάσεις για το ποιο οδικό δίκτυο της πόλης πρέπει πρώτα να αναβαθμιστεί. Στο επίπεδο των πολιτών, το κομμάτι της Real-Time πληροφορίας, θα μπορούσε να ενημερώσει τον πολίτη ποιες διαδρομές καλό θα ήταν να αποφύγει και να γλυτώσει τόσο ο ίδιος τυχόν κυκλοφοριακή συμφόρηση, όσο και να αποφύγει να επιδεινώσει την κατάσταση πηγαίνοντας από ένα ήδη συμφορισμένο σημείο.

Περιγραφή λειτουργίας κώδικα

Αρχικοποίηση πινάκων δεδομένων:

- Δημιουργεί τους πίνακες `trafficData` και `roadConditions` για την αποθήκευση των μετρήσεων οχημάτων και των οδικών συνθηκών.
- Δημιουργεί εικονικά δεδομένα για τους τελευταίους 3 μήνες για το `trafficData`, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων οχημάτων, φορτηγών και μοτοσικλετών.
- Αρχικοποιεί τυχαίες οδικές συνθήκες για διάφορες ζώνες.

Ρύθμιση στοιχείων του UI:

- Δημιουργεί το κύριο σχήμα (`uifigure`) ως παράθυρο για την εφαρμογή.
- Προσθέτει `dropdowns`, επιλογές ημερομηνίας και διακόπτες για να επιτρέπει στους χρήστες να επιλέγουν ζώνες, ημερομηνίες έναρξης και λήξης και να εναλλάσσονται μεταξύ των λειτουργιών πραγματικού χρόνου (`Live`) και ιστορικών δεδομένων.
- Προσθέτει ετικέτες για να εμφανίζει την επιλογή ζώνης, την κατάσταση του δρόμου, τα επίπεδα κυκλοφορίας, τον αριθμό των οχημάτων (αυτοκίνητα, φορτηγά, μοτοσικλέτες) και το σύνολο των οχημάτων.
- Τοποθετεί και διαμορφώνει κάθε στοιχείο του UI.

Εναλλαγή τρόπου λειτουργίας δεδομένων με ετικέτα:

- Προσθέτει έναν διακόπτη (`dataModeSwitch`) για την εναλλαγή μεταξύ των λειτουργιών ζωντανών και ιστορικών δεδομένων.
- Προσθέτει μια ετικέτα (`liveStatusLabel`) κάτω από τον διακόπτη για να υποδεικνύει την «`Live Status`» όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία `Live`.

Οθόνη επιπέδου κίνησης σε ζωντανή λειτουργία:

- Προσθέτει μια ετικέτα (`trafficLevelLabel`) για την εμφάνιση του επιπέδου κυκλοφορίας (`Low`, `Medium`, `High`) στη λειτουργία `Live`.
- Αυτή η ετικέτα είναι αρχικά κρυμμένη και γίνεται ορατή μόνο όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία `Live`.

Άξονες για την απεικόνιση δεδομένων κυκλοφορίας:

- Προσθέτει ένα στοιχείο `uiaxes` (`trafficAxes`) για την απεικόνιση ιστορικών δεδομένων κυκλοφορίας.
- Επισημαίνει τους άξονες με τίτλους και ετικέτες αξόνων για σαφή οπτικοποίηση δεδομένων.

Ετικέτες καταμέτρησης οχημάτων:

- Δημιουργεί ετικέτες για την εμφάνιση του αριθμού των αυτοκινήτων, των φορτηγών, των μοτοσικλετών και του συνόλου των οχημάτων.
- Αυτές οι ετικέτες εμφανίζονται μόνο στην ιστορική λειτουργία για την εμφάνιση δεδομένων οχημάτων για μια επιλεγμένη χρονική περίοδο.

- Δημιουργεί τους πίνακες trafficData και roadConditions για την αποθήκευση των μετρήσεων οχημάτων και των οδικών συνθηκών.
- Δημιουργεί εικονικά δεδομένα για τους τελευταίους 3 μήνες για το trafficData, συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων οχημάτων, φορτηγών και μοτοσικλετών.
- Αρχικοποιεί τυχαίες οδικές συνθήκες για διάφορες ζώνες.

Εναλλαγή τρόπου λειτουργίας δεδομένων με ετικέτα:

- Προσθέτει έναν διακόπτη (dataModeSwitch) για την εναλλαγή μεταξύ των λειτουργιών ζωντανών και ιστορικών δεδομένων.
- Προσθέτει μια ετικέτα (liveStatusLabel) κάτω από τον διακόπτη για να υποδεικνύει την «Live Status» όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία Live.

Οθόνη επιπέδου κίνησης σε ζωντανή λειτουργία:

- Προσθέτει μια ετικέτα (trafficLevelLabel) για την εμφάνιση του επιπέδου κυκλοφορίας (Low, Medium, High) στη λειτουργία Live.
- Αυτή η ετικέτα είναι αρχικά κρυμμένη και γίνεται ορατή μόνο όταν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία Live.

Λειτουργία refreshData (κύρια λογική):

- Ενημερώνει την οθόνη με βάση τη λειτουργία Live ή Historical:

1. Ζωντανή λειτουργία:

- i. Καθαρίζει τη γραφική παράσταση και αποκρύπτει τις ετικέτες μέτρησης οχημάτων.
- ii. Δημιουργεί ένα νέο τυχαίο σημείο δεδομένων και υπολογίζει το επίπεδο κυκλοφορίας με βάση τον αριθμό των οχημάτων.
- iii. Εμφανίζει μόνο την ετικέτα επιπέδου κυκλοφορίας (Low, Medium, High).

2. Ιστορική λειτουργία:

- i. Φιλτράρει τα δεδομένα με βάση την επιλεγμένη ζώνη και το εύρος ημερομηνίας.
- ii. Εμφανίζει τη γραφική παράσταση και ενημερώνει τις ετικέτες μέτρησης οχημάτων.
- iii. Παρουσιάζει τα δεδομένα για το σύνολο των οχημάτων, των αυτοκινήτων, των φορτηγών και των μοτοσικλετών με την πάροδο του χρόνου.

Ο κώδικας είναι ο παρακάτω.

% Traffic and Road Condition Monitoring Script

% Initialize trafficData and roadConditions as empty tables to avoid uninitialized errors

trafficData = table('Size', [0, 3], 'VariableTypes', {'datetime', 'string', 'double'},

...

'VariableNames', {'Timestamp', 'Zone', 'VehicleCount'});

roadConditions = table('Size', [0, 2], 'VariableTypes', {'string', 'double'}, ...

'VariableNames', {'Zone', 'Condition'});

% Generate initial data for the last 30 days and assign it to trafficData and roadConditions

trafficData = generateInitialTrafficData();

roadConditions = generateMockRoadConditions();

% Create the main UI figure

fig = uifigure('Name', 'Traffic and Road Condition Monitoring', 'Position', [100, 100, 800, 600]);

% Dropdown for selecting zone

lblZone = uilabel(fig, 'Position', [20, 550, 100, 22], 'Text', 'Select Zone:');

zoneDropDown = uidropdown(fig, 'Position', [120, 550, 100, 22], 'Items', {'Downtown', 'Industrial', 'Residential'});

% Date Pickers for start and end date

lblStartDate = uilabel(fig, 'Position', [250, 550, 80, 22], 'Text', 'Start Date:');

startDatePicker = uidepicker(fig, 'Position', [330, 550, 150, 22], 'Value', datetime('today') - days(7));

lblEndDate = uilabel(fig, 'Position', [500, 550, 80, 22], 'Text', 'End Date:');

endDatePicker = uidepicker(fig, 'Position', [580, 550, 150, 22], 'Value', datetime('today'));

% Switch for data mode (Real-Time / Historical)

lblDataMode = uilabel(fig, 'Position', [720, 580, 80, 22], 'Text', 'Data Mode');

dataModeSwitch = uiswitch(fig, 'slider', 'Position', [750, 510, 20, 45]);

% Label to indicate "Live" mode under the switch

lblLive = uilabel(fig, 'Position', [730, 530, 40, 22], 'Text', 'Live', 'FontSize', 12);

```

% Label to display road condition
roadConditionLabel = uilabel(fig, 'Position', [20, 450, 300, 30], 'Text', 'Road
Condition: ', ...
    'FontSize', 14, 'FontWeight', 'bold');

% Axes to plot traffic data
trafficAxes = uiaxes(fig, 'Position', [50, 50, 700, 400]);
title(trafficAxes, 'Traffic Data');
xlabel(trafficAxes, 'Time');
ylabel(trafficAxes, 'Vehicle Count');

% Button to refresh the data
refreshButton = uibutton(fig, 'push', 'Text', 'Refresh', 'Position', [350, 500, 100,
30], ...
    'ButtonPushedFcn', @(src, event) refreshData(zoneDropDown,
startDatePicker, endDatePicker, ...
    dataModeSwitch, trafficAxes,
roadConditionLabel, ...
    trafficData, roadConditions));

% Nested function to generate initial traffic data for the last 30 days
function data = generateInitialTrafficData()
    % Generate timestamps every hour for the last 30 days
    timestamps = datetime('now') - days(30) + hours(0:1:720);

    % Define zones
    zones = ["Downtown", "Industrial", "Residential"];

    % Create random vehicle counts for each zone at each timestamp
    % Replicate the timestamps for each zone
    timestampCol = repmat(timestamps', length(zones), 1);

    % Replicate the zone labels to match the length of the timestamp column
    zoneCol = repelem(zones', length(timestamps));

    % Generate random vehicle counts to match the length of timestampCol
    vehicleCounts = randi([20, 300], length(timestampCol), 1);

    % Organize traffic data into a table
    data = table(timestampCol, zoneCol, vehicleCounts, ...
        'VariableNames', {'Timestamp', 'Zone', 'VehicleCount'});
end

```

```

% Nested function to generate mock road conditions
function conditions = generateMockRoadConditions()
    % Define zones and random road conditions (1 = Good, 2 = Moderate, 3 =
    Poor)
    zones = ["Downtown", "Industrial", "Residential"];
    conditions = table();
    conditions.Zone = zones';
    conditions.Condition = randi([1, 3], length(zones), 1); % Random conditions
for each zone
    end

% Nested function for the Refresh button to update traffic data and road
condition
function refreshData(zoneDropDown, startDatePicker, endDatePicker,
dataModeSwitch, trafficAxes, ...
    roadConditionLabel, trafficDataInit, roadConditions)

% Persistent variable for traffic data to retain data across calls
persistent trafficData;
if isempty(trafficData)
    trafficData = trafficDataInit;
end

% Access the selected zone and date range from the UI components
selectedZone = zoneDropDown.Value;
startDate = startDatePicker.Value; % Dynamically read start date
endDate = endDatePicker.Value; % Dynamically read end date

% Check if trafficAxes is valid and plot data if so
if isvalid(trafficAxes)
    % Determine which data to plot based on data mode
    if strcmp(dataModeSwitch.Value, 'On') % Real-time mode
        % Generate new data point for real-time simulation
        newTimestamp = datetime('now');
        newVehicleCount = randi([20, 300]);
        newData = table(newTimestamp, {selectedZone}, newVehicleCount, ...
            'VariableNames', {'Timestamp', 'Zone', 'VehicleCount'});

        % Append the new data point to the persistent traffic data table
        trafficData = [trafficData; newData];
    end
end

```

```

    % Filter to keep only the last 30 days of data for real-time mode
    trafficData = trafficData(trafficData.Timestamp >= newTimestamp -
days(30), :);

    % Display the last 24 hours in real-time mode
    dataToPlot = trafficData(trafficData.Timestamp >= newTimestamp -
hours(24), :);
else % Historical mode
    % Filter traffic data based on selected zone and date range
    dataToPlot = trafficData( ...
        strcmp(trafficData.Zone, selectedZone) & ...
        trafficData.Timestamp >= startDate & ...
        trafficData.Timestamp <= endDate, :);
end

% Clear any previous plot before plotting new data
cla(trafficAxes);

% Plot traffic data
plot(trafficAxes, dataToPlot.Timestamp, dataToPlot.VehicleCount,
'LineWidth', 1.5);
title(trafficAxes, ['Traffic Data for ', selectedZone]);
xlabel(trafficAxes, 'Time');
ylabel(trafficAxes, 'Vehicle Count');
else
    disp('Error: trafficAxes handle is invalid.');
```

```

end

% Check if roadConditionLabel is valid before updating text
if isValid(roadConditionLabel)
    % Get the road condition for the selected zone
    conditionIndex = strcmp(roadConditions.Zone, selectedZone);
    if any(conditionIndex)
        conditionValue = roadConditions.Condition(conditionIndex);
        conditionText = ["Good", "Moderate", "Poor"];
        roadConditionLabel.Text = ['Road Condition: ',
conditionText(conditionValue)];
    else
        % If no matching zone is found, set a default message
        roadConditionLabel.Text = 'Road Condition: Unknown';
    end
else

```

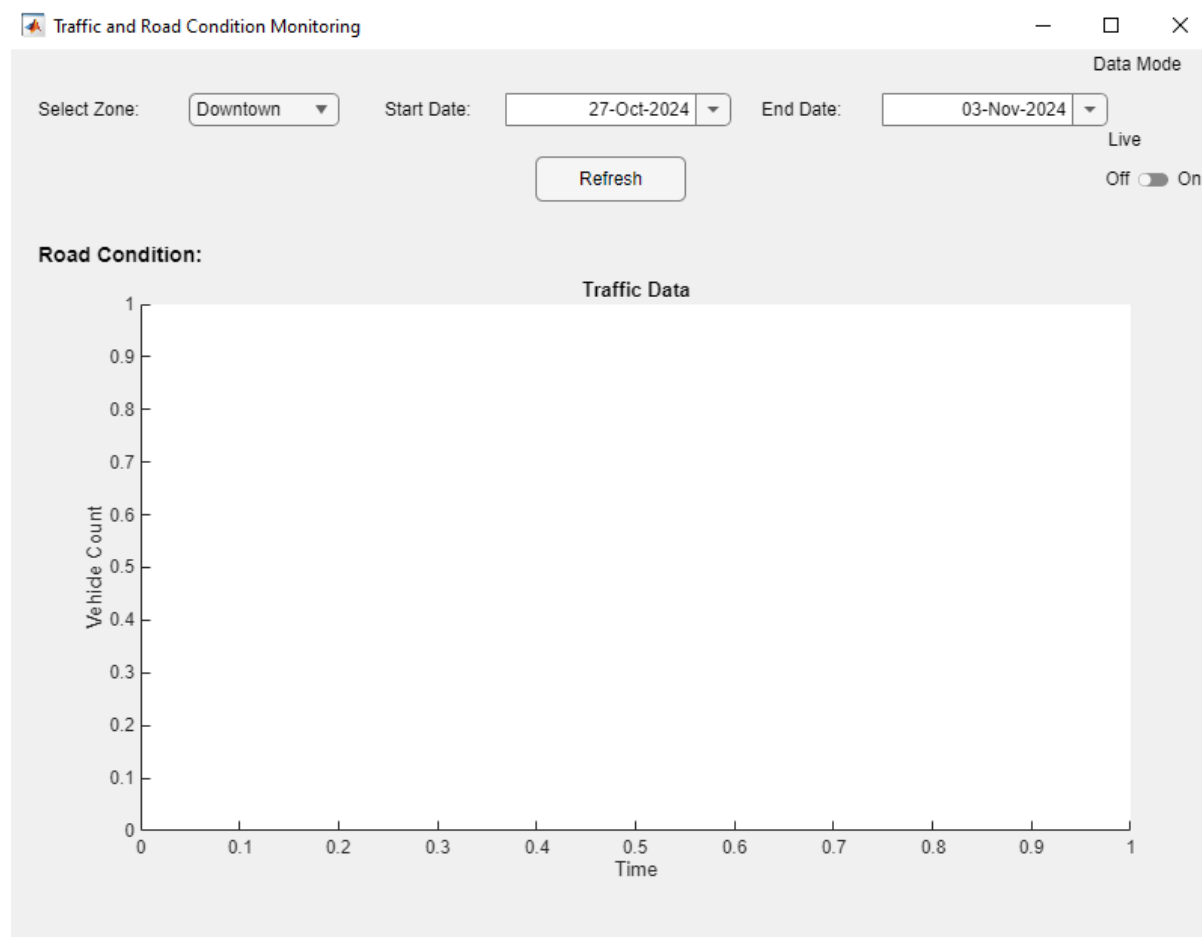
```

disp('Error: roadConditionLabel handle is invalid.');
```

end

end

Τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε τρέχοντας το παραπάνω Script μπορούμε να τα δούμε παρακάτω.

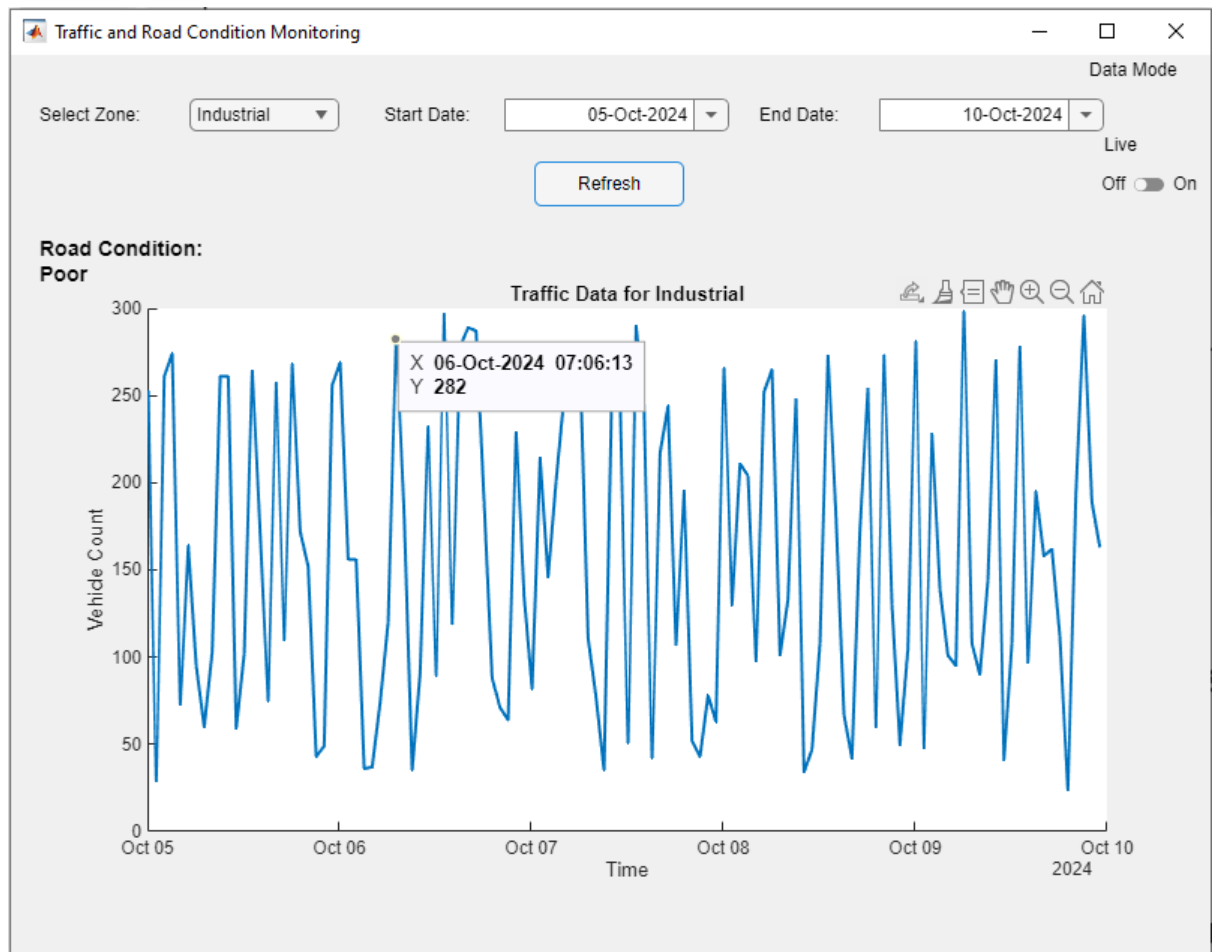


Εικόνα 6. Αποτελέσματα προσομοίωσης-1

Αρχικά πατώντας “Run” μας εμφανίζεται η εικόνα 4.1 όπου βλέπουμε τις παραμέτρους Select Zone, Start Date, End Date, Refresh και Live.

Επιλέγοντας το Select Zone και τις ημερομηνίες που επιθυμούμε και πατώντας στην συνέχεια Refresh, λαμβάνουμε τα αποτελέσματα ανάλογα με την επιλογή μας.

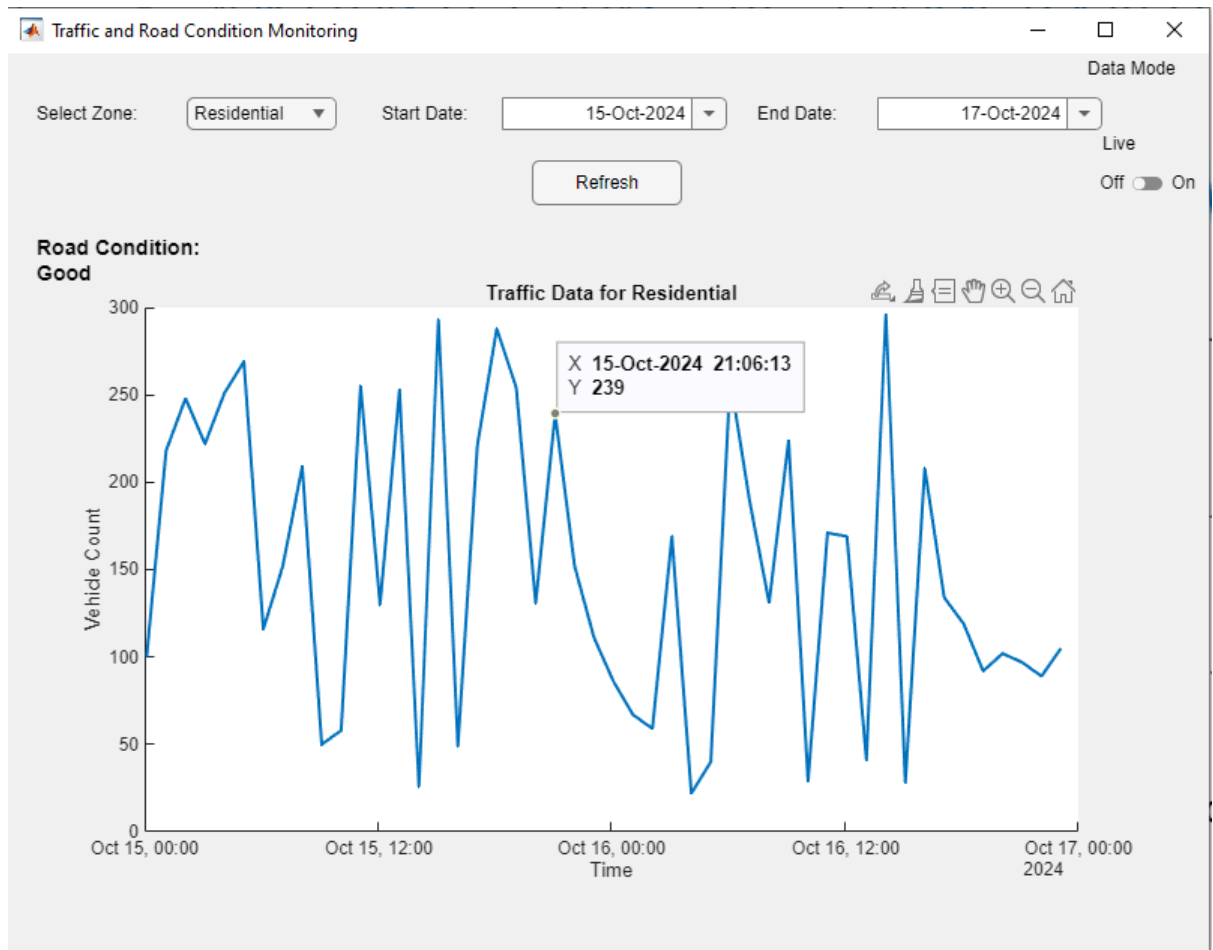
Για παράδειγμα επιλέγοντας Select Zone: Industrial και θέτοντας το ημερολογιακό διάστημα σε Start Date: 10/01/2024 και End Date: 10/10/2024, θα λάβουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.(εικόνα 4.2)



Εικόνα 7. Αποτελέσματα προσομοίωσης-2

Στον άξονα X υπάρχει η πληροφορία της Μέρας και Ώρας και στον άξονα Y υπάρχει η πληροφορία σχετικά με το πόσα οχήματα πέρασαν εκείνη της στιγμή. Επίσης υπάρχει και η πληροφορία που αναφέρει σε τι κατάσταση βρίσκεται ο συγκεκριμένος δρόμος (Road Condition)

Σαν δεύτερη περίπτωση επιλέγουμε, Select Zone:Residential με Start Date 10/15/2024 και End Date: 10/17/2024 και πατώντας Refresh λαμβάνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα.



Εικόνα 8. Αποτελέσματα προσομοίωσης-3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα

Το μέλλον των έξυπνων πόλεων είναι πολλά υποσχόμενο, με συνεχείς προόδους στην τεχνολογία και την καινοτομία. Καθώς τα δίκτυα 5G επεκτείνονται, η συνδεσιμότητα που απαιτείται για τις εφαρμογές έξυπνων πόλεων θα γίνει πιο ισχυρή, επιτρέποντας ταχύτερη και πιο αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων. Οι αυτόνομες δημόσιες συγκοινωνίες, τα έξυπνα ενεργειακά δίκτυα και οι υπηρεσίες πόλης που λειτουργούν με τεχνητή νοημοσύνη είναι μερικές μόνο από τις καινοτομίες στον ορίζοντα, καθεμία από τις οποίες συμβάλλει στο να γίνουν οι αστικές περιοχές πιο αποτελεσματικές, βιώσιμες και φιλικές προς τους κατοίκους.

Συμπερασματικά, ενώ οι έξυπνες πόλεις που βασίζονται στη γνώση προσφέρουν μετασχηματιστικές δυνατότητες για τη βελτίωση της αστικής ζωής, η επιτυχής εφαρμογή τους αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις σε πολλούς τομείς. Τα τεχνολογικά εμπόδια, οι οικονομικοί περιορισμοί, η κοινωνική ισότητα, τα ζητήματα διακυβέρνησης και οι περιβαλλοντικές ανησυχίες θέτουν σημαντικά εμπόδια. Η υπέρβαση αυτών των εμποδίων απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση, με τις πόλεις να επενδύουν όχι μόνο στην προηγμένη τεχνολογία αλλά και στην ισότιμη πρόσβαση, τις διαφανείς πολιτικές, την εξειδικευμένη εργασία και τις βιώσιμες πρακτικές. Με την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, οι πόλεις μπορούν να ξεκλειδώσουν το πλήρες δυναμικό της αστικής ανάπτυξης που βασίζεται στη γνώση, δημιουργώντας πιο έξυπνες, πιο ανθεκτικές και χωρίς αποκλεισμούς πόλεις για το μέλλον.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. MIT Media Lab—City Science. Available online: <http://cities.media.mit.edu/projects/examples> (accessed on 1 November 2022).
2. IBM Smart Cities Projects. Available online: http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/ (accessed on 1 November 2022).
3. Rao, S.K.; Prasad, R. Impact of 5G Technologies on Smart City Implementation. *Wirel. Pers. Commun.* 2018, 100, 161–176.
4. Smart Cities Mission of India. Available online: <https://www.india.gov.in/spotlight/smart-cities-mission-step-towards-smart-india> (accessed on 15 November 2022).
5. Chrysikos, T. Lectures on Information Systems; University of Thessaly: Lamia, Greece, 2022.
6. Chrysikos, T.; Galiotos, P.; Kotsopoulos, S.; Dagiuklas, T. Techno-economic analysis for the deployment of PPDR services over 4G/4G+ Networks. In Proceedings of the 2016 International Conference on Telecommunications and Multimedia (TEMU), Heraklion, Greece, 25–27 July 2016; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2016; pp. 1–7.
7. Piro, G.; Cianci, I.; Grieco, L.A.; Boggia, G.; Camarda, P. Information centric services in smart cities. *J. Syst. Softw.* 2014, 88, 169–188.
8. Cianci, I.; Piro, G.; Grieco, L.; Boggia, G.; Camarda, P. Content Centric Services in Smart Cities. In Proceedings of the 2012 Sixth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, Paris, France, 12–14 September 2012; pp. 187–192. <https://doi.org/10.1109/NGMAST.2012.20>.
9. Kazmi, A.; Serrano, M.; Lenis, A. Smart Governance of Heterogeneous Internet of Things for Smart Cities. In Proceedings of the 2018 12th International Conference on Sensing Technology (ICST), Limerick, Ireland, 4–6 December 2018; pp. 58–64. <https://doi.org/10.1109/ICSensT.2018.8603657>.
10. <https://home-tech.gr/smart-solutions/>
11. Batty, M.; Axhausen, K.W.; Giannotti, F.; Pozdnoukhov, A.; Bazzani, A.; Wachowicz, M.; Ouzounis, G.; Portugali, Y. Smart cities of the future. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 2012, 214, 481–518.
12. Harrison, C.; Donnelly, I.A. A theory of smart cities. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the ISSS-2011, Hull, UK, 17–22 July 2011.
13. Letaifa, S.B. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. *J. Bus. Res.* 2015, 68, 1414–1419.
14. Chourabi, H.; Nam, T.; Walker, S.; Gil-Garcia, J.R.; Mellouli, S.; Nahon, K.; Pardo, T.A.; Scholl, H.J. Understanding smart cities: An integrative framework. In Proceedings of the 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, HI, USA, 4–7 January 2012; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2012.
15. Deakin, M.; Al Waer, H. From intelligent to smart cities. *Intell. Build. Int.* 2011, 3, 140–152.
16. Li, Z.; Uusitalo, M.A.; Shariatmadari, H.; Singh, B. 5G URLLC: Design challenges and system concepts. In Proceedings of the 2018 15th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS), Lisbon, Portugal, 28–31 August 2018; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2018; pp. 1–6.

17. Minoli, D.; Occhiogrosso, B. Practical aspects for the integration of 5G networks and IoT applications in smart cities environments. *Wirel. Commun. Mob. Comput.* 2019, 2019, 5710834.
18. Guevara, L.; Auat Cheein, F. The role of 5G technologies: Challenges in smart cities and intelligent transportation systems. *Sustainability* 2020, 12, 6469.
19. Zhao, X.; Askari, H.; Chen, J. Nanogenerators for smart cities in the era of 5G and Internet of Things. *Joule* 2021, 5, 1391–1431.
20. Han, T.; Ge, X.; Wang, L.; Kwak, K.S.; Han, Y.; Liu, X. 5G converged cell-less communications in smart cities. *IEEE Commun. Mag.* 2017, 55, 44–50.
21. Angelidou, M. Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities* 2015, 47, 95–106.
22. Albino, V.; Berardi, U.; Dangelico, R.M. Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *J. Urban Technol.* 2015, 22, 3–21.
23. Ahvenniemi, H.; Huovila, A.; Pinto-Seppä, I.; Airaksinen, M. What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities* 2017, 60, 234–245.
24. Lazaroïu, G.C.; Roscia, M. Definition methodology for the smart cities model. *Energy* 2012, 47, 326–332.
25. Manville, C.; Cochrane, G.; Jonathan, C.A.; Millard, J.; Pederson, J.K.; Thaarup, R.K.; WiK, A.L.; WiK, M.W. Mapping smart cities in the EU; EPRS: Brussels, Belgium, 2014.
26. Zanella, A.; Bui, N.; Castellani, A.; Vangelista, L.; Zorzi, M. Internet of things for smart cities. *IEEE Internet Things J.* 2014, 1, 22–32.
27. Mahizhnan, A. Smart cities: The Singapore case. *Cities* 1999, 16, 13–18.
28. Available online: <https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/digital-innovation/digital-economy/5g-barcelona> (accessed on 30 November 2022).
29. Available online: <https://5gbarcelona.org/pilots/5g-interactive-city/> (accessed on 30 November 2022).
30. Knowledge-based, smart and sustainable cities: A provocation for a conceptual framework. Available from: https://www.researchgate.net/publication/323149900_Knowledge-based_smart_and_sustainable_cities_A_provocation_for_a_conceptual_framework
31. Stefanouli, Maria, and Chris Economou. "Data protection in smart cities: Application of the eu gdpr." *Conference on Sustainable Urban Mobility*. Cham: Springer International Publishing, 2018.