



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥΚΑΙ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**Τρισδιάστατη Ψηφιακή Αναπαράσταση Έξυπνης Πόλης με
Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας (VR)**

**Κατσαρός Φώτιος
Ευαγγελοπούλου Γιασεμή**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Επιβλέπων
Καραγεώργος Αντώνιος
Καθηγητής**

Καρδίτσα, 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΞΥΛΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

**Τρισδιάστατη Ψηφιακή Αναπαράσταση Έξυπνης Πόλης με
Εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας (VR)**

Κατσαρός Φώτιος

Ευαγγελοπούλου Γιασεμή

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων

Καραγεώργος Αντώνιος

Καθηγητής

Καρδίτσα, 2025

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: 22 /10/2025

Ο – Η Δηλ.

(Υπογραφή)

(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.

**Τρισδιάστατη Ψηφιακή Αναπαράσταση Έξυπνης Πόλης με Εφαρμογές Εικονικής
Πραγματικότητας (VR)**

Κατσαρός Φώτιος

Ευαγγελοπούλου Γιασεμή

Τριμελής Επιτροπή:

Καραγεώργος Αντώνιος, Καθηγητής

Νταλός Γεώργιος, Καθηγητής

Λαλλάς Ευθύμιος, Αναπληρωτής Καθηγητής

Πίνακας περιεχομένων

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	10
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	11
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 Παρουσίαση του θέματος της πτυχιακής	14
1.2 Στόχοι και σκοπός της έρευνας	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	16
2.1 Ορισμός και βασικές αρχές των έξυπνων πόλεων.....	16
2.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης.....	16
2.2 Κύριες τεχνολογίες	17
2.2.1 Αισθητήρες στις έξυπνες πόλεις	17
2.2.2 Αυτοματισμοί	18
2.2.3 Διαδίκτυο των αντικειμένων	19
2.2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη.....	20
2.2.5 Μηχανική Μάθηση.....	21
2.2.6 Μεγάλου Όγκου Δεδομένα	23
2.2.7 Δίκτυα 5 ^{ης} Γενιάς	24
2.2.8 Υπολογιστικό Νέφος.....	26
2.3 Τα Οφέλη των έξυπνων πόλεων	28
2.3.1: Βελτίωση Ποιότητας Ζωής	28
2.3.2 Οικονομική Ανάπτυξη στις Έξυπνες Πόλεις	28
2.3.3 Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα στις Έξυπνες Πόλεις	29
2.3.4 Προκλήσεις των έξυπνων πόλεων.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ	33
3.1 Υποδομές και καινοτομίες	33
3.1.1 Έξυπνος φωτισμός.....	33
3.1.2 Διαχείριση Απορριμμάτων	34
3.1.3 Έξυπνες Συγκοινωνίες: Ανάλυση και Εφαρμογές.....	35
3.2 Παρουσίαση έξυπνων πόλεων	36
3.2.1 Σιγκαπούρη.....	36
3.2.2 Βαρκελώνη	37
3.2.3 Άμστερνταμ	40
3.2.4 Νέα Υόρκη	41

3.2.5 Τόκιο	43
3.3 Παρουσίαση υποδομών στην Ελλάδα	45
3.3.1 Τα Τρίκαλα ως Έξυπνη Πόλη	45
3.3.2 Αθήνα: Η Μετάβαση σε μια Έξυπνη Πόλη	47
3.3.3 Θεσσαλονίκη Η πορεία προς μια έξυπνη πόλη	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΡΔΙΤΣΑ: ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ	51
4.1 Έξυπνο Σύστημα Στάθμευσης	51
4.2 «Έξυπνες» Υποδομές στο Ανοικτό Κέντρο Εμπορίου.....	51
4.3 Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης «Καρδίτσα 2030»	52
4.4 Νέα Συστήματα Έξυπνης Πόλης	52
4.5 Ανάπλαση Πάρκου Παυσίλυπου και Πλατείας Πλαστήρα	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΑΡΔΙΤΣΑ: ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ	54
5.1 3D Μοντέλο και Τεχνολογικές Προτάσεις.....	54
5.2 Υποδομές και Καινοτομίες	54
5.3 Σχεδιαστική Λογική και Κριτήρια	65
.....	65
5.4 Τεχνική Διαδικασία Σχεδιασμού στο Blender 3D.....	65
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
Επίλογος	69
Βιβλιογραφία	70

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων χωρίς χρώμα	55
Εικόνα 2 Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων	55
Εικόνα 3 Ηλεκτρικά οχήματα σε διαδικασία φόρτισης χωρίς χρώμα	56
Εικόνα 4 Ηλεκτρικά οχήματα σε διαδικασία φόρτισης	56
Εικόνα 5 Άποψη από πάνω: φωτοβολταϊκά πάνελ που παρέχουν ενέργεια στους σταθμούς φόρτισης χωρίς χρώμα	57
Εικόνα 6 Άποψη από πάνω: φωτοβολταϊκά πάνελ που παρέχουν ενέργεια στους σταθμούς φόρτισης	57
Εικόνα 7 Στάση λεωφορείου με έξυπνα παγκάκια και σκίαση από φωτοβολταϊκά πάνελ χωρίς χρώμα	58
Εικόνα 8 Στάση λεωφορείου με έξυπνα παγκάκια και σκίαση από φωτοβολταϊκά πάνελ.....	58
Εικόνα 9 Θύρες φόρτισης για κινητές συσκευές στα παγκάκια του δημόσιου χώρου χωρίς χρώμα	59
Εικόνα 10 Θύρες φόρτισης για κινητές συσκευές στα παγκάκια του δημόσιου χώρου	59
Εικόνα 11 Σταθμός κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων με ηλιακή φόρτιση χωρίς χρώμα.....	60
Εικόνα 12 Σταθμός κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων με ηλιακή φόρτιση.....	60
Εικόνα 13 Κάδοι απορριμμάτων χωρίς χρώμα	61
Εικόνα 14 Κάδοι απορριμμάτων.....	61
Εικόνα 15 Έξυπνος σηματοδότης με χρονομέτρηση αλλαγής φάσης και φωτοβολταϊκή τροφοδοσία χωρίς χρώμα	62
Εικόνα 16 Έξυπνος σηματοδότης με χρονομέτρηση αλλαγής φάσης και φωτοβολταϊκή τροφοδοσία.....	62
Εικόνα 17 Φωτεινή πινακίδα πληροφόρησης πολιτών για κατεύθυνση και τοποθεσία χωρίς χρώμα	63
Εικόνα 18 Φωτεινή πινακίδα πληροφόρησης πολιτών για κατεύθυνση και τοποθεσία	63
Εικόνα 19 Έξυπνα φωτιστικά δρόμου με ηλιακά πάνελ χωρίς χρώμα	64
Εικόνα 20 Έξυπνα φωτιστικά δρόμου με ηλιακά πάνελ	64
Εικόνα 21 χάρτης της πόλης της Καρδίτσας.....	65

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να αναδείξει τη σημασία που έχει σήμερα ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη «Έξυπνων Πόλεων». Η σύγχρονη εποχή χαρακτηρίζεται από ραγδαίες τεχνολογικές αλλαγές, περιβαλλοντικές προκλήσεις και την ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας ζωής στις αστικές περιοχές. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, κρίναμε σημαντικό να μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία μπορεί να συμβάλει στη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων, αξιοποιώντας παραδείγματα τόσο από την Ελλάδα όσο και από το εξωτερικό.

Η εργασία αυτή δεν περιορίστηκε σε μια θεωρητική ανάλυση αλλά επεκτάθηκε και σε ένα δημιουργικό σκέλος: τον σχεδιασμό μιας προτεινόμενης «Έξυπνης Καρδίτσας» μέσω τρισδιάστατου μοντέλου, με στόχο να αποτυπωθούν στην πράξη λύσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την καθημερινότητα των πολιτών. Η προσπάθεια αυτή αποτελεί συνδυασμό ερευνητικής μελέτης και εφαρμογής σχεδιαστικών εργαλείων, ενισχύοντας τον διάλογο γύρω από την έννοια της έξυπνης και βιώσιμης πόλης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όλους όσοι συνέβαλαν με οποιονδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Αρχικά, ευχαριστούμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μας, Μπούμπα Ελένη, για την καθοδήγηση, τη συνεχή υποστήριξη και τις πολύτιμες παρατηρήσεις της σε όλα τα στάδια της έρευνας και συγγραφής. Η συμβολή της υπήρξε καθοριστική για την ποιοτική ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας σε κάθε φορέα, οργανισμό και πηγή πληροφόρησης που παρείχε υλικό και δεδομένα, τα οποία αποτέλεσαν θεμέλιο για την ερευνητική και δημιουργική διαδικασία της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την έννοια των Έξυπνων Πόλεων, εστιάζοντας τόσο στις διεθνείς πρακτικές όσο και στην ελληνική πραγματικότητα, μελετώντας χαρακτηριστικά παραδείγματα όπως η Αθήνα, η Θεσσαλονίκη και τα Τρίκαλα. Στόχος της έρευνας είναι να αναδειχθούν οι τεχνολογικές καινοτομίες, οι υποδομές και οι στρατηγικές που ενισχύουν τη βιωσιμότητα, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ποιότητα ζωής των πολιτών. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην πόλη της Καρδίτσας, για την οποία σχεδιάστηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο “Έξυπνης Πόλης” μέσω του λογισμικού Blender 3D. Το μοντέλο ενσωματώνει λύσεις όπως σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και ποδηλάτων με φωτοβολταϊκή τροφοδοσία, έξυπνα παγκάκια με δυνατότητες φόρτισης συσκευών, αισθητήρες κυκλοφορίας, φωτεινές πινακίδες και ηλιακά συστήματα σε δημόσιες και ιδιωτικές υποδομές. Η μεθοδολογία περιλαμβάνει βιβλιογραφική ανασκόπηση, συλλογή δεδομένων για τις υπάρχουσες και προγραμματισμένες δράσεις, καθώς και την ανάπτυξη του 3D σχεδίου που αποτυπώνει την προτεινόμενη αστική ανάπτυξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η υιοθέτηση έξυπνων λύσεων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην αειφόρο ανάπτυξη και την αστική αναζωογόνηση. Η εργασία καταλήγει σε προτάσεις για την περαιτέρω αξιοποίηση τεχνολογιών με στόχο την ενίσχυση της λειτουργικότητας και της ελκυστικότητας της πόλης.

Λέξεις-κλειδιά: Έξυπνες πόλεις, βιώσιμη ανάπτυξη, αστική αναζωογόνηση, τρισδιάστατο μοντέλο, Καρδίτσα

Abstract

This thesis explores the concept of Smart Cities, focusing on both international practices and the Greek context, with case studies of Athens, Thessaloniki, and Trikala. The research aims to highlight technological innovations, infrastructures, and strategies that enhance sustainability, energy efficiency, and citizens' quality of life. Particular emphasis is placed on the city of Karditsa, for which a three-dimensional "Smart City" model was designed using Blender 3D software. The model incorporates solutions such as charging stations for electric vehicles and bicycles powered by photovoltaic systems, smart benches with device charging capabilities, traffic sensors, illuminated signage, and solar systems for public and private infrastructure. The methodology includes a literature review, collection of data on existing and planned initiatives, and the development of the 3D design illustrating the proposed urban regeneration. The findings indicate that adopting smart solutions can significantly contribute to sustainable development and urban revitalization. The study concludes with proposals for further leveraging technology to enhance the city's functionality and attractiveness.

Keywords: Smart cities, sustainable development, urban regeneration, 3D model, Karditsa

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Παρουσίαση του θέματος της πτυχιακής

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας τρισδιάστατης ψηφιακής αναπαράστασης μιας έξυπνης πόλης, αξιοποιώντας τις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας (VR) και σύγχρονα εργαλεία 3D σχεδιασμού, όπως το Blender. Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει πώς οι νέες τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν στον αστικό σχεδιασμό, βελτιώνοντας τις υποδομές, τη βιωσιμότητα και την ποιότητα ζωής των κατοίκων μιας σύγχρονης πόλης. Η έννοια των έξυπνων πόλεων περιλαμβάνει τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως αισθητήρες, αυτοματισμούς, συστήματα διαχείρισης δεδομένων και βιώσιμες ενεργειακές λύσεις, τα οποία στοχεύουν στην αποτελεσματικότερη λειτουργία μιας πόλης. Στο πλαίσιο της εργασίας, θα αναλυθούν παραδείγματα υπάρχουσών έξυπνων πόλεων παγκοσμίως, ώστε να αντληθούν βέλτιστες πρακτικές που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια ελληνική πόλη. Στη συνέχεια, θα πραγματοποιηθεί η δημιουργία ενός λεπτομερούς 3D μοντέλου μιας ελληνικής πόλης, με έμφαση στις καινοτόμες λύσεις που μπορούν να ενσωματωθούν στο αστικό της περιβάλλον. Μέσα από τη χρήση εικονικής πραγματικότητας, οι χρήστες θα έχουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν διαδραστικά στο μοντέλο, εξερευνώντας τις προτεινόμενες υποδομές και βιώνοντας μια ρεαλιστική εμπειρία του σχεδιασμού της έξυπνης πόλης. Η εργασία αυτή αναδεικνύει τη σημασία της ψηφιακής μοντελοποίησης και της VR τεχνολογίας στον αστικό σχεδιασμό, προτείνοντας καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη των ελληνικών πόλεων και την προσαρμογή τους στις απαιτήσεις του μέλλοντος.

1.2 Στόχοι και σκοπός της έρευνας

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας και η αυξανόμενη ανάγκη για βιώσιμες και αποδοτικές πόλεις έχουν οδηγήσει στην έννοια των έξυπνων πόλεων, όπου η τεχνολογία αξιοποιείται για τη βελτίωση της καθημερινής ζωής των πολιτών. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως βασικό σκοπό να μελετήσει και να αναδείξει τη σημασία του ψηφιακού σχεδιασμού και της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality - VR) στην οργάνωση, την ανάπτυξη και την παρουσίαση ενός σύγχρονου, βιώσιμου και έξυπνου αστικού περιβάλλοντος. Μέσα από την ανάλυση των χαρακτηριστικών των έξυπνων πόλεων και των τεχνολογιών που τις υποστηρίζουν, επιδιώκεται να προσδιοριστούν οι καινοτόμες λύσεις που μπορούν να συμβάλουν στην ενεργειακή απόδοση, τη διαχείριση των υποδομών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Ένας από τους βασικούς στόχους της έρευνας είναι να εξεταστεί πώς οι τεχνολογίες αιχμής, όπως οι αισθητήρες, η τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT) και τα δεδομένα μεγάλου όγκου (Big Data), μπορούν να ενσωματωθούν στις πόλεις, προκειμένου να δημιουργήσουν ένα ευφυές, αυτόνομο και αποδοτικό αστικό σύστημα. Η εργασία στοχεύει επίσης στην κατανόηση των στρατηγικών που έχουν ήδη εφαρμοστεί σε επιτυχημένες έξυπνες πόλεις διεθνώς, προκειμένου να εντοπιστούν οι πρακτικές που μπορούν να προσαρμοστούν σε μια ελληνική πόλη. Έμφαση δίνεται στην εξέταση της υπάρχουσας κατάστασης σε μια ελληνική πόλη, ώστε να εντοπιστούν οι προκλήσεις, οι ελλείψεις στις υποδομές και οι δυνατότητες βελτίωσης μέσω της ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών.

Παράλληλα, ένας σημαντικός στόχος της εργασίας είναι η υλοποίηση μιας τρισδιάστατης (3D) αναπαράστασης μιας έξυπνης πόλης, η οποία θα περιλαμβάνει σύγχρονες υποδομές και τεχνολογικές λύσεις. Μέσα από τη χρήση εξειδικευμένων εργαλείων τρισδιάστατου σχεδιασμού, όπως το Blender, θα δημιουργηθεί ένα λεπτομερές 3D μοντέλο που θα προσομοιώνει τον σχεδιασμό μιας βιώσιμης και τεχνολογικά προηγμένης αστικής περιοχής. Επιπλέον, η αξιοποίηση της εικονικής πραγματικότητας θα δώσει τη δυνατότητα διαδραστικής περιήγησης μέσα στο μοντέλο, επιτρέποντας στους χρήστες να εξερευνήσουν τις προτεινόμενες υποδομές και να βιώσουν μια ρεαλιστική προσομοίωση του αστικού χώρου.

Η εργασία επιδιώκει να συμβάλει στον σύγχρονο αστικό σχεδιασμό, δείχνοντας πώς η χρήση 3D μοντελοποίησης και VR τεχνολογίας μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, την εκπαίδευση στον τομέα της πολεοδομίας και την κατανόηση των δυνατοτήτων μιας έξυπνης πόλης. Τέλος, μέσα από τη διερεύνηση των μελλοντικών προοπτικών των έξυπνων πόλεων, η εργασία στοχεύει να προτείνει τρόπους με τους οποίους η Ελλάδα μπορεί να υιοθετήσει και να προσαρμόσει αυτές τις τεχνολογίες, βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα και τη λειτουργικότητα των αστικών κέντρων της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 Ορισμός και βασικές αρχές των έξυπνων πόλεων.

Η έννοια της έξυπνης πόλης (Smart City) αναφέρεται σε έναν αστικό χώρο που αξιοποιεί τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) προκειμένου να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των πολιτών, να ενισχύσει τη βιωσιμότητα και να καταστήσει τη διαχείριση των αστικών λειτουργιών πιο αποδοτική (Caragliu, 2011). Οι έξυπνες πόλεις χαρακτηρίζονται από την ενσωμάτωση ψηφιακών καινοτομιών σε διάφορους τομείς, όπως η μετακίνηση, η ενέργεια, η διαχείριση αποβλήτων, η δημόσια ασφάλεια και η διακυβέρνηση.

2.1.1 Βασικά χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης

❖ *Τεχνολογική Υποδομή*

Οι έξυπνες πόλεις αξιοποιούν αισθητήρες, συστήματα Διαδικτύου των αντικειμένων (Internet of Things – IoT) και προηγμένα δίκτυα επικοινωνίας, επιτρέποντας τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτή η τεχνολογική βάση συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της κυκλοφορίας, της κατανάλωσης ενέργειας και της παροχής δημόσιων υπηρεσιών (Οικονομου, 2018).

❖ *Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα*

Η έξυπνη πόλη στοχεύει στη μείωση του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος μέσω της προώθησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της χρήσης «έξυπνων» δικτύων ηλεκτροδότησης και της ανάπτυξης πράσινων υποδομών (Gkana, 2017). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει δώσει ιδιαίτερη έμφαση στην ενσωμάτωση αυτών των πρακτικών στα σύγχρονα αστικά περιβάλλοντα (Skintzis, 2017).

❖ *Κοινωνική Συμμετοχή*

Ένα βασικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων είναι η ενεργή συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Μέσω διαδραστικών πλατφορμών και ψηφιακών εφαρμογών, οι κάτοικοι μπορούν να παρέχουν ανατροφοδότηση για τη βελτίωση των αστικών υπηρεσιών, να συμμετέχουν σε δημοσκοπήσεις και να ενημερώνονται για ζητήματα που αφορούν την πόλη τους (Οικονομου, 2018).

❖ Οικονομική Ανάπτυξη και Καινοτομία

Οι έξυπνες πόλεις υποστηρίζουν την επιχειρηματικότητα και την καινοτομία, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για νεοφυείς επιχειρήσεις (startups) που δραστηριοποιούνται σε τομείς όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η ανάλυση δεδομένων και οι αυτοματισμοί (Zervas, 2020). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της οικονομίας και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

❖ Έξυπνη Διακυβέρνηση

Η χρήση ψηφιακών εργαλείων βελτιώνει τη διαφάνεια, την αποδοτικότητα και την ανταπόκριση της τοπικής αυτοδιοίκησης στις ανάγκες των πολιτών. Μέσω ψηφιακών πλατφορμών, η διαχείριση εγγράφων, οι αιτήσεις πολιτών και η παρακολούθηση των δημόσιων δαπανών γίνονται πιο εύκολα και προσβάσιμα (Stamoulis, 2025).

Οι έξυπνες πόλεις αποτελούν το μέλλον της αστικής ανάπτυξης, επιδιώκοντας τη δημιουργία ενός βιώσιμου, τεχνολογικά προηγμένου και συμμετοχικού περιβάλλοντος. Η επιτυχής εφαρμογή αυτής της προσέγγισης εξαρτάται από τη συνεργασία των δημόσιων φορέων, των επιχειρήσεων και των πολιτών, ώστε να διαμορφωθεί ένα λειτουργικό και καινοτόμο μοντέλο αστικής διακυβέρνησης.

2.2 Κύριες τεχνολογίες

Οι έξυπνες πόλεις αξιοποιούν προηγμένες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, την ενίσχυση της βιωσιμότητας και την αποτελεσματική διαχείριση των αστικών υποδομών. Οι κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν:

2.2.1 Αισθητήρες στις έξυπνες πόλεις

Οι αισθητήρες αποτελούν βασικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων, καθώς επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας στην αποτελεσματική διαχείριση των αστικών υποδομών. Μέσω της τοποθέτησης αισθητήρων σε διάφορα σημεία της πόλης, οι αρμόδιες αρχές μπορούν να παρακολουθούν κρίσιμες παραμέτρους, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση και η πληρότητα των κάδων απορριμμάτων.

Συγκεκριμένα, η χρήση αισθητήρων στους κάδους επιτρέπει την παρακολούθηση της πληρότητάς τους, διευκολύνοντας τη βελτιστοποίηση των

δρομολογίων αποκομιδής. Ένα τέτοιο σύστημα έχει εφαρμοστεί στον Δήμο Αχαρνών, όπου η εγκατάσταση αισθητήρων στα απορρίμματα συνέβαλε στη μείωση του κόστους διαχείρισης και στη βελτίωση της καθαριότητας των δημόσιων χώρων (Αχαρνών, 2021).

Εκτός από τη διαχείριση απορριμμάτων, οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται και για τη βελτίωση της κυκλοφορίας, καταγράφοντας την κίνηση των οχημάτων και βοηθώντας στη δυναμική ρύθμιση των φωτεινών σηματοδοτών. Παράλληλα, οι αισθητήρες ποιότητας αέρα επιτρέπουν τον εντοπισμό περιοχών με υψηλά επίπεδα ρύπανσης, ώστε να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την προστασία της δημόσιας υγείας.

2.2.2 Αυτοματισμοί

Η ενσωμάτωση αυτοματοποιημένων συστημάτων στις αστικές υποδομές είναι ένας βασικός πυλώνας για την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων. Οι εφαρμογές αυτές επιτρέπουν την αυτόνομη λειτουργία, την παρακολούθηση και την συντήρηση των δημόσιων υπηρεσιών, χωρίς την ανάγκη συνεχούς ανθρώπινης παρέμβασης. Ορισμένα από τα πιο σημαντικά παραδείγματα αυτών των συστημάτων περιλαμβάνουν:

i. Αυτόματη Ρύθμιση Φωτισμού:

Η ρύθμιση του φωτισμού στους δημόσιους χώρους με βάση τις καιρικές συνθήκες ή την ώρα της ημέρας επιτρέπει την εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της ημέρας ή σε συνθήκες έντονου φωτός, οι φωτεινές πηγές μπορούν να μειώνουν τη φωτεινότητά τους, ενώ το βράδυ ή σε συννεφιασμένες μέρες αυξάνεται η ένταση του φωτισμού. Με αυτό τον τρόπο, οι πόλεις καταφέρνουν να μειώσουν τη κατανάλωση ενέργειας και το κόστος συντήρησης.

ii. Διαχείριση Κυκλοφορίας μέσω Έξυπνων Σηματοδοτών:

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι ένα από τα κύρια προβλήματα στις αστικές περιοχές. Οι έξυπνοι σηματοδότες, μέσω της ανάλυσης της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, προσαρμόζουν τους χρόνους του κάθε σήματος ανάλογα με την κυκλοφορία των οχημάτων. Αυτή η μέθοδος όχι μόνο μειώνει το χρόνο οδήγησης και την κατανάλωση καυσίμου, αλλά επίσης συμβάλλει στην ανακούφιση από την ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς αποφεύγονται οι συνεχείς στάσεις και εκκινήσεις.

iii. Παρακολούθηση Ποιότητας Αέρα:

Η χρήση αισθητήρων για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση επικίνδυνων επιπέδων ρύπανσης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση των πολιτών, την λήψη προληπτικών μέτρων και την ενεργοποίηση συστημάτων καθαρισμού του αέρα, αν είναι απαραίτητο. Με την εφαρμογή αυτών των συστημάτων, οι πόλεις μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τη δημόσια υγεία, μειώνοντας τα αναπνευστικά προβλήματα και άλλες ασθένειες που σχετίζονται με τη ρύπανση. (Ρουμελιώτης, 2023)

2.2.3 Διαδίκτυο των Αντικειμένων

Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές τεχνολογίες για την ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων, επιτρέποντας τη διασύνδεση και την αυτόματη διαχείριση κρίσιμων αστικών υποδομών. Μέσω αισθητήρων και έξυπνων συσκευών, οι πόλεις μπορούν να βελτιώσουν τη λειτουργικότητα και την αποδοτικότητά τους, προσφέροντας καλύτερες υπηρεσίες στους πολίτες και εξοικονομώντας πόρους.

i. Παρακολούθηση Υποδομών

Στις έξυπνες πόλεις, το IoT ενσωματώνεται σε διάφορες αστικές υποδομές για να επιτρέψει τη συνεχιζόμενη παρακολούθηση και βελτίωση της λειτουργίας τους. Με τη χρήση αισθητήρων που παρακολουθούν την κατάσταση του φωτισμού, της κυκλοφορίας, των απορριμμάτων και άλλων κρίσιμων υπηρεσιών, οι πόλεις μπορούν να αποκτήσουν πραγματική εικόνα για τη λειτουργία τους και να βελτιώνουν τις διαδικασίες τους. Η διαχείριση αυτών των συστημάτων γίνεται αυτόνομα μέσω σύνδεσης με πλατφόρμες που αναλύουν τα δεδομένα και λαμβάνουν αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο.

ii. Έξυπνα Συστήματα Στάθμευσης

Ένα εξαιρετικό παράδειγμα εφαρμογής του IoT είναι τα έξυπνα συστήματα στάθμευσης. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν αισθητήρες που εντοπίζουν τη διαθεσιμότητα θέσεων στάθμευσης σε πραγματικό χρόνο και στέλνουν ενημερώσεις στους οδηγούς μέσω κινητών εφαρμογών ή άλλων συσκευών. Αυτή η διαδικασία βοηθάει στην μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, καθώς οι οδηγοί δεν χρειάζεται να κυκλοφορούν για να βρουν διαθέσιμη θέση. Επίσης, μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων και η ρύπανση, καθώς οι οδηγοί δεν σπαταλούν χρόνο και ενέργεια ψάχνοντας για πάρκινγκ.

iii. Διαχείριση Κυκλοφορίας

Το IoT χρησιμοποιείται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα του οδικού δικτύου. Για παράδειγμα, έξυπνα φανάρια μπορούν να προσαρμόζουν το φωτισμό και τη διάρκεια του κάθε σήματος ανάλογα με την πραγματική κίνηση στους δρόμους, με στόχο τη μείωση των καθυστερήσεων και την εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, μέσω της συλλογής δεδομένων από αισθητήρες, μπορεί να εντοπιστεί η εμφάνιση κυκλοφοριακών μπουτιλιαρισμάτων, και να ανακατευθυνθούν τα οχήματα σε διαδρομές με λιγότερη συμφόρηση.

iv. Διαχείριση Απορριμμάτων

Οι έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων με αισθητήρες ανιχνεύουν την πληρότητα του κάδου και ειδοποιούν τις αρμόδιες αρχές ή τις υπηρεσίες αποκομιδής όταν είναι έτοιμοι για άδειασμα. Αυτή η έξυπνη διαχείριση της αποκομιδής μειώνει το κόστος και τον χρόνο για τη συλλογή απορριμμάτων, εξασφαλίζοντας ότι οι πόλεις παραμένουν καθαρές χωρίς την ανάγκη για άσκοπες ή υπερβολικές μετακινήσεις των οχημάτων αποκομιδής. Επίσης, μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των συστημάτων ανακύκλωσης, εφόσον οι κάδοι ανακυκλώσιμων υλικών καταγράφουν δεδομένα για τη συχνότητα και τον τύπο των απορριμμάτων που περιέχουν.

Επιπλέον Οφέλη του IoT στις Έξυπνες Πόλεις

- ❖ Αποτελεσματική Χρήση Πόρων: Ο συνδυασμός της τεχνολογίας IoT με συστήματα διαχείρισης μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποδοτική χρήση των φυσικών και ενεργειακών πόρων, εξασφαλίζοντας ότι οι πόλεις χρησιμοποιούν όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια και νερό χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα των υπηρεσιών.
- ❖ Ασφάλεια και Πρόληψη Καταστροφών: Το IoT επιτρέπει την ενσωμάτωση αισθητήρων κινδύνου, οι οποίοι παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο φαινόμενα όπως πλημμύρες, πυρκαγιές ή σεισμούς. Η έγκαιρη ειδοποίηση για φυσικές καταστροφές βοηθά στην προστασία των πολιτών και στην ελαχιστοποίηση των ζημιών (Parken, 2023).

2.2.4 Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη – TN (Artificial Intelligence – AI) αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για τη διαχείριση και ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων. Χρησιμοποιείται για την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων, επιτρέποντας την άμεση λήψη αποφάσεων και τη συνεχιζόμενη βελτίωση των αστικών υποδομών και υπηρεσιών. Ορισμένες εφαρμογές της TN σε μια έξυπνη πόλη περιλαμβάνουν:

i. Βελτιστοποίηση Κυκλοφορίας

Η ΤΝ επιτρέπει την ανάλυση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο και τη βελτιστοποίηση των δρομολογίων μέσω προγνωστικών αναλύσεων. Αυτό σημαίνει ότι, αν η ΤΝ αναγνωρίσει ότι υπάρχει συμφόρηση σε μια περιοχή, μπορεί να προτείνει εναλλακτικές διαδρομές ή να προσαρμόσει τα φανάρια για να μειώσει τη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Αυτή η συνεχής προσαρμογή της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο συμβάλλει στη μείωση των χρόνων ταξιδιού και της ρύπανσης, καθώς οι οδηγοί αποφεύγουν τις περιοχές με κυκλοφοριακή συμφόρηση και οι μετακινήσεις των πολιτών γίνονται πιο αποδοτικές.

ii. Διαχείριση Ενέργειας

Στις έξυπνες πόλεις, η διαχείριση της ενέργειας είναι κρίσιμη. Η ΤΝ επιτρέπει την παρακολούθηση και ρύθμιση της ενεργειακής κατανάλωσης με τρόπους που προσαρμόζονται στις ανάγκες της πόλης. Για παράδειγμα, η χρήση της ΤΝ μπορεί να εντοπίσει τα σημεία τα οποία η ενέργεια καταναλώνεται άσκοπα και να προτείνει τρόπους εξοικονόμησης. Συστήματα φωτισμού, θέρμανσης και ψύξης μπορούν να προσαρμοστούν αυτόματα, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας χωρίς να θυσιάζεται η άνεση των πολιτών.

iii. Εξατομικευμένες Υπηρεσίες

Η ΤΝ συμβάλλει στην παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών στους πολίτες. Με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται από διαφορετικά σημεία της πόλης (όπως μέσα μαζικής μεταφοράς, κοινωνικά δίκτυα, κ.λπ.), η ΤΝ μπορεί να αναγνωρίσει τα μοτίβα συμπεριφοράς των πολιτών και να παρέχει υπηρεσίες που είναι περισσότερο εστιασμένες στις ανάγκες τους. Για παράδειγμα, μπορεί να προτείνει προσωποποιημένες επιλογές για μέσα μαζικής μεταφοράς ή ακόμα και υπηρεσίες υγείας, βασισμένες στις συνήθειες και τις προτιμήσεις των χρηστών.

iv. Δημόσια Ασφάλεια και Κίνδυνοι

Ένα από τα πιο κρίσιμα πεδία εφαρμογής της ΤΝ στις έξυπνες πόλεις είναι η δημόσια ασφάλεια. Η ΤΝ μπορεί να ενσωματωθεί σε συστήματα παρακολούθησης που αναγνωρίζουν πρότυπα στις αστικές δραστηριότητες, εντοπίζοντας πιθανούς κινδύνους ή παραβατικές συμπεριφορές. Για παράδειγμα, μέσω της ανάλυσης βίντεο ή δεδομένων που συλλέγονται από αισθητήρες, η ΤΝ μπορεί να εντοπίσει ακανόνιστες δραστηριότητες και να ειδοποιήσει τις αρχές για πιθανές απειλές πριν γίνουν επικίνδυνες. Επιπλέον, μέσω των δεδομένων αυτών, μπορούν να αναγνωριστούν φυσικές καταστροφές (όπως πλημμύρες ή σεισμοί) και να ληφθούν μέτρα για τη μείωση των συνεπειών τους (Rawmathub, 2024)

2.2.5 Μηχανική Μάθηση

Η μηχανική μάθηση (Machine Learning - ML) αποτελεί έναν υποτομέα της τεχνητής νοημοσύνης, ο οποίος εστιάζει στην ανάπτυξη αλγορίθμων και μοντέλων που επιτρέπουν στα συστήματα να «μαθαίνουν» από δεδομένα χωρίς να απαιτείται ρητή προγραμματισμένη εντολή για κάθε περίπτωση. Αντίθετα, τα συστήματα βελτιώνονται με την πάροδο του χρόνου, καθώς αναλύουν όλο και περισσότερα δεδομένα, επιτρέποντας τη συνεχιζόμενη βελτίωση των αποτελεσμάτων τους.

Ανάλυση Χρήσης Μηχανικής Μάθησης στις Έξυπνες Πόλεις

I. Πρόβλεψη Ζήτησης Ενέργειας

Ένα από τα πιο συνηθισμένα πεδία εφαρμογής της μηχανικής μάθησης στις έξυπνες πόλεις είναι η πρόβλεψη της ζήτησης ενέργειας. Χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, τα συστήματα μηχανικής μάθησης μπορούν να αναλύσουν τις τάσεις κατανάλωσης ενέργειας και να προβλέψουν με ακρίβεια τις ανάγκες ενέργειας σε διάφορες περιοχές της πόλης. Αυτή η πρόβλεψη επιτρέπει την πιο αποδοτική διαχείριση των πόρων, αποφεύγοντας την υπερφόρτωση του δικτύου και βελτιστοποιώντας τη χρήση της ενέργειας.

II. Ανάλυση Προτύπων Κυκλοφορίας

Η μηχανική μάθηση χρησιμοποιείται επίσης για την ανάλυση προτύπων κυκλοφορίας στις πόλεις. Στην περίπτωση αυτή, τα συστήματα συλλέγουν δεδομένα από αισθητήρες κυκλοφορίας, κάμερες και άλλες πηγές για να εντοπίσουν μοτίβα στην κίνηση των οχημάτων και των πεζών. Στη συνέχεια, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την κυκλοφορία σε πραγματικό χρόνο και να προτείνουν βελτιώσεις στις ρυθμίσεις των φωτεινών σηματοδοτών ή άλλες ρυθμίσεις, ώστε να μειώσουν τη συμφόρηση και να αυξήσουν την αποδοτικότητα των μεταφορών.

III. Ανίχνευση Ανωμαλιών σε Δίκτυα Υποδομών

Μια άλλη σημαντική εφαρμογή της μηχανικής μάθησης είναι η ανίχνευση ανωμαλιών σε δίκτυα υποδομών, όπως το σύστημα ύδρευσης, αποχέτευσης ή ενέργειας. Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να αναγνωρίσουν ασυνήθιστα μοτίβα ή αλλαγές στα δεδομένα, τα οποία μπορεί να υποδεικνύουν προβλήματα, όπως διαρροές, υπερφόρτωση ή άλλα τεχνικά ζητήματα. Αυτό επιτρέπει την προληπτική συντήρηση, καθώς τα προβλήματα εντοπίζονται νωρίς και αντιμετωπίζονται πριν προκαλέσουν σοβαρές βλάβες ή διακοπές στην υπηρεσία.

Οφέλη για τις Έξυπνες Πόλεις

Η χρήση της μηχανικής μάθησης στις έξυπνες πόλεις έχει σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Αποδοτική κατανομή πόρων: Η βελτιστοποίηση της ενέργειας, της κυκλοφορίας και άλλων υποδομών επιτρέπει στις πόλεις να καταναλώνουν λιγότερους πόρους και να μειώνουν τις εκπομπές ρύπων, συμβάλλοντας στη βιωσιμότητα.
- Βελτίωση ποιότητας ζωής: Η συνεχής ανάλυση δεδομένων και η βελτιστοποίηση των υπηρεσιών, όπως η κυκλοφορία και η ενέργεια, οδηγούν σε πιο άνετους και ασφαλείς αστικούς χώρους για τους πολίτες.
- Προληπτική συντήρηση: Η ανίχνευση ανωμαλιών και προβλημάτων πριν γίνουν σοβαρά ή επικίνδυνα, μειώνει το κόστος επισκευών και αποφεύγει μεγάλα προβλήματα στις υποδομές της πόλης. (fiberroad)

2.2.6 Μεγάλου Όγκου Δεδομένα

Η συλλογή και ανάλυση δεδομένων είναι θεμέλιο για τις έξυπνες πόλεις, καθώς επιτρέπει στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να κατανοήσουν καλύτερα τις ανάγκες και τις συμπεριφορές των πολιτών. Η ανάπτυξη του Διαδικτύου των Αντικειμένων και η πληθώρα αισθητήρων που ενσωματώνονται στις αστικές υποδομές έχουν οδηγήσει στη δημιουργία και αξιοποίηση μεγάλου όγκου δεδομένων (Big Data). Μέσω αυτής της ανάλυσης, οι πόλεις μπορούν να προσαρμόσουν και να βελτιώσουν τις υπηρεσίες τους, κάνοντάς τις πιο αποτελεσματικές και προσανατολισμένες στις ανάγκες των πολιτών. Ας δούμε πιο αναλυτικά τα πλεονεκτήματα της χρήσης μεγάλου όγκου δεδομένων σε αστικές περιοχές:

i. Βελτίωση των Υπηρεσιών και Αστική Ανάπτυξη

Η ανάλυση των δεδομένων μεγάλου όγκου που συλλέγονται από διάφορες πηγές (όπως αισθητήρες, συστήματα κυκλοφορίας, και μέσα μαζικής μεταφοράς) επιτρέπει στους δήμους να κατανοήσουν την κυκλοφοριακή ροή, τη χρήση δημόσιων χώρων, την ανάγκη για νέες υποδομές και υπηρεσίες, καθώς και τις προτιμήσεις των πολιτών. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν οι φορείς διαχείρισης της πόλης να σχεδιάσουν πιο αποδοτικά και εστιασμένα έργα υποδομής που ικανοποιούν τις πραγματικές ανάγκες της πόλης.

ii. Αποδοτική Κατανομή Πόρων:

Η ανάλυση των δεδομένων μεγάλου όγκου βοηθά στην αποδοτική κατανομή των πόρων. Για παράδειγμα, αν από τα δεδομένα προκύψει ότι μια περιοχή έχει υψηλή ζήτηση για δημόσια συγκοινωνία σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, μπορούν να αυξηθούν οι συχνότητες των δρομολογίων ή να γίνει αναδιαμόρφωση των δρομολογίων για τη μείωση των χρόνων αναμονής. Αυτό οδηγεί σε μια πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων και βελτιώνει την εξυπηρέτηση των πολιτών.

iii. Βελτιστοποίηση Δημόσιων Υπηρεσιών:

Η συνεχής συλλογή δεδομένων μεγάλου όγκου, όπως η καταγραφή των κινήσεων των επιβατών στις δημόσιες συγκοινωνίες, μπορεί να αποκαλύψει μοτίβα χρήσης που δεν είναι άμεσα ορατά. Για παράδειγμα, οι δρομολογήσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς μπορούν να βελτιστοποιηθούν με βάση τα δεδομένα αυτών των κινήσεων, μειώνοντας τις καθυστερήσεις και εξασφαλίζοντας ότι οι πολίτες εξυπηρετούνται καλύτερα. Αυτού του είδους η ανάλυση συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση της κυκλοφορίας και τη μείωση του κόστους των υπηρεσιών.

iv. Ενημερωμένες Αποφάσεις:

Η χρήση μεγάλου όγκου δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων βοηθά τους φορείς διαχείρισης της πόλης να βασίζονται τις στρατηγικές τους σε αντικειμενικές πληροφορίες αντί για εκτιμήσεις ή υποθέσεις. Η συνεχής ροή δεδομένων επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση προβλημάτων και την άμεση διόρθωσή τους, αποφεύγοντας δαπανηρές καθυστερήσεις και αναποτελεσματικότητες. Αυτό έχει θετική επίδραση στη συνολική ποιότητα ζωής των πολιτών και στην αποδοτικότητα των δημόσιων υπηρεσιών. (Filipporou, 2019)

2.2.7 Δίκτυα 5^{ης} Γενιάς

Η τεχνολογία των δικτύων 5ης γενιάς (5G) αποτελεί το επόμενο μεγάλο βήμα στην εξέλιξη των δικτύων κινητής τηλεφωνίας, προσφέροντας σημαντικές βελτιώσεις στις ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων, στην χαμηλή καθυστέρηση και στην υψηλή χωρητικότητα δικτύου. Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν το 5G ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν άμεση επικοινωνία και ανταπόκριση σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, πέρα από το 5G, υπάρχουν και άλλα δίκτυα που συμβάλλουν στην ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων, όπως τα δίκτυα Wi-Fi 6, LPWAN, τα δίκτυα οπτικών ινών και τα δίκτυα Mesh.

Ανάλυση της Χρήσης του 5G και Άλλων Δικτύων στις Έξυπνες Πόλεις

i. Υψηλές Ταχύτητες και Χαμηλή Καθυστέρηση

Το 5G προσφέρει υψηλές ταχύτητες δεδομένων, που φτάνουν σε αρκετά Gigabits ανά δευτερόλεπτο, επιτρέποντας τη μετάδοση μεγάλου όγκου δεδομένων γρήγορα και αποτελεσματικά. Παράλληλα, η ελάχιστη καθυστέρηση είναι καθοριστική για εφαρμογές που απαιτούν άμεση ανταπόκριση, όπως η αυτόνομη οδήγηση και η τηλεϊατρική. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της αυτόνομης οδήγησης, οι συσκευές εντός του οχήματος πρέπει να επικοινωνούν συνεχώς με το περιβάλλον και το δίκτυο για να λάβουν ακριβείς και έγκαιρες πληροφορίες, ώστε να αποφύγουν ατυχήματα ή να προσαρμοστούν στις συνθήκες του δρόμου. Το 5G επιτρέπει την επικοινωνία αυτών των συσκευών σε πραγματικό χρόνο, μειώνοντας τις καθυστερήσεις στην ανταλλαγή δεδομένων.

ii. Αυτονομία Οδήγησης και Έξυπνα Δίκτυα Ενέργειας

Το 5G είναι κρίσιμο για την υλοποίηση και βελτίωση των έξυπνων δικτύων ενέργειας, όπου η αποδοτική και ακριβής επικοινωνία μεταξύ συσκευών είναι απαραίτητη για τη διαχείριση και την κατανομή ενέργειας. Τα δίκτυα αυτά χρειάζονται γρήγορη ανταπόκριση για την παρακολούθηση της κατανάλωσης και την άμεση αναδιάταξη της ενέργειας όταν απαιτείται.

iii. Τηλεϊατρική και Απομακρυσμένες Υπηρεσίες Υγείας

Στην τηλεϊατρική, η τεχνολογία 5G επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση ασθενών σε πραγματικό χρόνο, ακόμα και σε απομακρυσμένες περιοχές, καθώς και τη μετάδοση ζωντανών ιατρικών δεδομένων από τον ασθενή στον γιατρό με ελάχιστη καθυστέρηση, κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για την ακριβή διάγνωση και θεραπεία.

iv. Ενίσχυση των Υποδομών της Έξυπνης Πόλης

Η ευρεία υιοθέτηση του 5G στις έξυπνες πόλεις ενισχύει την ικανότητα των πόλεων να διαχειρίζονται τις υποδομές τους με μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Μπορεί να υποστηρίξει τις έξυπνες μεταφορές, τον έξυπνο φωτισμό, την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και την ενεργειακή διαχείριση, δημιουργώντας ένα πιο συνδεδεμένο και αποδοτικό αστικό περιβάλλον.

ν. Άλλα Δίκτυα στις Έξυπνες Πόλεις

Εκτός από το 5G, υπάρχουν και άλλα δίκτυα που συμβάλλουν στη λειτουργία των έξυπνων πόλεων:

Δίκτυα Wi-Fi 6: Παρέχουν αυξημένες ταχύτητες, χαμηλότερη καθυστέρηση και καλύτερη απόδοση σε πολυσύχναστες περιοχές, όπως πλατείες και σταθμοί μέσων μαζικής μεταφοράς.

LPWAN (LowPowerWideAreaNetworks): Χρησιμοποιούνται κυρίως σε IoT εφαρμογές, όπως οι έξυπνοι μετρητές νερού και ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς επιτρέπουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και μεγάλη εμβέλεια.

Δίκτυα οπτικών ινών: Παρέχουν εξαιρετικά υψηλές ταχύτητες δεδομένων και χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση υποδομών και τη μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων.

Δίκτυα Mesh: Χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της συνδεσιμότητας σε δυσπρόσιτες περιοχές, καθώς οι συσκευές λειτουργούν ως κόμβοι που διαμοιράζουν το σήμα, προσφέροντας πιο σταθερή κάλυψη.

Η συνδυαστική χρήση αυτών των τεχνολογιών εξασφαλίζει τη βέλτιστη λειτουργία των έξυπνων πόλεων, δημιουργώντας ένα διασυνδεδεμένο και αποτελεσματικό αστικό περιβάλλον. (fiberroad), (reply)

2.2.8 Υπολογιστικό Νέφος

Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει την αποθήκευση, επεξεργασία και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων μέσω απομακρυσμένων διακομιστών που είναι συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στις πόλεις να διαχειρίζονται και να αξιοποιούν τα δεδομένα με αποτελεσματικότητα, μειώνοντας την ανάγκη για επενδύσεις σε τοπικούς υπολογιστές και υποδομές. Στις έξυπνες πόλεις, το νέφος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων από αισθητήρες, συστήματα παρακολούθησης και άλλες πηγές, διευκολύνοντας την λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο και την παροχή δυναμικών λύσεων σε αστικά ζητήματα.

i. Διαχείριση Μεγάλων Όγκων Δεδομένων:

Στις έξυπνες πόλεις, οι αισθητήρες και άλλες τεχνολογίες παράγουν καθημερινά τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα μπορεί να περιλαμβάνουν πληροφορίες για την κυκλοφορία, τη χρήση ενέργειας, τις καιρικές συνθήκες, την ποιότητα του αέρα και άλλες κρίσιμες παραμέτρους. Το υπολογιστικό

νέφος επιτρέπει την αποθήκευση αυτών των δεδομένων σε κεντρικούς διακομιστές, προσφέροντας μεγάλη ευελιξία στην πρόσβαση, στην ανάλυση και στην κοινή χρήση τους. Αυτό διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, καθώς οι πληροφορίες είναι άμεσα διαθέσιμες για επεξεργασία από εξειδικευμένα λογισμικά και αναλυτικά εργαλεία.

ii. Ανάλυση Δεδομένων σε Πραγματικό Χρόνο:

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του νέφους είναι η δυνατότητα για ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες στις πόλεις (π.χ. για την κυκλοφορία, τη ρύπανση ή τη χρήση ενέργειας) μπορούν να επεξεργαστούν και να αναλυθούν άμεσα. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση της κυκλοφορίας μπορεί να βελτιωθεί μέσω των δεδομένων που συγκεντρώνονται και αναλύονται σε πραγματικό χρόνο από το νέφος, προσαρμόζοντας τα φανάρια και την ροή της κυκλοφορίας ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση των δρόμων. Η ανάλυση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο συμβάλλει επίσης στην παροχή δημόσιων υπηρεσιών, επιτρέποντας στους φορείς να ανταποκριθούν άμεσα στις ανάγκες των πολιτών.

iii. Διαχείριση Ενέργειας:

Η διαχείριση ενέργειας είναι ένα από τα πιο σημαντικά πεδία εφαρμογής του υπολογιστικού νέφους στις έξυπνες πόλεις. Το νέφος επιτρέπει τη συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές ενέργειας (π.χ. έξυπνοι μετρητές, αισθητήρες φωτισμού, κ.λπ.) για να επιτευχθεί έξυπνος έλεγχος και διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό περιλαμβάνει την προσαρμογή της κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας όταν αυτό είναι εφικτό.

iv. Παροχή Δημόσιων Υπηρεσιών:

Το νέφος είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για την παροχή δημόσιων υπηρεσιών. Από τη διαχείριση της υγείας, της παιδείας και της ασφάλειας, έως τις υπηρεσίες κοινωνικής πρόνοιας και την εξυπηρέτηση των πολιτών, το νέφος επιτρέπει τη συγκέντρωση και κοινή χρήση κρίσιμων δεδομένων μεταξύ των διαφόρων οργανισμών και φορέων. Επιπλέον, η χρήση του νέφους μπορεί να διευκολύνει την ψηφιοποίηση και την αυτοματοποίηση αυτών των υπηρεσιών, με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα των υπηρεσιών. (Βαγγελάτος, 2023)

2.3Τα Οφέλη των έξυπνων πόλεων

Οι έξυπνες πόλεις ενσωματώνουν προηγμένες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, την προώθηση της βιωσιμότητας και την αποτελεσματικότερη διαχείριση των αστικών υποδομών. Ωστόσο, η υλοποίηση αυτών των πόλεων συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις.

2.3.1: Βελτίωση Ποιότητας Ζωής

Η ενσωμάτωση ψηφιακών υπηρεσιών στις πόλεις βελτιώνει τη διαχείριση πόρων, μειώνει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και προωθεί βιώσιμες λύσεις.

- ❖ Αποδοτική χρήση πόρων: Παρακολούθηση κατανάλωσης ενέργειας και νερού σε πραγματικό χρόνο για μείωση απωλειών και βέλτιστη κατανομή.
- ❖ Μείωση συμφόρησης & ρύπανσης: Έξυπνα συστήματα κυκλοφορίας βελτιώνουν τη ροή οχημάτων, μειώνοντας εκπομπές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- ❖ Βιώσιμες υποδομές: Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός LED και αυτοματοποιημένα συστήματα διαχείρισης ενισχύουν την εξοικονόμηση ενέργειας και μειώνουν τις εκπομπές ρύπων. (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2023)

Σύμφωνα με έκθεση του World Economic Forum, η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών στις πόλεις μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της αποδοτικότητας κατά 20–30% μέσω της βελτιστοποίησης των πόρων και της μείωσης των αποβλήτων. (WorldEconomicForum, 2020)

Επίσης, έρευνες του OECD τονίζουν ότι οι ψηφιακές λύσεις στις αστικές περιοχές συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, μειώνοντας τα κόστη λειτουργίας και ενισχύοντας την ανταγωνιστικότητα των πόλεων σε παγκόσμιο επίπεδο. (OECD, 2019)

2.3.2 Οικονομική Ανάπτυξη στις Έξυπνες Πόλεις

Η υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών στις πόλεις δεν περιορίζεται μόνο στη βελτίωση της ποιότητας ζωής και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, αλλά έχει σημαντικές επιπτώσεις και στην οικονομική ανάπτυξη. Σύμφωνα με το Microsoft για τις “Έξυπνες πόλεις – Οι πόλεις του μέλλοντος”, οι ψηφιοποιημένες αστικές υποδομές δημιουργούν ένα ευνοϊκό περιβάλλον για επιχειρηματικές δραστηριότητες και

επενδύσεις, ενισχύοντας την ανταγωνιστικότητα των πόλεων και προσελκύοντας νέες επενδύσεις. (Microsoft, 2023)

Οι έξυπνες πόλεις που υιοθετούν ψηφιακές τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν το ΑΕΠ τους μέσω της βελτιστοποίησης της χρήσης πόρων και της ενίσχυσης της καινοτομίας. (WorldEconomicForum, 2020)

Επίσης, οι αναλύσεις του OECD επισημαίνουν πως η ψηφιακή μεταμόρφωση των αστικών κέντρων συμβάλλει στη μείωση των λειτουργικών εξόδων και στην αύξηση της απασχόλησης, ενισχύοντας την οικονομική ανάπτυξη και την ανταγωνιστικότητα των πόλεων. (OECD, 2019)

Η εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών μετατρέπει τις πόλεις σε δυναμικά κέντρα οικονομικής ανάπτυξης. Η πρόσβαση σε νέες επενδύσεις, η δημιουργία εξειδικευμένων θέσεων εργασίας και η αύξηση της ανταγωνιστικότητας συμβάλλουν σε ένα οικονομικό περιβάλλον που ανταποκρίνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις. Η ψηφιοποίηση όχι μόνο μειώνει τα λειτουργικά κόστη, αλλά και προάγει μια βιώσιμη και καινοτόμο οικονομική δομή που ενισχύει την οικονομική ανθεκτικότητα και ανάπτυξη του αστικού χώρου.

2.3.3 Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα στις Έξυπνες Πόλεις

Η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών στις αστικές υποδομές συμβάλλει ουσιαστικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στην προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποτελώντας ένα κρίσιμο βήμα για την προστασία του περιβάλλοντος. Μέσω της εφαρμογής καινοτόμων ενεργειακών λύσεων, οι έξυπνες πόλεις μπορούν να μειώσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα και να εξασφαλίσουν μια πιο βιώσιμη λειτουργία.

- Μείωση Εκπομπών CO₂: Η έξυπνη διαχείριση ενέργειας και η χρήση ανανεώσιμων πηγών μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των πόλεων.
- Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών: Ηλιακή και αιολική ενέργεια, σε συνδυασμό με smart grids, ενισχύουν τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- Βελτιστοποίηση Ενεργειακής Απόδοσης: Έξυπνοι μετρητές και real-time διαχείριση επιτρέπουν εξοικονόμηση ενέργειας και αποδοτικότερη κατανομή.
- Περιβαλλοντική Προστασία: Η μείωση εκπομπών και ρύπανσης βελτιώνει την ποιότητα αέρα και ζωής, συμβάλλοντας στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2023)

Σύμφωνα με αναλύσεις του European Environment Agency (EEA), η υιοθέτηση ψηφιακών λύσεων σε πόλεις που στοχεύουν στη μείωση του ενεργειακού τους αποτυπώματος οδηγεί σε βελτίωση της ποιότητας του αέρα και

μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις στις κλιματικές αλλαγές.(EuropeanEnvironmentAgency., 2020)

Επιπλέον, έρευνες του World Economic Forum δείχνουν ότι οι έξυπνες πόλεις, μέσα από την αξιοποίηση προηγμένων ενεργειακών τεχνολογιών, μπορούν να αυξήσουν την ενεργειακή τους αποδοτικότητα και να συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος μέσω της μείωσης των εκπομπών.(WorldEconomicForum, 2020)

2.3.4 Προκλήσεις των έξυπνων πόλεων

Παρά τα σημαντικά οφέλη που προσφέρουν οι έξυπνες πόλεις, η υλοποίησή τους συνοδεύεται από μια σειρά προκλήσεων που αφορούν τη διαχείριση δεδομένων, τη χρηματοδότηση, την τεχνολογική πολυπλοκότητα και την ιδιωτικότητα των πολιτών. Η συλλογή και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων απαιτεί ισχυρά μέτρα κυβερνοασφάλειας, ενώ οι υψηλές οικονομικές απαιτήσεις καθιστούν τη χρηματοδότηση κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας. Επιπλέον, η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών τεχνολογικών συστημάτων αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων είναι απαραίτητη για τη βιώσιμη και ασφαλή ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων.

Διαχείριση Δεδομένων και Ιδιωτικότητα στις Έξυπνες Πόλεις

Η συλλογή και επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για τις έξυπνες πόλεις, καθώς η συνεχής ροή πληροφοριών από διάφορα συστήματα όπως αισθητήρες, κάμερες και συσκευές IoT ενισχύει σημαντικά τις δυνατότητες παρακολούθησης και βελτιστοποίησης των αστικών λειτουργιών. Ωστόσο, αυτή η ευρεία συλλογή δεδομένων εγείρει σοβαρά ζητήματα σχετικά με την προστασία των προσωπικών πληροφοριών και την ιδιωτικότητα των πολιτών.

Σύμφωνα με τον (Κωνσταντάς, 2024), η προστασία της ιδιωτικότητας αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για την αποδοχή και βιωσιμότητα των έξυπνων πόλεων. Συγκεκριμένα, η συλλογή μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων απαιτεί την εφαρμογή αυστηρών μέτρων κυβερνοασφάλειας όπως η κρυπτογράφηση, ο έλεγχος πρόσβασης και οι μηχανισμοί ανίχνευσης παραβιάσεων για να διασφαλιστεί ότι τα προσωπικά δεδομένα δεν διαρρέουν ή καταχρησιμοποιούνται.

Επιπλέον, η διαχείριση των δεδομένων στις έξυπνες πόλεις απαιτεί την ανάπτυξη ολοκληρωμένων πολιτικών προστασίας προσωπικών δεδομένων, οι οποίες να συνδυάζουν τεχνικές λύσεις με νομοθετικές ρυθμίσεις και

κατευθυντήριες γραμμές. Αυτό είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των πολιτών και την πρόληψη πιθανών κινδύνων που σχετίζονται με παραβιάσεις της ιδιωτικότητας.

Επιπρόσθετα, διεθνείς μελέτες, όπως αυτές του World Economic Forum και του IEEE Smart Cities, τονίζουν πως η υιοθέτηση ολιστικών στρατηγικών κυβερνοασφάλειας μπορεί να μειώσει σημαντικά τους κινδύνους διαρροής δεδομένων και να βελτιώσει την εμπιστοσύνη των πολιτών προς τις ψηφιακές υπηρεσίες των έξυπνων πόλεων. (IEEE, 2021) (World Economic Forum, 2020)

Τεχνολογική Πολυπλοκότητα και Διαλειτουργικότητα στις Έξυπνες Πόλεις

Η τεχνολογική πολυπλοκότητα στις έξυπνες πόλεις προκύπτει από τη συνύπαρξη διαφόρων συστημάτων, όπως IoT, αισθητήρες και πλατφόρμες διαχείρισης πόρων, τα οποία πρέπει να λειτουργούν συγχρονισμένα για να επιτευχθεί η αποδοτικότητα. Η διαλειτουργικότητα απαιτεί ενοποιημένες λύσεις, κοινά πρότυπα και αυστηρούς ελέγχους για την ασφαλή και αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων.

Οι προκλήσεις περιλαμβάνουν τη διαφορά στα πρωτόκολλα και τις αρχιτεκτονικές λύσεις, την ανάγκη για συνεχιζόμενη ενημέρωση και τη διαχείριση της πολυπλοκότητας μέσω προτύπων και κατευθυντήριων γραμμών. Η επίλυση αυτών των θεμάτων απαιτεί ολιστική προσέγγιση και συνεχείς επενδύσεις στην έρευνα και ανάπτυξη.

Σύμφωνα με τον (Τσαβαλιάς, 2023), και το (IEEE, 2021), η ενοποίηση τεχνολογιών βελτιώνει την απόδοση των υποδομών, μειώνοντας το κόστος και ενισχύοντας την αποδοτικότητα. Το (World Economic Forum, 2020), τονίζει πως η ομαλή ανταλλαγή δεδομένων είναι κρίσιμη για την ψηφιακή μεταρρύθμιση των πόλεων, επιφέροντας υψηλότερη ανταγωνιστικότητα.

Χρηματοδότηση και Επενδύσεις στις Έξυπνες Πόλεις

Η ανάπτυξη των απαραίτητων ψηφιακών υποδομών για τη λειτουργία των έξυπνων πόλεων απαιτεί μεγάλες επενδύσεις, γεγονός που συχνά αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για πολλές τοπικές αρχές. Σύμφωνα με τον (Οικονομού, 2018) οι απαιτήσεις για την αναβάθμιση των αστικών υποδομών και η υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών επιφέρουν υψηλά αρχικά κόστη, τα οποία πολλές πόλεις δυσκολεύονται να καλύψουν.

Κύριες Προκλήσεις:

- I. Υψηλό Αρχικό Κόστος: Μεγάλες επενδύσεις για δίκτυα υψηλής ταχύτητας, IoT και πλατφόρμες διαχείρισης πόρων.
- II. Προκλήσεις στη Διαχείριση Επενδύσεων: Απαραίτητος ο στρατηγικός σχεδιασμός για αποφυγή καθυστερήσεων και υπερβάσεων προϋπολογισμού.
- III. Ανάγκη για Συνεργασίες: Συμπράξεις με ιδιωτικούς φορείς και διεθνείς οργανισμούς για την εξασφάλιση χρηματοδότησης.

Επιπρόσθετα, διεθνείς μελέτες από οργανισμούς όπως το OECD και το World Economic Forum επισημαίνουν πως η εφαρμογή ολοκληρωμένων στρατηγικών χρηματοδότησης και διαχείρισης των δεδομένων μπορεί μακροπρόθεσμα να μειώσει τα λειτουργικά κόστη και να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των αστικών κέντρων. Αυτό, όμως, απαιτεί συντονισμένη δράση και συνεχή επένδυση, ώστε να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα και η αποδοτικότητα των έξυπνων πόλεων. (OECD, 2019) (World Economic Forum, 2020)

Η χρηματοδότηση αποτελεί ένα από τα κύρια εμπόδια στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων. Οι υψηλές απαιτήσεις για την κατασκευή και αναβάθμιση των ψηφιακών υποδομών απαιτούν σημαντικές επενδύσεις, οι οποίες μπορεί να είναι δύσκολες να καλυφθούν από περιορισμένους πόρους των τοπικών κοινοτήτων. Για την υπέρβαση αυτών των προκλήσεων, είναι απαραίτητη η δημιουργία στρατηγικών συνεργασιών με ιδιωτικούς φορείς και διεθνείς οργανισμούς, καθώς και η υιοθέτηση ολιστικών στρατηγικών διαχείρισης των επενδύσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν πρώτα οι καινοτομίες που υιοθετούνται στις έξυπνες πόλεις, με έμφαση στις τεχνολογικές λύσεις και τις στρατηγικές που συμβάλλουν στη βελτίωση των αστικών υποδομών και υπηρεσιών. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε παραδείγματα από τις πόλεις της Σιγκαπούρης, της Βαρκελώνης, του Άμστερνταμ, της Νέας Υόρκης και της Τόκιο, αναδεικνύοντας τις επιτυχημένες πρακτικές και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν. Τέλος, θα παρουσιαστούν και οι υποδομές και οι καινοτομίες που υλοποιούνται στην Ελλάδα, με στόχο να καταδείξουμε τη συμβολή των έξυπνων τεχνολογιών στην ανάπτυξη βιώσιμων και ανταγωνιστικών αστικών κέντρων.

3.1 Υποδομές και καινοτομίες

Οι έξυπνες πόλεις ενσωματώνουν προηγμένες υποδομές και καινοτόμες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και την αποτελεσματική διαχείριση των αστικών πόρων. Κύριες συνιστώσες αυτών των υποδομών περιλαμβάνουν:

3.1.1 Έξυπνος φωτισμός

Ο έξυπνος φωτισμός αποτελεί μια από τις κύριες καινοτομίες που υιοθετούν οι έξυπνες πόλεις για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και της ποιότητας ζωής των πολιτών. Η αντικατάσταση των παραδοσιακών φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED, οι οποίοι διαθέτουν δυνατότητες τηλεδιαχείρισης, συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση του κόστους λειτουργίας.

Στον Δήμο Κηφισιάς, η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων έξυπνου φωτισμού οδήγησε σε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 63%, ενώ παράλληλα ενίσχυσε το αίσθημα ασφάλειας στους δρόμους. (Ματσούκης, 2017)

Επιπλέον, η πόλη της Χαλκίδας υπήρξε πρωτοπόρος στην Ελλάδα, εγκαθιστώντας πιλοτικά συστήματα έξυπνου φωτισμού και στάθμευσης, υποστηριζόμενα από μια ενιαία πλατφόρμα έξυπνης πόλης. Αυτές οι τεχνολογίες στοχεύουν στη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των αστικών υποδομών. (Γκαϊδατζής, 2021)

Η υιοθέτηση του έξυπνου φωτισμού δεν περιορίζεται μόνο στην Ελλάδα. Διεθνώς, πολλές πόλεις αντικαθιστούν τα υπάρχοντα συστήματα φωτισμού με ενεργειακά αποδοτικούς λαμπτήρες LED, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας. (Κελαϊδή, 2020)

3.1.2 Διαχείριση Απορριμμάτων

Η ενσωμάτωση “έξυπνων” κάδων απορριμμάτων, εξοπλισμένων με αισθητήρες που μετρούν τη στάθμη πληρότητας, αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στη διαχείριση απορριμμάτων στις σύγχρονες πόλεις. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την αποστολή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στις αρμόδιες υπηρεσίες, διευκολύνοντας την αποδοτικότερη συλλογή απορριμμάτων και τη μείωση των δρομολογίων αποκομιδής.

Στο εμπορικό τρίγωνο της Αθήνας, η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος βασισμένου στο IoT έχει βελτιώσει σημαντικά την αποδοτικότητα της διαχείρισης απορριμμάτων. Οι αισθητήρες στους κάδους ενημερώνουν τις υπηρεσίες καθαριότητας για το επίπεδο πληρότητάς τους, επιτρέποντας την έγκαιρη και στοχευμένη αποκομιδή. (v-hub.vodafone, 2022)

Παράλληλα, στον Δήμο Βάρης-Βούλας-Βουλιαγμένης, έχει υιοθετηθεί μια λύση “έξυπνης” διαχείρισης απορριμμάτων με χρήση της τεχνολογίας NB-IoT. Αυτή η λύση επιτρέπει την παρακολούθηση της πληρότητας των κάδων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος και στην υιοθέτηση πιο φιλικών προς το περιβάλλον διαδρομών αποκομιδής. (cosmote)

Διεθνώς, η εταιρεία Bigbelly έχει αναπτύξει λύσεις παρακολούθησης απορριμμάτων με την τοποθέτηση έξυπνων αισθητήρων σε κάδους, παρέχοντας πληροφορίες για την πληρότητα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό επιτρέπει την έγκαιρη συλλογή απορριμμάτων και τη μείωση των περιττών δρομολογίων, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας το λειτουργικό κόστος. (verusplus.gr, 2024)

Συνολικά, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας IoT στη διαχείριση απορριμμάτων αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση των “έξυπνων” πόλεων, προσφέροντας λύσεις που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες για αποδοτικότητα και περιβαλλοντική ευαισθησία.

3.1.3 Έξυπνες Συγκοινωνίες: Ανάλυση και Εφαρμογές

Οι έξυπνες συγκοινωνίες αποτελούν έναν κρίσιμο πυλώνα της σύγχρονης αστικής διαχείρισης, καθώς ενσωματώνουν τεχνολογίες που στοχεύουν στη βελτίωση της κινητικότητας και στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης.

I. Παρακολούθηση Κυκλοφορίας σε Πραγματικό Χρόνο:

Η εφαρμογή αισθητήρων και συστημάτων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει την καταγραφή της κυκλοφορίας στους δρόμους. Μέσω αυτών των δεδομένων, οι αρμόδιες υπηρεσίες μπορούν να αντιδράσουν άμεσα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες, προσαρμόζοντας τις ρυθμίσεις των φωτεινών σηματοδοτών. Αυτή η δυναμική διαχείριση μειώνει τα σημεία συμφόρησης και επιτρέπει πιο ομαλές ροές κυκλοφορίας, συμβάλλοντας στην αύξηση της αποδοτικότητας του οδικού δικτύου.

II. Προσαρμογή Φωτεινών Σηματοδοτών:

Ο έξυπνος φωτισμός, σε συνδυασμό με δεδομένα κυκλοφορίας, επιτρέπει την αυτόματη ρύθμιση των χρονισμών των σηματοδοτών. Καθώς τα συστήματα αυτά προσαρμόζονται στις πραγματικές συνθήκες της κίνησης, βελτιώνεται ο χρόνος διέλευσης των οχημάτων, μειώνονται οι καθυστερήσεις και, κατ' επέκταση, βελτιώνεται η ασφάλεια στο οδικό δίκτυο.

III. Προώθηση της Ηλεκτροκίνησης και Υποδομές Φόρτισης:

Η υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων αποτελεί βασικό στοιχείο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η εγκατάσταση σταθμών φόρτισης σε στρατηγικά σημεία της πόλης διευκολύνει τους οδηγούς να επιλέγουν βιώσιμες μετακινήσεις, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Επιπρόσθετα, η προώθηση τέτοιων μετακινήσεων έχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και ενισχύει την εικόνα μιας πράσινης πόλης. (Magazine, 2023)

IV. Επιπρόσθετες Πληροφορίες από Ξένη Βιβλιογραφία:

Σύμφωνα με μια έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις έξυπνες πόλεις, η ολοκληρωμένη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στις μεταφορές οδηγεί σε σημαντική μείωση της κυκλοφορίας και βελτιστοποίηση της αστικής κινητικότητας (Commission, 2020). Επιπλέον, μελέτες διεθνών οργανισμών όπως το IEEE δείχνουν ότι η ενσωμάτωση συστημάτων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο στα δίκτυα κυκλοφορίας συμβάλλει στην αποτελεσματική διαχείριση των πόλεων και στη μείωση των εκπομπών, ενώ ενισχύει την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής των πολιτών (IEEE, 2021).

Συνοψίζοντας, οι έξυπνες συγκοινωνίες ενσωματώνουν την τεχνολογία για τη δημιουργία ενός διαδραστικού, προσαρμοστικού και αποδοτικού οδικού δικτύου. Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο, η δυναμική

προσαρμογή των σηματοδοτών και η ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης συμβάλλουν όχι μόνο στη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης αλλά και στη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος και της ασφάλειας στους δρόμους.

3.2 Παρουσίαση έξυπνων πόλεων

3.2.1 Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη έχει καθιερωθεί ως μία από τις κορυφαίες «έξυπνες» πόλεις παγκοσμίως, εφαρμόζοντας μια ολοκληρωμένη στρατηγική που ενσωματώνει τεχνολογικές καινοτομίες σε διάφορους τομείς της αστικής ζωής. (erixeiro, 2019)

Ψηφιακές Υποδομές και Διακυβέρνηση

Η κυβέρνηση της Σιγκαπούρης έχει επενδύσει σημαντικά σε ψηφιακές υποδομές, δημιουργώντας μια ισχυρή βάση για την ανάπτυξη έξυπνων λύσεων. Μέσω της πρωτοβουλίας “Smart Nation”, η πόλη-κράτος επιδιώκει να ενσωματώσει τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και η τεχνητή νοημοσύνη (AI) στη δημόσια διοίκηση, βελτιώνοντας την αποδοτικότητα και την ανταπόκριση των υπηρεσιών προς τους πολίτες. (IEEE, 2021)

Ανάλυση Δεδομένων και Τεχνητή Νοημοσύνη

Η Σιγκαπούρη αξιοποιεί την ανάλυση μεγάλων δεδομένων για τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, οι αρχές χρησιμοποιούν δεδομένα από αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι σε όλη την πόλη για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, της ποιότητας του αέρα και άλλων κρίσιμων παραμέτρων, επιτρέποντας την άμεση αντιμετώπιση προβλημάτων και τη βελτιστοποίηση των πόρων. (World Economic Forum, 2020)

Περιβαλλοντικές Πρωτοβουλίες και Βιωσιμότητα

Η δέσμευση της Σιγκαπούρης για βιωσιμότητα αντικατοπτρίζεται σε προγράμματα όπως το “Singapore Green Plan 2030”, το οποίο στοχεύει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στην προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επιπλέον, η πόλη επενδύει σε πράσινες υποδομές, όπως κάθετους κήπους και πράσινες στέγες, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την αντιμετώπιση της αστικής θερμικής νησίδας.

Κυκλοφορία και Μεταφορές

Το πρόγραμμα “Walk Cycle Ride” ενθαρρύνει τη χρήση βιώσιμων μέσων μεταφοράς, μειώνοντας την εξάρτηση από ιδιωτικά οχήματα και προωθώντας έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής. (Καραγεώργος, 2022) Επιπλέον, η Σιγκαπούρη δοκιμάζει αυτόνομα οχήματα και έξυπνα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας για τη βελτίωση της αστικής κινητικότητας και τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. (World Economic Forum, 2020)

Ασφάλεια και Κοινωνική Συνοχή

Η πόλη χρησιμοποιεί τεχνολογίες παρακολούθησης και ανάλυσης δεδομένων για την ενίσχυση της δημόσιας ασφάλειας, ενώ παράλληλα διασφαλίζει την προστασία της ιδιωτικότητας των πολιτών. (IEEE, 2021) Προγράμματα κοινωνικής ενσωμάτωσης και ψηφιακής εκπαίδευσης διασφαλίζουν ότι όλοι οι πολίτες επωφελούνται από τις τεχνολογικές εξελίξεις, μειώνοντας το ψηφιακό χάσμα και ενισχύοντας την κοινωνική συνοχή. (Cadler, 2016)

Η ολοκληρωμένη προσέγγιση της Σιγκαπούρης στην ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής και βιώσιμων πρακτικών την καθιστά πρότυπο για άλλες πόλεις που επιδιώκουν να εξελιχθούν σε «έξυπνες» πόλεις, προσφέροντας υψηλή ποιότητα ζωής στους κατοίκους τους.

3.2.2 Βαρκελώνη

Η Βαρκελώνη έχει αναδειχθεί ως μία από τις κορυφαίες έξυπνες πόλεις στον κόσμο, εφαρμόζοντας 27 προγράμματα σε 13 διαφορετικούς τομείς, με στόχο τη

δημιουργία παραγωγικών γειτονιών και μιας πόλης που είναι διασυνδεδεμένη και οικολογικά αποδοτική.

Έξυπνες Υποδομές και Τεχνολογίες

❖ Έξυπνος φωτισμός:

Η πόλη έχει εγκαταστήσει ενεργειακά αποδοτικές λάμπες LED, οι οποίες προσαρμόζουν την έντασή τους ανάλογα με την κίνηση και τις καιρικές συνθήκες, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας. (Carayannis, 2023)

❖ Ενεργειακή αυτάρκεια:

Με την προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ανάπτυξη μικροδικτύων, η Βαρκελώνη επιδιώκει να μειώσει την εξάρτηση από κεντρικά ενεργειακά συστήματα. Η πόλη χρησιμοποιεί φωτοβολταϊκά πάνελ και άλλες βιώσιμες λύσεις για την παραγωγή ενέργειας. (Γρηγορίου, 2021)

❖ Έξυπνη διαχείριση απορριμμάτων:

Η Βαρκελώνη έχει εγκαταστήσει αισθητήρες στους κάδους απορριμμάτων, οι οποίοι επιτρέπουν την παρακολούθηση της πληρότητάς τους σε πραγματικό χρόνο. Αυτό έχει οδηγήσει στη βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής και στη μείωση του κόστους αποκομιδής. (Gascó-Hernandez, 2018)

❖ Έξυπνες μεταφορές και στάσεις λεωφορείων:

Το σύστημα δημόσιων συγκοινωνιών της Βαρκελώνης αξιοποιεί τεχνολογίες ανάλυσης δεδομένων για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και τη βελτιστοποίηση των διαδρομών. Επιπλέον, έξυπνες στάσεις λεωφορείων παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις αφίξεις και τις αναχωρήσεις. (Carayannis, 2023)

❖ Διαχείριση χώρων στάθμευσης:

Η Βαρκελώνη χρησιμοποιεί ένα σύστημα αισθητήρων που ενημερώνει τους οδηγούς για διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης, μειώνοντας έτσι την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την εκπομπή ρύπων. (Gascó-Hernandez, 2018)

Κεντρική Πλατφόρμα Διαχείρισης και Δεδομένων

Η Βαρκελώνη έχει δημιουργήσει μια κεντρική πλατφόρμα, γνωστή ως Αίθουσα Επαγρύπνησης (Sentilo), η οποία συγκεντρώνει δεδομένα από αισθητήρες και συστήματα σε όλη την πόλη. Αυτή η πλατφόρμα επιτρέπει στις δημοτικές αρχές να παρακολουθούν και να διαχειρίζονται τις αστικές υποδομές σε πραγματικό χρόνο. (Γρηγορίου, 2021)

Συνεργασίες και Καινοτομία

Η πόλη έχει δημιουργήσει το Smart City Campus, όπου συνεργάζονται πανεπιστήμια, ιδιωτικές εταιρείες και δημόσιοι φορείς για την ανάπτυξη νέων τεχνολογικών λύσεων. Επιπλέον, συμμετέχει στο Cluster of Smart Cities, ένα δίκτυο συνεργασίας με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις για την ανταλλαγή τεχνογνωσίας. (Carayannis, 2023)

Συμμετοχή των Πολιτών

Η Βαρκελώνη έχει αναπτύξει ψηφιακές πλατφόρμες όπου οι πολίτες μπορούν να υποβάλλουν προτάσεις, να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων και να ενημερώνονται για τις εξελίξεις στην πόλη. Αυτή η προσέγγιση προάγει τη διαφάνεια και ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ των κατοίκων και των δημοτικών αρχών. (Gascó-Hernandez, 2018)

Μελλοντικές Προοπτικές και Προκλήσεις

Παρόλο που η Βαρκελώνη έχει επιτύχει σημαντική πρόοδο ως έξυπνη πόλη, αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως:

- Η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων από αισθητήρες και ψηφιακά συστήματα.
- Η διασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας των προσωπικών
- Η ανάγκη για συνεχή προσαρμογή των υποδομών στις τεχνολογικές εξελίξεις.

Για να διατηρήσει τον ηγετικό της ρόλο στις έξυπνες πόλεις, η Βαρκελώνη επικεντρώνεται στη βελτίωση των υπηρεσιών της μέσω τεχνολογιών όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και το IoT. (Γρηγορίου, 2021)

3.2.3 Άμστερνταμ

Το Άμστερνταμ αποτελεί μία από τις πιο πρωτοποριακές έξυπνες πόλεις παγκοσμίως, εφαρμόζοντας καινοτόμες λύσεις που βασίζονται στη συνεργασία, τη βιωσιμότητα και τη χρήση τεχνολογίας. Μέσω της πρωτοβουλίας Amsterdam Smart City (ASC), η πόλη έχει δημιουργήσει ένα δυναμικό οικοσύστημα που ενώνει φορείς από διαφορετικούς τομείς με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και την αντιμετώπιση αστικών προκλήσεων.

Διαδικτυακή Πλατφόρμα Ανοιχτού Τύπου

Ένας από τους βασικούς άξονες του ASC είναι η χρήση μιας διαδικτυακής πλατφόρμας ανοιχτού τύπου, η οποία διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ πολιτών, επιχειρήσεων, ερευνητικών ιδρυμάτων και τοπικών αρχών. Αυτή η πλατφόρμα επιτρέπει τη διαφανή ανταλλαγή πληροφοριών, προωθώντας την υιοθέτηση καινοτόμων λύσεων.

Πολυεπίπεδη Συμμετοχή Φορέων

Το μοντέλο λειτουργίας της έξυπνης πόλης του Άμστερνταμ βασίζεται στη δυναμική συνεργασία μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερομένων. Συνολικά, εννέα διαφορετικές κατηγορίες φορέων συμμετέχουν σε αυτή τη διαδικασία, όπως κυβερνητικοί οργανισμοί, ιδιωτικές επιχειρήσεις, πανεπιστήμια, start-ups και κοινωνικές οργανώσεις. Αυτή η πολυεπίπεδη προσέγγιση συμβάλλει στη διαμόρφωση στρατηγικών που είναι βιώσιμες και προσαρμόσιμες στις ανάγκες της πόλης.

Βιωσιμότητα και Κυκλική Οικονομία

Το ASC δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη βιωσιμότητα, προωθώντας λύσεις που μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της πόλης. Η πρωτοβουλία "Climate Street" αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, καθώς στοχεύει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης και της εφαρμογής καινοτόμων λύσεων στον δημόσιο φωτισμό και τη διαχείριση αποβλήτων.

Διαλειτουργικότητα και Διεθνής Συνεργασία

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του Άμστερνταμ ως έξυπνη πόλη είναι η έμφαση στη διαλειτουργικότητα και την ανταλλαγή γνώσης σε διεθνές επίπεδο. Μέσω της ανοιχτής πλατφόρμας ASC, επιχειρήσεις και ερευνητές από διάφορες χώρες μπορούν να συμμετέχουν σε έργα που δοκιμάζονται στην πόλη, επιτρέποντας την ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων που μπορούν να εφαρμοστούν και αλλού. (Knaap, 2018)

Το Άμστερνταμ έχει υιοθετήσει ένα καινοτόμο και συνεργατικό μοντέλο έξυπνης πόλης, το οποίο ενσωματώνει τεχνολογικές λύσεις, βιώσιμες πρακτικές και ενεργή συμμετοχή των πολιτών. Μέσω της ανοιχτής πλατφόρμας ASC, προωθεί τη διαφάνεια, τη συνεργασία και την καινοτομία, καθιστώντας την πόλη έναν παγκόσμιο ηγέτη στον τομέα των έξυπνων πόλεων.

3.2.4 Νέα Υόρκη

Η Νέα Υόρκη έχει επενδύσει σε τεχνολογικές λύσεις που βελτιώνουν την καθημερινότητα των κατοίκων, μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και ενισχύουν την αποδοτικότητα των δημόσιων υπηρεσιών.

Διαχείριση Απορριμμάτων

Η πόλη έχει υιοθετήσει το σύστημα BigBelly, έναν τύπο έξυπνου κάδου απορριμμάτων που περιλαμβάνει αισθητήρες για την παρακολούθηση του επιπέδου πληρότητας. Αυτοί οι κάδοι διαθέτουν επίσης συμπιεστές που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, επιτρέποντας τη χωρητικότητα απορριμμάτων να αυξηθεί έως και 500% σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς κάδους.

Έλεγχος Ποιότητας Αέρα

Η Νέα Υόρκη έχει εγκαταστήσει δίκτυο αισθητήρων για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, επιτρέποντας την ταυτοποίηση κύριων πηγών ρύπανσης.

Μέσω αυτής της πρωτοβουλίας, η πόλη μείωσε τις εκπομπές διοξειδίου του θείου κατά 70% από το 2008.

Έξυπνος Δημόσιος Φωτισμός

Το υπάρχον δίκτυο οδικού φωτισμού έχει αντικατασταθεί με έξυπνα LED φώτα, τα οποία όχι μόνο μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, αλλά επιτρέπουν και τον απομακρυσμένο έλεγχο της έντασης φωτισμού, μειώνοντας τα λειτουργικά κόστη.

LinkNYC – Δημόσιο Wi-Fi

Το πρόγραμμα LinkNYC έχει εγκαταστήσει πάνω από 2.200 σημεία πρόσβασης Wi-Fi, προσφέροντας δωρεάν συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο, δωρεάν κλήσεις και φορτιστές συσκευών. Αυτό το δίκτυο υποστηρίζεται οικονομικά μέσω διαφημίσεων, εξασφαλίζοντας τη διατήρηση της υπηρεσίας χωρίς κόστος για τους πολίτες.

Βιώσιμες Μεταφορές

Η Νέα Υόρκη εφαρμόζει το Better Buses ActionPlan, μια στρατηγική για την επιτάχυνση των δημόσιων συγκοινωνιών μέσω τεχνολογιών όπως το Transit Signal Priority (TSP). Το σύστημα αυτό επιτρέπει στα φανάρια να προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο, δίνοντας προτεραιότητα στα λεωφορεία, μειώνοντας έτσι τον συνολικό χρόνο μετακίνησης.

Έξυπνη Διαχείριση Υδάτων

Η πόλη χρησιμοποιεί ένα αυτοματοποιημένο σύστημα παρακολούθησης κατανάλωσης νερού (Automated Meter Reading - AMR) που επιτρέπει την καταγραφή των δεδομένων χρήσης σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, ενθαρρύνεται η χρήση Grey water (ανακυκλωμένου νερού) για άρδευση και άλλες μη πόσιμες χρήσεις. (Jigar Shah, 2019)

Η Νέα Υόρκη συνδυάζει καινοτόμες τεχνολογίες και έξυπνες υποδομές για να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των πολιτών της, εστιάζοντας στη βιωσιμότητα, την

ενεργειακή απόδοση και τη συνδεσιμότητα. Αυτές οι πρωτοβουλίες ενισχύουν την αποδοτικότητα των δημόσιων υπηρεσιών και συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενός μοντέλου έξυπνης πόλης που μπορεί να εφαρμοστεί και σε άλλες αστικές περιοχές.

3.2.5 Τόκιο

Το Τόκιο αποτελεί ένα από τα πιο ανεπτυγμένα παραδείγματα έξυπνης πόλης παγκοσμίως, εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες και στρατηγικές για τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών του. Η πόλη επικεντρώνεται στη βελτίωση της αστικής κινητικότητας, στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και στη δημιουργία ενός πιο αποδοτικού και συνδεδεμένου περιβάλλοντος.

Έξυπνες Μεταφορές και Πολυτροπική Ενοποίηση

Το Τόκιο διαθέτει ένα από τα πιο προηγμένα συστήματα δημόσιων συγκοινωνιών παγκοσμίως. Η ενσωμάτωση διαφορετικών μέσων μεταφοράς, όπως τρένα, μετρό και λεωφορεία, εξασφαλίζει γρήγορη και αποτελεσματική μετακίνηση εντός της πόλης. Τα συστήματα έξυπνης μετακίνησης (Intelligent Transport Systems – ITS) αξιοποιούν αισθητήρες, δυναμικές πινακίδες και αλγορίθμους διαχείρισης της κυκλοφορίας για την αποσυμφόρηση του οδικού δικτύου. Επιπλέον, οι πολίτες έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για δρομολόγια, καθυστερήσεις και αλλαγές πλατφόρμας, μέσω ψηφιακών οθονών και εφαρμογών κινητών συσκευών.

Βιώσιμη Αστική Κινητικότητα

Η προώθηση της βιώσιμης κινητικότητας αποτελεί προτεραιότητα στο Τόκιο. Η πόλη έχει αναπτύξει εκτεταμένα προγράμματα κοινής χρήσης ποδηλάτων (bike-sharing), τα οποία επιτρέπουν στους πολίτες να ενοικιάζουν ποδήλατα για σύντομες διαδρομές, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Παράλληλα, η ανάπτυξη πεζοδρομίων υψηλής ποιότητας και η δημιουργία ζωνών αποκλειστικά για πεζούς ενθαρρύνουν το περπάτημα ως βασικό μέσο μετακίνησης.

Πρωώθηση της Ηλεκτροκίνησης

Στο πλαίσιο της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το Τόκιο υποστηρίζει την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων (EVs) μέσω κινήτρων και επενδύσεων σε σταθμούς φόρτισης. Η μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση συμβάλλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Έξυπνη Διαχείριση Στάθμευσης

Ένα ακόμα καινοτόμο στοιχείο του Τόκιο είναι η υιοθέτηση έξυπνων συστημάτων στάθμευσης. Οι οδηγοί μπορούν να ενημερώνονται μέσω αισθητήρων και ψηφιακής σήμανσης για τις διαθέσιμες θέσεις στάθμευσης, μειώνοντας έτσι τον χρόνο που δαπανάται στην αναζήτηση χώρου στάθμευσης και, κατ' επέκταση, τη συμφόρηση στους δρόμους.

Συνεργασία και Τεχνολογική Καινοτομία

Η ανάπτυξη των έξυπνων αστικών λύσεων στο Τόκιο βασίζεται στη συνεργασία μεταξύ της κυβέρνησης, των συγκοινωνιακών φορέων, των τεχνολογικών εταιρειών και των ερευνητικών ιδρυμάτων. Μέσω αυτής της συνεργασίας, η πόλη συνεχώς ενσωματώνει νέες τεχνολογίες και βελτιώνει τις υπάρχουσες υποδομές, διασφαλίζοντας τη συνεχή εξέλιξη των έξυπνων λύσεων που εφαρμόζει.

Προκλήσεις και Μελλοντικές Προοπτικές

Παρά τις επιτυχίες της, η εφαρμογή των έξυπνων συστημάτων μετακίνησης στο Τόκιο συνοδεύεται από προκλήσεις. Ο αυξανόμενος αριθμός επιβατών, ιδιαίτερα στις ώρες αιχμής, απαιτεί συνεχή βελτίωση των συγκοινωνιακών υπηρεσιών. Επίσης, η ολοκλήρωση των διαφόρων τεχνολογικών συστημάτων και η προσαρμογή των πολιτών σε νέα μοντέλα κινητικότητας αποτελούν σημαντικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. (Radosław WOLNIAK, 2023)

Συμπερασματικά, το Τόκιο αποτελεί ένα επιτυχημένο παράδειγμα έξυπνης πόλης, αξιοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες για τη βελτίωση της κινητικότητας, τη

μείωση της συμφόρησης και την ενίσχυση της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Η συνεχής καινοτομία και η προσαρμογή στις σύγχρονες προκλήσεις διασφαλίζουν ότι η πόλη θα συνεχίσει να πρωτοπορεί στον τομέα των έξυπνων μεταφορών και της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης.

3.3 Παρουσίαση υποδομών στην Ελλάδα

Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων αποτελεί μια παγκόσμια τάση που σταδιακά κερδίζει έδαφος και στην Ελλάδα. Οι ελληνικές πόλεις, αν και αντιμετωπίζουν προκλήσεις όπως η έλλειψη χρηματοδότησης και οι γραφειοκρατικές διαδικασίες, έχουν αρχίσει να υιοθετούν τεχνολογικές λύσεις που βελτιώνουν τη διαχείριση των πόρων, την κινητικότητα και τις παρεχόμενες υπηρεσίες προς τους πολίτες.

Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι πιο σημαντικές έξυπνες υποδομές που έχουν εφαρμοστεί στη χώρα, εστιάζοντας σε πόλεις που πρωτοπορούν στον τομέα της έξυπνης διακυβέρνησης, της βιώσιμης κινητικότητας και της καινοτομίας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση των Τρικάλων, τα οποία θεωρούνται το πιο επιτυχημένο ελληνικό παράδειγμα έξυπνης πόλης, καθώς έχουν υλοποιήσει μια σειρά από καινοτόμες δράσεις που βελτιώνουν την καθημερινότητα των πολιτών και την αστική λειτουργία.

Η ανάλυση αυτή στοχεύει στο να αναδείξει τις πρακτικές που έχουν υιοθετηθεί στην Ελλάδα, να εξετάσει τα οφέλη και τις προκλήσεις της μετάβασης στις έξυπνες πόλεις και να προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα των δυνατοτήτων που υπάρχουν για περαιτέρω ανάπτυξη στον συγκεκριμένο τομέα.

3.3.1 Τα Τρίκαλα ως Έξυπνη Πόλη

Τα Τρίκαλα αποτελούν ένα από τα πιο επιτυχημένα παραδείγματα έξυπνης πόλης στην Ελλάδα, αξιοποιώντας την τεχνολογία για τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Ο ψηφιακός τους μετασχηματισμός ξεκίνησε το 2004, όταν ο Δήμος Τρικκαίων έθεσε ως στόχο την υιοθέτηση προηγμένων τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την ενίσχυση της διαχείρισης των αστικών λειτουργιών (Χατζή, 2019-2020).

Βασικοί Στόχοι και Δράσεις

Η στρατηγική των Τρικάλων βασίζεται σε συγκεκριμένους πυλώνες ανάπτυξης, όπως η έξυπνη κινητικότητα, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση και η βιώσιμη διαχείριση

των πόρων (Anthopoulos, 2019). Κάποιες από τις σημαντικότερες εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- *Έξυπνες μεταφορές:* Τα Τρίκαλα ήταν από τις πρώτες ευρωπαϊκές πόλεις που δοκίμασαν λεωφορεία χωρίς οδηγό, στο πλαίσιο πιλοτικού προγράμματος αυτόνομης οδήγησης. Παράλληλα, εφαρμόστηκε έξυπνο σύστημα στάθμευσης, που επιτρέπει στους πολίτες να βρίσκουν διαθέσιμες θέσεις μέσω εφαρμογής, μειώνοντας την άσκοπη κυκλοφορία και τη συμφόρηση (Χατζή, 2019-2020).
- *Ψηφιακή διακυβέρνηση:* Ο Δήμος ανέπτυξε την πλατφόρμα e-trikala, μέσω της οποίας οι πολίτες μπορούν να καταθέτουν αιτήματα, να ενημερώνονται για δημοτικές υπηρεσίες και να συμμετέχουν σε δημόσιες διαβουλεύσεις, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την αλληλεπίδραση με τη δημοτική αρχή.
- *Υποδομές και συνδεσιμότητα:* Η πόλη έχει αναπτύξει δίκτυο οπτικών ινών και ασύρματου Wi-Fi, ενώ ήταν από τις πρώτες ελληνικές πόλεις που δοκίμασαν το δίκτυο 5G, προσφέροντας υψηλές ταχύτητες σύνδεσης για την ανάπτυξη εφαρμογών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Anthopoulos, 2019).
- *Περιβαλλοντική διαχείριση:* Ο Δήμος έχει εγκαταστήσει έξυπνους αισθητήρες για τη διαχείριση απορριμμάτων, την παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και τη ρύθμιση του φωτισμού, συμβάλλοντας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τη βιώσιμη ανάπτυξη (Χατζή, 2019-2020).
- *Πρωώθηση της καινοτομίας:* Σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της τεχνολογικής επιχειρηματικότητας διαδραματίζει το GISEMIHUB, ένα κέντρο καινοτομίας που λειτουργεί ως θερμοκοιτίδα για νεοφυείς επιχειρήσεις, προωθώντας την έρευνα και την ανάπτυξη στον τομέα των έξυπνων εφαρμογών.

Ο Ρόλος του Δήμου και η Προοπτική

Η επιτυχία των Τρικάλων ως έξυπνη πόλη οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη δυναμική στρατηγική του Δήμου Τρικκαίων, ο οποίος υλοποιεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο έξυπνης ανάπτυξης. Οι δράσεις αυτές έχουν συμβάλει στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών και έχουν καταστήσει την πόλη σημείο αναφοράς σε διεθνές επίπεδο, καθώς το μοντέλο αυτό μπορεί να λειτουργήσει ως παράδειγμα και για άλλους δήμους στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Στο μέλλον, η πόλη στοχεύει στη συνέχιση της ανάπτυξης καινοτόμων λύσεων, δίνοντας έμφαση στη βιώσιμη αστική κινητικότητα, την ενεργειακή αποδοτικότητα και την περαιτέρω ψηφιοποίηση των υπηρεσιών (Χατζή, 2019-2020).

3.3.2 Αθήνα: Η Μετάβαση σε μια Έξυπνη Πόλη

Η Αθήνα, ως η μεγαλύτερη πόλη της Ελλάδας, έχει αναγνωρίσει την ανάγκη για ψηφιακό και βιώσιμο μετασχηματισμό, υλοποιώντας έργα που στοχεύουν στην έξυπνη διαχείριση των υποδομών και τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών. Με την υιοθέτηση τεχνολογιών αιχμής, επιδιώκει να γίνει μια σύγχρονη «έξυπνη πόλη», ακολουθώντας τα πρότυπα μεγάλων ευρωπαϊκών μητροπόλεων.

Ψηφιακές Υπηρεσίες και Εξυπηρέτηση Πολιτών

Μία από τις σημαντικότερες παρεμβάσεις του Δήμου Αθηναίων είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος ψηφιακών υπηρεσιών, μέσω του οποίου οι πολίτες μπορούν να εξυπηρετούνται απομακρυσμένα, μειώνοντας τη γραφειοκρατία και βελτιώνοντας την αποδοτικότητα των δημοτικών υπηρεσιών. Η διαδικτυακή πλατφόρμα «Δημότης Αθηναίων» επιτρέπει την ηλεκτρονική υποβολή αιτημάτων και την παρακολούθηση της πορείας τους, συμβάλλοντας σε μια πιο διαφανή και άμεση επικοινωνία μεταξύ πολιτών και δημοτικής αρχής. (Μπακογιάννης)

Έξυπνη Διαχείριση Κυκλοφορίας και Βιώσιμη Μετακίνηση

Η πόλη έχει προχωρήσει στην υλοποίηση «έξυπνων» φαναριών, τα οποία ρυθμίζουν αυτόματα τη ροή της κυκλοφορίας, μειώνοντας την κίνηση και τις εκπομπές CO₂. Επιπλέον, έχει εφαρμοστεί ένα πιλοτικό σύστημα αισθητήρων στους δρόμους που καταγράφουν την κίνηση και παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη βελτίωση της κυκλοφορίας.

Παράλληλα, στο πλαίσιο του προγράμματος «Αθήνα Ψηλά 2023», έχουν εγκατασταθεί σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων σε κεντρικά σημεία της πόλης, διευκολύνοντας τη μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση. (skai.gr, 2021)

Έξυπνος Φωτισμός και Περιβαλλοντική Παρακολούθηση

Ο Δήμος Αθηναίων έχει προχωρήσει στην αντικατάσταση του συμβατικού οδοφωτισμού με «έξυπνα» LED φώτα, τα οποία ρυθμίζουν την έντασή τους ανάλογα με την κίνηση και τις συνθήκες φωτισμού, συμβάλλοντας στην

εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, έχουν εγκατασταθεί αισθητήρες ατμοσφαιρικής ρύπανσης που καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο την ποιότητα του αέρα, δίνοντας τη δυνατότητα λήψης μέτρων για τη μείωση των ρύπων.

«Project Αθηνά»: Μια Πιλοτική Προσέγγιση στην Έξυπνη Διαχείριση

Ένα από τα πιο καινοτόμα έργα που εφαρμόζονται στην Αθήνα είναι το «Project Αθηνά», μια συνεργασία μεταξύ του Δήμου Αθηναίων, της Microsoft και της ATCOM. Το έργο αυτό ξεκίνησε πιλοτικά στην πλατεία Κοτζιά και στο Κολωνάκι, χρησιμοποιώντας αισθητήρες και αλγορίθμους τεχνητής νοημοσύνης για τη διαχείριση της καθαριότητας, της κυκλοφορίας και της ασφάλειας των πολιτών. Στόχος είναι η σταδιακή επέκτασή του σε περισσότερες περιοχές της πόλης. (skai.gr, 2021)

Η Αθήνα βρίσκεται σε φάση ψηφιακού μετασχηματισμού, με έργα που βελτιώνουν την καθημερινότητα των κατοίκων και προωθούν τη βιωσιμότητα. Οι πρωτοβουλίες για την έξυπνη διαχείριση της κυκλοφορίας, τη βελτίωση των δημοτικών υπηρεσιών και την εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής αποδεικνύουν ότι η πόλη κάνει σταθερά βήματα προς το μέλλον των έξυπνων πόλεων.

3.3.3 Θεσσαλονίκη Η πορεία προς μια έξυπνη πόλη

Η Θεσσαλονίκη κάνει σταδιακά βήματα για να μετατραπεί σε μια «έξυπνη πόλη», αξιοποιώντας σύγχρονες τεχνολογίες με σκοπό τη βελτίωση της καθημερινής ζωής των πολιτών και τη βιώσιμη ανάπτυξη της πόλης. Μέσα από διάφορα έργα και επενδύσεις, η πόλη προσπαθεί να ενισχύσει την ψηφιακή διακυβέρνηση, τη βιώσιμη μετακίνηση, τη διαχείριση του αστικού περιβάλλοντος και την ασφάλεια των πολιτών.

Ψηφιακή Αναβάθμιση και Χρηματοδότηση από το Ταμείο Ανάκαμψης

Ένα από τα πιο σημαντικά έργα για τη Θεσσαλονίκη είναι η χρηματοδότηση ύψους 9,9 εκατομμυρίων ευρώ από το Ταμείο Ανάκαμψης, η οποία αποσκοπεί στη βελτίωση των ψηφιακών υποδομών της πόλης. Μέσω αυτής της επένδυσης, αναπτύσσονται εφαρμογές που βελτιώνουν την επικοινωνία των πολιτών με τον

δήμο, μειώνουν τη γραφειοκρατία και καθιστούν ευκολότερη την πρόσβαση σε δημόσιες υπηρεσίες. Παράλληλα, το πρόγραμμα περιλαμβάνει δράσεις για την ανάπτυξη έξυπνου φωτισμού, δηλαδή την αντικατάσταση των παραδοσιακών λαμπτήρων με ενεργειακά αποδοτικές λύσεις που προσαρμόζονται αυτόματα ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας. (ot.gr, 2022)

Έξυπνες Υποδομές και Συνεργασίες

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης συμμετέχει ενεργά στο Smart Cities Consortium, μια σύμπραξη φορέων και άλλων δήμων, με στόχο τη συνεργασία στην ανάπτυξη τεχνολογικών λύσεων που βελτιώνουν τη λειτουργία των πόλεων. Στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος, η Θεσσαλονίκη προωθεί συστήματα έξυπνης διαχείρισης απορριμμάτων, τα οποία περιλαμβάνουν αισθητήρες στους κάδους για να παρακολουθείται το επίπεδο πληρότητάς τους και να βελτιστοποιείται η αποκομιδή των απορριμμάτων. Έτσι, μειώνεται το κόστος συλλογής και η περιβαλλοντική επιβάρυνση. (opengov.thessaloniki.gr)

Βραβεύσεις και Αναγνώριση

Οι προσπάθειες του Δήμου Θεσσαλονίκης για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης έχουν αναγνωριστεί σε πανελλαδικό επίπεδο. Η πόλη έχει βραβευθεί στα Best City Awards για τις καινοτόμες λύσεις που εφαρμόζει, με στόχο να καταστήσει τις δημόσιες υπηρεσίες πιο προσβάσιμες και πιο φιλικές προς τους πολίτες. Μέσα από την ανάπτυξη ψηφιακών υπηρεσιών, οι κάτοικοι μπορούν να υποβάλουν αιτήσεις ηλεκτρονικά, να ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο για τις δημοτικές αποφάσεις και να χρησιμοποιούν πλατφόρμες ανοιχτών δεδομένων για να συμμετέχουν πιο ενεργά στη διαμόρφωση της πόλης. (yraithros.gr, 2025)

Η Θεσσαλονίκη δεν έχει φτάσει ακόμα στο επίπεδο των πιο προηγμένων έξυπνων πόλεων του κόσμου, όμως βρίσκεται σε τροχιά ψηφιακού μετασχηματισμού. Μέσα από τη χρήση αισθητήρων, την ανάπτυξη ψηφιακών υποδομών, την ενίσχυση του έξυπνου φωτισμού και τη βελτίωση της επικοινωνίας πολιτών-δήμου, η πόλη προσπαθεί να γίνει πιο λειτουργική, αποδοτική και βιώσιμη. Ωστόσο, η πλήρης υλοποίηση αυτών των έργων απαιτεί χρόνο και

συντονισμένη στρατηγική, καθώς και περαιτέρω χρηματοδότηση και υποστήριξη από κρατικούς και ιδιωτικούς φορείς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΡΔΙΤΣΑ: ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η Καρδίτσα, αν και μικρότερη σε πληθυσμό σε σχέση με τις μεγάλες μητροπόλεις της χώρας, κάνει βήματα προς την κατεύθυνση του ψηφιακού μετασχηματισμού και της βιώσιμης ανάπτυξης. Ενώ ορισμένα έργα έχουν δρομολογηθεί, τα περισσότερα βρίσκονται σε στάδιο υλοποίησης ή σχεδιασμού.

4.1 Έξυπνο Σύστημα Στάθμευσης

Ένα από τα πιο σημαντικά έργα που βρίσκεται σε στάδιο υλοποίησης είναι το έξυπνο σύστημα στάθμευσης, το οποίο θα περιλαμβάνει 200 αισθητήρες σε διάφορα σημεία της πόλης. Αυτοί οι αισθητήρες θα ενημερώνουν τους οδηγούς σε πραγματικό χρόνο μέσω εφαρμογής για διαθέσιμες θέσεις, μειώνοντας έτσι την άσκοπη κυκλοφορία και την περιβαλλοντική επιβάρυνση. Το έργο αυτό αναμένεται να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της κινητικότητας στο κέντρο της πόλης. (Κατσιάνη)

4.2 «Έξυπνες» Υποδομές στο Ανοικτό Κέντρο Εμπορίου

Το εμπορικό κέντρο της Καρδίτσας έχει εξοπλιστεί με τεχνολογίες που ενισχύουν την εμπειρία των επισκεπτών και βελτιώνουν τη διαχείριση της πόλης:

- Δωρεάν Wi-Fi: Οι πολίτες και οι επισκέπτες έχουν πρόσβαση σε δωρεάν ίντερνετ σε όλη την περιοχή του Open Mall.
- Έξυπνος οδοφωτισμός: Τα φώτα του δρόμου διαθέτουν αισθητήρες που ρυθμίζουν την έντασή τους ανάλογα με την κίνηση και το φυσικό φως, εξοικονομώντας ενέργεια.
- Σύστημα περιβαλλοντικών μετρήσεων: Αισθητήρες καταγράφουν την ποιότητα του αέρα και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες, δίνοντας σημαντικά δεδομένα για την ατμοσφαιρική ρύπανση. (Παπούλια, 2024)

4.3 Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης «Καρδίτσα 2030»

Η Καρδίτσα εφαρμόζει τη στρατηγική ΣΒΑΑ (Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης) με προϋπολογισμό σχεδόν 20 εκατομμύρια ευρώ. Στόχος είναι να γίνει η πόλη πιο σύγχρονη, λειτουργική και βιώσιμη. Οι κύριες δράσεις περιλαμβάνουν:

- Ενεργειακή αναβάθμιση δημοτικών κτιρίων ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας.
- Επέκταση ποδηλατοδρόμων και πράσινων διαδρομών για την προώθηση της ήπιας μετακίνησης. Η Καρδίτσα έχει ήδη εδραιωθεί ως μία από τις πιο ποδηλατοκεντρικές πόλεις της Ελλάδας, και τα τελευταία χρόνια έχει γίνει προσπάθεια για την επέκταση του δικτύου ποδηλατοδρόμων. Επιπλέον, η δημοτική αρχή έχει εκφράσει ενδιαφέρον για την υιοθέτηση ενός έξυπνου συστήματος κοινόχρηστων ποδηλάτων που θα λειτουργεί μέσω εφαρμογής, επιτρέποντας στους πολίτες να εντοπίζουν και να χρησιμοποιούν ποδήλατα με ψηφιακή χρέωση.
- Περιβαλλοντική ανάπλαση πλατειών και κοινόχρηστων χώρων, με περισσότερο πράσινο και σύγχρονες εγκαταστάσεις. (dimoskarditsas.gov.gr, 2025)

4.4 Νέα Συστήματα Έξυπνης Πόλης

Η Καρδίτσα σχεδιάζει την ενίσχυση της τεχνολογικής υποδομής της με νέα έξυπνα συστήματα, όπως:

- Έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων: Αισθητήρες θα ανιχνεύουν το επίπεδο πληρότητας, δίνοντας σήμα για την έγκαιρη αποκομιδή.
- Έξυπνα υδρόμετρα: Θα επιτρέπουν τη μέτρηση της κατανάλωσης νερού σε πραγματικό χρόνο, βοηθώντας στον περιορισμό της σπατάλης.
- Αισθητήρες κυκλοφορίας: Θα καταγράφουν την κίνηση στους δρόμους, βοηθώντας στον σχεδιασμό καλύτερης κυκλοφοριακής διαχείρισης. (smartiscity.gr)

4.5 Ανάπλαση Πάρκου Παυσίλυπου και Πλατείας Πλαστήρα

Προγραμματίζεται η ανακαίνιση του Πάρκου Παυσίλυπου και της Πλατείας Πλαστήρα. Οι επεμβάσεις αυτές θα βελτιώσουν την εικόνα της πόλης, παρέχοντας

περισσότερους χώρους πρασίνου και αναψυχής. Η ανάπλαση του Πανσιλύπου στην Καρδίτσα είναι ένα σημαντικό έργο που στοχεύει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και στην αναβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος της πόλης. Το έργο περιλαμβάνει την αναδιαμόρφωση του πάρκου, με στόχο την καλύτερη αξιοποίηση των χώρων πρασίνου και τη δημιουργία νέων σημείων αναψυχής.

Συγκεκριμένα, προβλέπεται η βελτίωση των διαδρομών περιπάτου, η αναβάθμιση του φωτισμού με ενεργειακά αποδοτικά μέσα και η τοποθέτηση έξυπνων παγκακιών που θα προσφέρουν δυνατότητα φόρτισης συσκευών. Παράλληλα, θα γίνουν παρεμβάσεις για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, με τη φύτευση νέων δέντρων και φυτών που θα ενισχύσουν τον οικολογικό χαρακτήρα του πάρκου.

Σημαντικό στοιχείο του έργου είναι η προσπάθεια διατήρησης της πολιτιστικής ταυτότητας του Πανσιλύπου, καθώς αποτελεί ιστορικό χώρο για την Καρδίτσα. Η ανάπλαση θα διατηρήσει τον φυσικό του χαρακτήρα, ενώ θα τον καταστήσει πιο λειτουργικό για τους επισκέπτες, ενισχύοντας τη βιώσιμη και έξυπνη ανάπτυξη της πόλης. (Παρθένη, 2022)

Η Καρδίτσα, αν και δεν έχει ακόμη υλοποιήσει μεγάλης κλίμακας ψηφιακά έργα, βρίσκεται σε φάση σχεδιασμού για αρκετές έξυπνες λύσεις που θα βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Με την ένταξη σε χρηματοδοτικά προγράμματα και την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών, η πόλη στοχεύει να ενσωματώσει περισσότερες ψηφιακές υπηρεσίες και έξυπνες υποδομές στο μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΚΑΡΔΙΤΣΑ: ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΣΕ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η ταχύτατη πρόοδος της τεχνολογίας και οι παγκόσμιες ανάγκες για βιώσιμη αστική ανάπτυξη καθιστούν επιτακτική τη στροφή των πόλεων σε έξυπνες λύσεις. Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής εργασίας, δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο (3D) μοντέλο το οποίο αναπαριστά μια φιλική προς το περιβάλλον, τεχνολογικά προηγμένη και πλήρως προσβάσιμη εκδοχή του κέντρου της Καρδίτσας. Το μοντέλο αυτό συνδυάζει τις αρχές της έξυπνης κινητικότητας, της ενεργειακής αυτονομίας και της βιώσιμης καθημερινότητας, αξιοποιώντας αποκλειστικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και καινοτόμες αστικές υποδομές. Μέσα από το συγκεκριμένο σχεδιαστικό έργο, γίνεται προσπάθεια να αναδειχθεί πώς μια μικρή ελληνική πόλη μπορεί να μετατραπεί σε λειτουργική έξυπνη πόλη, θέτοντας στο επίκεντρο τις ανάγκες του πολίτη και του περιβάλλοντος.

5.1 3D Μοντέλο και Τεχνολογικές Προτάσεις

Δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο της έξυπνης Καρδίτσας, εστιάζοντας σε ένα κεντρικό τμήμα της πόλης και συγκεκριμένα στον πεζόδρομο που ξεκινά από το ύψος της οδού Ηρών Πολυτεχνείου 13 μέχρι Ηρών Πολυτεχνείου 10. Το μοντέλο δημιουργήθηκε στο σχεδιαστικό περιβάλλον του Blender 3D, αξιοποιώντας τεχνικές φωτορεαλιστικής απεικόνισης και μοντελοποίησης με στόχο την παρουσίαση μιας αναβαθμισμένης, λειτουργικής και περιβαλλοντικά φιλικής εκδοχής του αστικού χώρου.

5.2 Υποδομές και Καινοτομίες

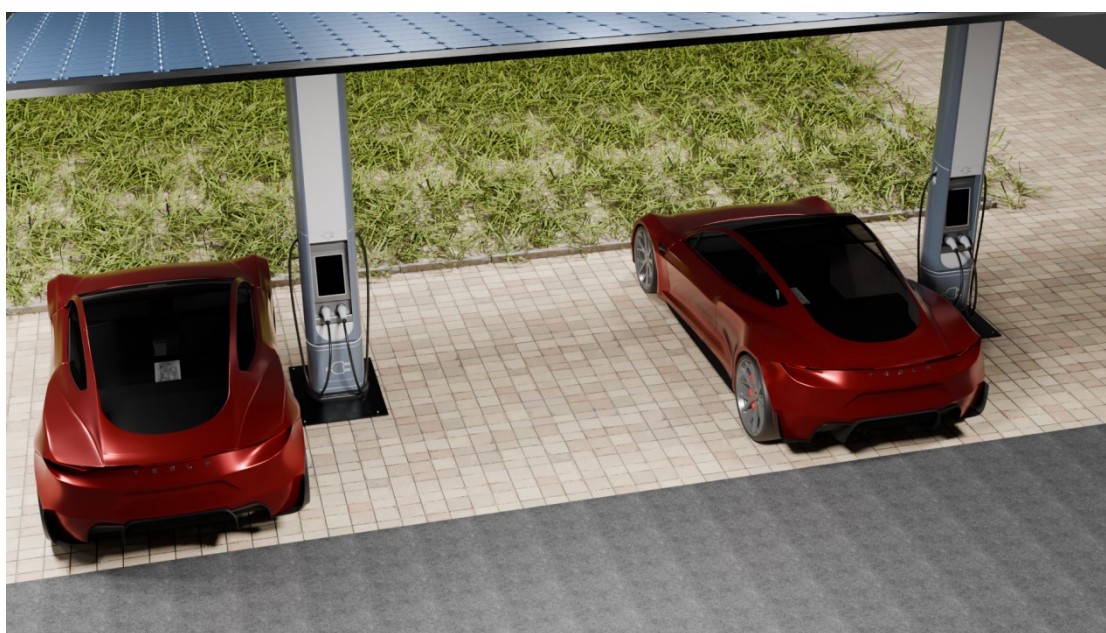
Το μοντέλο περιλαμβάνει υποδομές βασισμένες στις αρχές της βιώσιμης κινητικότητας, της προσβασιμότητας και της ενεργειακής αυτονομίας. Συγκεκριμένα:

Σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων:

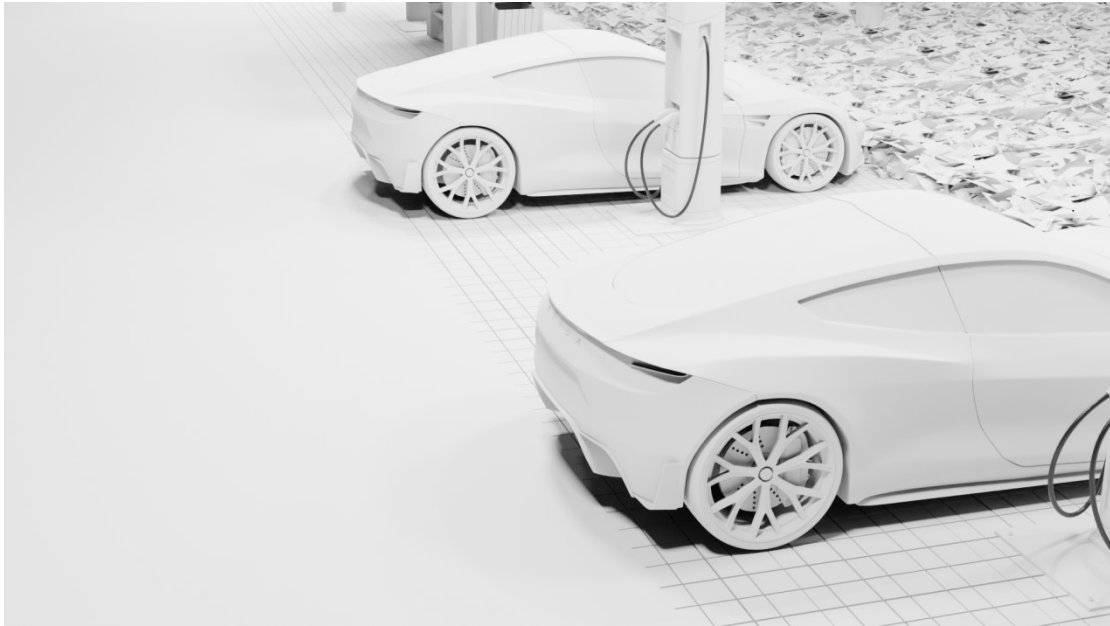
Περιλαμβάνονται τέσσερις θέσεις φόρτισης με ταχυφορτιστές, καλυμμένες με στέγαστρα εξοπλισμένα με φωτοβολταϊκά πάνελ. Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται χρησιμοποιείται για τη φόρτιση, εξασφαλίζοντας μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.



Εικόνα 1 Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων χωρίς χρώμα



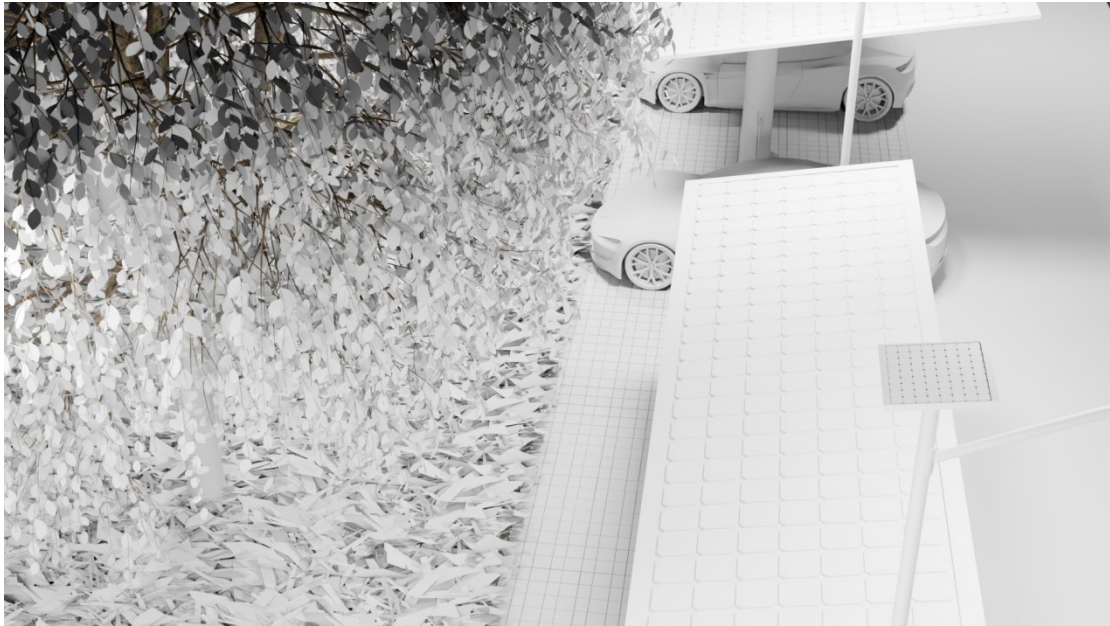
Εικόνα 2 Σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων



Εικόνα 3 Ηλεκτρικά οχήματα σε διαδικασία φόρτισης χωρίς χρώμα



Εικόνα 4 Ηλεκτρικά οχήματα σε διαδικασία φόρτισης



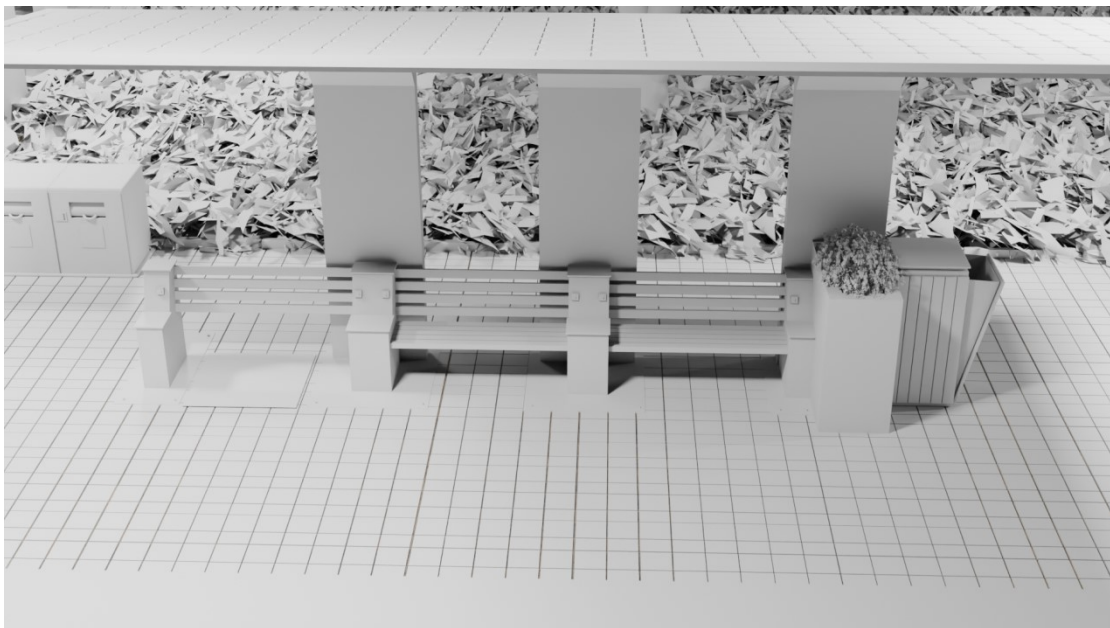
Εικόνα 5 Άποψη από πάνω: φωτοβολταϊκά πάνελ που παρέχουν ενέργεια στους σταθμούς φόρτισης χωρίς χρώμα



Εικόνα 6 Άποψη από πάνω: φωτοβολταϊκά πάνελ που παρέχουν ενέργεια στους σταθμούς φόρτισης

Έξυπνα παγκάκια και στάση λεωφορείου:

Τα παγκάκια διαθέτουν σκίαση με φωτοβολταϊκά, θύρες USB για φόρτιση συσκευών και ειδικά διαμορφωμένη θέση για ΑΜΕΑ. Δίπλα τοποθετείται σύγχρονη στάση λεωφορείου, πλήρως προσβάσιμη, προάγοντας την ισότητα και την αστική άνεση.



Εικόνα 7 Στάση λεωφορείου με έξυπνα παγκάκια και σκίαση από φωτοβολταϊκά πάνελ χωρίς χρώμα



Εικόνα 8 Στάση λεωφορείου με έξυπνα παγκάκια και σκίαση από φωτοβολταϊκά πάνελ



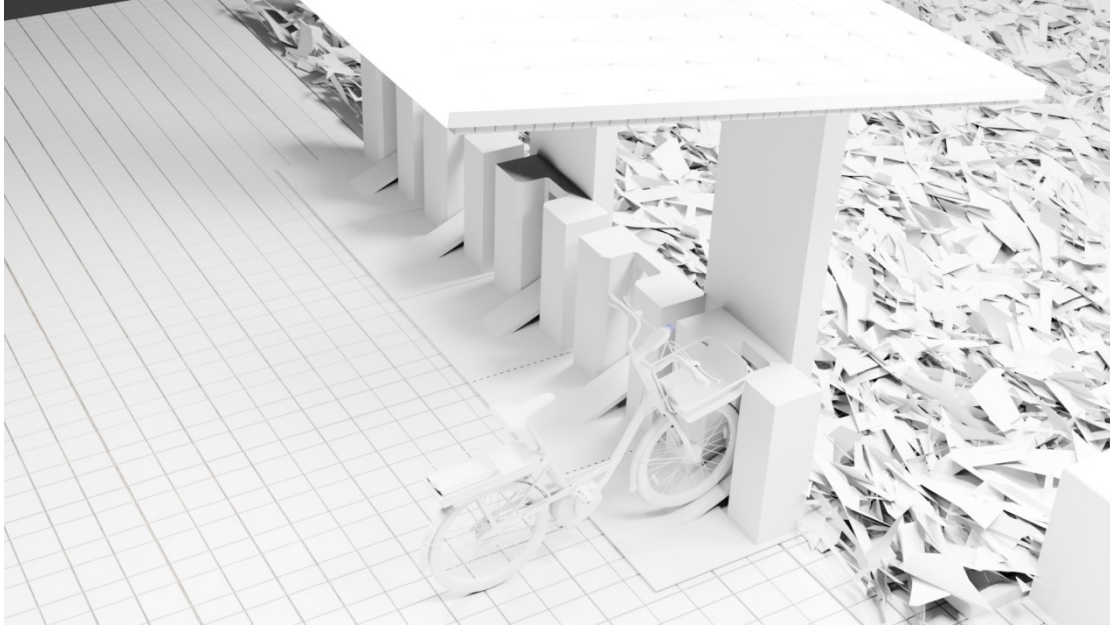
Εικόνα 9 Θύρες φόρτισης για κινητές συσκευές στα παγκάκια του δημόσιου χώρου χωρίς χρώμα



Εικόνα 10 Θύρες φόρτισης για κινητές συσκευές στα παγκάκια του δημόσιου χώρου

Ηλεκτρικά ποδήλατα με σταθμούς φόρτισης:

Τοποθετούνται κοινόχρηστα ποδήλατα με σταθμό στάθμευσης και φόρτισης κάτω από σκίαστρα με πάνελ. Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί μέσω εφαρμογής με μικρή χρέωση, παρέχοντας εναλλακτική μετακίνηση.



Εικόνα 11 Σταθμός κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων με ηλιακή φόρτιση χωρίς χρώμα



Εικόνα 12 Σταθμός κοινόχρηστων ηλεκτρικών ποδηλάτων με ηλιακή φόρτιση

Έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων:

Κάθε κάδος διαθέτει ειδική υποδομή για χαρτί, πλαστικό και γυαλί, ενώ μέσω αισθητήρων ενεργοποιείται η αυτόματη συμπίεση απορριμμάτων. Όλοι οι κάδοι λειτουργούν με ενέργεια από φωτοβολταϊκά.



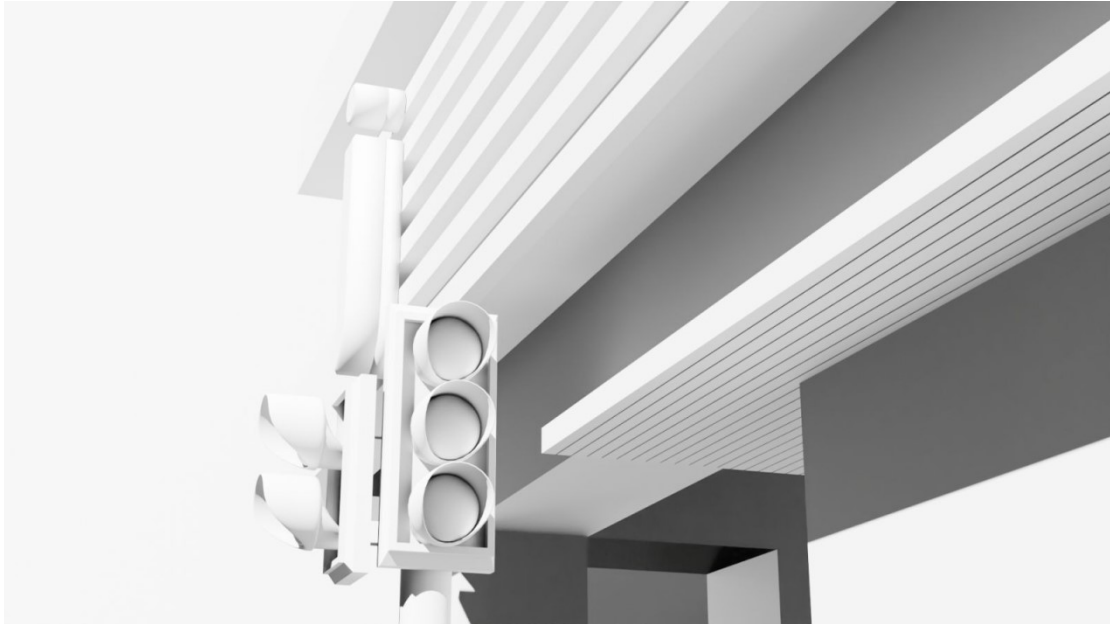
Εικόνα 13 Κάδοι απορριμμάτων χωρίς χρώμα



Εικόνα 14 Κάδοι απορριμμάτων

Φωτεινοί σηματοδότες με χρονόμετρο:

Οι σηματοδότες αναγράφουν την αντίστροφη μέτρηση για αλλαγή φάσης (κόκκινο/πράσινο) και λειτουργούν αυτόνομα μέσω ηλιακής τροφοδοσίας.



Εικόνα 15 Έξυπνος σηματοδότης με χρονομέτρηση αλλαγής φάσης και φωτοβολταϊκή τροφοδοσία χωρίς χρώμα



Εικόνα 16 Έξυπνος σηματοδότης με χρονομέτρηση αλλαγής φάσης και φωτοβολταϊκή τροφοδοσία

Φωτεινή επιγραφή:

Στην είσοδο της περιοχής τοποθετείται πινακίδα πληροφόρησης, με οθόνη LED που ανανεώνει τα δεδομένα τοπικής σημασίας (τοποθεσία, διαδρομές, ανακοινώσεις).



Εικόνα 17 Φωτεινή πινακίδα πληροφόρησης πολιτών για κατεύθυνση και τοποθεσία χωρίς χρώμα



Εικόνα 18 Φωτεινή πινακίδα πληροφόρησης πολιτών για κατεύθυνση και τοποθεσία

Ηλιακά πάνελ σε στέγες κτιρίων και στα φώτα του δρόμου:

Όλες οι παρακείμενες στέγες φέρουν πάνελ, ενισχύοντας τη συνολική ενεργειακή αυτάρκεια του αστικού συνόλου.



Εικόνα 19 Έξυπνα φωτιστικά δρόμου με ηλιακά πάνελ χωρίς χρώμα

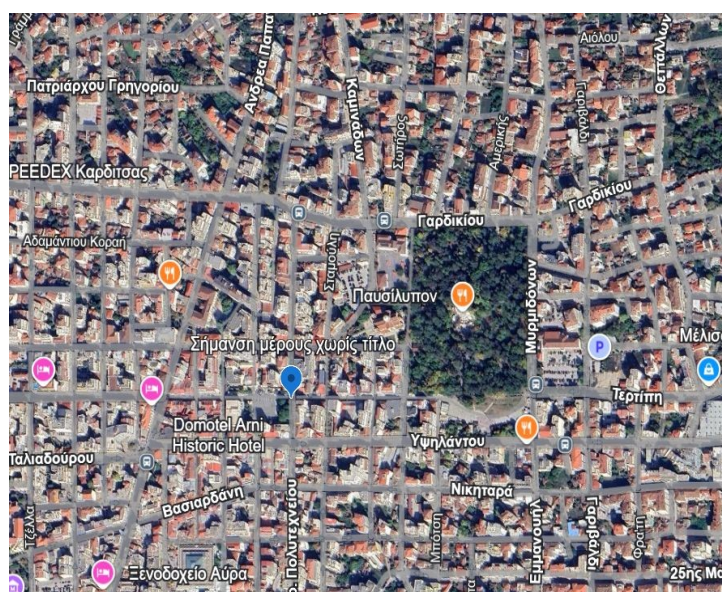


Εικόνα 20 Έξυπνα φωτιστικά δρόμου με ηλιακά πάνελ

5.3 Σχεδιαστική Λογική και Κριτήρια

Η υλοποίηση του μοντέλου βασίστηκε σε πραγματικές ανάγκες της πόλης και στις σύγχρονες απαιτήσεις για πράσινη μετάβαση και ψηφιακό μετασχηματισμό. Οι βασικοί στόχοι ήταν:

- Περιβαλλοντική βιωσιμότητα: Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας παντού, μηδενισμός χρήσης παραδοσιακής ενέργειας.
- Προσβασιμότητα: Δημιουργία υποδομών για όλους τους πολίτες, συμπεριλαμβανομένων των ΑΜΕΑ.
- Έξυπνη διαχείριση ενέργειας και απορριμμάτων: Κάδοι και φωτιστικά με αισθητήρες και ενεργειακή αυτονομία.
- Προώθηση εναλλακτικής μετακίνησης: Διευκόλυνση χρήσης ποδηλάτου και ηλεκτροκίνησης.



Εικόνα 21 χάρτης της πόλης της Καρδίτσας

5.4 Τεχνική Διαδικασία Σχεδιασμού στο Blender 3D

Το σχέδιο ξεκίνησε με την αποτύπωση του χώρου βάσει χαρτών και φωτογραφιών. Ακολούθησε η μοντελοποίηση των βασικών στοιχείων (παγκάκια, φορτιστές, ποδήλατα) και η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε όλες τις σχετικές

επιφάνειες. Οι υφές και ο φωτισμός ρυθμίστηκαν ώστε να δίνεται φωτορεαλιστική απόδοση. Το τελικό μοντέλο εξήχθη σε υψηλή ανάλυση και συνοδεύεται από άσπρο τεχνικό σχέδιο για τεχνική ανάλυση.

Το 3D μοντέλο λειτουργεί ως πρόταση αστικής αναβάθμισης, παρέχοντας εφικτές λύσεις για την Καρδίτσα αλλά και άλλες μικρές πόλεις. Οι τεχνολογίες που παρουσιάζονται είναι υλοποιήσιμες, ενεργειακά αυτόνομες και κοινωνικά ωφέλιμες, θέτοντας τις βάσεις για μια πραγματικά έξυπνη πόλη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ανέδειξε τη σημασία και τις προοπτικές υλοποίησης της έννοιας της «έξυπνης πόλης» στην ελληνική πραγματικότητα, με επίκεντρο την περίπτωση της Καρδίτσας. Μέσα από τη μελέτη υφιστάμενων παραδειγμάτων σε πόλεις της Ελλάδας και του εξωτερικού, αλλά και την ανάλυση των τοπικών ιδιαιτεροτήτων, κατέστη σαφές ότι η ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογικών λύσεων μπορεί να βελτιώσει ουσιαστικά την ποιότητα ζωής των πολιτών, να ενισχύσει τη βιωσιμότητα και να αναβαθμίσει την εικόνα της πόλης.

Το 3D σχέδιο που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο της εργασίας αποτέλεσε μια οπτικοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων, συνδυάζοντας τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, «έξυπνες» υποδομές και υπηρεσίες προσαρμοσμένες στις ανάγκες των κατοίκων. Σημεία όπως οι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και ποδηλάτων, τα φωτοβολταϊκά παγκάκια με δυνατότητα φόρτισης συσκευών, οι «έξυπνοι» κάδοι ανακύκλωσης, η ενεργειακά αυτόνομη οδοφωταγώγηση και η τοποθέτηση πάνελ σε κτίρια, αναδεικνύουν την κατεύθυνση προς μια πιο βιώσιμη, αποδοτική και φιλική προς τον πολίτη πόλη.

Η μελέτη κατέδειξε ότι η μετάβαση σε μια «έξυπνη» Καρδίτσα δεν είναι απλώς τεχνολογικό εγχείρημα, αλλά απαιτεί στρατηγικό σχεδιασμό, συνεργασία φορέων, επαρκή χρηματοδότηση και, κυρίως, ενεργή συμμετοχή των πολιτών. Η τεχνολογία από μόνη της δεν αρκεί· η επιτυχία εξαρτάται από την κοινωνική αποδοχή και την ενσωμάτωσή της στην καθημερινότητα.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της εργασίας υποδεικνύουν ότι η υιοθέτηση ενός τέτοιου μοντέλου θα μπορούσε να καταστήσει την Καρδίτσα πρότυπο πόλης για την Ελλάδα, συμβάλλοντας στην οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική της αναβάθμιση.

Η παρούσα εργασία εστίασε στον σχεδιασμό και την αποτύπωση μιας «Έξυπνης Καρδίτσας» μέσω τρισδιάστατου μοντέλου, το οποίο λειτουργεί ως πρόταση αστικής ανάπλασης με έμφαση στη βιωσιμότητα και την τεχνολογική καινοτομία. Στο μέλλον, η εργασία αυτή μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς και εργαλείο για περαιτέρω έρευνα ή εφαρμογή, καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί από φορείς, μελετητές ή ερευνητές που θα επιθυμούσαν να επεκτείνουν ή να προσαρμόσουν το μοντέλο σε πραγματικές συνθήκες.

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) θα μπορούσε να επιτρέψει στους πολίτες να αλληλεπιδρούν με τις έξυπνες υποδομές σε πραγματικό χρόνο, λαμβάνοντας πληροφορίες ή συμμετέχοντας ενεργά στη λειτουργία της πόλης μέσω φορητών συσκευών. Αντίστοιχα, η χρήση Εικονικής

Πραγματικότητας (VR) θα προσέφερε τη δυνατότητα πλήρους εμπύθισης σε ένα προσομοιωμένο περιβάλλον, δίνοντας τη δυνατότητα σε πολίτες, ερευνητές ή φορείς λήψης αποφάσεων να βιώσουν, να αξιολογήσουν και να βελτιώσουν εναλλακτικά σενάρια αστικής ανάπτυξης.

Η προοπτική αυτή αναδεικνύει την εργασία όχι μόνο ως ακαδημαϊκή μελέτη, αλλά και ως πρακτικό υπόβαθρο για μελλοντικές καινοτομίες, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενός συμμετοχικού, βιώσιμου και τεχνολογικά προηγμένου αστικού περιβάλλοντος.

Επίλογος

Η εργασία αυτή αποτέλεσε ένα δημιουργικό ταξίδι από τη θεωρητική διερεύνηση της έννοιας της «έξυπνης πόλης» έως την πρακτική αποτύπωσή της μέσα από τον σχεδιασμό μιας σύγχρονης και βιώσιμης εκδοχής της Καρδίτσας. Η μελέτη και η σύγκριση παραδειγμάτων από άλλες πόλεις έδωσαν το απαραίτητο υπόβαθρο για την κατανόηση των τεχνολογικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών διαστάσεων που συνθέτουν την έννοια αυτή.

Η δημιουργία του 3D μοντέλου δεν ήταν απλώς μια άσκηση τεχνικών δεξιοτήτων· ήταν μια προσπάθεια να αποδοθεί με ρεαλιστικό και ταυτόχρονα οραματικό τρόπο το πώς η πόλη θα μπορούσε να εξελιχθεί, αξιοποιώντας το πλούσιο ηλιακό δυναμικό, την αγάπη των κατοίκων για την ποδηλασία και τις δυνατότητες της σύγχρονης τεχνολογίας.

Ωστόσο, η πορεία προς την υλοποίηση ενός τέτοιου οράματος δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Απαιτείται ισχυρή πολιτική βούληση, διαρκής χρηματοδότηση, θεσμικές μεταρρυθμίσεις και, πάνω απ' όλα, συνεργασία ανάμεσα σε πολίτες, τοπική αυτοδιοίκηση και ιδιωτικό τομέα. Μια «έξυπνη» πόλη δεν είναι απλώς το σύνολο των υποδομών της· είναι ένας ζωντανός οργανισμός που εξελίσσεται, προσαρμόζεται και θέτει στο επίκεντρο τον άνθρωπο.

Κλείνοντας, η Καρδίτσα έχει όλα τα εφόδια για να αποτελέσει παράδειγμα προς μίμηση στην Ελλάδα, αρκεί να τολμήσει να κάνει το επόμενο βήμα. Με σωστό σχεδιασμό και ανοιχτό πνεύμα συνεργασίας, το όραμα μιας πραγματικά έξυπνης και βιώσιμης πόλης μπορεί να γίνει πραγματικότητα.

Βιβλιογραφία

- Anthopoulos, L. (2019). *Smart City Emergence*. Elsevier Inc.
- Cadler, K. E. (2016). *Singapore smart cities, smart state*. Washington, D.C. : The brookings institution.
- Caragliu, A. D. (2011, 8 10). *Smart cities in Europe*. Ανάκτηση από <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10630732.2011.601117>
- Carayannis, E. G. (2023). *Journal of the Knowledge Economy*. Ανάκτηση από <https://link.springer.com/journal/13132>
- Commission, E. (2020). *European Commission*. Ανάκτηση από Smart Mobility Report: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en
- cosmote. (n.d.). *cosmote.gr*. Ανάκτηση από COSMOTE: Λύση «έξυπνης» διαχείρισης απορριμμάτων με τεχνολογία NB-IoT στο Δήμο Βάρης Βουλιαγμένης: https://www.cosmote.gr/static/otegroup/el/article/smart_waste
- dimoskarditsas.gov.gr. (2025, Ιανουάριος 16). *Στρατηγική Βιώσιμης Αστικής Ανάπτυξης Δ. Καρδίτσας 2021-2027*. Ανάκτηση από [dimoskarditsas.gov.gr](https://dimoskarditsas.gov.gr/stratigiki-viosimis-astikis-anaptyxis-d-karditsas-2021-2027/): <https://dimoskarditsas.gov.gr/stratigiki-viosimis-astikis-anaptyxis-d-karditsas-2021-2027/>
- epixeiro. (2019, Οκτωβρίου 10). *Η Σιγκαπούρη η πιο «έξυπνη» πόλη του κόσμου*. Ανάκτηση από <https://www.epixeiro.gr/article/145784?>
- European Environment Agency. (2020). *Smart Cities and Climate Change*. Ανάκτηση από <https://www.eea.europa.eu/>
- fiberroad. (n.d.). *fiberroad*. Ανάκτηση από <https://fiberroad.com/el/industrial-ethernet-3-2/smart-city-solution/>
- Filippopoulos, V. (2019, Φεβρουάριος). *dspace.lib*. Ανάκτηση από <https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/23175/1/FilippopoulosVissarionMsc2019.pdf>
- Gascó-Hernandez, M. (2018). *Building a smart city: lessons from Barcelona*. Ανάκτηση από Communications of the ACM: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3117800#authorinfo>
- Gkana, E. Π. (2017). *Η “έξυπνη πόλη” ως προσέγγιση της σύγχρονης αστικής ανάπτυξης μέσα από τη μελέτη της πόλης της Λάρισας*. Ανάκτηση από IR.LIB.UTH.GR

Jigar Shah, J. K. (2019, Νοέμβριος). *A Survey of Smart City infrastructure via Case study on New York*. Ανάκτηση από ScienceDirect: <https://pdf.sciencedirectassets.com/280203/1-s2.0-S1877050919X00162/1-s2.0-S1877050919317247/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEGQaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIHOUZktZ0n0jQ3L%2BSEQdCnW5enk52rIK3R%2FkQA4m2fQuAiEA9We3WxvUK8UFzmkIGReNUgXDduWi4oGv5hSG7jg4u>

Knaap, Z. D. (2018, Δεκέμβριος). *Urban Innovation System and the Role of an Open Web-based Platform: The Case of Amsterdam Smart City*. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/profile/Zulfikar-Dinar-Wahidayat-Putra/publication/329390345_Urban_Innovation_System_and_the_Role_of_an_Open_Web-based_Platform_The_Case_of_Amsterdam_Smart_City/links/5c0647bd92851c6ca1fc6648/Urban-Innovation-System-and-the-Ro

Magazine, B. N. (2023). *Business News Magazine*. Ανάκτηση από Smart Cities: Οι “έξυπνες” πόλεις είναι το μέλλον που... έφτασε ήδη: <https://smartcities.ieee.org/>

Microsoft. (2023). *Έξυπνες πόλεις – Οι πόλεις του μέλλοντος*. Ανάκτηση από <https://MICROSOFT.COM>

OECD. (2019). *Digital Government Strategies for Transforming Public Services in the Welfare Areas*. Ανάκτηση από <https://www.oecd.org/>

Oikonomou, A. (2018). *Σχεδιασμός “Έξυπνων Πόλεων”*. Ανάκτηση από IR.LIB.UTH.GR opengov.thessaloniki.gr. (n.d.). *Ευφυής Διακυβέρνηση*. Ανάκτηση από [opengov.thessaloniki.gr: https://opengov.thessaloniki.gr/smart-city/smart-pillars/smart-government?](https://opengov.thessaloniki.gr/smart-city/smart-pillars/smart-government?)

ot.gr. (2022, Μάρτιος 21). *Θεσσαλονίκη: 9,9 εκατ. ευρώ για να γίνει «έξυπνη πόλη»*. Ανάκτηση από ot.gr: <https://www.ot.gr/2022/03/21/tameio-anakampsis/thessaloniki-99-ekat-eyro-gia-na-ginei-eksypni-poli/?>

Parken, P. (2023). *Διαχείριση χώρων σταθμευσής 2.0 με τεχνητή νοημοσύνη: Έξυπνες τεχνολογίες με λιγότερο άγχος στο παρκάρισμα*. Ανάκτηση από <https://prm-parken.at/>

Radosław WOLNIAK, W. G. (2023). *SMART MOBILITY IN SMART CITY – SINGAPORE AND TOKYO COMPARISON*. Ανάκτηση από SCIENTIFIC PAPERS OF SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY: <file:///C:/Users/30697/Downloads/176-Wolniak-Grebski-1.pdf>

Rawmathub. (2024, Φεβρουάριος 19). *Rawmathub*.Ανάκτηση από Rawmathub: <https://rawmathub.gr/enimerosi-gia-ti-viosimi-anaptyksi/smart-cities/eksypnes-poleis-gia-ena-viosimo-mellon-mesa-apo-tin-enopoisi-ton-texnologion-iot-kai-ai>

reply. (n.d.). *reply*. Ανάκτηση από <https://www.reply.com/en/telco-and-media/5g-smart-cities>

skai.gr. (2021, Ιουνίου 15). «*Project Αθηνά*»: Η Αθήνα γίνεται μια «έξυπνη» πόλη. Ανάκτηση από skai.gr: <https://www.skai.gr/news/technology/project-athina-i-athina-ginetai-mia-eksypni-poli?>

Skintzis, K. e. (2017). *Η Επίδραση της Ποιότητας του Περιβάλλοντος στην Ανθρώπινη Υγεία*. Ανάκτηση από <https://PERGAMOS.LIB.UOA.GR>

smartiscity.gr. (n.d.). *Εφαρμογές Έξυπνης Πόλης Δήμου Καρδίτσας*. Ανάκτηση από smartiscity.gr: <https://www.smartiscity.gr/dhmos-karditsas/?>

Stamoulis, M. Π. (2025). *Έξυπνες πόλεις και Σύγχρονα Δίκτυα Μάθησης: Ο ρόλος των Κέντρων Δια Βίου Μάθησης των Ο.Τ.Α. στην ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων*. Ανάκτηση από <https://UOM.GR>

verusplus.gr. (2024, Οκτωβρίου 10). Ανάκτηση από Internet of Things (IoT): 7 εφαρμογές στις επιχειρήσεις: <https://verusplus.gr/internet-of-things-iot-efarmoges-stis-epixeirhseis/?>

v-hub.vodafone. (2022, Μαρτίου 28). *v-hub.vodafone.gr*. Ανάκτηση από «Έξυπνες» ελληνικές πόλεις σε ρυθμούς IoT: <https://v-hub.vodafone.gr/kentro-gnosis/exypnes-ellinikes-poleis-se-rythmous-iot?>

World Economic Forum. (2020). *Smart Cities: A New Paradigm in Urban Development*.Ανάκτηση από <https://www.weforum.org/>

ypaithros.gr. (2025, Φεβρουάριος 2). *Best City Awards 2025: Θεσσαλονίκη, η πιο «έξυπνη πόλη» της Ελλάδας μέσω του ψηφιακού μετασχηματισμού*. Ανάκτηση από ypaithros.gr: <https://www.ypaithros.gr/best-city-awards-2025-thessaloniki-i-pio-exypni-poli-tis-elladas-meso-tou-psifiakou-metaschimatismou/?>

Zervas, M. E. (2020). *Διερεύνηση του Υποδείγματος της Έξυπνης Πόλης*. Ανάκτηση από <https://DSPACE.LIB.NTUA.GR>

Αχαρνών, Δ. (2021). *Παρεμβάσεις με στόχο τη βελτίωση του δημόσιου χώρου*. Ανάκτηση από <https://www.acharnes.gr/>

Βαγγελάτος, Β. (2023, Μάρτιος 22). *netweek*. Ανάκτηση από <https://netweek.gr/smart-cities-programmatizontas-tin-poli-michani/>

Γκαϊδατζής, Ρ. (2021, Ιανουαρίου 12). *Parallaxi*. Ανάκτηση από <https://parallaximag.gr/life/yparchoun-eksypnes-poleis-stin-ellada-nai-yparchoun-kai-mas-vazoun-ta-gyalia>

Γρηγορίου, Κ. (2021). «ΕΞΥΠΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ : ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΒΑΡΚΕΛΩΝΗΣ,ΤΟΥ ΣΙΚΑΓΟ ΚΑΙ ΤΟΥ ΧΟΝΓΚ ΚΟΝΓΚ». Ανάκτηση από <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/58355/24172.pdf?sequence=1>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2023). *Έξυπνες πόλεις και κοινότητες*. Ανάκτηση από DIGITAL-STRATEGY.EC.EUROPA.EU

Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο. (2023). *Ειδική Έκθεση 24/2023: Έξυπνες πόλεις*. Ανάκτηση από <https://ECA.EUROPA.EU>

IEEE, s. c. (2021). *IEEE smart cities*. Ανάκτηση από Smart Cities Insights: <https://smartcities.ieee.org/>

Καραγεώργος, Π. (2022, Οκτώβριος). *Έξυπνη πόλη και τεχνητή νοημοσύνη*. Ανάκτηση από <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/56499/%CE%95%CE%9E%CE%A5%CE%A0%CE%9D%CE%97%20%CE%A0%CE%9F%CE%9B%CE%97%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%97%CE%A4%CE%97%20%CE%9D%CE%9F%CE%97%CE%9C%CE%9F%CE%A3%CE%A5%CE%9D%CE%97%20>

Κατσιάνη, Γ. (n.d.). *Συστήματα “έξυπνης πόλης” εγκαθιστά η Καρδίτσα*. Ανάκτηση από [thesseconomy.gr: https://thesseconomy.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%B4%CE%AF%CF%84%CF%83%CE%B1-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7%CF%82-%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B7%CF%82-dotsoft/?](https://thesseconomy.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%B4%CE%AF%CF%84%CF%83%CE%B1-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%B7%CF%82-%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B7%CF%82-dotsoft/?)

Κελαϊδή, Ε. (2020, Ιούλιος). *dspace.lib.ntua.gr*. Ανάκτηση από Έξυπνες Πόλεις, Ψηφιακές Συνεργασίες και Επιχειρηματικότητα: https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/51797/diplomatiki_kelaidi.pdf?sequence=2

Κωνσταντάς, Σ. (2024, Μάρτιος). *Ιδιωτικότητα και έξυπνες πόλεις*. Ανάκτηση από <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/16308>

Ματσούκης, Σ. (2017, Σεπτεμβρίου 30). *Έξυπνος φωτισμός εξωτερικών χώρων και έξυπνες πόλεις. Η περίπτωση φωτισμού μιας πλατείας*. Ανάκτηση από <https://apothesis.eap.gr/archive/item/71808>

Μπακογιάννης, Κ. (n.d.). *Αθήνα ψηλά*. Ανάκτηση από [athinapsila.gr](https://athinapsila.gr/eksipni-poli-programma-athina-psila-2023/):
<https://athinapsila.gr/eksipni-poli-programma-athina-psila-2023/>

Παπούλια, Ε. (2024, Μαΐου 2). *Με το Open Mall εγκαθίστανται συστήματα έξυπνης πόλης στον Δήμο Καρδίτσας*. Ανάκτηση από [alphafreepress.gr](https://www.alphafreepress.gr/2024/05/05/ellada/autodioikisi/me-to-open-mall-egkathistantai-systimata-eksypnis-polis-ston-dimo-karditsas/):
<https://www.alphafreepress.gr/2024/05/05/ellada/autodioikisi/me-to-open-mall-egkathistantai-systimata-eksypnis-polis-ston-dimo-karditsas/>

Παρθένη, Λ. (2022, Μαΐου 13). *Ανάπλαση πάρκου Παυσίλυπου και*. Ανάκτηση από [dimoskarditsas.gov.gr](https://dimoskarditsas.gov.gr/wp-content/uploads/2024/05/03.-%CE%A4%CE%B5%CF%8D%CF%87%CE%BF%CF%82-%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AE%CF%82.pdf):
<https://dimoskarditsas.gov.gr/wp-content/uploads/2024/05/03.-%CE%A4%CE%B5%CF%8D%CF%87%CE%BF%CF%82-%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AE%CF%82.pdf>

Ρουμελιώτης, Π. (2023, Ιούνιος). *polynoe*. Ανάκτηση από [polynoe](https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/5808/%ce%a1%ce%bf%cf%85%ce%bc%ce%b5%ce%bb%ce%b9%cf%8e%cf%84%ce%b7%cf%82%20%ce%a0%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%b3%ce%b9%cf%8e%cf%84%ce%b7%cf%82-Thesis-IoT%20in%20industrial%20automation%20systems%20.pdf?seq):
<https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/5808/%ce%a1%ce%bf%cf%85%ce%bc%ce%b5%ce%bb%ce%b9%cf%8e%cf%84%ce%b7%cf%82%20%ce%a0%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%b3%ce%b9%cf%8e%cf%84%ce%b7%cf%82-Thesis-IoT%20in%20industrial%20automation%20systems%20.pdf?seq>

Τσαβαλιάς. (2023). *Έξυπνες πόλεις: Προκλήσεις και προοπτικές*. Ανάκτηση από <https://REPOSITORY.ESDDA.EKDD.GR>

Χατζή, Ε. (2019-2020). *Η ΕΞΥΠΝΗ ΠΟΛΗ ΤΩΝ ΤΡΙΚΑΛΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ*. Ανάκτηση από ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ:
<https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/55155/22431.pdf?sequence=1>