



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ, ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΩΝ & ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΟΟΙΚΟΝΟΜΙΑ, ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ & ΒΙΩΣΙΜΗ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

«Έξυπνες Πράσινες Πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο»

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΟΙΛΙΑΔΗΣ

Πειραιάς, ΙΟΥΝΙΟΣ, 2025



ΤΜΗΜΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι το έργο που εκπονήθηκε και παρουσιάζεται στην υποβαλλόμενη διπλωματική εργασία, για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών, στη «*Βιοοικονομία, Κυκλική Οικονομία και Βιώσιμη Ανάπτυξη*» με τίτλο:

«Εξυπνες Πράσινες Πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο» έχει γραφτεί από εμένα αποκλειστικά στο σύνολό της. Δεν έχει υποβληθεί ούτε εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού προγράμματος ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό, ούτε είναι εργασία ή τμήμα εργασίας ακαδημαϊκού ή επαγγελματικού χαρακτήρα.

Δηλώνω επίσης υπεύθυνα ότι οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας αναφέρονται στο σύνολό τους, κάνοντάς πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.»

Υπογραφή Μεταπτυχιακού Φοιτητή

Ονοματεπώνυμο

Νικόλαος Κουλιάδης



UNIVERSITY OF PIRAEUS
SCHOOL OF ECONOMICS, BUSINESS AND INTERNATIONAL STUDIES
DEPARTMENT OF ECONOMICS

**MSc. in Bioeconomy, Circular Economy & Sustainable
Development**

«Smart and Green Cities with a Human-Centered Approach»

By NIKOLAOS KOILIADIS

Piraeus, Greece, June, 2025

Ευχαριστίες...

Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Πρώτα απ' όλα, ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής μου διαδικασίας.

Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους μου για την ενθάρρυνση και τις χρήσιμες συζητήσεις που με βοήθησαν να εμπλουτίσω τις γνώσεις μου στο αντικείμενο.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την αδιάκοπη υποστήριξη και την κατανόηση τους κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και συγγραφής αυτής της εργασίας. Χωρίς τη δική τους βοήθεια, αυτή η προσπάθεια δεν θα είχε ολοκληρωθεί με επιτυχία.

Όλους εσάς σας ευχαριστώ από καρδιάς!!!

Επιτομή

Η παρούσα εργασία διερευνά την έννοια των έξυπνων πράσινων πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο, εστιάζοντας στη βιωσιμότητα, την τεχνολογία και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Οι έξυπνες πόλεις συνδυάζουν προηγμένες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), την τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα μεγάλα δεδομένα (Big Data), για τη διαχείριση των πόρων, την ενέργεια, τις μεταφορές και τις υποδομές.

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση στον σχεδιασμό επιδιώκει την ευημερία των κατοίκων, ενώ οι πράσινες πρωτοβουλίες προάγουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα μέσω της ενσωμάτωσης πράσινων χώρων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μέσα από αναλύσεις και μελέτες περίπτωσης, η εργασία παρουσιάζει τα οφέλη και τις προκλήσεις των έξυπνων πράσινων πόλεων, εξετάζοντας στρατηγικές για την ανάπτυξή τους.

Η έρευνα καταλήγει ότι οι πόλεις αυτές μπορούν να προωθήσουν την κοινωνική συνοχή, την ανθεκτικότητα στις κλιματικές αλλαγές και τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζουν την ποιότητα ζωής για όλους τους κατοίκους.

Λέξεις κλειδιά:

- Έξυπνες πόλεις
- Πράσινη ανάπτυξη
- Τεχνητή νοημοσύνη (AI)
- Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)
- Ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός
- Βιώσιμη αστική ανάπτυξη
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)
- Περιβαλλοντική βιωσιμότητα
- Αστική κινητικότητα

Summary

This paper explores the concept of smart green cities focusing on people, focusing on sustainability, technology and improving quality of life. Smart cities combine advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI) and big data to manage resources, energy, transport and infrastructure.

The human-centric approach to planning seeks the well-being of residents, while green initiatives promote environmental sustainability through the integration of green spaces and renewable energy. Through analyses and case studies, the paper presents the benefits and challenges of smart green cities, examining strategies for their development.

The research concludes that these cities can promote social cohesion, climate resilience and sustainable economic growth, while ensuring quality of life for all residents.

Keywords:

- *Smart cities*
- *Green growth*
- *Artificial intelligence (AI)*
- *Internet of Things (IoT)*
- *Human-centered design*
- *Sustainable urban development*
- *Renewable energy sources*
- *Big Data*
- *Environmental sustainability*
- *Urban mobility*

Table of Contents

Επιτομή.....	V
Summary	VI
Εισαγωγή	1
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	5
Κεφάλαιο 1°. Θεωρητικό Υπόβαθρο	11
1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων	11
1.2. Ορισμός και χαρακτηριστικά των πράσινων πόλεων	13
1.3. Η έννοια της ανθρωποκεντρικής προσέγγισης στις πόλεις	15
1.4. Συνδυασμός των τριών εννοιών	16
Κεφάλαιο 2°. Τεχνολογίες και Πρακτικές Έξυπνων Πόλεων	18
2.1. Ανάλυση των τεχνολογιών των έξυπνων πόλεων (π.χ., IoT, AI, Big Data)	18
2.1.1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)	18
2.1.2. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)	20
2.1.3. Μεγάλα Δεδομένα (Big Data).....	21
2.2. Πρακτικές και εφαρμογές που ενσωματώνουν αυτές τις τεχνολογίες	22
2.2.1. Παραδείγματα Επιτυχημένων Έξυπνων Πόλεων	23
Κεφάλαιο 3°. Πράσινες Πρωτοβουλίες και Βιωσιμότητα	24
3.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αποδοτικότητα ενέργειας	24
3.2. Διαχείριση απορριμμάτων και ανακύκλωση	28
3.3. Πράσινη αρχιτεκτονική και υποδομές	31
Κεφάλαιο 4°. Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση.....	34
4.1. Σχεδιασμός πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο	34
4.2. Η σημασία της ποιότητας ζωής και της ευημερίας των κατοίκων	36
Κεφάλαιο 5°. Οφέλη και Προκλήσεις	37
5.1. Οφέλη από τις έξυπνες πράσινες πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο	37
5.2. Προκλήσεις και εμπόδια στην εφαρμογή τους	38
Κεφάλαιο 6°. Μελέτες Περίπτωσης.....	40
6.1. Μελέτες Περίπτωσης.....	40
6.1.1. Μελέτη περίπτωσης: Σιγκαπούρη.....	40
6.1.2. Μελέτη περίπτωσης: Κοπεγχάγη	41
6.1.3. Μελέτη περίπτωσης: Τρίκαλα, Ελλάδα.....	41

6.1.4. Μελέτη περίπτωσης: Άμστερνταμ, Ολλανδία	42
6.1.5. Μελέτη περίπτωσης: Βαρκελώνη, Ισπανία	42
6.2. Ανάλυση των αποτελεσμάτων και των διδαγμάτων που προκύπτουν	43
6.2.1. Αποτελέσματα και Διδάγματα από την Σιγκαπούρη.....	43
6.2.2. Αποτελέσματα και Διδάγματα από την Κοπεγχάγη	44
6.2.3. Αποτελέσματα και Διδάγματα από τα Τρίκαλα.....	44
6.3.4. Αποτελέσματα και Διδάγματα από το Άμστερνταμ	45
6.2.4. Αποτελέσματα και Διδάγματα από τη Βαρκελώνη	46
Συμπεράσματα και Προτάσεις	47
Βιβλιογραφία.....	52
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	52
Ελληνική Βιβλιογραφία	57
Διαδικτυακοί Τόποι	58

Εισαγωγή

Οι έξυπνες πράσινες πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο αποτελούν μια καινοτόμο προσέγγιση στον αστικό σχεδιασμό, που συνδυάζει την τεχνολογία, τη βιωσιμότητα και την ανθρωποκεντρική ανάπτυξη. Αυτές οι πόλεις ενσωματώνουν τεχνολογίες αιχμής όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), την τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) για να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και ενισχύουν τη βιωσιμότητα (Addas, 2023 ; Schwarz-Herion, 2019).

Οι έξυπνες πόλεις στοχεύουν στη δημιουργία ενός δικτύου διασυνδεδεμένων συστημάτων που διαχειρίζονται αποτελεσματικά τους πόρους, μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας και ενισχύουν την αστική κινητικότητα. Οι πράσινες πρωτοβουλίες, όπως η ενσωμάτωση πράσινων χώρων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι κεντρικές σε αυτήν την προσέγγιση (Javidroozi et al., 2023).

Η σημασία της ανάπτυξης έξυπνων πράσινων πόλεων είναι πολυδιάστατη και επηρεάζει τόσο την ανθρώπινη ευημερία όσο και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Με την αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και της αστικοποίησης, οι πόλεις αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις, όπως η διαχείριση των αποβλήτων, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η συμφόρηση των μεταφορών. Οι έξυπνες πράσινες πόλεις προσφέρουν λύσεις σε αυτά τα προβλήματα μέσω της χρήσης τεχνολογιών που προάγουν την αποδοτική χρήση των πόρων και την βελτίωση των υποδομών (Addas, 2023).

Η ενσωμάτωση πράσινων χώρων στις πόλεις έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ποιότητα του αέρα, μειώνει την θερμοκρασία και παρέχει χώρους αναψυχής για τους κατοίκους, συμβάλλοντας στην καλύτερη σωματική και ψυχική υγεία. Επιπλέον, οι πράσινοι χώροι λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα που απορροφούν ρύπους και διοξείδιο του άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και την ανθεκτικότητα των πόλεων στις κλιματικές αλλαγές (Addas, 2023 ; Javidroozi et al., 2023).

Οι έξυπνες πόλεις ενισχύουν την αστική κινητικότητα μέσω της ανάπτυξης έξυπνων συστημάτων μεταφορών, που μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν την προώθηση της δημόσιας

συγκοινωνίας, της ποδηλασίας και του περπατήματος, καθώς και την ενσωμάτωση ηλεκτρικών οχημάτων και έξυπνων δικτύων φόρτισης (Addas, 2023 ; Javidroozi et al., 2023)

Η ανάπτυξη έξυπνων πράσινων πόλεων έχει επίσης σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις. Από οικονομικής άποψης, οι επενδύσεις σε έξυπνες τεχνολογίες και πράσινες υποδομές μπορούν να δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας και να ενισχύσουν την τοπική οικονομία. Η βελτίωση της ποιότητας ζωής και της υγείας των κατοίκων μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη παραγωγικότητα και μείωση των εξόδων υγειονομικής περίθαλψης (Schwarz-Herion, 2019).

Από κοινωνικής άποψης, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην αστική ανάπτυξη μπορεί να μειώσει τις ανισότητες, παρέχοντας ίση πρόσβαση σε υπηρεσίες και υποδομές για όλους τους κατοίκους, ανεξαρτήτως κοινωνικοοικονομικής κατάστασης. Οι έξυπνες πόλεις μπορούν να προάγουν την κοινωνική αλληλεπίδραση και την κοινοτική συνοχή μέσω της δημιουργίας κοινών χώρων και της ενθάρρυνσης της συμμετοχής των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Addas, 2023 ; Schwarz-Herion, 2019).

Ο κύριος σκοπός αυτής της έρευνας είναι να εξετάσει και να αναλύσει τις στρατηγικές και τις πρακτικές που καθιστούν τις πόλεις έξυπνες και πράσινες, με ιδιαίτερη έμφαση στην ανθρωποκεντρική προσέγγιση. Ειδικότερα, η έρευνα στοχεύει να:

1. **Καθορίσει τις βασικές αρχές και τα χαρακτηριστικά των έξυπνων πράσινων πόλεων:** Με βάση την τρέχουσα βιβλιογραφία και τις υπάρχουσες μελέτες, θα προσδιοριστούν οι παράγοντες που συμβάλλουν στη δημιουργία πόλεων που είναι τεχνολογικά προηγμένες και περιβαλλοντικά βιώσιμες (Javidroozi et al., 2023; Shen et al., 2024).
2. **Εξετάσει τις τεχνολογικές καινοτομίες και τις πρακτικές βιωσιμότητας:** Η έρευνα θα διερευνήσει πώς οι νέες τεχνολογίες, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορούν να ενσωματωθούν σε αστικές υποδομές για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης (Adel, 2023).
3. **Αναλύσει την ανθρωποκεντρική προσέγγιση στον αστικό σχεδιασμό:** Θα διερευνηθούν οι στρατηγικές που εστιάζουν στην ευημερία και την ένταξη των πολιτών,

καθώς και οι μέθοδοι συμμετοχικού σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων που ενισχύουν τη συμμετοχή των κατοίκων στη διαμόρφωση της πόλης τους (Maio, 2022).

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, η έρευνα θα προσπαθήσει να απαντήσει στα ακόλουθα ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι κεντρικές αρχές και τα χαρακτηριστικά των έξυπνων πράσινων πόλεων με ανθρωποκεντρική προσέγγιση;
2. Ποιες τεχνολογικές καινοτομίες συμβάλλουν στη δημιουργία βιώσιμων και αποδοτικών αστικών υποδομών;
3. Πώς μπορούν οι πόλεις να διασφαλίσουν την ευημερία και την κοινωνική ένταξη όλων των κατοίκων τους;
4. Ποιες είναι οι προκλήσεις και τα εμπόδια στην εφαρμογή των στρατηγικών για έξυπνες πράσινες πόλεις και πώς μπορούν να ξεπεραστούν;

Με την παρούσα έρευνα, επιδιώκεται να προσδιοριστούν οι βέλτιστες πρακτικές και να προταθούν συγκεκριμένες πολιτικές που θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη πόλεων που είναι ταυτόχρονα έξυπνες, πράσινες και ανθρώπινες. Αναλύοντας τις υφιστάμενες περιπτώσεις επιτυχημένων πόλεων και εξετάζοντας τις νέες τεχνολογίες και τις πρακτικές βιωσιμότητας, η έρευνα φιλοδοξεί να παρέχει έναν οδικό χάρτη για την μελλοντική αστική ανάπτυξη που θα είναι αποδοτική, βιώσιμη και φιλική προς τους κατοίκους της (Javidroozi et al., 2023; Maio, 2022).

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να παρουσιάσει με σαφήνεια και πληρότητα το θέμα των έξυπνων πράσινων πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη ανάλυση των σχετικών τεχνολογιών, πρακτικών και θεωρητικών προσεγγίσεων.

Αρχικά, το Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό Υπόβαθρο παρέχει μια ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και τις θεωρητικές βάσεις που σχετίζονται με το θέμα. Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζονται οι ορισμοί και τα χαρακτηριστικά των έξυπνων και πράσινων πόλεων, καθώς και η έννοια της ανθρωποκεντρικής προσέγγισης στον αστικό σχεδιασμό. Αναλύεται πώς οι τρεις αυτές έννοιες μπορούν να συνδυαστούν για να δημιουργήσουν βιώσιμες, τεχνολογικά προηγμένες και φιλικές προς τον άνθρωπο πόλεις.

Το Κεφάλαιο 2: Τεχνολογίες και Πρακτικές Έξυπνων Πόλεων εστιάζει στις τεχνολογικές καινοτομίες που υποστηρίζουν την ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων. Εδώ εξετάζονται οι τεχνολογίες του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα μεγάλα δεδομένα (Big Data), καθώς και οι εφαρμογές τους στην αστική κινητικότητα, την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη διαχείριση πόρων.

Στο Κεφάλαιο 3: Πράσινες Πρωτοβουλίες και Βιωσιμότητα, αναλύονται οι πράσινες πρακτικές και πρωτοβουλίες που εφαρμόζονται στις πόλεις, όπως η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η αποδοτική διαχείριση απορριμμάτων και η ενσωμάτωση πράσινων χώρων. Εξετάζεται η συμβολή αυτών των πρακτικών στη βελτίωση της ποιότητας ζωής και στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των πόλεων.

Το Κεφάλαιο 4: Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση επικεντρώνεται στον σχεδιασμό πόλεων που δίνουν προτεραιότητα στην ευημερία και την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους. Παρουσιάζονται στρατηγικές και παραδείγματα πόλεων που εφαρμόζουν ανθρωποκεντρικές πρακτικές, όπως η συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και η δημιουργία κοινοτικών χώρων που προάγουν την κοινωνική συνοχή.

Στο Κεφάλαιο 5: Οφέλη και Προκλήσεις, εξετάζονται τα οφέλη που αποκομίζουν οι πόλεις και οι κάτοικοί τους από την υιοθέτηση έξυπνων και πράσινων τεχνολογιών, όπως η βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής, η οικονομική ανάπτυξη και η κοινωνική ισότητα. Παράλληλα, αναλύονται οι προκλήσεις και τα εμπόδια που ενδέχεται να προκύψουν κατά την εφαρμογή αυτών των στρατηγικών και προτείνονται τρόποι για την αντιμετώπισή τους.

Το Κεφάλαιο 6: Μελέτες Περίπτωσης παρουσιάζει αναλυτικά μελέτες περίπτωσης από πόλεις που έχουν εφαρμόσει επιτυχώς τις αρχές της έξυπνης πράσινης ανάπτυξης με επίκεντρο τον άνθρωπο. Μέσα από την ανάλυση αυτών των περιπτώσεων, αναδεικνύονται τα πρακτικά αποτελέσματα και τα διδάγματα που μπορούν να αντληθούν για τη μελλοντική αστική ανάπτυξη.

Τέλος, το Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα και Προτάσεις συνοψίζει τα κύρια ευρήματα της έρευνας και παρουσιάζει τα τελικά συμπεράσματα. Επίσης, διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα και πολιτική, προκειμένου να υποστηριχθεί η περαιτέρω ανάπτυξη έξυπνων, πράσινων και ανθρώπινων πόλεων.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση εξετάζει την ανθρώπινη και βιώσιμη προσέγγιση στην αξιολόγηση των έξυπνων πόλεων παγκοσμίως, όπως αναλύεται από τους Dashkevych και Portnov (2023). Οι συγγραφείς τονίζουν τη σημασία της ισορροπίας μεταξύ τεχνολογικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών διαστάσεων στις έξυπνες πόλεις, υπογραμμίζοντας ότι η έξυπνη τεχνολογία πρέπει να χρησιμοποιείται ως εργαλείο για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων (Dashkevych & Portnov, 2023). Η έρευνά τους προτείνει ένα σύστημα αξιολόγησης που βασίζεται στην άμεση συνάφεια με την ευημερία των ανθρώπων και την ίση εκπροσώπηση των βασικών διαστάσεων της βιωσιμότητας.

Οι Dashkevych και Portnov (2023) παρουσιάζουν κριτικά τις υπάρχουσες μεθοδολογίες κατάταξης των έξυπνων πόλεων, επισημαίνοντας ότι συχνά είναι ανισόρροπες και υπερτονίζουν τεχνολογικά μέτρα που δεν σχετίζονται άμεσα με την ευημερία των κατοίκων. Η έρευνά τους δείχνει ότι τα περισσότερα υπάρχοντα συστήματα κατάταξης παραβλέπουν σημαντικά κοινωνικά και περιβαλλοντικά κριτήρια, δίνοντας έμφαση κυρίως στην οικονομική και τεχνολογική απόδοση των πόλεων. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η πραγματική έξυπνη πόλη είναι αυτή που επιτυγχάνει την ισορροπία μεταξύ αυτών των τριών βασικών διαστάσεων (Dashkevych & Portnov, 2023).

Επιπλέον, η έρευνα καταδεικνύει τις περιφερειακές διαφορές στην ερμηνεία των έξυπνων πόλεων. Στη Βόρεια Αμερική, η έμφαση δίνεται στην οικονομία και την τεχνολογία, ενώ στην Ευρώπη επικεντρώνονται περισσότερο στο περιβάλλον και στην Ασία στην κοινωνία. Οι Dashkevych και Portnov (2023) προτείνουν ένα σύστημα αξιολόγησης που ενσωματώνει εννέα ποσοτικούς δείκτες, καθένας από τους οποίους σχετίζεται άμεσα με την ευημερία των ανθρώπων, προκειμένου να παρέχουν μια πιο δίκαιη και ισορροπημένη αξιολόγηση των έξυπνων πόλεων σε παγκόσμιο επίπεδο. Το σύστημα αυτό εφαρμόστηκε σε περισσότερες από 100 μεγάλες πόλεις, αποκαλύπτοντας τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες τους στην επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας (Dashkevych & Portnov, 2023).

Οι έξυπνες, βιώσιμες και πράσινες πόλεις (SSG) αναπτύσσονται ως απάντηση στις σύγχρονες προκλήσεις της αστικοποίησης και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Σύμφωνα

με την έρευνα των Javidroozi, Carter, Grace και Shah (2023), οι πόλεις αυτές επιδιώκουν να συνδυάσουν τις έννοιες της τεχνολογικής καινοτομίας με τις πρακτικές βιώσιμης ανάπτυξης για να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους και να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα μεγάλα δεδομένα, επιτρέπουν στις πόλεις να γίνουν πιο έξυπνες και αποδοτικές, προσφέροντας ταυτόχρονα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Η έρευνα δείχνει ότι η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων δεν είναι απλώς ζήτημα τεχνολογικής υποδομής, αλλά περιλαμβάνει επίσης την ενσωμάτωση κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι πόλεις πρέπει να είναι ικανές να διαχειρίζονται και να αξιοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να βελτιώσουν διάφορους τομείς της αστικής ζωής, όπως οι μεταφορές, η υγειονομική περίθαλψη και η ενέργεια. Η προσέγγιση αυτή απαιτεί έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό που λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και τις προτεραιότητες των πολιτών, διασφαλίζοντας την κοινωνική συνοχή και την ισότητα (Javidroozi et al., 2023).

Συν τοις άλλοις, η έρευνα αναδεικνύει την ανάγκη για πολιτικές που προάγουν την πράσινη ανάπτυξη και τη βιωσιμότητα. Η δημιουργία πράσινων χώρων και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι κρίσιμα στοιχεία για την επίτευξη των στόχων αυτών. Η βιώσιμη αστική ανάπτυξη απαιτεί επίσης τη συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων τομέων για την επίτευξη μιας ισορροπημένης και ανθεκτικής πόλης (Javidroozi et al., 2023). Η ενσωμάτωση αυτών των στοιχείων μπορεί να οδηγήσει σε πόλεις που είναι όχι μόνο τεχνολογικά προηγμένες, αλλά και κοινωνικά δίκαιες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες.

Κατά τους Tura και Ojanen (2022). Οι συγγραφείς διερευνούν την έννοια των έξυπνων πόλεων μέσω μιας συστηματικής ανασκόπησης της υπάρχουσας βιβλιογραφίας, επισημαίνοντας τη σημασία των πολυδιάστατων προσεγγίσεων για την επίτευξη βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Η έρευνα τους δείχνει ότι οι καινοτομίες που επικεντρώνονται στη βιωσιμότητα δεν αφορούν μόνο την τεχνολογική εξέλιξη, αλλά και την κοινωνική, οργανωτική και πολιτική καινοτομία, η οποία είναι κρίσιμη για τη διαμόρφωση βιώσιμων και έξυπνων πόλεων (Tura & Ojanen, 2022).

Μέσα από την ανάλυση 159 επιλεγμένων άρθρων, οι Tura και Ojanen (2022) εντοπίζουν τέσσερις κύριες προοπτικές για τις καινοτομίες προσανατολισμένες στη βιωσιμότητα στον

τομέα των έξυπνων πόλεων: την τεχνολογική προοπτική, την οργανωτική προοπτική, την προοπτική της κοινωνικής καινοτομίας με τη συμμετοχή των πολιτών και τις συστημικές αλλαγές με τα οικοσυστήματα καινοτομίας. Η έρευνα αποκαλύπτει ότι οι περισσότερες μελέτες επικεντρώνονται στην τεχνολογική καινοτομία, αλλά υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις οργανωτικές και κοινωνικές καινοτομίες, όπως η συμμετοχή των πολιτών, η οποία ενισχύει την ποιότητα ζωής και την αειφορία των αστικών περιοχών (Tura & Ojanen, 2022).

Επιπλέον, η ανασκόπηση δείχνει ότι η έννοια των έξυπνων πόλεων έχει εξελιχθεί για να συμπεριλάβει πολυδιάστατες προσεγγίσεις και καινοτομίες που στοχεύουν στην οικοδόμηση συστημάτων, κάτι που είναι απαραίτητο για την αντιμετώπιση των πολύπλοκων προβλημάτων βιωσιμότητας στις πόλεις. Οι Tura και Ojanen (2022) υποστηρίζουν ότι η επίτευξη βιώσιμης αστικής ανάπτυξης απαιτεί καινοτομίες σε όλα τα επίπεδα, από τις τεχνολογικές λύσεις μέχρι την πολιτική και την κοινωνική καινοτομία, προκειμένου να δημιουργηθούν συνεργατικά προϊόντα, υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα που προωθούν την αειφορία στις αστικές περιοχές.

Κατά τους Fieuw, Foth, και Caldwell (2022) η σημασία της υιοθέτησης μιας περισσότερο από-ανθρώπινης προσέγγισης στην αστική ανάπτυξη, με στόχο τη δημιουργία βιώσιμων πόλεων που να προάγουν τη δικαιοσύνη μεταξύ των ειδών. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι αστικού σχεδιασμού συχνά παραμερίζουν τις ανάγκες των μη ανθρώπινων οργανισμών και των οικοσυστημάτων, εστιάζοντας κυρίως στην άνεση και την ευκολία των ανθρώπων (Fieuw et al., 2022). Για να επιτευχθεί μια πραγματικά βιώσιμη αστική ανάπτυξη, είναι απαραίτητο να αναγνωριστούν οι οικολογικές συνδέσεις μεταξύ των ανθρώπων και των πλανητικών συστημάτων, και να προωθηθεί η δικαιοσύνη για τα πολλαπλά είδη που μοιράζονται τον αστικό χώρο (Fieuw et al., 2022).

Οι συγγραφείς τονίζουν ότι οι καινοτόμες προσεγγίσεις στον αστικό σχεδιασμό πρέπει να περιλαμβάνουν τη συμμετοχή των μη ανθρώπινων οργανισμών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και την ανάπτυξη στρατηγικών που προάγουν τη συνύπαρξη των ανθρώπων με τα άλλα είδη (Fieuw et al., 2022). Για παράδειγμα, η βιοφιλική σχεδίαση και οι οικολογικοί διάδρομοι μπορούν να συμβάλουν στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας στις πόλεις, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων (Fieuw et al., 2022). Επίσης, η ενσωμάτωση της παραδοσιακής γνώσης των Ιθαγενών και οι πρακτικές φροντίδας της γης

μπορούν να προσφέρουν πολύτιμες λύσεις για την επίτευξη μιας περισσότερο από-ανθρώπινης αστικής ανάπτυξης (Fieuw et al., 2022).

Από μια άλλη σκοπιά κατά τους Gao, Wang, Hu και Martinez (2023) αναδεικνύει τη σημασία του σχεδιασμού βιώσιμων έξυπνων πόλεων μέσω της ενσωμάτωσης του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και των οικοσυστημάτων. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία IoT, σε συνδυασμό με βιώσιμες σχεδιαστικές αρχές, μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της αστικής διαχείρισης και να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Gao et al., 2023). Η έρευνά τους επικεντρώνεται στη δημιουργία ενός συστήματος σχεδιασμού που βασίζεται σε έξι βασικά στοιχεία: τον άνθρωπο, το περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία, τον πολιτισμό και την τεχνολογία. Μέσω της ανάλυσης αυτών των στοιχείων, οι συγγραφείς προτείνουν την κατασκευή ενός μοντέλου συστήματος που μπορεί να εφαρμοστεί στις έξυπνες πόλεις για να επιτευχθεί η αειφορία (Gao et al., 2023).

Οι συγγραφείς εξετάζουν επίσης τις στρατηγικές σχεδιασμού για βιώσιμες έξυπνες πόλεις, εστιάζοντας στην αρχιτεκτονική του City Information Modeling (CIM) και πώς αυτή μπορεί να υποστηρίξει τον βιώσιμο αστικό σχεδιασμό. Το CIM επιτρέπει τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από διάφορους τομείς της πόλης, όπως η διαχείριση πόρων και ο αστικός σχεδιασμός, επιτρέποντας στους διαχειριστές πόλεων να λαμβάνουν καλύτερες αποφάσεις βασισμένες σε πραγματικά δεδομένα (Gao et al., 2023). Η μελέτη περίπτωσης της έξυπνης πόλης του Suzhou δείχνει πώς η χρήση του CIM μπορεί να βελτιώσει την αστική διαχείριση, να προωθήσει την πολιτιστική και οικονομική ανάπτυξη και να μειώσει τη ρύπανση μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης των φυσικών πόρων (Gao et al., 2023).

Η μελέτη τονίζει ότι ο βιώσιμος σχεδιασμός των έξυπνων πόλεων απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που ενσωματώνει τεχνολογικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτιστικές παραμέτρους. Οι Gao et al. (2023) υπογραμμίζουν τη σημασία της τεχνολογίας ως εργαλείου για την επίτευξη βιωσιμότητας, ενώ παράλληλα προωθούν τη συμμετοχή των πολιτών και τη διασφάλιση της κοινωνικής δικαιοσύνης. Η έρευνά τους καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η επιτυχία των έξυπνων πόλεων εξαρτάται από την ικανότητά τους να ενσωματώνουν αυτές τις πολυδιάστατες προσεγγίσεις, διασφαλίζοντας ότι οι πόλεις παραμένουν ανθρώπινες, αποδοτικές και βιώσιμες (Gao et al., 2023).

Οι Chen, Gil-Garcia και Gasco-Hernandez (2022) αναδεικνύει τη σημασία της κοινωνικής βιωσιμότητας στις έξυπνες πόλεις, εστιάζοντας στην ένταξη, την ισότητα και τη συμμετοχή των πολιτών. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι, αν και οι έξυπνες πόλεις έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη βιωσιμότητα, η έμφαση που δίνεται συνήθως στα οικονομικά οφέλη και την τεχνολογία μπορεί να επιδεινώσει τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανισότητες (Chen et al., 2022). Η έρευνά τους δείχνει ότι η κοινωνική βιωσιμότητα συχνά παραμελείτε, με τις περισσότερες μελέτες να επικεντρώνονται στις οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές της βιωσιμότητας.

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι η ένταξη και η ισότητα είναι κρίσιμα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό των έξυπνων πόλεων (Chen et al., 2022). Η έρευνα δείχνει ότι η ενεργός συμμετοχή των πολιτών είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τις έξυπνες πόλεις να κατανοήσουν και να ανταποκριθούν στις κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές ανάγκες των κατοίκων τους. Οι συγγραφείς υπογραμμίζουν ότι η συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο δίκαιη και περιεκτική έξυπνη κοινότητα, μειώνοντας τις υπάρχουσες ανισότητες και προωθώντας τη βιωσιμότητα μακροπρόθεσμα (Chen et al., 2022).

Η μελέτη των Chen, Gil-Garcia και Gasco-Hernandez (2022) προτείνει ότι οι έξυπνες πόλεις πρέπει να ενσωματώσουν στρατηγικές που προάγουν τη δικαιοσύνη και την κοινωνική συνοχή, όπως η βιοφιλική σχεδίαση και οι οικολογικοί διάδρομοι. Αυτές οι στρατηγικές συμβάλλουν στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας στις πόλεις, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Επιπλέον, η συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες σχεδιασμού και η συνεργασία με διάφορους φορείς μπορούν να ενισχύσουν τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα των αστικών περιοχών (Chen et al., 2022). Οι συγγραφείς καταλήγουν ότι η επιτυχία των έξυπνων πόλεων εξαρτάται από την ικανότητά τους να ενσωματώνουν πολυδιάστατες προσεγγίσεις που διασφαλίζουν ότι οι πόλεις παραμένουν ανθρώπινες, αποδοτικές και βιώσιμες.

Κατά τους Ahmad, Maabreh, Ghaly, Khan, Qadir, και Al-Fuqaha (2022) εξετάζει τις προκλήσεις και τις προοπτικές των ανθρώπινων κεντρικών έξυπνων πόλεων, εστιάζοντας ιδιαίτερα στην ασφάλεια, τη διαχείριση δεδομένων και τα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν από τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης (AI). Οι συγγραφείς υπογραμμίζουν ότι, ενώ η τεχνολογία AI μπορεί να ενισχύσει την ευημερία και τη βιωσιμότητα στις πόλεις, υπάρχουν

σημαντικά ζητήματα ασφάλειας που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Οι επιθέσεις adversarial AI και τα προβλήματα ερμηνευσιμότητας αποτελούν κρίσιμες προκλήσεις για την ανάπτυξη ασφαλών και αξιόπιστων έξυπνων πόλεων (Ahmad et al., 2022).

Η ανάλυση αποκαλύπτει ότι η επιτυχής εφαρμογή της AI στις έξυπνες πόλεις απαιτεί την ενσωμάτωση ανθεκτικών μηχανισμών ασφαλείας για την προστασία των δεδομένων και την πρόληψη επιθέσεων. Οι συγγραφείς αναφέρουν περιπτώσεις επιθέσεων όπως τα trojan attacks, τα οποία μπορούν να παραβιάσουν την ασφάλεια των AI μοντέλων σε κρίσιμες εφαρμογές όπως τα αυτόνομα οχήματα και τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Η έρευνα τους καταδεικνύει την ανάγκη για την ανάπτυξη ανθεκτικών και διαφανών AI μοντέλων που μπορούν να εξασφαλίσουν την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των χρηστών στις έξυπνες πόλεις (Ahmad et al., 2022).

Οι συγγραφείς τονίζουν τη σημασία της ηθικής στην ανάπτυξη των AI συστημάτων. Η χρήση της AI στις έξυπνες πόλεις πρέπει να γίνεται με υπευθυνότητα, λαμβάνοντας υπόψη τις κοινωνικές και ηθικές επιπτώσεις των τεχνολογικών επιλογών. Η έρευνα υπογραμμίζει την ανάγκη για διαφανή και δίκαιη λήψη αποφάσεων, η οποία μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ανάπτυξης ερμηνεύσιμων AI μοντέλων που μπορούν να εξηγήσουν τις αποφάσεις τους στους χρήστες. Οι συγγραφείς καλούν για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη πολιτικών που θα διασφαλίσουν ότι οι έξυπνες πόλεις είναι ασφαλείς, δίκαιες και βιώσιμες για όλους τους κατοίκους τους (Ahmad et al., 2022).

Η ανασκόπηση του άρθρου των Müller-Eie και Kosmidis (2023) εξετάζει τις πρωτοβουλίες για βιώσιμη κινητικότητα στις έξυπνες πόλεις της Βόρειας Ευρώπης, εστιάζοντας στις μεσαίου μεγέθους πόλεις του δικτύου Nordic Smart City Network. Οι συγγραφείς διερευνούν πώς οι στρατηγικές των έξυπνων πόλεων ενσωματώνουν μέτρα για την προώθηση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητά τους μέσω δύο αναλυτικών πλαισίων: τους στόχους του Σχεδίου Βιώσιμης Αστικής Κινητικότητας (SUMP) της ΕΕ και τα κριτήρια S.M.A.R.T. (Müller-Eie & Kosmidis, 2023). Η έρευνα αποκαλύπτει ότι οι περισσότερες πρωτοβουλίες επικεντρώνονται στην αποδοτικότητα και το περιβάλλον, παραμελώντας συχνά την κοινωνική βιωσιμότητα και την ασφάλεια.

Η μελέτη περιλαμβάνει ανάλυση των στρατηγικών και των μέτρων κινητικότητας σε δεκατέσσερις πόλεις μεσαίου μεγέθους, όπως το Aarhus, το Vejle, και το Turku. Οι

συγγραφείς καταγράφουν μέτρα που περιλαμβάνουν τη χρήση αυτόνομων οχημάτων, υποδομές για ποδήλατα, συστήματα κοινής χρήσης αυτοκινήτων και ποδηλάτων, καθώς και την εφαρμογή πολυτροπικών λύσεων κινητικότητας (Müller-Eie & Kosmidis, 2023). Ωστόσο, η έρευνα επισημαίνει ότι οι στόχοι των μέτρων αυτών είναι συχνά ασαφείς και δύσκολα μετρήσιμοι, γεγονός που καθιστά την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους προκλητική.

Τέλος, οι συγγραφείς υπογραμμίζουν ότι, αν και οι πρωτοβουλίες για έξυπνη κινητικότητα μπορούν να συμβάλλουν στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη, υπάρχει ανάγκη για πιο συγκεκριμένους και μετρήσιμους στόχους, καθώς και για μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση που θα λαμβάνει υπόψη την κοινωνική συνοχή και την ποιότητα ζωής (Müller-Eie & Kosmidis, 2023). Η έρευνα καλεί για μια επαναξιολόγηση των στρατηγικών έξυπνης κινητικότητας ώστε να διασφαλιστεί ότι οι πόλεις γίνονται πραγματικά βιώσιμες και ανθρώπινες, πέρα από την τεχνολογική και περιβαλλοντική διάσταση.

Κεφάλαιο 1^ο. Θεωρητικό Υπόβαθρο

1.1. Ορισμός και χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων

Οι έξυπνες πόλεις αναδεικνύονται ως μια απάντηση στις σύγχρονες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι αστικές περιοχές, χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών, την αύξηση της αποδοτικότητας των υποδομών και την προώθηση της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης. Ο ορισμός των έξυπνων πόλεων ποικίλλει, αλλά συνήθως περιλαμβάνει τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών, αναλυτικών δεδομένων και επικοινωνιακών τεχνολογιών για τη δημιουργία ενός αποδοτικού και αποτελεσματικού περιβάλλοντος υπηρεσιών που βελτιώνει την αστική ποιότητα ζωής και προάγει τη βιωσιμότητα (Myeong et al., 2022 ; Bhatnagar, 2024).

Σύμφωνα με μια συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, οι έξυπνες πόλεις ορίζονται ως βιώσιμες πόλεις που επιλύουν αστικά προβλήματα και βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των πολιτών μέσω των τεχνολογιών της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης και της διακυβέρνησης μεταξύ των ενδιαφερομένων (Myeong et al., 2022). Ο ορισμός αυτός

ενσωματώνει την ιδέα της διασύνδεσης και της συνεργασίας μεταξύ των τεχνολογιών και των κοινωνικών συστημάτων, προκειμένου να επιτευχθεί μια πιο αποδοτική και βιώσιμη αστική ανάπτυξη.

Ένας άλλος σημαντικός ορισμός περιλαμβάνει τις έξυπνες πόλεις ως πόλεις που χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες και αναλυτικά δεδομένα για να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των πολιτών, να αυξήσουν την αποδοτικότητα των υποδομών και των υπηρεσιών και να προωθήσουν τη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη (Gracias et al., 2023). Αυτή η προσέγγιση τονίζει τη σημασία της τεχνολογίας στην παροχή εξατομικευμένων και προσβάσιμων υπηρεσιών στους πολίτες, ενώ παράλληλα αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η ιδιωτικότητα των δεδομένων και η άνιση πρόσβαση στην τεχνολογία.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των έξυπνων πόλεων μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες:

1. **Τεχνολογία και Καινοτομία:** Οι έξυπνες πόλεις χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), την τεχνητή νοημοσύνη (AI) και τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την παρακολούθηση και διαχείριση των αστικών υποδομών με αποδοτικό τρόπο, βελτιώνοντας την παροχή υπηρεσιών και μειώνοντας τα κόστη (Myeong et al., 2022 ; Bhatnagar, 2024).
2. **Βιωσιμότητα και Ποιότητα Ζωής:** Οι έξυπνες πόλεις επικεντρώνονται στη βιωσιμότητα, προωθώντας τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Η ενσωμάτωση πράσινων χώρων και η διαχείριση αποβλήτων αποτελούν επίσης κεντρικά στοιχεία για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και την προώθηση ενός υγιούς περιβάλλοντος (Gracias et al., 2023 ; Toli & Murtagh, 2020).
3. **Συμμετοχική Διακυβέρνηση:** Η συμμετοχή των πολιτών στη διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι κρίσιμη στις έξυπνες πόλεις. Μέσω ψηφιακών πλατφορμών και εργαλείων ηλεκτρονικής διακυβέρνησης, οι πολίτες μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στη διαμόρφωση της πολιτικής και στον αστικό σχεδιασμό, προάγοντας τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη στη διακυβέρνηση (Bhatnagar, 2024).

4. **Εξυπνες Υποδομές:** Οι έξυπνες πόλεις διαθέτουν διασυνδεδεμένες και ευέλικτες υποδομές που μπορούν να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της πόλης. Αυτό περιλαμβάνει έξυπνα συστήματα μεταφορών που μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές, έξυπνα δίκτυα ενέργειας που βελτιώνουν την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία, και έξυπνα συστήματα διαχείρισης υδάτων που διασφαλίζουν την επαρκή παροχή και ποιότητα νερού (Toli & Murtagh, 2020).
5. **Ασφάλεια και Προστασία Δεδομένων:** Η ασφάλεια και η προστασία των δεδομένων αποτελούν βασικές ανησυχίες στις έξυπνες πόλεις. Η χρήση τεχνολογιών για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των δεδομένων πρέπει να συνοδεύεται από ισχυρά μέτρα ασφαλείας για την προστασία της ιδιωτικότητας των πολιτών και την αποτροπή κυβερνοεπιθέσεων (Bhatnagar, 2024).

Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που συνδυάζει την τεχνολογία με τη συμμετοχή των πολιτών και τη βιωσιμότητα, προκειμένου να δημιουργηθεί ένα ευημερούν και ανθεκτικό αστικό περιβάλλον. Αυτή η πολυδιάστατη προσέγγιση επιτρέπει στις πόλεις να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις του 21ου αιώνα με αποτελεσματικό και καινοτόμο τρόπο.

1.2. Ορισμός και χαρακτηριστικά των πράσινων πόλεων

Οι πράσινες πόλεις, συχνά αναφερόμενες και ως βιώσιμες ή οικολογικές πόλεις, αποτελούν σύγχρονα αστικά κέντρα που στοχεύουν στη διατήρηση και ενίσχυση του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ ταυτόχρονα προωθούν την κοινωνική, φυσική και οικονομική υγεία και ευημερία των κατοίκων τους. Οι πράσινες πόλεις είναι σχεδιασμένες για να ελαχιστοποιούν την αρνητική τους επίδραση στο περιβάλλον και να παρέχουν έναν υψηλό επίπεδο ποιότητας ζωής μέσω της έξυπνης χρήσης φυσικών πόρων, της βιώσιμης αρχιτεκτονικής και των τεχνολογικών καινοτομιών (Kellett & Larbi, 2021).

Οι βασικές αρχές μιας πράσινης πόλης περιλαμβάνουν τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του νερού, καθώς και τη μείωση της παραγωγής αποβλήτων. Οι πόλεις αυτές είναι σχεδιασμένες ώστε να είναι ανθεκτικές στις αλλαγές του

κλίματος και να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις συνέπειες ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως τυφώνες, πυρκαγιές και πλημμύρες (Lexicon, 2024).

Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο των πράσινων πόλεων είναι η ενσωμάτωση πράσινων και μπλε υποδομών, όπως πάρκα, πράσινες στέγες, κοινοτικοί κήποι και συστήματα ανακύκλωσης νερού. Αυτές οι υποδομές βοηθούν στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη μείωση της θερμοκρασίας και στην απορρόφηση των ρύπων, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του αέρα και του νερού (Hadjichambis et al., 2022). Επιπλέον, οι πράσινες πόλεις προάγουν τη χρήση δημόσιων μέσων μεταφοράς, της ποδηλασίας και του περπατήματος, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τα αυτοκίνητα και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Kellett & Larbi, 2021).

Η δημιουργία πράσινων πόλεων περιλαμβάνει επίσης τη χρήση βιώσιμων δομικών υλικών και την εφαρμογή τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως έξυπνα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ηλιακά πάνελ και χρήση φυσικών υλικών όπως το μπαμπού ή η πέτρα. Αυτά τα χαρακτηριστικά συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της κατανάλωσης ενέργειας, καθιστώντας τις πόλεις αυτές πιο βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον (Azizi & Kouddane, 2024 ; Breuste, 2020).

Οι πράσινες πόλεις είναι επίσης κοινωνικά ευαίσθητες, προωθώντας την ισότητα και την κοινωνική συνοχή μέσω της ενθάρρυνσης της συμμετοχής των κατοίκων στις αποφάσεις που επηρεάζουν την κοινότητά τους. Αυτή η συμμετοχική προσέγγιση ενισχύει την αίσθηση της κοινότητας και συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, προάγοντας τη φυσική και ψυχική τους υγεία (Hadjichambis et al., 2022).

Η αυξανόμενη αναγνώριση της σημασίας των πράσινων πόλεων αντανακλάται στην υποστήριξη διεθνών οργανισμών, όπως η UNESCO και η ICLEI, που προωθούν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και ενθαρρύνουν τις πόλεις να υιοθετήσουν στρατηγικές που μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και ενισχύουν την αστική ανθεκτικότητα (Azizi & Kouddane, 2024). Σημαντικές πρωτοβουλίες, όπως η εκστρατεία των Βιώσιμων Πόλεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η Agenda 21, θέτουν τις βάσεις για τη δημιουργία πράσινων πόλεων που είναι ανθεκτικές και ευημερούσες (Breuste, 2020).

Οι πράσινες πόλεις είναι πολυδιάστατες και περιλαμβάνουν διάφορες στρατηγικές και πρακτικές που αποσκοπούν στη δημιουργία βιώσιμων και ανθρώπινων αστικών κέντρων.

Αποτελούν μια απαραίτητη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των σύγχρονων περιβαλλοντικών και κοινωνικών προκλήσεων, προσφέροντας έναν βιώσιμο τρόπο ζωής που ευνοεί τόσο τους ανθρώπους όσο και το περιβάλλον (Azizi & Kouddane, 2024 ; Hadjichambis et al., 2022).

1.3. Η έννοια της ανθρωποκεντρικής προσέγγισης στις πόλεις

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση στην αστική ανάπτυξη αποτελεί μια σημαντική μετατόπιση από τις παραδοσιακές μεθόδους σχεδιασμού πόλεων, οι οποίες συχνά προτεραιοποιούσαν την αποδοτικότητα και τη λειτουργικότητα εις βάρος των αναγκών των ανθρώπων. Σε αντίθεση με αυτές τις προσεγγίσεις, η ανθρωποκεντρική προσέγγιση τοποθετεί τον άνθρωπο στο επίκεντρο του σχεδιασμού, στοχεύοντας στη δημιουργία πόλεων που είναι βιώσιμες, φιλικές προς τον άνθρωπο και ικανές να ανταποκριθούν στις ποικίλες ανάγκες των κατοίκων τους (Chokhachian et al., 2017).

Αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει τη σημασία των δημόσιων χώρων ως κύριων τόπων κοινωνικής αλληλεπίδρασης και ευημερίας. Ο σχεδιασμός με βάση τον άνθρωπο προωθεί τη δημιουργία δημόσιων χώρων που ενθαρρύνουν τη συμμετοχή των πολιτών και την κοινοτική συνοχή, ενώ παράλληλα βελτιώνουν την ποιότητα ζωής μέσω της ενσωμάτωσης πρασίνου και φυσικών στοιχείων (Chokhachian et al., 2017 ; Katsavounidou, 2023). Για παράδειγμα, η χρήση πράσινων χώρων σε αστικά περιβάλλοντα έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ψυχική υγεία των πολιτών και μειώνει το άγχος, ενώ παράλληλα προάγει τη βιοποικιλότητα και τη βιωσιμότητα (Centre for Construction & Architectural Excellence).

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση δεν περιορίζεται μόνο στην αισθητική και τη φυσική άνεση, αλλά περιλαμβάνει επίσης την ενδυνάμωση των πολιτών να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων για την πόλη τους. Αυτή η συμμετοχική διαδικασία διασφαλίζει ότι οι φωνές των πολιτών ακούγονται και λαμβάνονται υπόψη, καθιστώντας τις πόλεις πιο δίκαιες και συμπεριληπτικές (Katsavounidou, 2023). Μέσω αυτών των διαδικασιών, οι πόλεις μπορούν να αναπτύξουν λύσεις που είναι όχι μόνο τεχνολογικά προηγμένες, αλλά και ευθυγραμμισμένες με τις πραγματικές ανάγκες και τις προτιμήσεις των κατοίκων τους.

Ακόμη, η τεχνολογία μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο σε μια ανθρωποκεντρική πόλη, αρκεί να χρησιμοποιείται με τρόπο που να ενισχύει την ανθρώπινη εμπειρία και όχι να την υποκαθιστά. Η ψηφιακή συμμετοχή, για παράδειγμα, επιτρέπει στους πολίτες να εκφράζουν τις απόψεις τους και να συμβάλλουν σε συζητήσεις για την αστική ανάπτυξη μέσω ψηφιακών πλατφορμών και εργαλείων (Chokhachian et al., 2017). Παράλληλα, η προστασία των δικαιωμάτων των πολιτών και η διασφάλιση της ιδιωτικότητάς τους είναι κεντρικά ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπίζονται σε μια έξυπνη πόλη με ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό (Centre for Construction & Architectural Excellence).

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση στον αστικό σχεδιασμό και την ανάπτυξη δεν είναι απλώς μια τάση, αλλά μια αναγκαία προσαρμογή στην ολοένα και πιο σύνθετη πραγματικότητα των σύγχρονων πόλεων. Μέσα από την κατανόηση των αναγκών και των επιθυμιών των κατοίκων και την ενσωμάτωση αυτών στον σχεδιασμό, οι πόλεις μπορούν να γίνουν πιο βιώσιμες, ανθεκτικές και ευχάριστες για όλους (Lexicon, 2024). Αυτή η προσέγγιση αποτελεί επίσης ένα κάλεσμα για τις πόλεις να γίνουν πιο προσαρμοστικές και ανοιχτές στην καινοτομία, προκειμένου να ανταποκριθούν στις προκλήσεις του μέλλοντος με τρόπους που ενισχύουν την ποιότητα ζωής και την κοινωνική δικαιοσύνη.

1.4. Συνδυασμός των τριών εννοιών

Η σύγχρονη αστική ανάπτυξη αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις, όπως η κλιματική αλλαγή, η αυξανόμενη ζήτηση για πόρους και η ανάγκη βελτίωσης της ποιότητας ζωής των πολιτών. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί μια συνδυαστική προσέγγιση που ενσωματώνει τις έννοιες των έξυπνων πόλεων, των πράσινων πρωτοβουλιών και της ανθρωποκεντρικής ανάπτυξης (Javidroozi et al., 2023).

Οι έξυπνες πόλεις εστιάζουν στη χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI), και τα μεγάλα δεδομένα (Big Data) για την αναβάθμιση των αστικών λειτουργιών και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στη διαχείριση των πόρων. Αυτές οι τεχνολογίες επιτρέπουν την πραγματική παρακολούθηση και βελτιστοποίηση των υποδομών, όπως τα δίκτυα μεταφορών και ενέργειας, καθιστώντας τις πόλεις πιο αποδοτικές και βιώσιμες (Gao et al., 2023 ; Javidroozi et al., 2023).

Παράλληλα, οι πράσινες πρωτοβουλίες επικεντρώνονται στη βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων και στην προώθηση της περιβαλλοντικής προστασίας. Η ενσωμάτωση πράσινων χώρων, όπως πάρκα και πράσινες οροφές, σε αστικά περιβάλλοντα συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας, στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και στην αύξηση της βιοποικιλότητας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική, αποτελούν σημαντικό μέρος της πράσινης αστικής ανάπτυξης, μειώνοντας την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Katsavounidou, 2023).

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση προσθέτει μια κρίσιμη διάσταση στην ανάπτυξη των έξυπνων και πράσινων πόλεων, δίνοντας έμφαση στην ευημερία και την ποιότητα ζωής των πολιτών. Αυτό σημαίνει ότι η τεχνολογική ανάπτυξη και οι περιβαλλοντικές πρωτοβουλίες θα πρέπει να σχεδιάζονται με γνώμονα τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των κατοίκων. Η συμμετοχική διαδικασία σχεδιασμού, όπου οι πολίτες εμπλέκονται ενεργά στη λήψη αποφάσεων, είναι κεντρική για την επίτευξη μιας ανθρώπινης πόλης που προάγει την κοινωνική ένταξη και τη δικαιοσύνη

Η ενσωμάτωση των τριών αυτών στοιχείων σε ένα ενιαίο πλαίσιο προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας πόλεων που είναι όχι μόνο τεχνολογικά προηγμένες και περιβαλλοντικά υπεύθυνες, αλλά και κοινωνικά δίκαιες και βιώσιμες. Ο συνδυασμός της τεχνολογίας με την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την ανθρωποκεντρική προσέγγιση οδηγεί σε αστικά περιβάλλοντα που προάγουν την υγεία, την ευημερία και την ανθεκτικότητα των κοινοτήτων (Chokhachian et al., 2017).

Η έρευνα στον τομέα αυτό δείχνει ότι η επιτυχία μιας τέτοιας συνδυαστικής προσέγγισης εξαρτάται από την ισορροπία και τη συνέργεια μεταξύ των τεχνολογικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών παραμέτρων. Πόλεις όπως η Κοπεγχάγη και το Άμστερνταμ έχουν εφαρμόσει στρατηγικές που συνδυάζουν την τεχνολογία, την πράσινη ανάπτυξη και την ανθρωποκεντρική προσέγγιση, καταφέρνοντας να μειώσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους (Gao et al., 2023 ; Javidroozi et al., 2023).

Η ενσωμάτωση των έξυπνων τεχνολογιών, των πράσινων πρωτοβουλιών και της ανθρωποκεντρικής φιλοσοφίας μπορεί να οδηγήσει σε πόλεις που είναι ανθεκτικές, βιώσιμες και ανθρώπινες. Αυτή η συνδυαστική προσέγγιση όχι μόνο αντιμετωπίζει τις σημερινές προκλήσεις αλλά προετοιμάζει και τις πόλεις για ένα μέλλον όπου οι άνθρωποι,

το περιβάλλον και η τεχνολογία συνεργάζονται αρμονικά(Gao et al., 2023 ; Javidroozi et al., 2023).

Η υλοποίηση μιας τέτοιας συνδυαστικής προσέγγισης απαιτεί ολοκληρωμένο σχεδιασμό και συνεργασία μεταξύ κυβερνητικών φορέων, τοπικών κοινοτήτων, επιχειρήσεων και τεχνολογικών προμηθευτών. Η δημιουργία ενός πλαισίου διακυβέρνησης που προωθεί τη συμμετοχικότητα και την καινοτομία είναι κρίσιμη για την επιτυχία των έξυπνων, πράσινων και ανθρωποκεντρικών πόλεων του μέλλοντος (Javidroozi et al., 2023).

Κεφάλαιο 2^ο . Τεχνολογίες και Πρακτικές Έξυπνων Πόλεων

2.1. Ανάλυση των τεχνολογιών των έξυπνων πόλεων (π.χ., IoT, AI, Big Data)

Οι έξυπνες πόλεις είναι ένα αναδυόμενο μοντέλο αστικής ανάπτυξης που βασίζεται στην ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, την αποδοτική διαχείριση πόρων, και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Κεντρικό ρόλο στην υλοποίηση των έξυπνων πόλεων παίζουν τρεις βασικές τεχνολογίες: το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data).

2.1.1. Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αποτελεί έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της τεχνολογίας που διαμορφώνει τις έξυπνες πόλεις του μέλλοντος. Το IoT αναφέρεται σε ένα δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών και αισθητήρων που μπορούν να συλλέγουν, να μεταδίδουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η ικανότητα αυτή επιτρέπει την άμεση λήψη πληροφοριών από το περιβάλλον και την αυτόματη λήψη αποφάσεων, καθιστώντας τις πόλεις πιο αποδοτικές, βιώσιμες και προσαρμόσιμες στις ανάγκες των κατοίκων τους (Syed et al., 2021).

Οι εφαρμογές του IoT σε αστικά περιβάλλοντα είναι ποικίλες και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών που στοχεύουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Μία από τις πιο

κοινές εφαρμογές είναι η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα, όπου οι αισθητήρες τοποθετούνται σε διάφορα σημεία της πόλης για να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενημέρωση των πολιτών και των αρχών σχετικά με τα επίπεδα ρύπανσης, επιτρέποντας την έγκαιρη λήψη μέτρων για τη μείωση των επικίνδυνων ρύπων (Bibri et al., 2023).

Μια άλλη σημαντική εφαρμογή του IoT είναι στη διαχείριση της κυκλοφορίας. Οι αισθητήρες IoT μπορούν να τοποθετηθούν σε φανάρια, δρόμους και οχήματα για να συλλέγουν δεδομένα σχετικά με τη ροή της κυκλοφορίας και τις συνθήκες του δρόμου. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των φωτεινών σηματοδοτών σε πραγματικό χρόνο, με στόχο τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και τη βελτίωση της ασφάλειας (Syed et al., 2021). Επιπλέον, οι πληροφορίες από τα συστήματα IoT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καθοδήγηση των οδηγών προς τις πιο αποδοτικές διαδρομές, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση καυσίμων και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (Bibri et al., 2023).

Στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, οι έξυπνοι μετρητές και οι αισθητήρες IoT εγκαθίστανται σε κτίρια και υποδομές για να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας και να εντοπίζουν περιοχές με σπατάλη. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την καλύτερη διαχείριση των ενεργειακών πόρων, τη μείωση του κόστους και την προώθηση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Javidroozi et al., 2023).

Το IoT έχει επίσης σημαντικές εφαρμογές στη διαχείριση αποβλήτων. Έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων εξοπλισμένοι με αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν πότε είναι πλήρεις και να ειδοποιούν τις υπηρεσίες αποκομιδής, βελτιώνοντας έτσι την αποδοτικότητα των διαδικασιών συλλογής απορριμμάτων και μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Javidroozi et al., 2023).

Η ενσωμάτωση του IoT σε αστικές υποδομές δημιουργεί ένα δυναμικό και διασυνδεδεμένο οικοσύστημα που ενισχύει την αποδοτικότητα της πόλης και βελτιώνει τις συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων. Το IoT επιτρέπει την αδιάλειπτη ροή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων στοιχείων της πόλης, προσφέροντας στους διαχειριστές τη δυνατότητα να λαμβάνουν ταχύτερες και πιο ενημερωμένες αποφάσεις. Αυτό οδηγεί σε βελτίωση της ασφάλειας, της υγείας, και της άνεσης των πολιτών, καθώς και στη μείωση του λειτουργικού κόστους για τις τοπικές αρχές (Bibri et al., 2023).

Ωστόσο, η υιοθέτηση του IoT σε αστικά περιβάλλοντα δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η διαχείριση της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας των δεδομένων. Μεγάλος όγκος ευαίσθητων δεδομένων συλλέγεται και μεταδίδεται από τις συσκευές IoT, γεγονός που δημιουργεί ανησυχίες για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την ασφάλεια των συστημάτων από κυβερνοεπιθέσεις (Syed et al., 2021). Επιπλέον, η ποικιλία και ο αριθμός των συσκευών IoT μπορεί να δημιουργήσει ζητήματα διαλειτουργικότητας και συμβατότητας, καθιστώντας δύσκολη τη διαχείριση και συντήρηση των συστημάτων αυτών.

Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη νέων προτύπων και κανονισμών για την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα, καθώς και η επένδυση σε προηγμένα συστήματα κυβερνοασφάλειας. Επίσης, η προώθηση συνεργασιών μεταξύ δημοσίων και ιδιωτικών φορέων μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη πιο ολοκληρωμένων και ασφαλών λύσεων IoT για τις έξυπνες πόλεις αρχές (Bibri et al., 2023 ; Javidroozi et al., 2023).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι ένα κρίσιμο συστατικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων, προσφέροντας τις υποδομές για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων που απαιτούνται για τη βελτίωση της αστικής ζωής. Μέσω της ενσωμάτωσης του IoT, οι πόλεις μπορούν να γίνουν πιο αποδοτικές, ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον. Παρά τις προκλήσεις, η συνεχιζόμενη πρόοδος στην τεχνολογία IoT και οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση των ζητημάτων ασφάλειας και ιδιωτικότητας θα διασφαλίσουν ότι οι έξυπνες πόλεις μπορούν να επωφεληθούν πλήρως από τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας (Syed et al., 2021).

2.1.2. Τεχνητή Νοημοσύνη (AI)

Η τεχνητή νοημοσύνη παίζει καθοριστικό ρόλο στις έξυπνες πόλεις, προσφέροντας εξελιγμένα εργαλεία για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέγονται μέσω του IoT. Η AI επιτρέπει την αυτοματοποίηση και βελτιστοποίηση πολλαπλών λειτουργιών της πόλης, όπως η διαχείριση της κυκλοφορίας, ο έλεγχος της κατανάλωσης ενέργειας και η προληπτική συντήρηση των υποδομών. Μέσω της μηχανικής μάθησης, οι έξυπνες πόλεις μπορούν να προβλέπουν προβλήματα προτού αυτά συμβούν, βελτιώνοντας έτσι την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα (Bibri et al., 2023).

Για παράδειγμα, η AI μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής, αναλύοντας δεδομένα από αισθητήρες οδικής κυκλοφορίας και κάμερες, και στη συνέχεια

να ρυθμίσει σε πραγματικό χρόνο τους φωτεινούς σηματοδότες για να μειώσει τη συμφόρηση. Επιπλέον, η ΑΙ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση δεδομένων από αισθητήρες περιβαλλοντικής ρύπανσης, επιτρέποντας στις πόλεις να εφαρμόζουν πιο στοχευμένες πολιτικές για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα (Syed et al., 2021).

2.1.3. Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)

Τα μεγάλα δεδομένα αποτελούν την τρίτη κρίσιμη τεχνολογία στις έξυπνες πόλεις. Η συλλογή και ανάλυση τεράστιων όγκων δεδομένων από ποικίλες πηγές, όπως αισθητήρες IoT, εφαρμογές κινητών τηλεφώνων και κοινωνικά δίκτυα, επιτρέπει στις πόλεις να αποκτούν βαθύτερη κατανόηση των λειτουργιών τους και των αναγκών των κατοίκων τους. Τα μεγάλα δεδομένα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης πόρων, στην ανάπτυξη καλύτερων υποδομών και στη λήψη πιο ενημερωμένων αποφάσεων (Azizi & Kouddane, 2024).

Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων επιτρέπει στις πόλεις να εντοπίζουν πρότυπα και τάσεις που μπορεί να μην είναι προφανή με την απλή παρατήρηση. Αυτό, με τη σειρά του, βοηθά στη λήψη αποφάσεων βάσει στοιχείων και στην υλοποίηση στοχευμένων στρατηγικών για την επίτευξη βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων. Οι πόλεις μπορούν να προβλέπουν την κατανάλωση ενέργειας, να βελτιώνουν τις μεταφορές, και να σχεδιάζουν πιο αποτελεσματικά τις μελλοντικές υποδομές τους (Hadjichambis et al., 2022).

Οι τεχνολογίες IoT, AI και Big Data αποτελούν τη ραχοκοκαλιά των έξυπνων πόλεων, προσφέροντας τις απαραίτητες υποδομές και εργαλεία για τη δημιουργία βιώσιμων, αποδοτικών και ανθρώπινων αστικών περιβαλλόντων. Καθώς οι πόλεις συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν τις προκλήσεις της αστικοποίησης και της κλιματικής αλλαγής, η υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών καθίσταται όλο και πιο κρίσιμη για τη διασφάλιση μιας υψηλής ποιότητας ζωής για τους κατοίκους τους και την προστασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 1. Οι δώδεκα αρχές της πράσινης εξέλιξης. Πηγή: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/18/8041>

2.2. Πρακτικές και εφαρμογές που ενσωματώνουν αυτές τις τεχνολογίες

Οι «Εξυπνες Πράσινες Πόλεις» με επίκεντρο τον άνθρωπο χρησιμοποιούν καινοτόμες τεχνολογίες για να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των πολιτών και να δημιουργήσουν ένα πιο βιώσιμο και ανθρώπινο αστικό περιβάλλον. Οι τεχνολογίες αυτές εστιάζουν σε διάφορους τομείς, όπως η ενέργεια, οι μεταφορές, η διαχείριση αποβλήτων και η συμμετοχή των πολιτών στη διαμόρφωση της πόλης.

1. **Διαχείριση Ενέργειας και Πόρων:** Οι «έξυπνες πόλεις» εφαρμόζουν τεχνολογίες για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών ρύπων. Για παράδειγμα, τα συστήματα έξυπνου φωτισμού προσαρμόζουν την ένταση του φωτός ανάλογα με τη κίνηση ή το φυσικό φως, εξοικονομώντας ενέργεια. Επίσης, η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, είναι κρίσιμη για τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των πόλεων (United Nations Economic Commission for Europe, 2020; Maio, 2022).
2. **Έξυπνες Μεταφορές:** Η ενσωμάτωση έξυπνων συστημάτων μεταφορών είναι κεντρική στις πράσινες πόλεις. Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, μαζί με προηγμένα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας, μειώνει τη ρύπανση και βελτιώνει την κινητικότητα. Τα δημόσια μέσα μεταφοράς σε πολλές πόλεις ενσωματώνουν ψηφιακές πλατφόρμες που επιτρέπουν την πραγματική παρακολούθηση και βελτιστοποίηση των

δρομολογίων, όπως έχει υιοθετηθεί σε πόλεις όπως η Στοκχόλμη και η Σιγκαπούρη (United Nations Economic Commission for Europe, 2020).

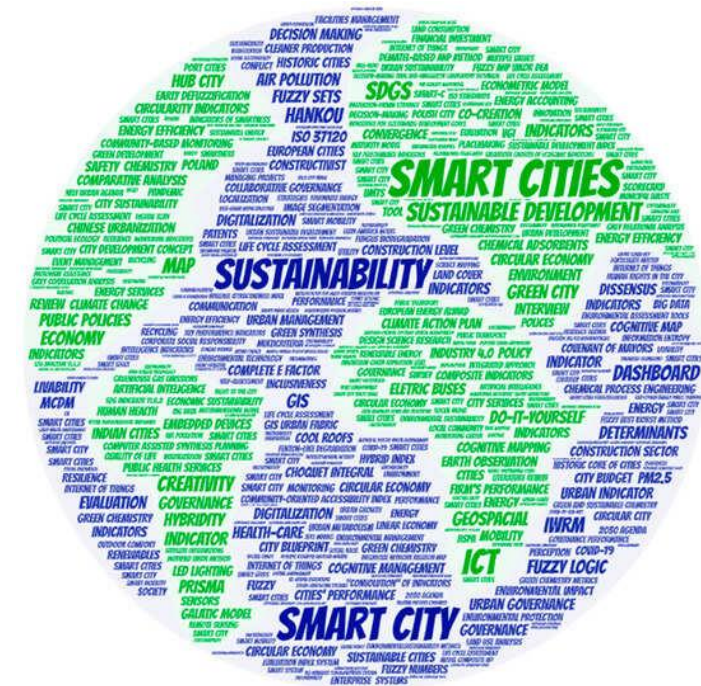
3. **Διαχείριση Αποβλήτων και Νερού:** Οι πόλεις αναπτύσσουν καινοτόμα συστήματα για τη διαχείριση απορριμμάτων και την επαναχρησιμοποίηση πόρων. Η ανακύκλωση συνδυάζεται με την έξυπνη παρακολούθηση της παραγωγής αποβλήτων, ώστε να μειωθεί το οικολογικό αποτύπωμα της πόλης. Παράλληλα, προηγμένα συστήματα διαχείρισης υδάτων χρησιμοποιούνται για τη μείωση της κατανάλωσης νερού και τη βελτίωση της διανομής του σε διάφορους τομείς (Maio, 2022).
4. **Συμμετοχή των Πολιτών:** Η χρήση ψηφιακών εργαλείων για τη συμμετοχή των πολιτών είναι βασικό χαρακτηριστικό των ανθρώπινων έξυπνων πόλεων. Πλατφόρμες όπως το Block by Block, που εφαρμόζεται σε συνεργασία με τον ΟΗΕ, δίνει τη δυνατότητα στους πολίτες να συμμετέχουν στη διαμόρφωση του δημόσιου χώρου. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές σε πόλεις όπως το Άμστερνταμ και το Ντουμπάι, όπου οι πολίτες συμμετέχουν μέσω εφαρμογών στη λήψη αποφάσεων (Javidroozi et al., 2023).

2.2.1. Παραδείγματα Επιτυχημένων Έξυπνων Πόλεων

- i. **Άμστερνταμ:** Η Άμστερνταμ θεωρείται μία από τις πρωτοπόρες έξυπνες πόλεις παγκοσμίως. Έχει αναπτύξει μία σειρά από ψηφιακές υποδομές και πλατφόρμες για τη βελτίωση της ζωής των πολιτών της. Από το έξυπνο δίκτυο διανομής ενέργειας, που επιτρέπει στους πολίτες να ελέγχουν την κατανάλωση ενέργειας, μέχρι το σύστημα κοινής χρήσης ποδηλάτων, η πόλη αυτή προσφέρει ένα ολοκληρωμένο και βιώσιμο μοντέλο αστικής ανάπτυξης (Maio, 2022).
- ii. **Κουριτίμπα, Βραζιλία:** Αυτή η πόλη αποτελεί παράδειγμα για τον συνδυασμό τεχνολογιών πράσινης χημείας και βιώσιμων αστικών πρακτικών. Η Κουριτίμπα έχει αναπτύξει ένα αποτελεσματικό σύστημα δημόσιων συγκοινωνιών, ενσωματώνοντας πράσινες πρακτικές που συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Η πόλη αυτή, με την υιοθέτηση των αρχών της πράσινης χημείας, έχει μειώσει σημαντικά τα επίπεδα ρύπανσης (Oliveira et al., 2024).
- iii. **Σιγκαπούρη:** Η Σιγκαπούρη είναι διεθνώς γνωστή για την ενσωμάτωση τεχνολογιών που προάγουν τη βιωσιμότητα και την ασφάλεια των πολιτών της. Οι αισθητήρες που

βρίσκονται διάσπαρτοι στην πόλη συλλέγουν δεδομένα για την κίνηση, την κατανάλωση ενέργειας και την ποιότητα του αέρα, παρέχοντας στα κέντρα διαχείρισης τη δυνατότητα να βελτιώσουν την απόδοση των συστημάτων της πόλης σε πραγματικό χρόνο (United Nations Economic Commission for Europe, 2020).

Αυτά τα παραδείγματα αποδεικνύουν ότι οι έξυπνες πόλεις δεν είναι απλώς ένα τεχνολογικό επίτευγμα, αλλά μία ευρύτερη προσπάθεια για τη δημιουργία βιώσιμων και ανθρώπινων πόλεων που εξυπηρετούν τις ανάγκες όλων των πολιτών.



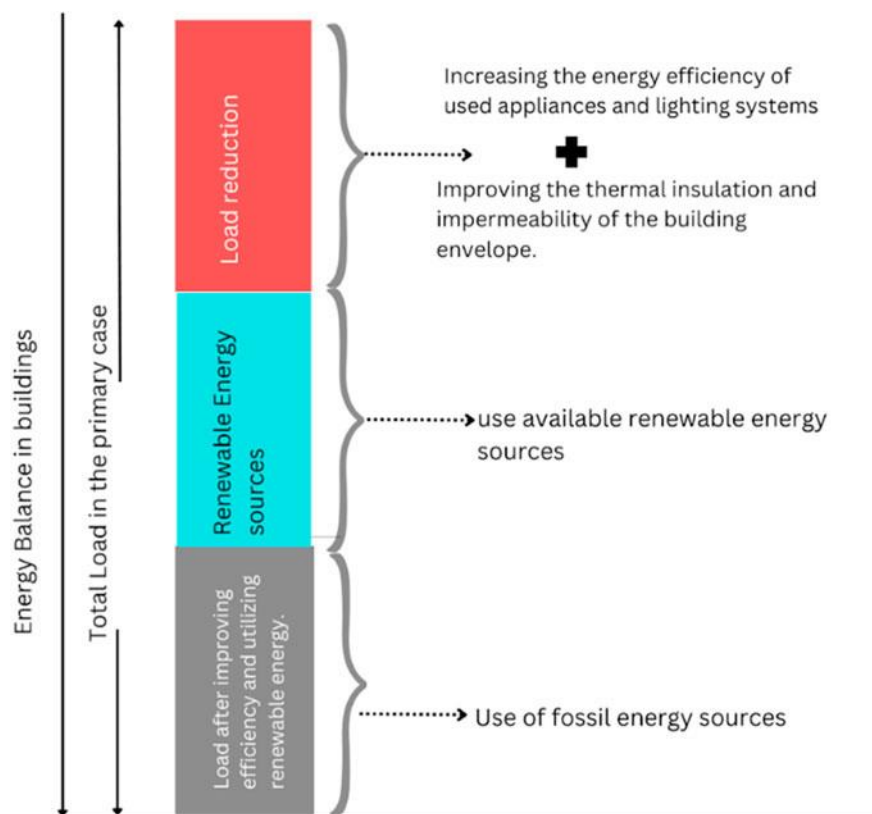
Εικόνα 2. Απεικόνιση της υφηλίου με λέξεις κλειδιά που σχετίζονται με την βιωσιμότητα και τις έξυπνες πόλεις. Δημιουργήθηκε από τους συγγραφείς της παρακάτω πηγής. Πηγή: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/18/8041>

Κεφάλαιο 3°. Πράσινες Πρωτοβουλίες και Βιωσιμότητα

3.1. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και αποδοτικότητα ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές, όπως η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική ενέργεια και η ενέργεια από τη βιομάζα, έχουν καταστεί καθοριστικής σημασίας για τον παγκόσμιο ενεργειακό

μετασχηματισμό. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ τα τελευταία χρόνια έχει σημειώσει σημαντική αύξηση. Ειδικότερα, το 2023 η παγκόσμια προσθήκη δυναμικότητας σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αυξήθηκε κατά σχεδόν 50% σε σχέση με προηγούμενα έτη, λόγω κυρίως της ανάπτυξης της ηλιακής ενέργειας στην Κίνα και άλλες χώρες. Αυτή η ανάπτυξη, όμως, δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχη πρόοδο στην ενεργειακή αποδοτικότητα, επιβραδύνοντας τον ρυθμό βελτίωσης της ενεργειακής έντασης (Almasri et al., 2023 ; World Economic Forum, 2023).



Διάγραμμα 1. Ενεργειακή εξισορρόπηση κτιρίων-πανεπιστημιούπολης. Πηγή:

<https://www.frontiersin.org/journals/energy-research/articles/10.3389/fenrg.2023.1344216/full>

Η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί έναν από τους κεντρικούς πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς αποσκοπεί στη βέλτιστη αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων μέσω της μείωσης των απωλειών και της βελτίωσης των τεχνολογιών. Η αποδοτικότητα δεν περιορίζεται μόνο στη μείωση της κατανάλωσης, αλλά ενσωματώνει επίσης τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων, οδηγώντας σε μια πιο ισορροπημένη κατανάλωση

ενέργειας που μειώνει το συνολικό αποτύπωμα άνθρακα και ενισχύει την οικονομική βιωσιμότητα.

Οι κυβερνητικές πολιτικές παγκοσμίως εντείνουν την εφαρμογή μέτρων για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Σύμφωνα με τη Διεθνή Υπηρεσία Ενέργειας (IEA), αυτά τα μέτρα έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά σημαντικά για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με την ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας, οι βελτιώσεις στις μονάδες θέρμανσης και ψύξης, και η ενσωμάτωση ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, μπορούν να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση κατά περίπου 30% (International Energy Agency, 2023).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καταγράψει εντυπωσιακά αποτελέσματα στην ενεργειακή αποδοτικότητα, με βελτίωση της ενεργειακής έντασης κατά 8% το 2022 και αναμενόμενη αύξηση της τάξης του 5% το 2023. Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, η οποία στοχεύει στην ουδετερότητα του άνθρακα έως το 2050, με την ενεργειακή αποδοτικότητα να παίζει κομβικό ρόλο σε αυτή την προσπάθεια (Springer Nature, 2023).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η Ενεργειακή Αποδοτικότητα έχει γίνει κεντρικός άξονας της περιβαλλοντικής πολιτικής, ιδιαίτερα με την ψήφιση του νόμου περί Μείωσης του Πληθωρισμού το 2022, ο οποίος προβλέπει τη διάθεση 86 δισεκατομμυρίων δολαρίων για επενδύσεις σε ενεργειακή αποδοτικότητα (International Energy Agency, 2023).

Ένα από τα βασικά οφέλη της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι η δυνατότητα μείωσης του ενεργειακού κόστους. Βελτιώνοντας τις αποδόσεις των συστημάτων και ενσωματώνοντας τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αντλίες θερμότητας και ηλεκτρικά οχήματα, τα νοικοκυριά και οι επιχειρήσεις μπορούν να μειώσουν τους λογαριασμούς ενέργειας έως και κατά ένα τρίτο (Almasri et al., 2024). Επιπλέον, οι μεγάλες βιομηχανίες που επενδύουν σε πιο αποδοτικά συστήματα παραγωγής ενέργειας όχι μόνο εξοικονομούν κόστος, αλλά επίσης ενισχύουν την ανταγωνιστικότητά τους στη διεθνή αγορά.

Παρά τις θετικές προοπτικές, η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις. Το 2023, ο ρυθμός βελτίωσης της ενεργειακής έντασης αναμένεται να φτάσει το 1,3%, αρκετά χαμηλότερος από τον μέσο όρο των προηγούμενων ετών. Αυτό αποδίδεται στην αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, κυρίως λόγω της οικονομικής

ανάκαμψης σε χώρες όπως η Κίνα, η οποία εξακολουθεί να βασίζεται σε ενεργειακά εντατικές βιομηχανίες (Springer Nature, 2023).



Εικόνα 3. Η Κίνα βρίσκεται ήδη καθοδόν για την επίτευξη του στόχου ηλιακής ενέργειας για το 2030.

Πηγή: <https://www.nature.com/articles/d41586-023-02510-y>

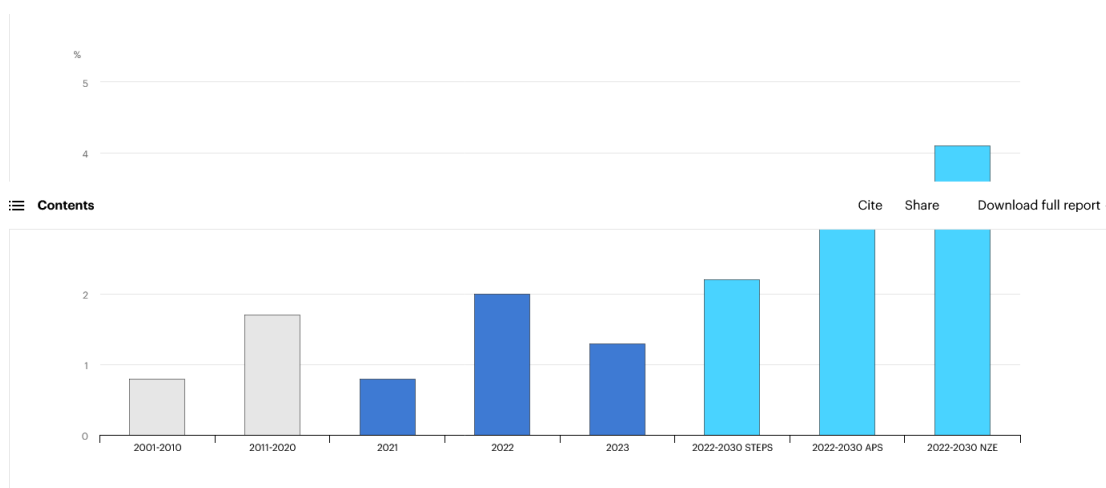
Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί ότι οι βελτιώσεις στην αποδοτικότητα ενέργειας δεν αποδίδουν πάντα άμεσα αποτελέσματα. Οι τεχνολογίες και τα μέτρα αποδοτικότητας χρειάζονται χρόνο για να εφαρμοστούν και να ενσωματωθούν στην καθημερινή λειτουργία των πόλεων και των βιομηχανιών. Ωστόσο, μακροπρόθεσμα, οι επενδύσεις σε ενεργειακή αποδοτικότητα θα συμβάλουν στην ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην επίτευξη των κλιματικών στόχων (International Energy Agency, 2023).

Η στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών άνθρακα στηρίζεται στον συνδυασμό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι ΑΠΕ, όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, είναι αναγκαίες για την απομάκρυνση από τα ορυκτά καύσιμα, αλλά χωρίς τις βελτιώσεις στην ενεργειακή αποδοτικότητα, η μετάβαση προς ένα πράσινο μέλλον

θα παραμείνει ελλιπής (World Economic Forum, 2023). Η αποδοτικότητα είναι επίσης κρίσιμη για την αποφυγή σπατάλης ενέργειας από τα συστήματα παραγωγής και διανομής ΑΠΕ.

Για παράδειγμα, σε πολλές πόλεις, οι αντλίες θερμότητας και τα ηλεκτρικά οχήματα παίζουν καθοριστικό ρόλο στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂. Αυτές οι τεχνολογίες όχι μόνο αντικαθιστούν τις παραδοσιακές τεχνολογίες που βασίζονται σε ορυκτά καύσιμα, αλλά είναι επίσης πολύ πιο αποδοτικές ενεργειακά, κάτι που είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας (International Energy Agency, 2023).

Η ενεργειακή αποδοτικότητα δεν αποτελεί απλώς μια τεχνική λύση για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, αλλά ένα αναγκαίο μέσο για την επίτευξη των κλιματικών στόχων και τη διασφάλιση βιώσιμης ανάπτυξης στις πόλεις. Με τις κατάλληλες πολιτικές και επενδύσεις, η αποδοτικότητα μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση πόρων, στη μείωση των εκπομπών και στην οικονομική ευημερία.



Διάγραμμα 2. Ετήσια βελτίωση της έντασης πρωτογενούς ενέργειας, 2001-2023, και ανά σενάριο, 2022-2030. Πηγή: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023/executive-summary>

3.2. Διαχείριση απορριμμάτων και ανακύκλωση

Η διαχείριση απορριμμάτων και η ανακύκλωση είναι σημαντικά στοιχεία για τη δημιουργία βιώσιμων και έξυπνων πόλεων, καθώς συμβάλλουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Η υιοθέτηση τεχνολογιών αιχμής και στρατηγικών, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη και η

κυκλική οικονομία, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μετατροπή των παραδοσιακών συστημάτων διαχείρισης αποβλήτων σε σύγχρονα και αποδοτικά συστήματα.

Ένα από τα κεντρικά ζητήματα στη διαχείριση αποβλήτων στις έξυπνες πόλεις είναι η ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως οι έξυπνοι κάδοι. Αυτοί οι κάδοι είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες που παρακολουθούν το επίπεδο πλήρωσης σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση της συλλογής απορριμμάτων και την αποφυγή της υπερφόρτωσης. Μέσω της διασύνδεσης αυτών των συσκευών με κεντρικά συστήματα ελέγχου, οι δήμοι μπορούν να προγραμματίζουν αποτελεσματικότερα τις διαδρομές συλλογής και να εξοικονομούν πόρους, όπως καύσιμα και ενέργεια (Pershaanaa, et al., 2023). Η τεχνολογία blockchain ενισχύει τη διαφάνεια και τη δυνατότητα ιχνηλασιμότητας στην ανακύκλωση και τη διαχείριση αποβλήτων, παρέχοντας πλήρη εικόνα της ροής των υλικών και αποτρέποντας την απώλεια ή κατάχρηση αποβλήτων (Gonzalez, et al., 2023).

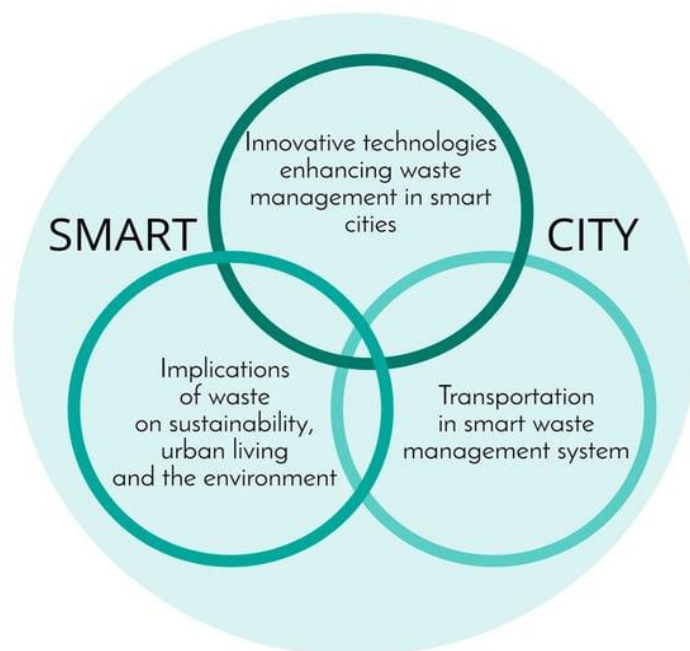
Επιπλέον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) επιτρέπει την παρακολούθηση και καταγραφή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες που τοποθετούνται σε κάδους και οχήματα συλλογής αποβλήτων δίνουν στους διαχειριστές πόλεων τη δυνατότητα να παρακολουθούν την κατάσταση των απορριμμάτων και να λαμβάνουν έγκαιρα αποφάσεις για την αποφυγή συμφόρησης ή καθυστερήσεων (Szpilko et al., 2023). Η ανάπτυξη αυτών των συστημάτων όχι μόνο βελτιώνει την αποδοτικότητα αλλά συμβάλλει επίσης στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η κυκλική οικονομία παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση απορριμμάτων και την ανακύκλωση. Η κυκλική οικονομία προωθεί τη μείωση των αποβλήτων μέσω της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης υλικών, αντί της παραδοσιακής γραμμικής οικονομίας που βασίζεται στην κατανάλωση και την απόρριψη προϊόντων. Μέσω αυτής της προσέγγισης, οι πόλεις μπορούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις και να εξοικονομήσουν πόρους (Szpilko et al., 2023).

Ένα βασικό στοιχείο των έξυπνων πόλεων είναι η ενσωμάτωση πρακτικών που συμβάλλουν στην επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση αποβλήτων σε νέες μορφές ενέργειας ή υλικών για βιομηχανική χρήση (Gonzalez, et al., 2023). Για παράδειγμα, τα οργανικά απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε βιοαέριο μέσω διαδικασιών αναερόβιας χώνευσης, ενώ τα πλαστικά και τα μέταλλα μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων. Αυτό μειώνει την ανάγκη εξόρυξης νέων πρώτων υλών,

προστατεύει τους φυσικούς πόρους και περιορίζει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που συνδέονται με τη βιομηχανική παραγωγή (Szpilko et al., 2023).

Η επιτυχία οποιασδήποτε στρατηγικής διαχείρισης απορριμμάτων εξαρτάται από τη συμμετοχή των πολιτών. Η ευαισθητοποίηση των πολιτών και η ενθάρρυνση της συμμετοχής τους στις διαδικασίες ανακύκλωσης είναι κρίσιμης σημασίας για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας (Szpilko et al., 2023). Οι πολίτες μπορούν να συμμετέχουν ενεργά μέσα από προγράμματα διαλογής στην πηγή, όπου τα απόβλητα διαχωρίζονται ήδη από το στάδιο της παραγωγής τους σε κατηγορίες όπως οργανικά, πλαστικά, μέταλλα και χαρτί.



Εικόνα 4. Οι σχέσεις μεταξύ θεματικών υποενοτήτων για τη διαχείριση αποβλήτων στην έξυπνη πόλη.

Πηγή: <https://www.mdpi.com/2079-9276/12/10/115>

Προγράμματα εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης που ενημερώνουν τους πολίτες για τα οφέλη της ανακύκλωσης και της σωστής διαχείρισης αποβλήτων έχουν αποδειχθεί εξαιρετικά επιτυχημένα στην αύξηση της συμμετοχής. Όσο περισσότεροι πολίτες κατανοούν τον αντίκτυπο των αποβλήτων στο περιβάλλον και συμμετέχουν στη μείωση και ανακύκλωσή τους, τόσο πιο αποτελεσματικά μπορούν να εφαρμοστούν οι στρατηγικές διαχείρισης αποβλήτων (World Economic Forum, 2023).

Η μεταφορά απορριμμάτων και η υποστήριξη υποδομών είναι εξίσου σημαντικά στοιχεία για την αποτελεσματική διαχείριση αποβλήτων. Οι έξυπνες τεχνολογίες, όπως τα συστήματα δρομολόγησης οχημάτων, συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής αποβλήτων και στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων (Gonzalez, et al., 2023). Μέσω των συστημάτων αυτών, οι δημοτικές αρχές μπορούν να μειώσουν το κόστος και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στη συνολική μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Οι έξυπνες πόλεις βασίζονται επίσης σε συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS) για τον εντοπισμό των πιο αποδοτικών δρομολογίων και τη διαχείριση της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της συλλογής απορριμμάτων. Αυτός ο συνδυασμός έξυπνων τεχνολογιών βελτιώνει τη διαχείριση των αποβλήτων και καθιστά τη διαδικασία συλλογής αποδοτικότερη, ενώ ταυτόχρονα μειώνει την περιβαλλοντική επιβάρυνση (Gonzalez, et al., 2023).

Η διαχείριση απορριμμάτων και η ανακύκλωση σε έξυπνες πόλεις βασίζονται στην αξιοποίηση νέων τεχνολογιών και στρατηγικών, σε συνδυασμό με την ενεργή συμμετοχή των πολιτών. Με την προώθηση της κυκλικής οικονομίας και την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων διαχείρισης, οι πόλεις μπορούν να γίνουν πιο βιώσιμες, μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και διασφαλίζοντας μια πιο υγιή και καθαρή αστική ζωή για τους πολίτες τους.

3.3. Πράσινη αρχιτεκτονική και υποδομές

Η πράσινη αρχιτεκτονική και οι βιώσιμες υποδομές αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία για την ανάπτυξη βιώσιμων πόλεων, καθώς συνεισφέρουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα ενισχύουν την ποιότητα ζωής των πολιτών. Αυτές οι πρακτικές έχουν ως στόχο τη δημιουργία δομών που σέβονται το περιβάλλον και ελαχιστοποιούν το οικολογικό τους αποτύπωμα.

Η πράσινη αρχιτεκτονική στηρίζεται σε μια σειρά από βασικές αρχές, οι οποίες επιδιώκουν τη χρήση φυσικών πόρων για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες είναι η εκμετάλλευση του ηλιακού φωτός και του αέρα για τη θέρμανση, την ψύξη και τον αερισμό των κτιρίων. Αυτό επιτυγχάνεται με τεχνικές όπως η παθητική ηλιακή

θέρμανση, που ελαχιστοποιεί την ανάγκη για μηχανικά συστήματα ψύξης και θέρμανσης (Lombardía & Gómez-Villarino, 2023).

Επιπλέον, τα κτίρια σχεδιάζονται έτσι ώστε να χρησιμοποιούν ανακυκλώσιμα και τοπικά υλικά, μειώνοντας το ενεργειακό κόστος κατά τη διαδικασία της κατασκευής. Αυτή η πρακτική όχι μόνο συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και στη στήριξη των τοπικών κοινοτήτων, μέσω της χρήσης τοπικών πόρων (Umoh et al., 2023).

Η πράσινη αρχιτεκτονική δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή αποδοτικότητα μέσω της εφαρμογής καινοτόμων τεχνολογιών. Ένα σημαντικό παράδειγμα αυτής της προσέγγισης είναι τα πράσινα δώματα (green roofs), τα οποία αποτελούν ένα εξαιρετικό μέσο για τη μείωση της θερμότητας στα αστικά κέντρα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Τα πράσινα δώματα λειτουργούν ως φυσικά μονωτικά υλικά, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και μειώνοντας την ανάγκη για κλιματισμό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Capeluto, 2022). Παράλληλα, οι έξυπνες ενεργειακές λύσεις, όπως οι αυτόματοι μετρητές ενέργειας, συμβάλλουν στην παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, προσαρμόζοντας τη χρήση ενέργειας σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες του κτιρίου (Lombardía & Gómez-Villarino, 2023).

Ένα άλλο θεμελιώδες στοιχείο της πράσινης αρχιτεκτονικής είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα και οι ανεμογεννήτριες. Οι τεχνολογίες αυτές όχι μόνο βοηθούν στην παραγωγή καθαρής ενέργειας, αλλά και στην επίτευξη ενεργειακής αυτάρκειας, μειώνοντας την εξάρτηση των κτιρίων από τα ορυκτά καύσιμα. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών σε σύγχρονα κτίρια, σε συνδυασμό με συστήματα όπως οι έξυπνοι μετρητές, επιτρέπει την καλύτερη διαχείριση της ενέργειας και την προσαρμογή της κατανάλωσης στις πραγματικές ανάγκες των κατοίκων (Liu et al., 2022).

Η πράσινη αρχιτεκτονική βασίζεται επίσης στη χρήση καινοτόμων κατασκευαστικών υλικών, όπως το βιο-σκυρόδεμα και τα αυτο-επιδιορθούμενα υλικά. Αυτά τα υλικά επιτρέπουν τη δημιουργία πιο ανθεκτικών και οικολογικών κτιρίων, που απαιτούν λιγότερη συντήρηση και είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Τα αυτο-επιδιορθούμενα υλικά, για παράδειγμα, περιέχουν μικροκάψουλες με βακτήρια που ενεργοποιούνται όταν το υλικό παρουσιάζει ρωγμές, διορθώνοντας αυτόματα τις ζημιές. Αυτό μειώνει την ανάγκη για επιδιορθώσεις, συμβάλλοντας στη μείωση των αποβλήτων και της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια της ζωής του κτιρίου (Umoh et al., 2023).

Οι πράσινες υποδομές αποτελούν ένα αναπόσπαστο μέρος των σύγχρονων βιώσιμων πόλεων. Αυτές περιλαμβάνουν φυτεμένες στέγες, συστήματα διαχείρισης υδάτων και άλλες παρεμβάσεις που βελτιώνουν το αστικό μικρόκλιμα και ενισχύουν τη βιωσιμότητα των αστικών περιοχών. Για παράδειγμα, οι κήποι στις στέγες και οι αστικοί χώροι πρασίνου μειώνουν τη θερμοκρασία στις πόλεις, μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Η διαχείριση υδάτων αποτελεί επίσης κεντρικό κομμάτι της πράσινης αρχιτεκτονικής. Τα συστήματα συλλογής και αποθήκευσης όμβριων υδάτων συμβάλλουν στην αποφυγή πλημμυρών και στη διατήρηση των υδάτινων πόρων, ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις ή ξηρασίες (Sijakovic & Peric, 2021).

Η πράσινη αρχιτεκτονική δεν αφορά μόνο την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, αλλά περιλαμβάνει και την κοινωνική και οικονομική διάσταση. Η χρήση τοπικών υλικών και τεχνολογιών συμβάλλει στην ενίσχυση των τοπικών οικονομιών, ενώ ταυτόχρονα μειώνει το κόστος μεταφοράς και τις εκπομπές ρύπων (Liu et al., 2022).

Επιπλέον, τα βιώσιμα κτίρια βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους, προσφέροντας πιο υγιεινό περιβάλλον και μειωμένα κόστη λειτουργίας. Για παράδειγμα, οι καλά μονωμένοι χώροι προσφέρουν καλύτερη θερμοκρασιακή άνεση, ενώ τα συστήματα φυσικού φωτισμού βελτιώνουν την ψυχική υγεία και την παραγωγικότητα των ατόμων (Sijakovic & Peric, 2021).

Η πράσινη αρχιτεκτονική και οι βιώσιμες υποδομές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή και την αστικοποίηση. Οι σύγχρονες πρακτικές σχεδιασμού και κατασκευής επιτρέπουν τη δημιουργία κτιρίων που είναι ανθεκτικά, φιλικά προς το περιβάλλον και προσανατολισμένα στη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ταυτόχρονα, οι πόλεις που υιοθετούν αυτές τις πρακτικές γίνονται πιο ανθεκτικές σε φυσικές καταστροφές και καλύτερα προετοιμασμένες για τις μελλοντικές προκλήσεις.

Κεφάλαιο 4^ο . Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση

4.1. Σχεδιασμός πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο

Ο σχεδιασμός πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο (Human-Centered City Design) αποτελεί μια θεμελιώδη πτυχή για την ανάπτυξη έξυπνων και βιώσιμων πόλεων. Ο βασικός στόχος αυτής της προσέγγισης είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων μέσα από λύσεις που ανταποκρίνονται στις καθημερινές τους ανάγκες, ενισχύοντας παράλληλα την κοινωνική συνοχή και τη βιωσιμότητα. Ακολουθεί μια ανάλυση αυτών των αρχών.

- 1. Η έμφαση στη συμμετοχή των πολιτών.** Ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός δεν μπορεί να επιτύχει χωρίς τη συμμετοχή των πολιτών. Οι κάτοικοι γνωρίζουν καλύτερα τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν καθημερινά στις πόλεις και οι λύσεις πρέπει να αντανακλούν αυτές τις ανάγκες. Σύμφωνα με έρευνες, η συμμετοχική διαδικασία σχεδιασμού είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη "έξυπνων" πόλεων, διότι δίνει στους πολίτες τη δυνατότητα να συνεισφέρουν στις αποφάσεις, ενισχύοντας έτσι την αίσθηση του ανήκειν και την κοινωνική ευημερία(Hartouk, 2020). Πόλεις όπως η Κοπεγχάγη, το Λονδίνο και η Σιγκαπούρη έχουν εφαρμόσει παρόμοιες πολιτικές με σημαντικά αποτελέσματα σε υποδομές, όπως οι ποδηλατόδρομοι και οι πεζόδρομοι(Lecroart, 2020).
- 2. Η μετατόπιση από τις αυτοκίνητο-κεντρικές πόλεις στις βιώσιμες αστικές περιοχές.** Ένα χαρακτηριστικό του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού είναι η στροφή από τις πόλεις που βασίζονται στα αυτοκίνητα προς τις πόλεις που προωθούν τη βιώσιμη μετακίνηση. Σε πολλές μεγαλουπόλεις, παρατηρείται πλέον η στροφή προς πιο πεζό-και ποδήλατο-φιλικές αστικές περιοχές, δημιουργώντας περισσότερους δημόσιους χώρους και περιορίζοντας την κυκλοφορία αυτοκινήτων (Lecroart, 2020). Για παράδειγμα, η Βαρκελώνη εφαρμόζει την πολιτική των "superblocks", δηλαδή μικρές

γειτονιές χωρίς αυτοκίνητα, που προσφέρουν ασφαλείς και ευχάριστους χώρους για τους πεζούς.

3. **Η συνεισφορά των έξυπνων τεχνολογιών** Παράλληλα, οι έξυπνες τεχνολογίες διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό πόλεων. Οι τεχνολογικές εφαρμογές μπορούν να συλλέγουν δεδομένα για την καθημερινή ζωή των πολιτών, βοηθώντας τους σχεδιαστές να αναπτύξουν λύσεις που βελτιώνουν την καθημερινότητα και προάγουν τη βιώσιμη ανάπτυξη (Harrouk, 2020 ; Rossi & Attaianese, 2023). Ωστόσο, όπως προειδοποιούν οι ειδικοί, δεν πρέπει να γίνεται κατάχρηση της τεχνολογίας εις βάρος της ανθρώπινης διάστασης. Οι τεχνολογικές εφαρμογές θα πρέπει να αποτελούν εργαλεία υποστήριξης και όχι τον κεντρικό πυλώνα του σχεδιασμού.
4. **Αρχιτεκτονική και υποδομές με επίκεντρο τον άνθρωπο.** Μία από τις βασικές πτυχές του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού είναι η ανάπτυξη υποδομών που να ανταποκρίνονται στις ανάγκες όλων των πολιτών. Αυτό σημαίνει τη δημιουργία δημόσιων χώρων προσβάσιμων και φιλικών προς όλους, ανεξαρτήτως ηλικίας ή φυσικών δυνατοτήτων (Rossi & Attaianese, 2023). Πόλεις όπως το Χέλμοντ στην Ολλανδία αναπτύσσουν περιοχές, όπως το Brainport Smart District, που συνδυάζουν τις ανάγκες των κατοίκων με τις τεχνολογικές καινοτομίες, χωρίς να θυσιάζεται η ανθρωποκεντρική προσέγγιση (Harrouk, 2020).
5. **Το μέλλον των ανθρωποκεντρικών πόλεων.** Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση είναι ζωτικής σημασίας για τη δημιουργία πόλεων που είναι βιώσιμες και ανθεκτικές στο χρόνο. Οι σύγχρονες πόλεις πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο που να ευνοεί την κοινωνική αλληλεπίδραση, να προστατεύει το περιβάλλον και να ενσωματώνει τις νέες τεχνολογίες, χωρίς όμως να παραβλέπει την ανθρώπινη διάσταση (Lecroart, 2020). Ο σχεδιασμός αυτός συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων, καθιστώντας τις πόλεις πιο ζωντανές και φιλικές προς το περιβάλλον.

Ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός πόλεων αποτελεί την πιο σύγχρονη και αποτελεσματική στρατηγική για τη δημιουργία αστικών περιβαλλόντων που ευνοούν τη βιώσιμη ανάπτυξη και την κοινωνική συνοχή.

4.2. Η σημασία της ποιότητας ζωής και της ευημερίας των κατοίκων

Η σημασία της ποιότητας ζωής και της ευημερίας των κατοίκων στις έξυπνες πράσινες πόλεις αποτελεί κομβικό στοιχείο στον αστικό σχεδιασμό, με άμεσες επιπτώσεις στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Οι έξυπνες πράσινες πόλεις ενσωματώνουν τεχνολογικές και περιβαλλοντικές καινοτομίες, διασφαλίζοντας ότι οι πολίτες απολαμβάνουν υψηλά επίπεδα ποιότητας ζωής, με πρόσβαση σε ασφαλείς και βιώσιμες υποδομές.

Η ποιότητα ζωής στις πόλεις εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η οικονομική σταθερότητα, η πρόσβαση σε δημόσιες υπηρεσίες, η υγεία, η κοινωνική συνοχή και η περιβαλλοντική ισορροπία. Η προώθηση της ευημερίας των πολιτών στις έξυπνες πόλεις γίνεται μέσω της ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην καθημερινότητα, όπως η διαχείριση αποβλήτων, τα έξυπνα δίκτυα ενέργειας και οι έξυπνες υποδομές μεταφορών. Έτσι, μειώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και βελτιώνεται η ποιότητα ζωής όλων των πολιτών, ανεξαρτήτως κοινωνικού ή οικονομικού υποβάθρου.

Η κοινωνική βιωσιμότητα στις έξυπνες πόλεις συνδέεται άμεσα με την κοινωνική δικαιοσύνη και την ισότητα. Έρευνες δείχνουν ότι η ενεργός συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και η πρόσβασή τους σε βιώσιμες τεχνολογίες βελτιώνουν την εμπιστοσύνη των πολιτών προς τους θεσμούς και αυξάνουν την αίσθηση της κοινότητας. Έτσι, η κοινωνική συνοχή και η αλληλεπίδραση μεταξύ των πολιτών ενισχύονται, οδηγώντας σε μια καλύτερη ποιότητα ζωής και ευημερία (Chen et al., 2023).

Επιπλέον, οι πράσινες υποδομές, όπως τα πάρκα και οι δημόσιοι χώροι πρασίνου, έχουν αποδειχθεί ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της υγείας και της ψυχολογικής ευημερίας των κατοίκων. Οι χώροι πρασίνου μειώνουν το άγχος, προάγουν τη φυσική δραστηριότητα και ενισχύουν τη γενική υγεία των κατοίκων. Η δημιουργία πρασίνων χώρων αποτελεί επίσης στρατηγική για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προκλήσεων, όπως η κλιματική αλλαγή και η ρύπανση (Addas, 2023).

Η ποιότητα ζωής στις έξυπνες πράσινες πόλεις επηρεάζεται επίσης από τις πολιτικές που προωθούν τη συμμετοχή των πολιτών στη διαμόρφωση του αστικού περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη βιώσιμων υποδομών που ενσωματώνουν τις ανάγκες των πολιτών οδηγεί σε πιο ισορροπημένες και δίκαιες κοινωνίες. Για παράδειγμα, οι έξυπνες πόλεις επικεντρώνονται στη δημιουργία πράσινων και ασφαλών μεταφορικών δικτύων, προσβάσιμων από όλους, προωθώντας την ισότητα και την κοινωνική ένταξη (Selanon & Chuangchai, 2023).

Η ευημερία και η ποιότητα ζωής συνδέονται με την ικανότητα των πόλεων να αντιμετωπίζουν τις περιβαλλοντικές προκλήσεις, όπως η μείωση των εκπομπών CO₂ και η βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσω της ενσωμάτωσης πράσινων υποδομών και βιώσιμων ενεργειακών λύσεων (Selanon & Chuangchai, 2023).

Η σημασία της ποιότητας ζωής και της ευημερίας των κατοίκων σε έξυπνες πράσινες πόλεις είναι άμεσα συνδεδεμένη με τη βιωσιμότητα, την κοινωνική δικαιοσύνη, και την περιβαλλοντική υπευθυνότητα. Οι έξυπνες πόλεις δεν αφορούν μόνο την τεχνολογία αλλά και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που προάγει την ισότητα, την υγεία, και την ευημερία όλων των πολιτών.

Κεφάλαιο 5^ο . Οφέλη και Προκλήσεις

5.1. Οφέλη από τις έξυπνες πράσινες πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο

Οι έξυπνες πράσινες πόλεις με επίκεντρο τον άνθρωπο προσφέρουν πολλαπλά οφέλη που συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και στην ενίσχυση της βιωσιμότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά οφέλη αυτών των πόλεων:

- 1) **Βελτιωμένη Ποιότητα Ζωής.** Οι έξυπνες πόλεις αξιοποιούν τεχνολογίες για τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών. Αυτό περιλαμβάνει πιο αποτελεσματικά συστήματα μεταφορών, καλύτερη διαχείριση της ενέργειας, και τη βελτιστοποίηση των υποδομών μέσω της χρήσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι βελτιώσεις οδηγούν σε μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, καλύτερη ποιότητα αέρα και νερού, και αυξημένη προσβασιμότητα σε βασικές υπηρεσίες όπως η υγεία και η εκπαίδευση (Javidroozi et al., 2023).
- 2) **Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα.** Οι έξυπνες πράσινες πόλεις προάγουν τη βιωσιμότητα μέσω πρωτοβουλιών όπως οι πράσινες υποδομές, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και η διαχείριση των απορριμμάτων με έμφαση στην ανακύκλωση και την κυκλική οικονομία. Αυτές οι πρωτοβουλίες συμβάλλουν στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Azizi & Kouddane, 2024).

- 3) Κοινωνική Ενσωμάτωση και Συμμετοχή των Πολιτών** Οι έξυπνες πόλεις επιδιώκουν τη συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων και τη διαμόρφωση πολιτικών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης της κοινωνικής βιωσιμότητας στις δομές τους, γεγονός που ενθαρρύνει τη συμμετοχή των πολιτών και τη διασφάλιση της κοινωνικής δικαιοσύνης. Επίσης, προωθείται η ισότητα, η πρόσβαση στις ψηφιακές υπηρεσίες, και η συμμετοχική διακυβέρνηση, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των πολιτών προς τις τοπικές αρχές (Prado Lara et al., 2016).
- 4) Ανθεκτικότητα στις Κρίσεις** Μέσω της χρήσης έξυπνων τεχνολογιών, οι πόλεις είναι πιο ανθεκτικές σε κρίσεις όπως η κλιματική αλλαγή και οι φυσικές καταστροφές. Οι έξυπνες λύσεις, όπως οι αισθητήρες για τη διαχείριση των φυσικών πόρων και η βελτιωμένη ανάλυση δεδομένων, επιτρέπουν στις πόλεις να προετοιμάζονται και να προσαρμόζονται γρηγορότερα σε απρόβλεπτες καταστάσεις (Javidroozi et al., 2023).
- 5) Οικονομική Ανάπτυξη και Καινοτομία.** Οι έξυπνες πόλεις προάγουν την οικονομική ανάπτυξη μέσα από την υποστήριξη νέων επιχειρηματικών μοντέλων και την καινοτομία. Η ανάπτυξη των έξυπνων πόλεων δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας, κυρίως σε τομείς όπως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι τεχνολογίες πληροφορικής και η πράσινη οικονομία (Prado Lara et al., 2016).
- 6) Υγεία και Ευημερία.** Με την εφαρμογή έξυπνων λύσεων που επικεντρώνονται στη βελτίωση της υγείας, οι πόλεις προωθούν την ευημερία των πολιτών. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να μειώσουν τη ρύπανση, να βελτιώσουν τις συνθήκες στέγασης, και να ενθαρρύνουν πιο υγιεινούς τρόπους ζωής μέσω της δημιουργίας πράσινων χώρων για φυσική δραστηριότητα (Azizi & Kouddane, 2024 ; Prado Lara et al., 2016).

Οι έξυπνες πράσινες πόλεις λοιπόν δεν παρέχουν μόνο λύσεις για τα περιβαλλοντικά και τεχνολογικά ζητήματα, αλλά και μια πιο ανθρώπινη προσέγγιση στην αστική ζωή, με στόχο τη διασφάλιση της βιωσιμότητας, της συμμετοχής και της ανθεκτικότητας των κοινωνιών τους.

5.2. Προκλήσεις και εμπόδια στην εφαρμογή τους

Παρά τα οφέλη, η εφαρμογή αυτών των πόλεων συνοδεύεται από πολυάριθμες προκλήσεις και εμπόδια, τα οποία απαιτούν προσεκτική αντιμετώπιση για την επιτυχή υλοποίηση των σχετικών πρωτοβουλιών.

- i. **Τεχνολογικές Προκλήσεις.** Μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την υλοποίηση έξυπνων πράσινων πόλεων είναι η τεχνολογία. Οι πόλεις που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας μέσω ψηφιακών τεχνολογιών, όπως το Internet of Things (IoT) και η τεχνητή νοημοσύνη (AI), πρέπει να αντιμετωπίσουν ζητήματα σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων, την ιδιωτικότητα και την ανθεκτικότητα των συστημάτων (Castro Paes et al., 2023 ; José & Rodrigues, 2024). Πολλά έργα έξυπνων πόλεων έχουν έρθει αντιμέτωπα με περιορισμούς που αφορούν την αξιοπιστία και την επεκτασιμότητα των ψηφιακών συστημάτων, δημιουργώντας εμπόδια στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των λύσεων (Ahmad et al., 2022).
- ii. **Οικονομικοί Περιορισμοί.** Οι πόλεις αντιμετωπίζουν επίσης σοβαρές οικονομικές προκλήσεις κατά την προσπάθεια εφαρμογής των έξυπνων τεχνολογιών. Το κόστος εγκατάστασης των απαραίτητων υποδομών, καθώς και η συνεχής συντήρηση και αναβάθμιση, απαιτούν τεράστιους πόρους. Επιπλέον, η αβεβαιότητα σχετικά με την απόδοση επένδυσης (ROI) σε έργα βιωσιμότητας ενδέχεται να εμποδίζει τη χρηματοδότηση (Castro Paes et al., 2023).
- iii. **Διοικητικά και Θεσμικά Εμπόδια.** Ένα άλλο σοβαρό εμπόδιο είναι η πολυπλοκότητα της διοίκησης και η αργή λήψη αποφάσεων. Η επιτυχία των έξυπνων πόλεων απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών τομέων και φορέων, συμπεριλαμβανομένων των τοπικών αρχών, της βιομηχανίας και των πολιτών. Ωστόσο, πολλές πόλεις δεν διαθέτουν το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο ή την οργανωτική ευελιξία για να διαχειριστούν τέτοια έργα. Το ζήτημα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ιδιωτικών και δημόσιων φορέων παραμένει εξαιρετικά περίπλοκο, δημιουργώντας περαιτέρω διοικητικές προκλήσεις (Prado Lara et al., 2016).
- iv. **Πολιτιστικές και Κοινωνικές Προκλήσεις.** Οι πολιτισμικές διαφορές και οι κοινωνικές αξίες κάθε περιοχής επηρεάζουν σημαντικά την επιτυχία των πρωτοβουλιών έξυπνων πόλεων. Ένα έργο που έχει επιτυχία σε μια πόλη μπορεί να μην είναι κατάλληλο για μια άλλη με διαφορετικό πολιτισμικό υπόβαθρο ή κοινωνικές προτεραιότητες. Αυτό απαιτεί από τις πόλεις να προσαρμόσουν τα προγράμματά τους με βάση τις τοπικές ανάγκες και αξίες (Prado Lara et al., 2016). Η εμπλοκή των πολιτών στην ανάπτυξη και εφαρμογή των έργων είναι κρίσιμη, αλλά συχνά παραμένει περιορισμένη, δημιουργώντας απόσταση μεταξύ των αναγκών των πολιτών και των προσφερόμενων λύσεων (Ahmad et al., 2022).

- i. **Περιβαλλοντικές Προκλήσεις.** Ενώ οι έξυπνες πόλεις στοχεύουν στη βελτίωση της βιωσιμότητας, η ίδια η ανάπτυξη και υλοποίηση αυτών των τεχνολογιών μπορεί να οδηγήσει σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, η χρήση ενέργειας για τη λειτουργία και συντήρηση των ψηφιακών υποδομών μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές άνθρακα αν δεν ενσωματωθούν κατάλληλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (José & Rodrigues, 2024)

Οι προκλήσεις και τα εμπόδια στην εφαρμογή έξυπνων πράσινων πόλεων είναι πολυδιάστατα, απαιτώντας την προσεκτική εξέταση τεχνολογικών, οικονομικών, θεσμικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Η επιτυχία αυτών των πρωτοβουλιών εξαρτάται από την ικανότητα των πόλεων να προσαρμοστούν στις τοπικές συνθήκες και να επιτύχουν συνεργασία μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερομένων μερών.

Κεφάλαιο 6^ο . Μελέτες Περίπτωσης

6.1. Μελέτες Περίπτωσης

Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξετάσουμε δύο μελέτες περίπτωσης που έχουν επιτύχει την εφαρμογή των αρχών των έξυπνων, πράσινων και ανθρωποκεντρικών πόλεων. Αυτές οι πόλεις αποτελούν παραδείγματα προς μίμηση για το πώς μπορεί να ενσωματωθεί η τεχνολογία και η βιώσιμη ανάπτυξη, βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των πολιτών.

6.1.1. Μελέτη περίπτωσης: Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη είναι ένα από τα πιο επιτυχημένα παραδείγματα έξυπνης πόλης στον κόσμο. Εφαρμόζει τεχνολογίες αιχμής για τη διαχείριση της αστικής ανάπτυξης και της βιωσιμότητας, με έμφαση στον πολίτη. Ο στρατηγικός σχεδιασμός της περιλαμβάνει πρωτοβουλίες όπως τα "*Smart Nation Initiatives*," οι οποίες εστιάζουν στη βελτίωση των υποδομών μέσω ψηφιακών εργαλείων και δικτύων αισθητήρων που βοηθούν στην αποδοτική διαχείριση της ενέργειας, των υδάτων και των μεταφορών. Παράλληλα, το πράσινο αστικό τοπίο της πόλης έχει ενισχυθεί μέσω της δημιουργίας περισσότερων πάρκων και πράσινων στεγών, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και τη μείωση των θερμοκρασιών στην πόλη (Javidroozi et al., 2023).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύστημα "Green Building Masterplan," το οποίο προωθεί την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών στην κατασκευή και τη λειτουργία κτηρίων, οδηγώντας στη μείωση των εκπομπών CO₂ και της κατανάλωσης ενέργειας. Ταυτόχρονα, οι πολίτες ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά μέσω ψηφιακών πλατφορμών που τους επιτρέπουν να αναφέρουν προβλήματα σε δημόσιους χώρους και να λαμβάνουν άμεσα ενημερώσεις για τη διαχείριση των αστικών υπηρεσιών (United Nations Economic Commission, 2020).

6.1.2. Μελέτη περίπτωσης: Κοπεγχάγη

Η Κοπεγχάγη θεωρείται μία από τις πιο πράσινες και βιώσιμες πόλεις στην Ευρώπη, έχοντας θέσει στόχο να γίνει η πρώτη πόλη στον κόσμο που θα είναι *carbon-neutral* μέχρι το 2025. Η στρατηγική της βασίζεται σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση βιώσιμης αστικής ανάπτυξης, η οποία περιλαμβάνει πρωτοβουλίες για την προώθηση της πράσινης ενέργειας, της ποδηλασίας, και της χρήσης βιώσιμων μεταφορικών μέσων.

Ένα από τα πιο εντυπωσιακά έργα είναι το σύστημα αποχέτευσης και αποθήκευσης υδάτων, το οποίο επιτρέπει την αποδοτική διαχείριση των βροχοπτώσεων και των πλημμυρών. Επιπλέον, η πόλη επενδύει σε καινοτόμες λύσεις όπως το "*Copenhagen Solutions Lab*," που παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη διαχείριση της κυκλοφορίας, την ποιότητα του αέρα και την κατανάλωση ενέργειας, ενισχύοντας την αλληλεπίδραση μεταξύ πολιτών και αστικών υπηρεσιών (Prado Lara et al., 2016 ; United Nations Economic Commission, 2020).

6.1.3. Μελέτη περίπτωσης: Τρίκαλα, Ελλάδα

Τα Τρίκαλα, μια πόλη στη Θεσσαλία, έχουν αναδειχθεί ως πρότυπο έξυπνης πόλης στην Ελλάδα, εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων τους. Από το 2004, μέσω της δημοτικής εταιρείας e-Trikala AE, η πόλη έχει υιοθετήσει πρωτοβουλίες όπως δωρεάν Wi-Fi σε δημόσιους χώρους, έξυπνα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και ηλεκτρονικές υπηρεσίες για τους πολίτες (Πόγκας, 2017).

Το 2015, τα Τρίκαλα έγιναν η πρώτη πόλη στην Ευρώπη που δοκίμασε λεωφορεία χωρίς οδηγό, ενισχύοντας τη φήμη τους ως πρωτοπόρος στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Επιπλέον, η πόλη έχει αναπτύξει εφαρμογές που επιτρέπουν στους πολίτες να αναφέρουν προβλήματα και να παρακολουθούν την πρόοδο των αιτημάτων τους, προωθώντας τη διαφάνεια και τη συμμετοχή των πολιτών (Κουσιοπούλου, 2021; Πόγκας, 2017).

Η δέσμευση των Τρικάλων στην καινοτομία και τη βιωσιμότητα τα καθιστά παράδειγμα για άλλες πόλεις που επιδιώκουν να ενσωματώσουν έξυπνες τεχνολογίες στις υποδομές και τις υπηρεσίες τους.

6.1.4. Μελέτη περίπτωσης: Άμστερνταμ, Ολλανδία

Το Άμστερνταμ έχει αναπτύξει την πρωτοβουλία "Amsterdam Smart City", η οποία εστιάζει σε βιώσιμες λύσεις για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων και την προώθηση της καινοτομίας. Η πρωτοβουλία αυτή περιλαμβάνει διάφορους τομείς, όπως:

- **Έξυπνα Δίκτυα Ενέργειας:** Το Άμστερνταμ εφαρμόζει έξυπνα δίκτυα που επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση της ενέργειας, ενσωματώνοντας ανανεώσιμες πηγές και προωθώντας την ενεργειακή αποδοτικότητα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης έξυπνων μετρητών και συστημάτων παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο (Ether, 2020).
- **Πράσινες Μεταφορές:** Η πόλη προωθεί τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, την ανάπτυξη υποδομών φόρτισης και την ενίσχυση των δημόσιων συγκοινωνιών με στόχο τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Επιπλέον, ενθαρρύνεται η χρήση ποδηλάτων και η δημιουργία πεζοδρομημένων ζωνών (Καρακατσάνη, 2020).
- **Ψηφιακές Υπηρεσίες:** Το Άμστερνταμ προσφέρει μια σειρά από ψηφιακές υπηρεσίες στους πολίτες, όπως εφαρμογές για την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, την εξ αποστάσεως εργασία και την πρόσβαση σε δημόσια δεδομένα. Αυτές οι υπηρεσίες ενισχύουν τη διαφάνεια και τη συμμετοχή των πολιτών στη λήψη αποφάσεων (Ether, 2020).

Η πρωτοβουλία "Amsterdam Smart City" αποτελεί παράδειγμα για άλλες πόλεις που επιδιώκουν να γίνουν πιο βιώσιμες και τεχνολογικά προηγμένες, συνδυάζοντας την καινοτομία με την κοινωνική ευημερία.

6.1.5. Μελέτη περίπτωσης: Βαρκελώνη, Ισπανία

Η Βαρκελώνη αποτελεί πρότυπο έξυπνης πόλης, αξιοποιώντας τεχνολογίες Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της. Στον τομέα της διαχείρισης κυκλοφορίας, η πόλη έχει εφαρμόσει το μοντέλο των "superblocks",

περιορίζοντας την κυκλοφορία οχημάτων σε συγκεκριμένες περιοχές και δημιουργώντας χώρους για πεζούς και ποδηλάτες, μειώνοντας έτσι τη ρύπανση και τον θόρυβο (Κλαδής, 2024).

Στον τομέα του φωτισμού, η Βαρκελώνη έχει εγκαταστήσει έξυπνα φώτα LED με αισθητήρες που ανιχνεύουν την κίνηση και προσαρμόζουν την ένταση του φωτός ανάλογα με τις συνθήκες, εξοικονομώντας ενέργεια και βελτιώνοντας την ασφάλεια (Κλαδής, 2024).

Όσον αφορά την αποκομιδή απορριμμάτων, η πόλη χρησιμοποιεί αισθητήρες σε κάδους απορριμμάτων για την παρακολούθηση του επιπέδου πλήρωσης, επιτρέποντας την αποτελεσματικότερη διαχείριση των δρομολογίων συλλογής και μειώνοντας τα λειτουργικά κόστη (My smart city, 2024).

Επιπλέον, η Βαρκελώνη έχει αναπτύξει την πλατφόρμα Open Data BCN, παρέχοντας ελεύθερη πρόσβαση σε δεδομένα που σχετίζονται με την πόλη, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την καινοτομία. Οι πρωτοβουλίες αυτές καθιστούν τη Βαρκελώνη ηγέτιδα στην υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών για τη βελτίωση της αστικής ζωής. (Μακρής, 2024).

6.2. Ανάλυση των αποτελεσμάτων και των διδαγμάτων που προκύπτουν

Οι πόλεις αυτές στοχεύουν στη βιώσιμη αστική ανάπτυξη, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών και τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

6.2.1. Αποτελέσματα και Διδάγματα από την Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη έχει αναδειχθεί ως πρωτοπόρος στην ανάπτυξη έξυπνων λύσεων που βασίζονται σε τεχνολογίες αιχμής. Ένα βασικό μάθημα από την επιτυχία της Σιγκαπούρης είναι ότι η τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, αρκεί να συνδυαστεί με τις ανάγκες των πολιτών. Τα δεδομένα που συλλέγονται από αισθητήρες και συστήματα παρακολούθησης επιτρέπουν στη Σιγκαπούρη να διαχειρίζεται αποδοτικά τους φυσικούς πόρους και την κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον, η ενσωμάτωση "έξυπνων" υποδομών, όπως πράσινες στέγες και αστικοί κήποι, συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και στη μείωση των θερμοκρασιών, οδηγώντας σε πιο ανθεκτικές πόλεις απέναντι στην κλιματική αλλαγή (Javidroozi et al., 2023 ; United Nations Economic Commission, 2020).

Ωστόσο, ένα από τα σημαντικότερα διδάγματα που προκύπτουν από τη Σιγκαπούρη είναι η ανάγκη για ενεργή συμμετοχή των πολιτών. Οι πλατφόρμες που επιτρέπουν στους κατοίκους να αναφέρουν προβλήματα ή να συμμετέχουν σε αποφάσεις για τη βελτίωση της πόλης έχουν οδηγήσει σε μεγαλύτερη διαφάνεια και συμμετοχική διακυβέρνηση. Αυτό υποδεικνύει ότι οι πόλεις δεν μπορούν να βασίζονται αποκλειστικά στην τεχνολογία, αλλά απαιτείται συνεργασία μεταξύ πολιτών, κυβερνήσεων και ιδιωτικών φορέων (Javidroozi et al., 2023 ; Masrur & Sharifi, 2022).

6.2.2. Αποτελέσματα και Διδάγματα από την Κοπεγχάγη

Η Κοπεγχάγη, με τον φιλόδοξο στόχο της να γίνει η πρώτη *carbon-neutral* πόλη παγκοσμίως μέχρι το 2025, προσφέρει σημαντικά διδάγματα για την αειφόρο αστική ανάπτυξη. Η πόλη έχει επενδύσει σε ένα εντυπωσιακό δίκτυο ποδηλατοδρόμων και βιώσιμων μεταφορών, γεγονός που έχει μειώσει την εξάρτηση από τα αυτοκίνητα και έχει βελτιώσει την ποιότητα ζωής. Ένα από τα πιο σημαντικά διδάγματα της Κοπεγχάγης είναι η αποτελεσματική χρήση των υποδομών για τη διαχείριση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, όπως οι πλημμύρες, μέσω συστημάτων συλλογής και διαχείρισης όμβριων υδάτων (Javidroozi et al., 2023 ; Beers et al., 2020).

Ένα επιπλέον μάθημα από την Κοπεγχάγη είναι η σημασία της διασύνδεσης των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών στόχων. Η πόλη κατάφερε να δημιουργήσει ένα μοντέλο που συνδυάζει την κοινωνική ισότητα με τη βιώσιμη ανάπτυξη, μέσω της προώθησης της συμμετοχής των πολιτών σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων και την παροχή προσβάσιμων υπηρεσιών για όλους. Αυτό αποδεικνύει ότι οι βιώσιμες πόλεις πρέπει να ενσωματώνουν όχι μόνο πράσινες τεχνολογίες, αλλά και στρατηγικές που εξασφαλίζουν τη συμπερίληψη όλων των κοινωνικών ομάδων (Rose Alce et al., 2023).

6.2.3. Αποτελέσματα και Διδάγματα από τα Τρίκαλα

Μία από τις πιο αξιοσημείωτες πρωτοβουλίες των Τρικάλων είναι η εισαγωγή λεωφορείων χωρίς οδηγό, καθιστώντας την πόλη την πρώτη στην Ευρώπη που υλοποίησε τέτοιο έργο σε πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας. Αυτή η καινοτομία βελτίωσε τις δημόσιες συγκοινωνίες και μείωσε τις εκπομπές ρύπων. Επιπλέον, η πόλη έχει εγκαταστήσει ένα εκτεταμένο δίκτυο δωρεάν Wi-Fi, επιτρέποντας στους πολίτες και τους επισκέπτες να έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο σε δημόσιους χώρους. Η πλατφόρμα "e-Dialogos" επιτρέπει στους κατοίκους να υποβάλλουν αιτήματα και να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων, ενισχύοντας

τη διαφάνεια και τη συμμετοχική διακυβέρνηση. Επιπλέον, τα Τρίκαλα έχουν εφαρμόσει έξυπνα συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας και φωτισμού, βελτιώνοντας την ασφάλεια και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Η πόλη έχει επίσης αναπτύξει εφαρμογές τηλεϊατρικής, παρέχοντας ιατρικές υπηρεσίες σε απομακρυσμένες περιοχές και ευάλωτες ομάδες πληθυσμού (Πόγκας, 2017)..

Η εμπειρία των Τρικάλων αναδεικνύει τη σημασία της πολιτικής βούλησης και της ηγεσίας στην προώθηση της καινοτομίας. Η δέσμευση της δημοτικής αρχής για την υιοθέτηση τεχνολογιών αιχμής ήταν καθοριστική για την επιτυχία των πρωτοβουλιών. Επιπλέον, η ενεργή συμμετοχή των πολιτών μέσω πλατφορμών όπως το "e-Dialogos" υπογραμμίζει τη σημασία της συμμετοχικής διακυβέρνησης. Η συνεργασία με ιδιωτικούς φορείς και ακαδημαϊκά ιδρύματα επέτρεψε την ανάπτυξη και εφαρμογή καινοτόμων λύσεων, ενώ η προσαρμογή των τεχνολογιών στις τοπικές ανάγκες εξασφάλισε την αποδοχή και τη βιωσιμότητά τους. Τέλος, η εμπειρία των Τρικάλων δείχνει ότι ακόμη και πόλεις με περιορισμένους πόρους μπορούν να επιτύχουν σημαντική πρόοδο στην ψηφιακή μετάβαση, εφόσον υπάρχει στρατηγικός σχεδιασμός και συνεργασία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών (Κουσιοπούλου, 2021).

Τα Τρίκαλα αποτελούν ένα επιτυχημένο παράδειγμα για το πώς οι πόλεις μπορούν να αξιοποιήσουν την τεχνολογία για τη βελτίωση της καθημερινότητας των πολιτών, προσφέροντας πολύτιμα διδάγματα για άλλες πόλεις που επιδιώκουν να γίνουν "έξυπνες".

6.3.4. Αποτελέσματα και Διδάγματα από το Άμστερνταμ

Το Άμστερνταμ αποτελεί ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα έξυπνης πόλης, συνδυάζοντας τεχνολογικές καινοτομίες με κοινωνική συμμετοχή για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων του. Μέσω της πρωτοβουλίας "Amsterdam Smart City", η πόλη έχει αναπτύξει ένα οικοσύστημα συνεργασίας μεταξύ δημόσιων φορέων, ιδιωτικών επιχειρήσεων και πολιτών, προωθώντας βιώσιμες και καινοτόμες λύσεις.

Μία από τις κύριες επιτυχίες του Άμστερνταμ είναι η ανάπτυξη έξυπνων δικτύων ενέργειας. Η πόλη έχει εγκαταστήσει έξυπνους μετρητές και συστήματα παρακολούθησης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στους πολίτες να διαχειρίζονται αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας και να πωλούν την πλεονάζουσα ενέργεια που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως ηλιακά πάνελ και ανεμογεννήτριες (ΚΕΔΕ, 2015).

Επιπλέον, το Άμστερνταμ έχει επενδύσει σε έξυπνες μεταφορές, προωθώντας τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων και δημιουργώντας ένα εκτεταμένο δίκτυο σταθμών φόρτισης. Η πόλη έχει επίσης εφαρμόσει συστήματα διαχείρισης κυκλοφορίας που βασίζονται σε δεδομένα, μειώνοντας τη συμφόρηση και τις εκπομπές ρύπων (ΚΕΔΕ, 2015).

Στον τομέα της διακυβέρνησης, το Άμστερνταμ έχει υιοθετήσει πλατφόρμες ανοιχτών δεδομένων, καθιστώντας τις πληροφορίες εύκολα προσβάσιμες στο κοινό και ενισχύοντας τη διαφάνεια. Μέσω ψηφιακών πλατφορμών, όπως η "Decidim Barcelona", οι κάτοικοι μπορούν να συμμετέχουν στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, προωθώντας τη συμμετοχική διακυβέρνηση (Hackett, 2021).

Ένα βασικό δίδαγμα από την εμπειρία του Άμστερνταμ είναι η σημασία της συνεργασίας μεταξύ δημόσιων και ιδιωτικών φορέων. Η επιτυχία της πρωτοβουλίας "Amsterdam Smart City" οφείλεται στη δημιουργία ενός οικοσυστήματος συνεργασίας που ενθαρρύνει την καινοτομία και την ανταλλαγή γνώσεων.

Επιπλέον, η ενεργή συμμετοχή των πολιτών είναι καθοριστική. Η πόλη έχει αναπτύξει πλατφόρμες που επιτρέπουν στους κατοίκους να αναφέρουν προβλήματα και να συμμετέχουν σε αποφάσεις, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη συμμετοχική διακυβέρνηση (Hackett, 2021).

Η ευελιξία και η προσαρμοστικότητα είναι κρίσιμες για την επιτυχία των έξυπνων πόλεων. Το Άμστερνταμ λειτουργεί ως "ζωντανό εργαστήριο", δοκιμάζοντας και προσαρμόζοντας νέες τεχνολογίες και πρακτικές για την αντιμετώπιση των αστικών προκλήσεων.

6.2.4. Αποτελέσματα και Διδάγματα από τη Βαρκελώνη

Η Βαρκελώνη έχει αναδειχθεί ως πρότυπο έξυπνης πόλης, εφαρμόζοντας καινοτόμες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων της. Μία από τις κύριες πρωτοβουλίες της είναι η ανάπτυξη του προγράμματος "Superblocks" (Superilles), το οποίο αναδιαμορφώνει την αστική κινητικότητα, περιορίζοντας την κυκλοφορία οχημάτων σε συγκεκριμένα τετράγωνα και δημιουργώντας χώρους για πεζούς και ποδηλάτες. Αυτή η προσέγγιση έχει μειώσει τη ρύπανση και τον θόρυβο, ενώ παράλληλα ενισχύει την κοινωνική αλληλεπίδραση και την υγεία των κατοίκων (Κλαδής, 2024).

Στον τομέα της διαχείρισης απορριμμάτων, η Βαρκελώνη έχει εγκαταστήσει έξυπνους κάδους με αισθητήρες που παρακολουθούν το επίπεδο πλήρωσης, επιτρέποντας την

αποδοτικότερη συλλογή και μειώνοντας τα λειτουργικά κόστη. Αυτή η τεχνολογία συμβάλλει στη βελτίωση της καθαριότητας και της βιωσιμότητας της πόλης.

Η πόλη έχει επίσης επενδύσει σε έξυπνο φωτισμό, εγκαθιστώντας φώτα LED με αισθητήρες που προσαρμόζουν την ένταση του φωτός ανάλογα με την κίνηση και τις καιρικές συνθήκες. Αυτό έχει οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ασφάλειας στους δημόσιους χώρους (Μοχιανάκης, 2017).

Ένα σημαντικό δίδαγμα από την εμπειρία της Βαρκελώνης είναι η σημασία της συμμετοχής των πολιτών. Η πόλη έχει αναπτύξει πλατφόρμες που επιτρέπουν στους κατοίκους να συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων και να αναφέρουν προβλήματα, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τη συμμετοχική διακυβέρνηση (Μοχιανάκης, 2017).

Ωστόσο, η Βαρκελώνη αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως ο υπερτουρισμός, που επηρεάζει την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Οι αρχές αναζητούν βιώσιμες λύσεις για τη διαχείριση του τουρισμού, προκειμένου να διατηρήσουν την ισορροπία μεταξύ ανάπτυξης και ευημερίας των πολιτών (Κλαδής, 2024).

Συμπεράσματα και Προτάσεις

Η εργασία πραγματεύεται τη σύνθετη πρόκληση της δημιουργίας έξυπνων πράσινων πόλεων με ανθρωποκεντρική προσέγγιση, προσφέροντας μια συνολική επισκόπηση τεχνολογικών και περιβαλλοντικών καινοτομιών, όπως η χρήση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η βασική ιδέα είναι να συνδυαστούν η τεχνολογική ανάπτυξη και η βιωσιμότητα με την προτεραιότητα στις ανάγκες και την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Μέσα από διάφορα παραδείγματα και μελέτες περίπτωσης, η εργασία παρουσιάζει πώς οι πόλεις μπορούν να υιοθετήσουν έξυπνες λύσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της αστικοποίησης και της κλιματικής αλλαγής, ενώ παράλληλα να διασφαλίσουν την κοινωνική συνοχή και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Κύρια Ευρήματα:

1. **Συνδυασμός Έξυπνων Τεχνολογιών και Πράσινων Πρωτοβουλιών:** Η εργασία αναλύει πώς οι τεχνολογίες αιχμής, όπως το IoT, η τεχνητή νοημοσύνη και τα μεγάλα δεδομένα, μπορούν να βελτιώσουν την αστική κινητικότητα, τη διαχείριση ενέργειας

και αποβλήτων, και τη συνολική αποτελεσματικότητα των πόλεων. Για παράδειγμα, τα έξυπνα συστήματα μεταφορών μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ οι έξυπνοι κάδοι απορριμμάτων επιτρέπουν τη βελτιωμένη διαχείριση αποβλήτων. Παράλληλα, η εργασία τονίζει τη σημασία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή και αιολική, για τη μείωση των εκπομπών και την ενίσχυση της βιωσιμότητας των πόλεων.

2. **Ανθρωποκεντρική Σχεδίαση:** Μια κρίσιμη διάσταση στην ανάπτυξη των έξυπνων και πράσινων πόλεων είναι η προσέγγιση που εστιάζει στις ανάγκες των κατοίκων. Η εργασία υπογραμμίζει τη σημασία της συμμετοχής των πολιτών στη λήψη αποφάσεων μέσω ψηφιακών πλατφορμών, καθώς και τη δημιουργία κοινοτικών χώρων που ενισχύουν την κοινωνική συνοχή. □ Αυτή η συμμετοχική διακυβέρνηση είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ότι οι λύσεις που υιοθετούνται ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες των κατοίκων και προάγουν τη δικαιοσύνη και την ευημερία.
3. **Προκλήσεις και Διδάγματα:** Ένα βασικό συμπέρασμα της εργασίας είναι ότι οι έξυπνες πόλεις πρέπει να επιδιώκουν την ισορροπία μεταξύ τεχνολογικής ανάπτυξης, περιβαλλοντικής προστασίας και κοινωνικής δικαιοσύνης. Αν και οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και να ενισχύσουν την οικονομία, η εργασία αναδεικνύει επίσης τις προκλήσεις που προκύπτουν, όπως η ανάγκη για επαρκή πολιτική στήριξη και τα προβλήματα ιδιωτικότητας των δεδομένων

Στο πλαίσιο των «Έξυπνων Πράσινων Πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο», τα τελικά συμπεράσματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για μια ολοκληρωμένη και πολυδιάστατη προσέγγιση, η οποία ενσωματώνει τεχνολογία αιχμής, βιώσιμες πρακτικές και ανθρωποκεντρική ανάπτυξη.

Οι έξυπνες πόλεις, χρησιμοποιώντας τεχνολογίες όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και τα Μεγάλα Δεδομένα (Big Data), καθίστανται κέντρα καινοτομίας και βιώσιμης ανάπτυξης. Αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν δυνατότητες σε κρίσιμους τομείς, όπως η διαχείριση ενέργειας, η αστική κινητικότητα και η ποιότητα του αέρα. Οι πόλεις αυτές επιτυγχάνουν την αποδοτικότερη χρήση των πόρων και βελτιώνουν την καθημερινή ζωή των κατοίκων τους.

Η υιοθέτηση πράσινων πρακτικών είναι ουσιώδης για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας των πόλεων. Οι πράσινες υποδομές, όπως τα πάρκα και οι πράσινες στέγες, μειώνουν τη θερμοκρασία, βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα και αυξάνουν τη βιοποικιλότητα. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αποδοτική διαχείριση απορριμμάτων αποτελούν κεντρικά σημεία για την επίτευξη ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Η ανθρωποκεντρική προσέγγιση είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία των έξυπνων πράσινων πόλεων. Ο σχεδιασμός με επίκεντρο τον άνθρωπο ενσωματώνει τις ανάγκες των πολιτών, προωθώντας τη συμμετοχή τους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και την κοινωνική συνοχή. Αυτό οδηγεί σε πόλεις όπου οι κάτοικοι αισθάνονται μεγαλύτερη αίσθηση κοινότητας και εμπιστοσύνης προς τις τοπικές αρχές.

Η επιτυχής εφαρμογή των έξυπνων πόλεων εξαρτάται από τη συνέργεια μεταξύ τεχνολογίας, περιβαλλοντικών πρακτικών και ανθρώπινων αναγκών. Η δημιουργία ενός πλαισίου διακυβέρνησης που προωθεί τη συμμετοχικότητα και τη διαφάνεια είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των πόλεων του μέλλοντος. Τα τελικά συμπεράσματα καταδεικνύουν ότι οι έξυπνες πράσινες πόλεις είναι μια αναγκαιότητα για την αντιμετώπιση των σύγχρονων αστικών προκλήσεων και την επίτευξη μιας υψηλής ποιότητας ζωής για τους κατοίκους τους.

Για την προώθηση της περαιτέρω ανάπτυξης έξυπνων πράσινων πόλεων με επίκεντρο τον άνθρωπο, απαιτείται μια σειρά από προτάσεις για μελλοντική έρευνα και πολιτική. Οι προτάσεις αυτές επικεντρώνονται στη βελτίωση των υποδομών, τη συμμετοχή των πολιτών και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την κοινωνική δικαιοσύνη και την οικονομική ανάπτυξη.

Μια από τις κύριες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα και πολιτική είναι η ενίσχυση της αστικής ανθεκτικότητας. Οι πόλεις πρέπει να επενδύσουν σε πράσινες υποδομές, όπως πάρκα, πράσινες στέγες και οικολογικά διαδρόμους, που μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα του αέρα, να μειώσουν τη θερμοκρασία και να συμβάλουν στην απορρόφηση των ρύπων. Η πολιτική θα πρέπει να προωθεί την υιοθέτηση αυτών των μέτρων σε όλες τις αστικές περιοχές, ενώ η έρευνα πρέπει να εστιάσει στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που ενσωματώνουν φυσικές λύσεις στις αστικές υποδομές.

Ένας άλλος σημαντικός τομέας για μελλοντική έρευνα είναι η διερεύνηση νέων τρόπων ενδυνάμωσης των πολιτών μέσω της συμμετοχικής διακυβέρνησης. Οι έξυπνες πόλεις πρέπει να διασφαλίζουν ότι οι πολίτες συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται για την ενίσχυση αυτής της συμμετοχής. Η έρευνα μπορεί να εξετάσει τις καλύτερες πρακτικές για τη δημιουργία ψηφιακών πλατφορμών που επιτρέπουν στους πολίτες να συνεισφέρουν άμεσα στη διαμόρφωση των πολιτικών, ενώ οι πολιτικοί πρέπει να εστιάσουν στην εφαρμογή πολιτικών που προάγουν τη συμμετοχικότητα.

Η βιώσιμη κινητικότητα αποτελεί έναν ακόμα σημαντικό τομέα για μελλοντική έρευνα και πολιτική. Οι πόλεις πρέπει να προωθήσουν τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, δημόσιων μέσων μεταφοράς και ποδηλάτων, με στόχο τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι πολιτικές θα πρέπει να εστιάσουν στη δημιουργία ασφαλών και προσβάσιμων υποδομών για πεζούς και ποδηλάτες, ενώ η έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών για τη διαχείριση της κυκλοφορίας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Ένας άλλος τομέας προτεραιότητας για μελλοντική έρευνα και πολιτική είναι η ανάπτυξη τεχνολογιών που επιτρέπουν την αποδοτική διαχείριση πόρων, όπως το νερό, η ενέργεια και τα απόβλητα. . Οι έξυπνες πόλεις πρέπει να υιοθετήσουν συστήματα IoT και AI για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, προκειμένου να βελτιώσουν τη διαχείριση των υποδομών και να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και την παραγωγή αποβλήτων. Οι πολιτικές πρέπει να προωθούν την υιοθέτηση αυτών των τεχνολογιών και να στηρίζουν την έρευνα που εξετάζει τρόπους βελτίωσης της αποδοτικότητάς τους.

Ένα βασικό ζήτημα που πρέπει να ενσωματωθεί στη μελλοντική πολιτική είναι η διασφάλιση της κοινωνικής δικαιοσύνης και της ισότητας στις έξυπνες πόλεις. Οι πολιτικές θα πρέπει να στοχεύουν στην παροχή ίσης πρόσβασης σε υπηρεσίες και υποδομές για όλους τους πολίτες, ανεξάρτητα από την κοινωνικοοικονομική τους κατάσταση. Η έρευνα μπορεί να εστιάσει στην ανάπτυξη μεθόδων για την αντιμετώπιση των ανισοτήτων που δημιουργούνται από την τεχνολογία και στη διασφάλιση ότι όλοι οι πολίτες επωφελούνται ισότιμα από τις εξελίξεις.

Τέλος, η προστασία της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας δεδομένων αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα για τις έξυπνες πόλεις. Η έρευνα πρέπει να εξετάσει νέους τρόπους για τη

διασφάλιση της ασφάλειας των δεδομένων που συλλέγονται και χρησιμοποιούνται στις πόλεις, ενώ η πολιτική πρέπει να προωθήσει την ανάπτυξη αυστηρών κανονισμών για την προστασία της ιδιωτικότητας των πολιτών.

Με την εφαρμογή αυτών των προτάσεων, οι έξυπνες πράσινες πόλεις μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες των πολιτών και να προωθήσουν τη βιωσιμότητα, την κοινωνική δικαιοσύνη και την οικονομική ευημερία.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Addas, A. (2023). The importance of urban green spaces in the development of smart cities. Ανακτήθηκε από <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2023.1206372/full>
- Adel, A. (2023). Unlocking the Future: Fostering Human–Machine Collaboration and Driving Intelligent Automation through Industry 5.0 in Smart Cities. Ανακτήθηκε από <https://www.mdpi.com/2624-6511/6/5/124>
- Ahmad, K., Maabreh, M., Ghaly, M., Khan, K., Qadir, J., & Al-Fuqaha, A. (2022). Developing future human-centered smart cities: Critical analysis of smart city security, data management, and ethical challenges. *Computer Science Review*, 43, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100452>
- Alce, A.R., Ecleo, J.J., Galido, A. (2023). Exploring Smart City Analytical Framework: Evidence from Select Case Studies. In: Kabassi, K., Mylonas, P., Caro, J. (eds) *Novel & Intelligent Digital Systems: Proceedings of the 3rd International Conference (NiDS 2023)*. NiDS 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 783. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44097-7_17
- Almasri RA, Abu-Hamdeh NH and Al-Tamimi N (2024) A state-of-the-art review of energy-efficient and renewable energy systems in higher education facilities. *Front. Energy Res.* 11:1344216. doi: 10.3389/fenrg.2023.1344216
- Azizi, L., Kouddane, N. The green city as a driver of sustainable development. *J. Umm Al-Qura Univ. Eng.Archit.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s43995-024-00077-x>
- Bhatnagar, S. (2024). Smart Cities: Concept, Pillars, and Challenges. In: Parkinson, S., Nikitas, A., Vallati, M. (eds) *Deception in Autonomous Transport Systems*. Wireless Networks. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55044-7_3
- Bibri, S.E., Alexandre, A., Sharifi, A. *et al.* Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: an integrated

- approach to an extensive literature review. *Energy Inform* **6**, 9 (2023).
<https://doi.org/10.1186/s42162-023-00259-2>
- Breuste, J. (2020). The Green City: General Concept. In: Breuste, J., Artmann, M., Ioja, C., Qureshi, S. (eds) *Making Green Cities. Cities and Nature*. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-37716-8_1
- Capeluto, I.G. The Unsustainable Direction of Green Building Codes: A Critical Look at the Future of Green Architecture. *Buildings* **2022**, *12*, 773.
<https://doi.org/10.3390/buildings12060773>
- Chen, T., Gil-Garcia, J. R., & Gasco-Hernandez, M. (2022). Understanding social sustainability for smart cities: The importance of inclusion, equity, and citizen participation as both inputs and long-term outcomes. *Journal of Smart Cities and Society*, *1*, 135-148. <https://doi.org/10.3233/SCS-210123>
- Chokhachian, A.; Santucci, D.; Auer, T. (2017). A Human-Centered Approach to Enhance Urban Resilience, Implications and Application to Improve Outdoor Comfort in Dense Urban Spaces. *Buildings*, *7*, 113. <https://doi.org/10.3390/buildings7040113>
- Dashkevych, O., & Portnov, B. A. (2023). Human-centric, sustainability-driven approach to ranking smart cities worldwide. *Technology in Society*, *74*, 102296.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102296>
- Developing future human-centered smart cities: Critical analysis of smart city security, Data management, and Ethical challenges, *Computer Science Review*, Volume 43, 2022, 100452, ISSN 1574-0137, <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100452>.
- Fieuw, W., Foth, M., & Caldwell, G. A. (2022). Towards a More-than-Human Approach to Smart and Sustainable Urban Development: Designing for Multispecies Justice. *Sustainability*, *14*(2), 948. <https://doi.org/10.3390/su14020948>
- Gao, C., Wang, F., Hu, X., & Martinez, J. (2023). Research on Sustainable Design of Smart Cities Based on the Internet of Things and Ecosystems. *Sustainability*, *15*, 6546.
<https://doi.org/10.3390/su15086546>

- Gao, C.; Wang, F.; Hu, X.; Martinez, J. (2023). Research on Sustainable Design of Smart Cities Based on the Internet of Things and Ecosystems. *Sustainability*, 15, 6546. <https://doi.org/10.3390/su15086546>
- Gracias, J.S.; Parnell, G.S.; Specking, E.; Pohl, E.A.; Buchanan, R. Smart Cities—A Structured Literature Review. *Smart Cities* 2023, 6, 1719–1743. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040080>
- Hadjichambis, A.C.; Paraskeva-Hadjichambi, D.; Sinakou, E.; Adamou, A.; Georgiou, Y. (2022). Green Cities for Environmental Citizenship: A Systematic Literature Review of Empirical Research from 31 Green Cities of the World. *Sustainability*, 14, 16223. <https://doi.org/10.3390/su142316223>
- Javidroozi, V., Carter, C., Grace, M., & Shah, H. (2023). Smart, Sustainable, Green Cities: A State-of-the-Art Review. *Sustainability*, 15, 5353. <https://doi.org/10.3390/su15065353>
- José, R.; Rodrigues, H. A Review on Key Innovation Challenges for Smart City Initiatives. *Smart Cities* 2024, 7, 141-162. <https://doi.org/10.3390/smartcities7010006>
- Kashif Ahmad, Majdi Maabreh, Mohamed Ghaly, Khalil Khan, Junaid Qadir, Ala Al-Fuqaha,
- Kellett, J., Larbi, M. (2021). Green Cities in Theory and Practice. In: The Palgrave Encyclopedia of Urban and Regional Futures. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51812-7_115-1
- Lara, A.P., Moreira Da Costa, E., Furlani, T.Z. *et al.* Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities. *J. open innov.* 2, 8 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40852-016-0034-z>
- Lexicon. (2024). What is a green city, and how is it built? Retrieved from <https://instituteofsustainabilitystudies.com/insights/lexicon/what-is-a-green-city-and-how-is-it-built/>
- Liu, T.; Chen, L.; Yang, M.; Sandanayake, M.; Miao, P.; Shi, Y.; Yap, P.-S. Sustainability Considerations of Green Buildings: A Detailed Overview on Current Advancements

- and Future Considerations. *Sustainability* **2022**, *14*, 14393. <https://doi.org/10.3390/su142114393>
- Maio, R. (2022). The People-Centred Smart Cities Flagship Programme. Ανακτήθηκε από <https://unhabitat.org/programme/people-centred-smart-cities>
- Masrur, H., Sharifi, A. (2022). Contributions of Smart City Projects to Resilience: Lessons Learned from Case Studies. In: Sharifi, A., Salehi, P. (eds) Resilient Smart Cities. The Urban Book Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_8
- Müller-Eie, D., & Kosmidis, I. (2023). Sustainable mobility in smart cities: a document study of mobility initiatives of mid-sized Nordic smart cities. *European Transport Research Review*, 15, 36. <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00610-4>
- Myeong, S.; Park, J.; Lee, M. Research Models and Methodologies on the Smart City: A Systematic Literature Review. *Sustainability* **2022**, *14*, 1687. <https://doi.org/10.3390/su14031687>
- Oliveira, J.R.P.; Tusset, A.M.; Andrade, D.I.; Balthazar, J.M.; Pagani, R.N.; Lenzi, G.G. Action Plans Study: Principles of Green Chemistry, Sustainable Development, and Smart Cities. *Sustainability* **2024**, *16*, 8041. <https://doi.org/10.3390/su16188041>
- Paes, V.d.C.; Pessoa, C.H.M.; Pagliusi, R.P.; Barbosa, C.E.; Argôlo, M.; de Lima, Y.O.; Salazar, H.; Lyra, A.; de Souza, J.M. Analyzing the Challenges for Future Smart and Sustainable Cities. *Sustainability* **2023**, *15*, 7996. <https://doi.org/10.3390/su15107996>
- Pershaanaa, M., Bashir, S., Kumar, S.S.A. *et al.* keystones of green smart city—framework, e-waste, and their impact on the environment—a review. *Ionics* **30**, 1267–1289 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11581-023-05349-5>
- Rossi, E.; Attaianesi, E. Research Synergies between Sustainability and Human-Centered Design: A Systematic Literature Review. *Sustainability* **2023**, *15*, 12884. <https://doi.org/10.3390/su151712884>

- Santibanez Gonzalez, E.D.R.; Kandpal, V.; Machado, M.; Martens, M.L.; Majumdar, S. A Bibliometric Analysis of Circular Economies through Sustainable Smart Cities. *Sustainability* **2023**, *15*, 15892. <https://doi.org/10.3390/su152215892>
- Schwarz-Herion, O. (2019). The role of smart cities for the realization of the sustainable development goals. Ανακτήθηκε από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-13-7158-5_13
- Selanon, P.; Chuangchai, W. The Importance of Urban Green Spaces in Enhancing Holistic Health and Sustainable Well-Being for People with Disabilities: A Narrative Review. *Buildings* **2023**, *13*, 2100. <https://doi.org/10.3390/buildings13082100>
- Shen, C.-w., Koziel, A., & Cheng, Y.-h. (2024). Topic Discovery on Sustainable Smart City Development. Ανακτήθηκε από https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-44721-1_11
- Sijakovic, M. and Peric, A. (2021), "Sustainable architectural design: towards climate change mitigation", *Archnet-IJAR*, Vol. 15 No. 2, pp. 385-400. <https://doi.org/10.1108/ARCH-05-2020-0097>
- Syed, A.S.; Sierra-Sosa, D.; Kumar, A.; Elmaghraby, (2021). A. IoT in Smart Cities: A Survey of Technologies, Practices and Challenges. *Smart Cities*, *4*, 429-475. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020024>
- Szpilko, D.; de la Torre Gallegos, A.; Jimenez Naharro, F.; Rzepka, A.; Remiszewska, A. Waste Management in the Smart City: Current Practices and Future Directions. *Resources* **2023**, *12*, 115. <https://doi.org/10.3390/resources12100115>
- Toli, A. M., & Murtagh, N. (2020). The concept of sustainability in smart city definitions. *Frontiers in Built Environment*, *6*, 77. <https://www.frontiersin.org/journals/builtenvironment/articles/10.3389/fbuil.2020.0077/full>
- Umoh, A. A., Adefemi, A., Ibekwe, K. I., Etukudoh, E. A., Ilojiana, V. I., & Nwokediegwu, Z. Q. S. (2024). Green architecture and energy efficiency: A review of innovative design and construction techniques. *Engineering Science & Technology Journal*, *5*(1), 185-200. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i1.743>

van Beers, D.; Tyrkko, K.; Flammini, A.; Barahona, C.; Susan, C. Results and Lessons Learned from Assessing 50 Industrial Parks in Eight Countries against the International Framework for Eco-Industrial Parks. Sustainability 2020, 12, 10611. <https://doi.org/10.3390/su122410611>

Ελληνική Βιβλιογραφία

Katsavounidou, G. (2023). The human-centered tradition in the study of urban public space. Retrieved from <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/9835>

Πόγκας, Δ. (2017). Τρίκαλα: Ένα ελληνικό "καλό παράδειγμα" έξυπνης πόλης. Ανακτήθηκε από: <https://www.fortunegreece.com/article/trikala-ena-elliniko-kalo-paradigma-exipnis-polis/>

Κουσιοπούλου, Ε. (2021). Τρίκαλα: Η "έξυπνη" πόλη της Ελλάδας. Ανακτήθηκε από: <https://www.ertnews.gr/ert3/trikala-i-quot-exypni-quot-poli-tis-elladas/>

Καρακατσάνη, Ν. (2020). Πράσινες μεταφορές - Νέο πλαίσιο, έξυπνες λύσεις και παραδείγματα καινοτομίας. Ανακτήθηκε από: <https://energypress.gr/news/prasines-metafores-neo-plaisio-exypnes-lyseis-kai-paradeigmata-kainotomias>

Κλαδής, Α. (2024). Πώς τα superblocs της Βαρκελώνης αλλάζουν τον σχεδιασμό των πόλεων. Ανακτήθηκε από: <https://www.oneman.gr/life/pos-ta-superblocks-tis-varkelonis-allazoun-ton-sxediasmo-ton-poleon/>

Μακρής, Σ.-Ε. (2024). Βαρκελώνη: Ο πολεοδόμος Ασεμπίλιο, το Καταλανικό "Μάντσεστερ" και η Αστική Οικονομία της Γνώσης. Ανακτήθηκε από: <https://www.eleftheria.gr/m/%CE%B1%CF%80%CF%8C%CF%88%CE%B5%CE%B9%CF%82/item/368950-%CE%B2%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%B5%CE%BB%CF%8E%CE%BD%CE%B7-%CE%BF-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B5%CE%BF%CE%B4%CF%8C%CE%BC%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CF%83%CE%B5%CE%BC%CF%80%CE%AF%CE%BB%CE%B9%CE%BF%2C-%CF%84%CE%BF->

%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BD%CE%B
9%CE%BA%CF%8C-
%C2%AB%CE%BC%CE%AC%CE%BD%CF%84%CF%83%CE%B5%CF%83
%CF%84%CE%B5%CF%81%C2%BB-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-
%CE%B7-%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-
%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%
AF%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-
%CE%B3%CE%BD%CF%8E%CF%83%CE%B7%CF%82.html

Μοχιανάκης, Κ. (2017). Διδάγματα από τη νέα ψηφιακή στρατηγική της Βαρκελώνης. Ανακτήθηκε από: <https://www.citybranding.gr/2017/11/blog-post.html>

Γώγος, Σ. (2024). Στο 67% του μέσου όρου της ΕΕ-27 το κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Ελλάδας το 2023, στο 79% η κατά κεφαλήν κατανάλωση. Ανακτήθηκε από: <https://www.eurobank.gr/el/omilos/oikonomikes-analuseis/elliniki-oikonomia/7-imeres-oikonomia-28-06-24>

Διαδικτυακοί Τόποι

Centre for Construction & Architectural Excellence. Designing for people: The human-centered approach to urban design. Retrieved from <https://architecture.celnet.in/designing-for-people-the-human-centered-approach-to-urban-design/>

Direction Business Network. (2024). *Eurostat: Η Ελλάδα προτελευταία σε αγοραστική δύναμη στην Ευρώπη το 2023*. Ανακτήθηκε από: <https://www.businessnews.gr/oikonomia/item/284639-eurostat-i-ellada-proteleftaia-se-agorastiki-dynami-stin-evropi-to-2023>

Fortune Greece. (2024). *Προτελευταία η Ελλάδα στο κατά κεφαλήν ΑΕΠ της Ευρώπης για το 2023*. Ανακτήθηκε από: <https://www.fortunegreece.com/article/proteleftaia-i-ellada-sto-kata-kefalin-aep-tis-evropis-gia-to-2023/>

Ether. (2020). *Έξυπνα Δίκτυα*. Ανακτήθηκε από: https://ether.gr/gr/activities/smart_meters.html

My Smart City. (2024). *Έξυπνοι αισθητήρες: Η απάντηση στην αποτελεσματικότερη συλλογή των απορριμμάτων.* Ανακτήθηκε από:

<https://mysmartcity.gr/%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%BF%CE%B9-%CE%B1%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CE%B7-%CE%B1%CF%80%CE%AC%CE%BD%CF%84%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CF%80/>

ΚΕΔΕ. (2015). *Η στρατηγική των "Έξυπνων Πόλεων" και οι δήμοι – Παραδείγματα ελληνικών Smart Cities.* Ανακτήθηκε από: <https://kede.gr/i-stratigiki-ton-exypnon-poleon-kai-oi-dimoi-paradeigmata-ellinikon-smart-cities/>

Hackett, P. (2021). *Ακολουθώντας το πλήθος: Η έξυπνη καινοτομία του Άμστερνταμ.* Ανακτήθηκε από: <https://gr.euronews.com/business/2021/08/27/akolouthontas-to-plithos-i-exipni-kainotomia-tou-amsterdam>

