



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΕΥΕΛΙΚΤΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ»

**«ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ
ΩΣ ΜΕΣΟ ΕΠΙΤΕΥΞΗΣ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑΣ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗ ΕΛΛΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΛΑΡΙΣΑ, 2022

Υπεύθυνη Δήλωση

«Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών του ΠΜΣ Πλήρους Φοίτησης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας «Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης» έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Η εργασία αυτή έχοντας εκπονηθεί από εμένα, αντιπροσωπεύει τις προσωπικές μου απόψεις επί του θέματος και το κείμενο είναι γραμμένο με τα δικά μου λόγια και δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής από τρίτες πηγές. Οι πηγές στις οποίες ανέτρεξα για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο».

Η Δηλούσα

Κοντογιάννη Έλλη

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κλιματική αλλαγή που συντελείται τα τελευταία χρόνια έχει προκαλέσει έντονη ανησυχία στην παγκόσμια κοινότητα. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που ευθύνονται για την αλλαγή του κλίματος του πλανήτη είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο πυροδοτείται, κυρίως, από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Μεταξύ των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα συγκαταλέγεται και το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο ασκεί τη σημαντικότερη επίδραση στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Η βασικότερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι παγκοσμίως οι πόλεις, με το ποσοστό των εκπομπών που προέρχεται από αυτές να κυμαίνεται στο 70% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Για αυτόν τον λόγο, το ενδιαφέρον της παγκόσμιας κοινότητας έχει στραφεί στην προσπάθεια ελαχιστοποίησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με απώτερο στόχο την ανθρακική ουδετερότητα των πόλεων. Ωστόσο, η προσπάθεια αυτή επικεντρώνεται κυρίως στις «έξυπνες» πόλεις, καθώς εφαρμόζουν ήδη καινοτόμες ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των κατοίκων τους, δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στην προστασία του περιβάλλοντος.

Στόχο της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί το θέμα της επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων. Ειδικότερα, θα ερευνηθούν οι στρατηγικές επιλογές των έξυπνων πόλεων για την επίτευξη της ανθρακικής ουδετερότητας καθώς και οι μεθοδολογίες με τις οποίες οι πόλεις μπορούν να αξιοποιήσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες ώστε να μετατραπούν σε ανθρακικά ουδέτερες.

Αρχικά, παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο της ανθρακικής ουδετερότητας στο οποίο αποσαφηνίζονται σχετικοί ορισμοί, όπως Πόλη, Έξυπνη και Βιώσιμη πόλη, Πόλη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και Πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στις σημαντικότερες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οι οποίες είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ο τομέας των μεταφορών, της βιομηχανίας και ο κτιριακός τομέας και οριοθετείται το θεωρητικό πλαίσιο. Ακολουθεί, η καταγραφή των επιστημονικών δεδομένων σχετικά με το θέμα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία μέσω της Βιβλιομετρικής Ανάλυσης. Η εργασία καταλήγει σε έναν οδηγό που απευθύνεται στις έξυπνες πόλεις για την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας καθώς και σε κατευθυντήριες γραμμές για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης ώστε να μετατραπεί σε ανθρακικά ουδέτερη.

Τέλος, περιγράφονται Μεθοδολογίες αξιολόγησης της προόδου μίας πόλης προς την ανθρακική ουδετερότητα.

Παρ' όλα αυτά, τα στοιχεία που αναφέρονται στην παρούσα εργασία, αποτελούν σημερινά δεδομένα, μιας και το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας και ειδικά ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στην επίτευξή της, δεν έχει διερευνηθεί ακόμη σε βάθος. Από την μελέτη των στοιχείων που θα προκύψουν μετά την εφαρμογή των στρατηγικών επιλογών και από την αξιολόγηση της προόδου, θα δημιουργηθούν νέα δεδομένα τα οποία μπορεί να επιβεβαιώνουν ή να ανατρέπουν τα μέχρι σήμερα ευρήματα.

Λέξεις-κλειδιά: κλιματική αλλαγή, διοξείδιο του άνθρακα, ανθρακική ουδετερότητα, έξυπνες πόλεις, ψηφιακές τεχνολογίες.

Abstract

The climate change that has been taking place in recent years has triggered widespread concern among the global community. One of the most important factors responsible for global climate change is the greenhouse effect, which is triggered, in particular, by anthropogenic activities. Greenhouse gases emitted into the atmosphere include carbon dioxide, which exerts the most significant effect on global warming. The world's main source of carbon dioxide emissions is cities, with the proportion of emissions coming from them accounting for 70% of global greenhouse gas emissions. For this reason, the interest of the global community has turned to trying to minimize carbon dioxide emissions into the atmosphere, with the ultimate goal of carbon neutrality in cities. However, this effort focuses mainly on “smart” cities, as they already implement innovative digital technologies to improve the quality of life of their inhabitants, paying particular attention to environmental protection.

The aim of this study is the issue of carbon neutrality in smart cities. In particular, the strategic choices of smart cities to achieve carbon neutrality will be explored as well as the methodologies by which cities can utilize digital technologies to transform them into carbon neutral.

First, the theoretical background of carbon neutrality is presented in which related definitions are clarified, such as City, Smart and Sustainable City, Low-Carbon City and Net-Zero Carbon City. The main sources of carbon dioxide emissions, which are electricity

generation, transport, industry and the building sector, are then mentioned and the theoretical framework is defined. Below is the recording of scientific data on the subject considered in this paper through the Bibliometric Analysis. The study concludes a guide aimed at smart cities in achieving carbon neutrality as well as guidelines for the digital transformation of the city in order to become carbon neutral. Finally, Methodologies for evaluating the progress of a city toward carbon neutrality are described.

Nevertheless, the data referred to in this paper are current data, as the issue of carbon neutrality and especially the role of digital technologies in its achievement, has not yet been explored in depth. From the study of the data that will emerge after the implementation of the strategic options and from the evaluation of progress, new data will be created which may confirm or reverse the findings to date.

Keywords: climate change, carbon dioxide, carbon neutrality, smart cities, digital technologies.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Σημασία και σκοπός του υπό διερεύνηση θέματος.....	10
1.2 Μεθοδολογία της έρευνας	14
1.3 Δομή της εργασίας.....	15
1.4 Συνάφεια με το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης»	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	18
2.1 Ορισμοί.....	18
2.2 Πηγές διοξειδίου του άνθρακα.....	22
2.2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	23
2.2.2 Ο τομέας των μεταφορών.....	24
2.2.3 Ο τομέας της βιομηχανίας.....	26
2.2.4 Κτιριακός τομέας.....	28
2.2.5 Άλλες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα	29
2.3 Θεωρητικό πλαίσιο	30
2.4 Μια προσέγγιση για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ	76
4.1 Μείωση της αστικής ζήτησης για ενέργεια και υλικά.....	76
4.2 Μετατροπή της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε παροχή με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καύσιμα και υλικά	77
4.3 Ο ρόλος των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	78

4.4 Άλλα μέτρα για τη δημιουργία πόλεων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	80
4.5 Περιπτώσεις χρήσης (use cases)	81
4.6 Η πρωτοβουλία «100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις έως το 2030 - από και για τους πολίτες» (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2020)	94
<i>4.6.1 Ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στην πρωτοβουλία «100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις έως το 2030 - από και για τους πολίτες»</i>	<i>98</i>
<i>4.6.2 Δείκτες μέτρησης επίδοσης των έξυπνων πόλεων αναφορικά με την ανθρακική τους ουδετερότητα</i>	<i>101</i>
4.7 Κατευθυντήριες γραμμές για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης ώστε να μετατραπεί σε ανθρακικά ουδέτερη πόλη	101
4.8 Μεθοδολογίες αξιολόγησης της προόδου μίας πόλης προς την ανθρακική ουδετερότητα	103
<i>4.8.1 Αξιολόγηση της απόδοσης ως προς τις εκπομπές άνθρακα</i>	<i>103</i>
<i>4.8.2 Μοντέλο ωριμότητας κατανάλωσης άνθρακα</i>	<i>105</i>
<i>4.8.3 Στρατηγική αξιολόγηση των επιδόσεων</i>	<i>110</i>
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	116
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	121

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Προσπάθειες τυποποίησης για την καθοδήγηση των πόλεων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.....	37
Πίνακας 3.2: Αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν και υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με τη βιβλιομετρική ανάλυση.....	44
Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις κλειδιά “carbon” AND “zero” AND “city” («άνθρακας» ΚΑΙ «μηδέν» ΚΑΙ «πόλη»).....	45
Πίνακας 3.4: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων ανά έτος	47
Πίνακας 3.5: Φάσμα δημοσιεύσεων αναφορών ανά έτος	48
Πίνακας 3.6: Αριθμός εκδόσεων επιστημονικών εγγράφων ανά χώρα	49
Πίνακας 3.7: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)	50
Πίνακας 3.8: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό) σε γράφημα.....	51
Πίνακας 3.9: Επίδραση πηγών σύμφωνα με τον Δείκτη H (h-index).....	52
Πίνακας 3.10: Αριθμός άρθρων ανά Τοποθεσία – Ίδρυμα διεξαγωγής έρευνας.....	53
Πίνακας 3.11: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος	54
Πίνακας 3.12: Τα πιο αναφερόμενα τοπικά άρθρα.....	54
Πίνακας 3.13: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων.....	55
Πίνακας 3.14: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων.....	56
Πίνακας 3.15: Θεματικός Χάρτης	57
Πίνακας 3.16: Εννοιολογικός Χάρτης	58
Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις κλειδιά "net-zero" AND "city" («η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται» ΚΑΙ «πόλη»).....	59
Πίνακας 3.18: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων ανά έτος	61
Πίνακας 3.19: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)	61
Πίνακας 3.20: Επίδραση πηγών σύμφωνα με τον Δείκτη H (h-index).....	63
Πίνακας 3.21: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος	64
Πίνακας 3.22: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων.....	65
Πίνακας 3.23: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων.....	66
Πίνακας 3.24: Θεματικός Χάρτης	67
Πίνακας 3.25: Εννοιολογικός Χάρτης	68
Πίνακας 3.26: Αποτελέσματα αναζήτησης με την λέξη-κλειδί “climate-neutral cities” («κλιματικά ουδέτερες πόλεις»).....	69
Πίνακας 3.27: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)	71

Πίνακας 3.28: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος	71
Πίνακας 3.29: Φάσμα δημοσιεύσεων αναφορών ανά έτος	72
Πίνακας 3.30: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδίων των κορυφαίων συγγραφέων.....	73
Πίνακας 3.31: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδίων των κορυφαίων συγγραφέων.....	74
Πίνακας 3.32: Θεματικός Χάρτης	75
Πίνακας 4.33: Προτεινόμενα επιτεύγματα για κάθε επίπεδο ωριμότητας	108
Πίνακας 4.34: Παράδειγμα Βασικών Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators-KPI) σε επίπεδα ωριμότητας	110
Πίνακας 4.35: Τυπικές μετρήσεις για τις διαστάσεις της Κάρτας Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC).....	114

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ανά χώρα και περιοχή.....	11
Εικόνα 2.2: Το αστικό σύστημα	19
Εικόνα 2.3: Το αποτύπωμα του άνθρακα των μέσων μεταφοράς ανά χιλιόμετρο το έτος 2018 (Ηνωμένο Βασίλειο)	25
Εικόνα 2.4: Ο κύκλος του άνθρακα στις πόλεις και οι δεσμοί του με το αστικό αποτύπωμα.....	31
Εικόνα 2.5: Ροές άνθρακα	32
Εικόνα 2.6: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.....	36
Εικόνα 4.7: Πλαίσιο για την αστική απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές.....	76
Εικόνα 4.8: PAS 2008 - Διαδικασία διαχείρισης διοξειδίου του άνθρακα.....	103
Εικόνα 4.9: Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC).....	113

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

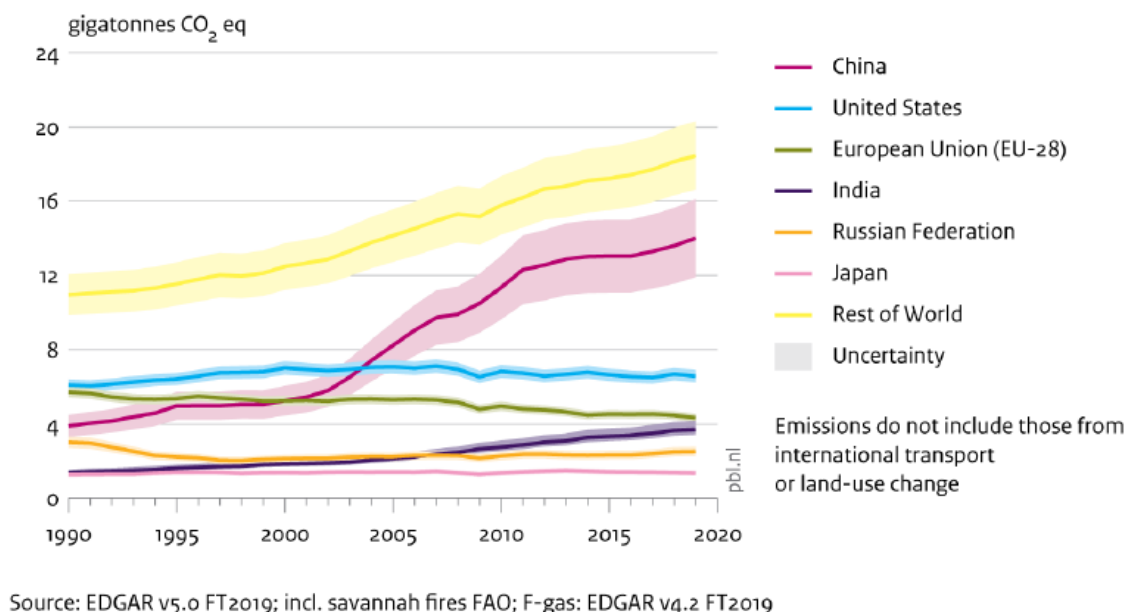
1.1 Σημασία και σκοπός του υπό διερεύνηση θέματος

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρατηρηθεί πρωτοφανείς αλλαγές στο κλίμα του πλανήτη με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία να έχει αυξηθεί αρκετά. Η τελευταία δεκαετία (2011 - 2020) υπήρξε η θερμότερη που έχει καταγραφεί μέχρι τώρα, με αποκορύφωμα το έτος 2019, το οποίο έχει χαρακτηριστεί ως το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ποτέ στην Ευρώπη, καθώς η παγκόσμια μέση θερμοκρασία ξεπέρασε τα προβιομηχανικά επίπεδα κατά 1,1 °C. Μέχρι σήμερα, έχει παρατηρηθεί ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη αυξάνεται με ρυθμό 0,2 °C ανά δεκαετία. Μία αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C σε σχέση με την προβιομηχανική εποχή θα έχει σοβαρότατες επιπτώσεις για τη φύση και τους ανθρώπους, προκαλώντας αυξημένες και, σε ορισμένες περιπτώσεις, μη αναστρέψιμες αλλαγές στο περιβάλλον. Στις κυριότερες επιπτώσεις συγκαταλέγονται, μεταξύ άλλων, η εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων, οι αλλαγές στην οικολογική ισορροπία, η απώλεια βιοποικιλότητας και επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων που αφορούν στη θνησιμότητα και στην εξάπλωση επιδημιών. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη να διατηρηθεί η αύξηση της θερμοκρασίας κάτω από τους 2 °C και ιδανικά να περιοριστεί η αύξησή της στους 1,5 °C.

Σημαίνοντα ρόλο στην κλιματική αλλαγή διαδραματίζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ορισμένα αέρια στην ατμόσφαιρα της Γης παγιδεύουν τη θερμότητα του Ήλιου και εμποδίζουν τη διάχυσή της στο διάστημα, προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της Γης. Πολλά από αυτά τα αέρια εκπέμπονται μέσω φυσικών διεργασιών. Ωστόσο, το φαινόμενο εντείνεται σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, με αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων αερίων στην ατμόσφαιρα (Ευρωπαϊκή Επιτροπή). Οι έξι μεγαλύτεροι εκπομποί αερίων του θερμοκηπίου είναι η Κίνα (26%), οι Ηνωμένες Πολιτείες (13%), η Ευρωπαϊκή Ένωση (περίπου 9%), η Ινδία (7%), η Ρωσία (the Russian Federation, 5%) και η Ιαπωνία (σχεδόν 3%) και μαζί αντιπροσωπεύουν το 62% παγκοσμίως. Το 2019, τρεις από αυτές παρουσίασαν μείωση εκπομπών και συγκεκριμένα η Ευρωπαϊκή Ένωση (-3,0%), οι Ηνωμένες Πολιτείες (-1,7%) και η Ιαπωνία (-1,6%) ενώ οι υπόλοιπες τρεις παρουσίασαν αύξηση εκπομπών και ειδικότερα η Κίνα (περίπου +3,1%), η Ινδία (περίπου +1,4%) και η Ρωσία (the Russian Federation, +0.9%) (Olivier & Peters, 2020).

Εικόνα 1.1: Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ανά χώρα και περιοχή.

Greenhouse gas emissions, per country and region



(Περιθώρια αβεβαιότητας: $\pm 5\%$ για τις Ηνωμένες Πολιτείες, την ΕΕ-28, την Ιαπωνία και την Ινδία. $\pm 10\%$ για τη Ρωσική Ομοσπονδία και την Κίνα, με βάση κυρίως την εκτίμηση αβεβαιότητας των ετήσιων εκπομπών CO₂). Πηγή: (Olivier & Peters, 2020)

Το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου είναι τα αέρια του θερμοκηπίου με τις σημαντικότερες επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή. Το μεθάνιο παραμένει στην ατμόσφαιρα για περίπου 12 χρόνια και το υποξείδιο του αζώτου για περίπου 109 χρόνια, ενώ το διοξείδιο του άνθρακα παραμένει στην ατμόσφαιρα έως και αρκετές χιλιάδες χρόνια. Επιπλέον, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο για τα αέρια του θερμοκηπίου (GHG Protocol), το διοξείδιο του άνθρακα είναι το κύριο αέριο του θερμοκηπίου που συμβάλλει στο 80% περίπου της συνολικής επίδρασης των αερίων στην υπερθέρμανση του πλανήτη (ClimatePartner).

Γι' αυτούς τους λόγους, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη, γεγονός που τονίζει την ανάγκη για μείωση των εκπομπών του στην ατμόσφαιρα. Οι μεγάλης κλίμακας μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η επίτευξη μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μπορούν να συνδράμουν στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεών της στο περιβάλλον.

Η συντελούσα κλιματική αλλαγή έχει ήδη μεγάλο αντίκτυπο στην Ευρώπη γεγονός που ώθησε την Ευρωπαϊκή Ένωση να λάβει ενεργό μέρος στις διεθνείς διαπραγματεύσεις για το κλίμα και το περιβάλλον. Το 2008, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε ως στόχο τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 20% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 και το 2016, προσχώρησε στη Συμφωνία του Παρισιού, η οποία στοχεύει στη συγκράτηση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη πολύ χαμηλότερα από 2 °C πάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα. Το 2019 το ποσοστό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μειώθηκε κατά περίπου 24%, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, και το 2020, οι εκπομπές ήταν κατά 31% χαμηλότερες εκείνων του 1990. Το 2021, η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε νέο στόχο μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, ο οποίος κατοχυρώνεται στο νόμο για το κλίμα, κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 και την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Ο ευρωπαϊκός νόμος για το κλίμα αποτελεί μέρος της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, δηλαδή τον χάρτη πορείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ουδετερότητα του κλίματος (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2022).

Ωστόσο, το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής έχει τραβήξει την προσοχή και σε παγκόσμιο επίπεδο. Γι' αυτό το λόγο, μέχρι τον Μάιο του 2021, εκτός από την Ευρωπαϊκή Ένωση, 196 κράτη έχουν υπογράψει τη Συμφωνία του Παρισιού, με 190 από αυτά και την Ευρωπαϊκή Ένωση να έχουν προχωρήσει και σε επικύρωση αυτής της Συμφωνίας. Η Συμφωνία του Παρισιού έχει θέσει γενικές κατευθυντήριες γραμμές προς τον παγκόσμιο πράσινο μετασχηματισμό, προσδιορίζοντας επιμέρους δράσεις που απαιτούνται για την προστασία του περιβάλλοντος.

Καθίσταται σαφές ότι η επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας μπορεί να χαρακτηριστεί ως ο πρώτιστος περιβαλλοντικός στόχος του 21ου αιώνα παγκοσμίως. Προς αυτήν την κατεύθυνση, πολλές χώρες έχουν εφαρμόσει δράσεις και πρωτοβουλίες. Μέχρι σήμερα, 127 χώρες έχουν δεσμευτεί στην επιδίωξη ανθρακικής ουδετερότητας. Σε 17 από αυτές, ο στόχος της ανθρακικής ουδετερότητας έχει συμπεριληφθεί στην εθνική νομοθεσία, σε 38 χώρες αναφέρεται σε έγγραφα πολιτικής, σε 16 χώρες βρίσκεται στο στάδιο της απλής δέσμευσης και σε 56 χώρες το θέμα αυτό είναι υπό συζήτηση (Energy & Climate Intelligence Unit).

Ένας ορισμός που μπορεί να αποδοθεί στην ανθρακική ουδετερότητα είναι ότι η ανθρακική ουδετερότητα είναι η ισορροπία μεταξύ των εκπομπών που εισέρχονται στην

ατμόσφαιρα και αυτών που απομακρύνονται/ απορροφώνται (Grainger & Smith, 2021). Αφορά δηλαδή στην «αντιστάθμιση του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα μέσω της δέσμευσης, της αποθήκευσης και της μετατροπής, εντός ορισμένης χρονικής περιόδου, με σκοπό να επιτευχθεί ‘μηδενική εκπομπή’ αερίων του θερμοκηπίου» (Wu, Tian, & Guo, 2022). Βασική πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αποτελούν παγκοσμίως οι πόλεις, μιας και η σημαντικότερη αιτία αύξησης των εκπομπών αυτών είναι η καύση ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και την οικιακή χρήση. Το 70% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) προέρχεται από τις πόλεις (Laine, Heinonen, & Junnila, 2020) και για αυτό το λόγο θα ήταν σκόπιμο να εφαρμοστούν δράσεις για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στις περιπτώσεις όπου είναι εφικτό, να τεθεί ο στόχος της ανθρακικής ουδετερότητας.

Αρωγό προς αυτήν την κατεύθυνση μπορούν να αποτελέσουν οι έξυπνες πόλεις μιας και οι πόλεις που έχουν χαρακτηριστεί ως ‘έξυπνες’ εφαρμόζουν καινοτόμες τεχνολογίες που βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους, την αποτελεσματικότητα της αστικής λειτουργίας και των υπηρεσιών, και την ανταγωνιστικότητα, σεβόμενες τις οικονομικές και κοινωνικές ανάγκες των ανθρώπων αλλά και το περιβάλλον (International Telecommunications Union (ITU), 2014a).

Σε αυτό το πλαίσιο, σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας είναι να εστιάσει στο θέμα της επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων και στην καταγραφή ψηφιακών τεχνολογιών που μπορούν να συνδράμουν προς την επιδίωξη αυτού του στόχου. Συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί να σκιαγραφηθεί το θεωρητικό υπόβαθρο που αφορά στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα καθώς και να διερευνηθεί ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στην προσπάθεια που συντελείται σε παγκόσμιο επίπεδο για ελαχιστοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με απώτερο στόχο την ανθρακική ουδετερότητα των πόλεων.

Ειδικότερα, θα επιχειρηθεί να δοθεί απάντηση στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

Ερώτημα 1: Ποιες είναι οι σύγχρονες τάσεις για τη στρατηγική ανάπτυξη ανθρακικά ουδέτερων πόλεων;

Ερώτημα 2: Με ποια μεθοδολογία μπορούν οι πόλεις να αξιοποιήσουν της ψηφιακές τεχνολογίες ώστε να μετατραπούν σε ανθρακικά ουδέτερες;

Με την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής εκτιμάται ότι θα έχει αποσαφηνιστεί ο τρόπος με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να εισφέρουν στη διαδικασία επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων.

1.2 Μεθοδολογία της έρευνας

Στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής μεταπτυχιακής εργασίας θα χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός ερευνητικών μεθόδων. Η βιβλιογραφική επισκόπηση, η βιβλιομετρική ανάλυση και η μέθοδος των Ομάδων Εστίασης θα εφαρμοστούν ώστε να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας. Η βιβλιογραφική επισκόπηση θα παρουσιάσει τη συστηματική μελέτη των επιστημονικών ερευνών που έχουν διεξαχθεί αναφορικά με το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας μέχρι και σήμερα. Ωστόσο, μία απλή καταγραφή των ευρημάτων δεν είναι αρκετή καθώς θα πρέπει να γίνει και μία κριτική αποτίμηση αυτών με σκοπό να οριστεί ο ευρύτερος ερευνητικός χώρος του θέματος. Μέσω της βιβλιομετρικής ανάλυσης θα μελετηθούν ποσοτικά τα βιβλιογραφικά ευρήματα αναφορικά με το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας. Οι σχετικές επιστημονικές μελέτες θα κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με διάφορα κριτήρια, όπως οι συγγραφείς, τα επιστημονικά περιοδικά και ο γεωγραφικός προσδιορισμός. Η βιβλιομετρική ανάλυση θα συμβάλλει στον προσδιορισμό των κυρίαρχων ερευνητικών τάσεων στον τομέα της ανθρακικής ουδετερότητας. Εξάλλου, «η βιβλιομετρική ανάλυση είναι μια δημοφιλής και αυστηρή μέθοδος για την εξερεύνηση και την ανάλυση μεγάλων όγκων επιστημονικών δεδομένων. Οι ερευνητές χρησιμοποιούν τη μέθοδο αυτή για να αποκαλύψουν τις αναδυόμενες τάσεις ενός τομέα, μοτίβα συνεργασίας καθώς και να εξερευνήσουν την πνευματική δομή ενός συγκεκριμένου τομέα στην υπάρχουσα βιβλιογραφία» (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey, & Lim, 2021). Τέλος, η μέθοδος των Ομάδων Εστίασης θα χρησιμοποιηθεί ώστε να συλλεχθούν στοιχεία, μέσω μιας δομημένης διαδικασίας διαλόγου, μέσα δηλαδή από συζητήσεις ομάδων ατόμων τα οποία έχουν επιλεγεί για να συζητήσουν και να σχολιάσουν το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και εμπειρικές πληροφορίες και γνώσεις οι οποίες συνδυαζόμενες με την επιστημονική γνώση θα συνεισφέρουν στη διερεύνηση των διαστάσεων του θέματος της ανθρακικής ουδετερότητας. Σύμφωνα με τη (Στρατηγέα, 2015) «Η συμμετοχική μέθοδος των Ομάδων Εστίασης αποτελεί μια ποιοτική ερευνητική μέθοδο για τη διερεύνηση ερωτημάτων ή διαστάσεων

ενός προβλήματος που απαιτούν σε βάθος κατανόηση των ποιοτικών διαστάσεων του, η οποία δεν μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη χρήση ποσοτικών μεθόδων». Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου των Ομάδων Εστίασης συγκαταλέγονται η αποτύπωση διαφορετικών οπτικών γύρω από ένα θέμα, η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις απόψεις των συμμετεχόντων σε ενδεχόμενες προτάσεις και επιλογές πολιτικής αλλά και σχετικά με τις ανάγκες των συμμετεχόντων, ώστε να επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερος σχεδιασμός των απαιτούμενων παρεμβάσεων και καλύτερη εξυπηρέτηση των κοινωνικών αναγκών. Τέλος, η αλληλεπίδραση μεταξύ των συμμετεχόντων οδηγεί σε παραγωγή νέας γνώσης αναφορικά με το θέμα που συζητείται (Στρατηγέα, 2015). Για την εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες που προέκυψαν από τη θεματική ομάδα με τίτλο «Ψηφιακός Μετασχηματισμός για Ανθρωποκεντρικές Πόλεις» της Ένωσης για Έξυπνες και Βιώσιμες Πόλεις (The United for Smart Sustainable Cities – U4SSC) η οποία αποσκοπεί στην παροχή καθοδήγησης και στη διατύπωση συστάσεων βασισμένες σε πολιτικές καθώς και στη διατύπωση πλαισίων αξιολόγησης για την προώθηση του ψηφιακού μετασχηματισμού ενός αστικού περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία που προέκυψαν από τις Ομάδες Εστίασης με θέμα «Κατευθυντήριες γραμμές για την επιδίωξη μηδενικών εκπομπών άνθρακα στις πόλεις μέσω του Βιώσιμου Ψηφιακού Μετασχηματισμού των πόλεων». Οι εν λόγω ομάδες έχουν σκοπό να αναπτύξουν ένα σύνολο κατευθυντήριων γραμμών που θα αναδεικνύουν τον καίριο ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών και των καινοτόμων λύσεων στην προώθηση των προσπαθειών μηδενικών εκπομπών άνθρακα σε διάφορους τομείς των πόλεων και να παράσχουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τον αστικό μετασχηματισμό με σκοπό την επιτάχυνση της αστικής μετάβασης σε ένα μέλλον με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

1.3 Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία θα αποτελείται από 5 κεφάλαια, τα οποία περιγράφονται περιληπτικά παρακάτω.

Το πρώτο εξ αυτών είναι εισαγωγικό και περιλαμβάνει τη σημασία και τον σκοπό του υπό διερεύνηση θέματος που είναι η ανθρακική ουδετερότητα των έξυπνων πόλεων. Επίσης, περιλαμβάνει τη μεθοδολογία της έρευνας που ακολουθήθηκε ώστε να διερευνηθούν και να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας καθώς και τη δομή της εργασίας, όπου παρουσιάζεται η συνοπτική εικόνα της. Τέλος, αναφέρεται η συνάφεια της

παρούσας εργασίας με το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης».

Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει το θεωρητικό υπόβαθρο του υπό διερεύνηση θέματος. Αφενός αποσαφηνίζει ορισμούς εννοιών που σχετίζονται με την ανθρακική ουδετερότητα των έξυπνων πόλεων και αφετέρου παραθέτει τις βασικές πηγές του διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως. Στη συνέχεια, περιγράφει το θεωρητικό πλαίσιο των ροών διοξειδίου του άνθρακα στις πόλεις από διαφορετικές οπτικές. Επίσης, επιχειρεί την καταγραφή προσπαθειών τυποποίησης για την καθοδήγηση των πόλεων ώστε να πετύχουν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Το τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη βιβλιομετρική ανάλυση της επιστημονικής έρευνας που διεξήχθη για το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας. Σκοπός της μεθόδου είναι η καταγραφή των επιστημονικών δεδομένων σχετικά με το θέμα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία καθώς και η κατηγοριοποίηση των επιστημονικών μελετών με κριτήρια, όπως οι συγγραφείς, τα επιστημονικά περιοδικά και ο γεωγραφικός προσδιορισμός.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει έναν οδηγό που απευθύνεται στις έξυπνες πόλεις με σκοπό την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας και αναδεικνύει τον ρόλο των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, παρουσιάζει περιπτώσεις χρήσης (use cases) και την πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης «100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις έως το 2030 - από και για τους πολίτες». Τέλος, καταλήγει σε μεθοδολογίες για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης ώστε να μετατραπεί σε ανθρακικά ουδέτερη πόλη καθώς και σε μεθοδολογίες αξιολόγησης της προόδου μίας πόλης προς την ανθρακική ουδετερότητα.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί τον επίλογο της Διπλωματικής Εργασίας. Εκεί, δίνεται απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν διατυπωθεί και αποτελούν το ερευνητικό αντικείμενο της παρούσας. Τέλος, συνοψίζει τα ευρήματα και αναγνωρίζει τους περιορισμούς της έρευνας.

Η διπλωματική εργασία ολοκληρώνεται με την παράθεση της ελληνικής και ξενόγλωσσας βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνησή της.

1.4 Συνάφεια με το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ευέλικτες Μέθοδοι Διοίκησης»

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Μεταπτυχιακής Εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων καθώς και η συνδρομή των ψηφιακών τεχνολογιών προς αυτήν την κατεύθυνση. Ωστόσο, η εργασία δεν εστιάζει στις ψηφιακές τεχνολογίες αλλά επικεντρώνεται στη διερεύνηση των στρατηγικών επιλογών μιας έξυπνης πόλης, δηλαδή των επιλογών για την ανάπτυξη της στρατηγικής που θα ακολουθήσει για να πετύχει τον στόχο της ανθρακικής ουδετερότητας. Εξάλλου, ο στρατηγικός σχεδιασμός είναι σημαντικός καθώς δίνει μια σαφή εικόνα της κατεύθυνσης που πρέπει να ακολουθηθεί για την επίτευξη ενός στόχου (Ανθόπουλος, Εταιρική Στρατηγική και Ευελιξία, 2021).

Επίσης, η εργασία επικεντρώνεται στην παρακολούθηση της επίτευξης των στρατηγικών επιλογών μέσω Δεικτών. Οι Δείκτες εμπεριέχουν πληροφορίες σε συμπυκνωμένη μορφή και απεικονίζουν τη στρατηγική που ακολουθείται για την επίτευξη ενός στόχου. Σχετίζονται με τον στρατηγικό στόχο, μπορούν να ελεγχθούν και να οδηγήσουν σε διακριτές ενέργειες (Ανθόπουλος, Εταιρική Στρατηγική και Ευελιξία - Balanced Scorecard, 2021).

Συμπερασματικά, η παρούσα εργασία θα επιχειρήσει να σκιαγραφήσει έναν οδηγό που θα απευθύνεται στις έξυπνες πόλεις, ο οποίος θα επιδιώκει την επίτευξη ανθρακικής ουδετερότητας και ταυτόχρονα θα διευκολύνει τις πόλεις στη μέτρηση της προόδου τους για ελαχιστοποίηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Αρχικά, στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αποσαφηνιστούν οι ορισμοί των όρων που περιστρέφονται γύρω από το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων και οι πηγές του διοξειδίου του άνθρακα, ώστε στη συνέχεια να αποτυπωθεί το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο στηρίχθηκε και αναπτύχθηκε η παρούσα εργασία.

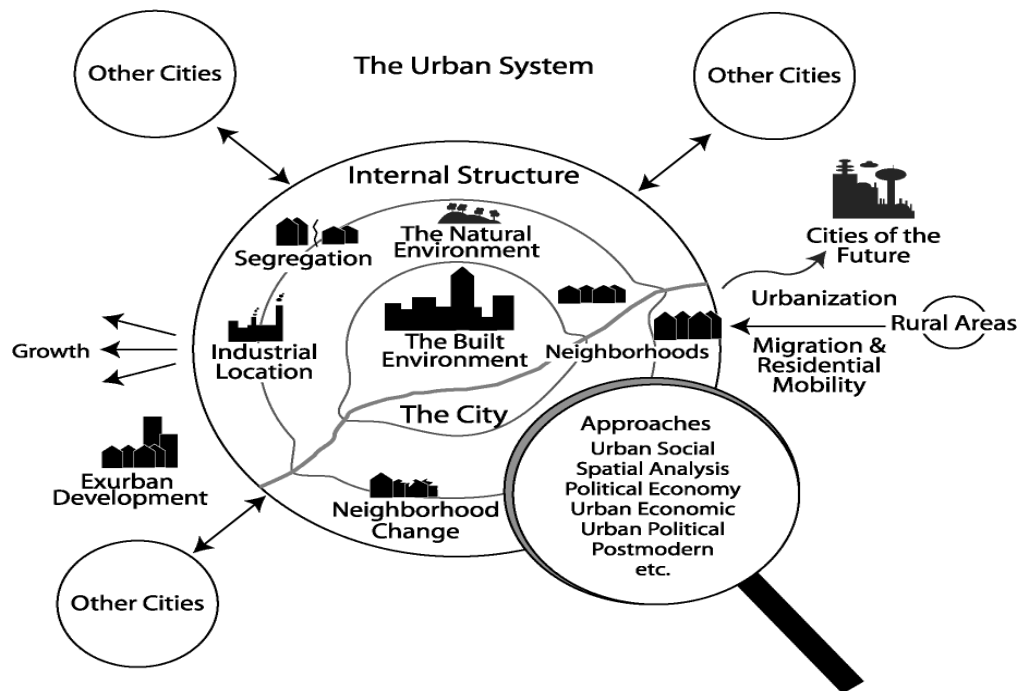
2.1 Ορισμοί

Πόλη: Ως πόλη θεωρείται μία αστική περιοχή, η οποία σύμφωνα με τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών συνήθως αρχίζει με πυκνότητα πληθυσμού 1.500 ατόμων ανά τετραγωνικό μίλι, αλλά αυτό διαφέρει από χώρα σε χώρα. Οι πόλεις ποικίλλουν ανάλογα με τον οικισμό τους. Υπάρχουν τοποθεσίες (ή χωριά) όπως για παράδειγμα στην Γροιλανδία και στην Ισλανδία των 200 έως 1000 κατοίκων, υπάρχουν κοινότητες των 1000 έως 2500 ατόμων όπως για παράδειγμα στην Αφρική, υπάρχουν πόλεις (ή μέρη) όπως στον Καναδά ή καντόνια με πάνω από 400 κατοίκους όπως στην Αλβανία και με λιγότερο από 10.000 κατοίκους όπως στην Ελλάδα, υπάρχουν πόλεις με πληθυσμό πάνω από 10.000 και ως 1.5 εκατομμύρια κατοίκους και μεγα-πόλεις με πληθυσμό που ξεπερνά το 1,5 εκατομμύριο άτομα (Anthopoulos, 2017). Ένας άλλος ενδεικτικός ορισμός από τον Διεθνή Οργανισμό Προτύπων (ISO) αναφέρει ότι «η πόλη είναι μια αστική κοινότητα που εμπίπτει σε ένα συγκεκριμένο διοικητικό όριο», το οποίο δείχνει ότι μια πόλη χρειάζεται κάποιο μοντέλο διακυβέρνησης. Κοινότητα είναι «μια ομάδα ανθρώπων με ευθύνες, δραστηριότητες και σχέσεις». Επιπλέον, «μια πόλη είναι ένα σύστημα συστημάτων με μια μοναδική ιστορία και σε ένα συγκεκριμένο περιβαλλοντικό και κοινωνικό πλαίσιο. Για να ευδοκιμήσει, όλοι οι βασικοί παράγοντες της πόλης πρέπει να συνεργαστούν, αξιοποιώντας όλους τους πόρους τους, για να ξεπεράσουν τις προκλήσεις και να αρπάξουν τις ευκαιρίες που αντιμετωπίζει η πόλη» (Anthopoulos, 2017).

Η πόλη δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι περιορίζεται μόνο στο δομημένο περιβάλλον, το οποίο αποτελείται από την τοπική κοινωνία, αλλά πρέπει να θεωρηθεί ως ένα αστικό σύστημα, όπου το δομημένο περιβάλλον διασυνδέεται με διάφορα στοιχεία (δηλαδή, με το φυσικό περιβάλλον, με βιομηχανικές περιοχές, με αγροτικές περιοχές, διασυνδέσεις με άλλες πόλεις κλπ.) (Εικόνα 2.2)

Εικόνα 2.2: Το αστικό σύστημα

Conceptual Diagram of the Content of GEO 320 Urban Geography



Πηγή: (Nicholas, 2012)

Το αστικό σύστημα θεωρείται ως ένα ενεργειακό σύστημα που παράγει εκπομπές, το οποίο αποτελείται από τα ακόλουθα συστατικά (Anthopoulos, 2017; Seto et al., 2021):

1. Κτίρια (δημοτικά, βιομηχανικά, εμπορικά και οικιστικά).
2. Επιχειρήσεις και εργασία (βιομηχανία, υπηρεσίες και γεωργικοί τομείς).
3. Μεταφορές (δημόσιες και ιδιωτικές), οι οποίες τώρα εξελίσσονται σε δίκτυο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
4. Δημόσιος φωτισμός (φωτισμός οδών και ανοικτών χώρων, λειτουργία συντριβανιών).
5. Επεξεργασία και διανομή νερού και λυμάτων.
6. Λειτουργία της αλυσίδας αποβλήτων (συλλογή, παράδοση και επεξεργασία).
7. Τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, και
8. Χρήσεις γης

Δημοτικά κτίρια θεωρούνται αυτά που φιλοξενούν υπηρεσίες της τοπικής αυτοδιοίκησης, καθώς και αυτά που συντηρούνται από τον δήμο (π.χ. παιδικοί σταθμοί). Εμπορικά κτίρια θεωρούνται αυτά που χρησιμοποιούνται για λιανικούς σκοπούς (π.χ. καταστήματα τροφίμων, καταστήματα μη διατροφικών ειδών και τοπικά καταστήματα), για γραφεία, για

βιομηχανίες και για αποθήκες, για εκπαίδευση (πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια), για αναψυχή (εστιατόρια, ξενοδοχεία, κινηματογράφοι, κέντρα αναψυχής) και για την υγεία (νοσοκομεία και κέντρα υγείας).

Όταν δίνεται έμφαση στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), τότε τα «έξυπνα» δίκτυα είναι η προτεινόμενη τεχνολογία που αναβαθμίζει τα δίκτυα διανομής ενέργειας με ευφυΐα και έτσι προκύπτουν τα «έξυπνα» κτίρια, το «έξυπνο» νερό για έξυπνη διαχείριση του νερού και οι «έξυπνες» μεταφορές για τη διαχείριση των μεταφορών (International Telecommunications Union (ITU), 2014).

Έξυπνη και Βιώσιμη πόλη είναι μια καινοτόμος πόλη που χρησιμοποιεί Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και άλλα μέσα για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, της αποδοτικότητας της αστικής λειτουργίας και των υπηρεσιών, και της ανταγωνιστικότητας, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι ανταποκρίνεται στις ανάγκες των σημερινών και των μελλοντικών γενεών σεβόμενη τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές (International Telecommunications Union (ITU), 2014a).

Πόλη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα (Low-carbon city) είναι η πόλη που αποσυνδέει την αστική οικονομία και τις δραστηριότητες από τη χρήση ορυκτών καυσίμων και δίνει έμφαση στην εξοικονόμηση ενέργειας, στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στις πράσινες μεταφορές (Seto et al., 2021).

Πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα (Net-zero carbon city) είναι η πόλη που μειώνει ριζικά τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις αστικές δραστηριότητες, ενώ ταυτόχρονα αφαιρεί τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από την ατμόσφαιρα (Seto et al., 2021). Ο όρος “net-zero” αναφέρεται στην ισορροπία μεταξύ της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που παράγεται και της ποσότητας των αερίων του θερμοκηπίου που απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα.

Η πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα (Net-zero carbon city) προχωράει ένα βήμα πιο μπροστά από την πόλη με χαμηλές εκπομπές άνθρακα (Low-carbon city) ώστε να απομακρύνει όλα τα ορυκτά καύσιμα σε ένα σύστημα με μεγαλύτερα όρια και να προχωρήσει στην ανάπλαση αστικών και περιφερειακών περιοχών με χώρους δέσμευσης άνθρακα και στρατηγικές κυκλικής οικονομίας (Seto et al., 2021). Εκφράσεις που αποδίδουν την ίδια έννοια και μπορούν να χαρακτηριστούν συνώνυμες με την «πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα» είναι η «κλιματικά ουδέτερη πόλη» (climate-neutral city), η «πόλη που παράγει

όση ενέργεια απαιτεί» (net-zero energy city) και η «πόλη που είναι απαλλαγμένη από εκπομπές άνθρακα» (carbon-free city).

Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG): Πρόκειται για εκπομπές που παράγονται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Τα κυριότερα αέρια είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το οξείδιο του αζώτου (N₂O), οι υδροφθοράνθρακες (HFC), οι υπερφθοράνθρακες (PFC) και το εξαφθοριούχο θείο (SF₆) (United Nations, 2007).

Μονάδα μέτρησης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG): Οι ετήσιες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μετρώνται σε gigagrams (Gg). Οι εκπομπές μεθανίου (CH₄), οξειδίου του αζώτου (N₂O), υδροφθορανθράκων (HFCs), υπερφθορανθράκων (PFCs) και εξαφθοριούχου θείου (SF₆) μπορούν να μετατραπούν σε ισοδύναμα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) χρησιμοποιώντας τα λεγόμενα δυναμικά θέρμανσης του πλανήτη (Global Warming Potentials - GWPs) που παρέχονται στις αξιολογήσεις της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations, 2007).

Πρωτόκολλο Αερίων του Θερμοκηπίου: Αποτελεί μία έγκυρη καθοδήγηση για τις κοινότητες για την ακριβή και συνεπή μέτρηση της ρύπανσης του άνθρακα (ICLEI, 2022). Παρέχει διεθνώς αποδεκτά πρότυπα για μέτρηση και καταγραφή των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (ως έναν οδηγό βήμα προς βήμα για τις εταιρείες, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να μετρηθούν και να καταγραφούν οι εκπομπές τους και για τις επιχειρήσεις) (World Resources Institute, 2004).

Απαλλαγή από ανθρακικές εκπομπές: Αναφέρεται στην μείωση της αναλογίας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ή όλων των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας (Lodato & Xu, 2021).

Βαθιά απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές: είναι μία διαδικασία με την οποία οι αστικές δραστηριότητες επιτυγχάνουν μηδενικές ή σχεδόν μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι οδοί για τη βαθιά απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές χρησιμοποιούν συστημικές αλλαγές που ενεργοποιούνται από μελλοντικά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας με μηδενικές εκπομπές, όπως η ηλεκτροδότηση των οχημάτων και η θέρμανση και η αξιοποίηση του άνθρακα. Βασίζονται επίσης στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που επιδιώκουν να χρησιμοποιούν οι πόλεις για τη χαμηλών εκπομπών άνθρακα ανάπτυξη με μετασχηματιστικούς τρόπους ώστε να πετύχουν τους στόχους της μείωσης σε ποσοστό μεγαλύτερο του

80%. Τόσο οι μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα όσο και η βαθιά απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές θα απαιτήσουν αλλαγές συμπεριφοράς, συμπεριλαμβανομένων συμπεριφορών διατήρησης και υιοθέτησης νέων τεχνολογιών από τα νοικοκυριά και τη βιομηχανία (Seto et al., 2021).

Κλιματική ουδετερότητα: επιτυγχάνεται φέρνοντας όλες τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στο σημείο μηδέν, ενώ ταυτόχρονα εξαλείφονται όλες οι άλλες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Lodato & Xu, 2021).

Μηδενικές εκπομπές: ο όρος αναφέρεται στην επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της συνολικής ποσότητας αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπεται και της ποσότητας που απομακρύνεται από την ατμόσφαιρα (Lodato & Xu, 2021).

Μηδενικές εκπομπές άνθρακα: όταν μια δραστηριότητα απελευθερώνει μηδενικές εκπομπές άνθρακα στην ατμόσφαιρα (Lodato & Xu, 2021).

Ανθρακική ουδετερότητα: Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα λόγω δραστηριοτήτων εξισορροπούνται με την αφαίρεση ισοδύναμης ποσότητας (Lodato & Xu, 2021).

Κλιματική αλλαγή: αναφέρεται στην «αλλαγή της κατάστασης του κλίματος που μπορεί να αναγνωριστεί (π.χ. με τη χρήση στατιστικών δοκιμών) μέσω αλλαγών στη μέση τιμή ή/και στη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του, και που συνεχίζει να υφίσταται για παρατεταμένη περίοδο, συνήθως για δεκαετίες ή περισσότερο (International Telecommunications Union (ITU), 2020).

2.2 Πηγές διοξειδίου του άνθρακα

Για την αποτελεσματική καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να αναληφθούν δράσεις και πρωτοβουλίες που αφορούν, μεταξύ άλλων, στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα. Το 2019, οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυξήθηκαν κατά περίπου 0,9%, στο οποίο κυρίως συνέβαλε η Κίνα με αύξηση 3,4%. Επιπρόσθετες μεγάλες αυξήσεις παρατηρήθηκαν στο Βιετνάμ (+18,6%), στην Ινδονησία (+8,0%) και στην Ινδία (+6,8%). Ωστόσο, οι αυξήσεις αυτές αντισταθμίστηκαν εν μέρει από χώρες και περιοχές που παρουσίασαν μειώσεις το 2019, οι μεγαλύτερες από τις οποίες είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες με (-2,8%), η Ευρωπαϊκή Ένωση με (-3,8%) και η Ιαπωνία με (-2,1%) (Olivier & Peters, 2020).

Οι σημαντικότερες πηγές διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως προέρχονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Το 2020, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας παρήγαγε 13,13 δισεκατομμύρια μετρικούς τόνους διοξειδίου του άνθρακα (GtCO₂) παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας περίπου το 37% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Tiseo, 2022). Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ο τομέας των μεταφορών μαζί αντιπροσώπευαν πάνω από τα 2/3 των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την καύση καυσίμων το 2019. Το υπόλοιπο 1/3 σχετίζεται κυρίως με τους κλάδους της βιομηχανίας και των κτιρίων (iea, 2022). Συμπεραίνεται λοιπόν ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τα μέσα μεταφοράς, η βιομηχανία και ο κτιριακός τομέας αποτελούν τις βασικές αιτίες για τα αυξημένα επίπεδα εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2.2.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (International Energy Agency) το 2017, οι εκπομπές άνθρακα της παγκόσμιας βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 13,451 δισεκατομμύρια τόνοι, αντιπροσωπεύοντας το 40,59% των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών άνθρακα (Zheng, Wang, & Xu, 2022). Πάνω από το 40% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την ενέργεια οφείλονται στην καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει επειδή σχεδόν όλος ο άνθρακας που αποθηκεύεται στα ορυκτά καύσιμα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της καύσης. Οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων ανέρχονται συνολικά σε περίπου 33 δισεκατομμύρια τόνους (Gt) ετησίως. Περίπου το 44% αυτού προέρχεται από γαιάνθρακα, περίπου 34% από πετρέλαιο και περίπου 21% από φυσικό αέριο. Ο γαιάνθρακας είναι το ορυκτό καύσιμο που εκπέμπει το περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είναι το περισσότερο χρησιμοποιούμενο ορυκτό καύσιμο παγκοσμίως, καθίσταται η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται από τα ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (International Energy Agency - IEA), ο τομέας της ενέργειας αντιπροσώπευε σχεδόν τα 2/3 της παγκόσμιας αύξησης των εκπομπών το 2018. Ωστόσο, ο τομέας της ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα χρησιμοποιώντας εναλλακτικές (ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας, όπως η υδροηλεκτρική, η πυρηνική, η αιολική και η ηλιακή ενέργεια (World Nuclear Association, 2021). Έτσι, η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται ζωτικής σημασίας και έχει ευνοηθεί τις

τελευταίες δεκαετίες. Εξάλλου, ο Διεθνής Οργανισμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (International Renewable Energy Agency - IRENA) προβλέπει ότι μέχρι το 2050, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 86% της παγκόσμιας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (Mostafaeipour, Bidokhti, Fakhrazad, Sadegheih, & Mehrjerdi, 2022). Στην μεγάλη κλίμακα ανάπτυξη της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να συνδράμει η ανάπτυξη και η αξιοποίηση του υδρογόνου. Έχοντας χαρακτηριστεί ως η «απόλυτη πηγή ενέργειας στον 21ο αιώνα», το υδρογόνο (που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας), έχει σημειώσει μηδενικές εκπομπές άνθρακα κατά τη διαδικασία παραγωγής του (Zheng, Wang, & Xu, 2022).

2.2.2 Ο τομέας των μεταφορών

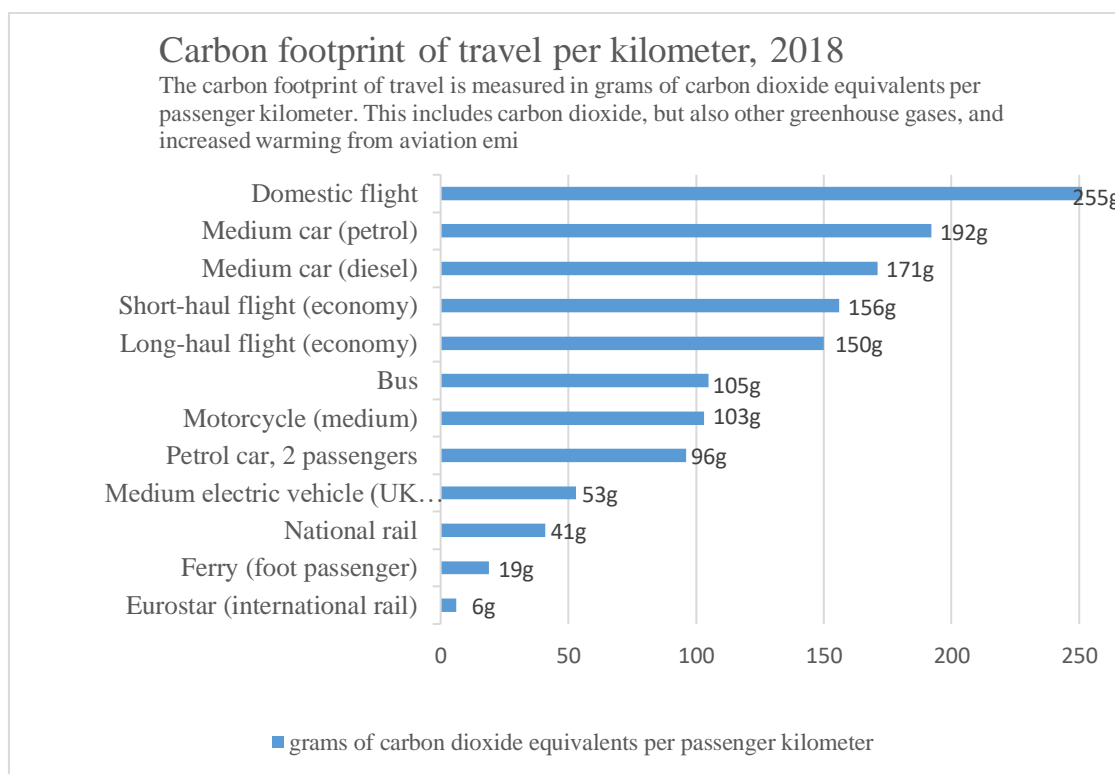
Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (International Energy Agency) το 2020, ο τομέας των μεταφορών ήταν η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών άνθρακα στον κόσμο, μετά την παραγωγή ενέργειας (συμπεριλαμβανομένης και της θέρμανσης). Η Διακήρυξη του Πεκίνου (The Beijing Declaration) που εκδόθηκε από τη Δεύτερη Παγκόσμια Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για τις Βιώσιμες Μεταφορές (Second United Nations Global Conference on Sustainable Transportation) το 2021 επεσήμανε ότι «σχεδόν το ένα τέταρτο των αερίων του θερμοκηπίου εκπέμπεται από το τομέα των μεταφορών». Έτσι, οι μεταφορές έχουν γίνει ένας βασικός τομέας για την προώθηση της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας, εφαρμόζοντας ένα 'έξυπνο' και 'πράσινο' τρόπο ανάπτυξης (Jing, Liu, Yu, & He, 2022). Σε ορισμένες χώρες -ιδίως στις πλουσιότερες, όπου οι άνθρωποι ταξιδεύουν συχνά- οι μεταφορές μπορεί να είναι η σημαντικότερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι:

- Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο τομέας των μεταφορών κάλυπτε, το 2020, το 27% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου καθιστώντας τις μεταφορές την πρωταρχική πηγή εκπομπών (EPA- United States Environmental Protection Agency).
- Στην Κίνα, το 2020, οι μεταφορές αντιπροσώπευαν το 11% των εκπομπών άνθρακα, η τρίτη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών στη χώρα μετά την ηλεκτρική ενέργεια και τη βιομηχανία (Li, Lv, Zhan, Wang, & Pan, 2022).

- Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (συμπεριλαμβανομένων του Ηνωμένου Βασιλείου και της Ισλανδίας), ο τομέας των οδικών μεταφορών ήταν, το 2020, η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αντιπροσωπεύοντας το 26% των συνολικών εκπομπών (Tiseo, 2022).

Μία νέα μελέτη που διεξήχθη από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (European Environment Agency) ιεραρχεί τις υποκατηγορίες του τομέα των μεταφορών όσον αφορά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ως ακολούθως: Οι σιδηροδρομικές και οι πλωτές μεταφορές έχουν τις χαμηλότερες εκπομπές ανά χιλιόμετρο και μεταφερόμενη μονάδα, ενώ οι αεροπορικές και οι οδικές μεταφορές εκπέμπουν πολύ περισσότερο (European Environment Agency, 2022). Η εικόνα 2.3 παρουσιάζει το αποτύπωμα του άνθρακα των μέσων μεταφοράς ανά χιλιόμετρο το έτος 2018 (Ηνωμένο Βασίλειο).

Εικόνα 2.3: Το αποτύπωμα του άνθρακα των μέσων μεταφοράς ανά χιλιόμετρο το έτος 2018 (Ηνωμένο Βασίλειο)



Σημείωση: Τα στοιχεία βασίζονται στους επίσημους συντελεστές μετατροπής που χρησιμοποιούνται στην έκθεση του Ηνωμένου Βασιλείου. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να ποικίλλουν ελαφρώς ανάλογα με τη χώρα και την υποτιθέμενη χωρητικότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς, όπως τα λεωφορεία και τα τρένα.

Πηγή: UK department for business energy and industrial strategy. Greenhouse gas reporting conversion factors 2019. (Greenhouse gas reporting: conversion factors 2019, 2020)

Τεκμαίρεται ότι οι πιο αποτελεσματικοί τρόποι ταξιδιού είναι το περπάτημα και το ποδήλατο (αν και δεν αναφέρονται στο διάγραμμα) ή το τρένο. Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στις εκπομπές που εξαρτώνται κυρίως από τη διάρκεια του ταξιδιού, την πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στο εκάστοτε τοπικό δίκτυο, την πληρότητα των μέσων μαζικής μεταφοράς και τέλος, το είδος του οχήματος και τον αριθμό των επιβατών (Ritchie, 2020).

2.2.3 Ο τομέας της βιομηχανίας

Ο κλάδος της βιομηχανίας παράγει αγαθά και πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται από τους ανθρώπους καθημερινά. Πολλές βιομηχανικές διεργασίες παράγουν σημαντικές ποσότητες εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ως υποπροϊόν χημικών αντιδράσεων που απαιτούνται να γίνουν κατά τη διαδικασία παραγωγής τους. Οι βιομηχανικές διεργασίες εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα τόσο με άμεσο όσο και με έμμεσο τρόπο. Άμεσα μέσω της καύσης ορυκτών καυσίμων και έμμεσα μέσω της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται με τη χρήση ορυκτών καυσίμων. Υπάρχουν όμως τέσσερις κύριοι τύποι βιομηχανικών διεργασιών που αποτελούν τις σημαντικότερες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα: η παραγωγή και κατανάλωση ορυκτών προϊόντων όπως το τσιμέντο, η παραγωγή μετάλλων όπως ο σίδηρος και ο χάλυβας, καθώς και η παραγωγή χημικών και πετροχημικών προϊόντων. Η παραγωγή τσιμέντου προκαλεί τη μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα μεταξύ όλων των βιομηχανικών διεργασιών και ακολουθεί η παραγωγή χάλυβα. Ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία χημικών, όπως η παραγωγή αμμωνίας και υδρογόνου και πετροχημικών προϊόντων που οδηγούν σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα πετροχημικά προϊόντα όπως τα πλαστικά, δημιουργούνται με χρήση πετρελαίου (οπότε παράγεται διοξείδιο του άνθρακα) αλλά συνεχίζουν να εκπέμπουν και κατά τη διάρκεια ζωής τους καθώς τα προϊόντα εξατμίζονται, διαλύονται ή φθείρονται (What's YOUR Impact?).

Πολλές έρευνες έχουν ασχοληθεί με το θέμα που σχετίζεται με τις εκπομπές άνθρακα από τον κλάδο της βιομηχανίας, οι οποίες περιγράφουν «τη βιομηχανική διαδικασία και την τεχνοοικονομική σκοπιμότητα της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από τη διαδικασία» (Bains, Psarras, & Wilcox, 2017). Οι κατηγορίες βιομηχανιών που σημειώνουν τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στις Ηνωμένες Πολιτείες θεωρείται ότι είναι η βιομηχανία σιδήρου και χάλυβα, η βιομηχανία τσιμέντου, η βιομηχανία

διύλισης πετρελαίου και η βιομηχανία πετροχημικών. Ωστόσο, όταν τίθεται το ζήτημα των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από βιομηχανικές πηγές, μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ διοξειδίου του άνθρακα «καύσης» και «διεργασίας». Εκπομπές καύσης προκύπτουν από την καύση καυσίμων που περιέχουν άνθρακα, όπως το φυσικό αέριο, ο γαιάνθρακας και το πετρέλαιο, ενώ οι εκπομπές διεργασιών ευθύνονται για το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται συνήθως από χημικές αντιδράσεις που συντελούνται κατά την παραγωγή ενός προϊόντος. Η αναγωγή του σιδηρομεταλλεύματος σε σίδηρο και του ασβεστόλιθου σε ασβέστη είναι παραδείγματα τέτοιων αντιδράσεων διεργασίας. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, μπορεί να προκύψουν εκπομπές και διεργασίας και καύσης κατά την παραγωγή ενός προϊόντος.

Μία πιθανή λύση για τη μείωση των εκπομπών μπορεί να είναι η δέσμευση και η αποθήκευση άνθρακα (carbon capture and reliable storage - CCS) καθώς μπορεί να βοηθήσει στη μετάβαση από τη χρήση ενέργειας από ορυκτά καύσιμα του σήμερα στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας του μέλλοντος (Bains, Psarras, & Wilcox, 2017). Όπως προκύπτει και από την ονομασία της, η διαδικασία αυτή είναι μια μέθοδος δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα που προκαλείται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και από τις βιομηχανικές διαδικασίες και αποθήκευσής του έτσι ώστε να μην εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα. Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου μπορεί να αγγίζει το 90-100% στη δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα. Αν και παγκοσμίως υπάρχουν 51 εγκαταστάσεις δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS) μεγάλης κλίμακας σε λειτουργία ή υπό κατασκευή, ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για να διαδοθεί η ανάπτυξη τέτοιου είδους τεχνολογιών είναι το υψηλό κόστος εφαρμογής τους που συνήθως συνδέεται με τον εξοπλισμό και την ενέργεια που απαιτείται για την διαδικασία δέσμευσης και συμπίεσης (Gonzales, Krupnick, & Dunlap, 2020).

Μια εναλλακτική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών στη βιομηχανία είναι η μείωση της παραγωγής πρωτογενών υλικών. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω της αύξησης της διάρκειας ζωής των προϊόντων, μειώνοντας την κατανάλωση υλικών μέσω αποτελεσματικού σχεδιασμού, επαναχρησιμοποιώντας με μη καταστροφικό τρόπο εξαρτήματα είτε υποκαθιστώντας κάποια υλικά (Allwood, Cullen, & Milford, 2010).

2.2.4 Κτιριακός τομέας

Όσον αφορά στα κτίρια, η ενέργεια που καταναλώνουν χρησιμοποιείται κυρίως για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και για τη χρήση οικιακών συσκευών. Το 2019, ο τομέας των κτιρίων αντιπροσώπευε το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 38% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Κάποιες έρευνες έχουν εστιάσει στην κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε μεμονωμένες φάσεις όπως είναι ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η λειτουργία των κτιρίων ενώ κάποιες άλλες το αντιμετώπισαν πιο σφαιρικά, αναφερόμενες στον κύκλο ζωής ενός κτιρίου. Επίσης, πολλές έρευνες διαχωρίζουν τον τομέα αυτό σε εμπορικά κτίρια και σε κατοικίες. Σε κάθε περίπτωση, εξαιτίας της αστικοποίησης και της ραγδαίας οικονομικής ανάπτυξης που συντελείται σε παγκόσμιο επίπεδο, η αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον κτιριακό τομέα παρουσιάζουν ταχέως αυξητική πορεία. Για αυτό το λόγο, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την πορεία προς την ανθρακική ουδετερότητα (Sun et al., 2022). Ο τομέας αυτός έχει χαρακτηριστεί ως ο τομέας με τις μεγαλύτερες προοπτικές για σημαντικές μειώσεις στη χρήση ενέργειας και υπάρχουν πολλαπλές οδοί για την επίτευξη αυτής της μείωσης, όπως για παράδειγμα η κατασκευή υβριδικών κτιρίων. Υβριδικά κτίρια ορίζονται τα κτίρια εκείνα που έχουν τη δυνατότητα να εφοδιάζουν τους ενοίκους με όλη την ενέργεια που απαιτείται (ή ακόμη και πλεονάζουσα) για να καλύψει τις ανάγκες τους, παρέχοντας στο ενεργειακό δίκτυο ενέργεια χαμηλών ή μηδενικών εκπομπών που έχει παραχθεί τοπικά, και λαμβάνοντας πίσω ενέργεια από αυτό το δίκτυο αν η κατοικία δεν μπορεί να παράγει την απαιτούμενη ενέργεια. Τα υβριδικά κτίρια μπορούν να συμβάλουν στη διαδικασία απαλλαγής από ανθρακικές εκπομπές με τους ακόλουθους τρόπους:

- Κτίρια με μηδενική ενέργεια (Net zero energy buildings), δηλαδή κτίρια που παράχουν τόση ενέργεια στο δίκτυο κατά τη διάρκεια ενός έτους όση καταναλώνουν οι ένοικοι, χωρίς καμία αναφορά στις εκπομπές άνθρακα.
- Ανθρακικά ουδέτερα κτίρια (Carbon neutral buildings), δηλαδή κτίρια που παράγουν επαρκές πλεόνασμα ενέργειας χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διάρκεια ενός έτους ώστε να εξισορροπείται οποιαδήποτε αγορά ενέργειας από το δίκτυο.

- Κτίρια με μηδενικές εκπομπές άνθρακα (Zero carbon buildings), δηλαδή κτίρια που παράγουν/καταναλώνουν ενέργεια χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, η οποία επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των ενοίκων. (Newton & Tucker, 2010)

2.2.5 Άλλες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

Η σημασία του αγροτικού τομέα στην ανθρώπινη διαβίωση μπορεί να αναγνωριστεί από το γεγονός ότι αφενός παρέχει τροφή σε δισεκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο και αφετέρου είναι μια σημαντική πηγή εισοδήματος και απασχόλησης. Ωστόσο, η γεωργία έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Από την μία πλευρά, οι μαζικές καλλιέργειες παρέχουν αυξημένο ποσοστό οξυγόνου στην ατμόσφαιρα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Από την άλλη πλευρά όμως, η γεωργία αποτελεί πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, κυρίως μέσω της κατανάλωσης ενέργειας που αυξήθηκε σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Η χρήση μηχανών στις διαδικασίες παραγωγής και μεταφοράς προϊόντων, η αυξημένη χρήση της γης, η αυξημένη ζήτηση ακατέργαστων προϊόντων και η αυξημένη χρήση λιπασμάτων είναι παράγοντες που συνδράμουν στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. «Η συμβολή του αγροτικού κλάδου στις παγκόσμιες εκπομπές άνθρακα κυμαίνεται από το 1/4 έως το 1/3 των συνολικών παγκόσμιων εκπομπών. Μεταξύ αυτών, οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός των αγροκτημάτων συμβάλλουν περίπου στο 10-12%, ενώ εκτάσεις γης που άλλαξαν χρήση και μετατράπηκαν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις συμβάλλουν περίπου στο 12%-20% των παγκόσμιων εκπομπών άνθρακα (World Bank, 2013)» (Zhou, Li, Ozturk, & Ullah, 2022).

Παρ' όλα αυτά, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (UN Food and Agriculture Organization - FAO) θεωρεί ότι ο τομέας αυτός πληροί τις προϋποθέσεις μείωσης των εκπομπών του, σε ποσοστό που φτάνει έως και 80-88% του διοξειδίου του άνθρακα που παράγει σήμερα (Reynolds & Wenzlau, 2012). Προς αυτήν την κατεύθυνση μπορεί να βοηθήσει η αλλαγή της διάρθρωσης του γεωργικού τομέα καθώς και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Zhou, Li, Ozturk, & Ullah, 2022).

Τέλος, ο ευρύτερος τομέας των αποβλήτων συνδράμει και αυτός στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές χωρίζονται σε δύο κυρίως κατηγορίες: εκπομπές που προέρχονται από τα στερεά απόβλητα συμπεριλαμβανομένης της επεξεργασίας οικιακών και βιομηχανικών λυμάτων και εκπομπές που παράγονται από τους Χώρους

Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Όταν τα οργανικά απόβλητα αποσυντίθενται, δημιουργείται διοξείδιο του άνθρακα ενώ για την καύση ανόργανων αποβλήτων χρησιμοποιούνται φυσικοί πόροι όπως νερό, καύσιμα, μέταλλο, ξυλεία και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα διοξειδίου του άνθρακα (Huun, 2020). Για την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών αυτών, θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η διαλογή των αστικών στερεών αποβλήτων, μιας και το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται από τα απορρίμματα που αποτεφρώνονται εξαρτάται από τη σύνθεση των αποβλήτων. Με αυτόν τον τρόπο, αφενός θα διευκολυνθεί η ανακύκλωση και αφετέρου θα μειωθεί η ποσότητα αστικών στερεών απόβλητων που οδηγούνται στην αποτέφρωση. Επιπλέον, στοιχεία δείχνουν ότι περισσότερα από τα μισά απόβλητα που αποτεφρώνονται θα μπορούσαν να είχαν ανακυκλωθεί ή κομποστοποιηθεί, παρέχοντας ένα καλύτερο περιβαλλοντικό αποτέλεσμα (Staff, 2020). Τέλος, έρευνες έχουν δείξει ότι η ένταση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά την καύση είναι χαμηλότερη από εκείνη της υγειονομικής ταφής και της κομποστοποίησης (Bian et al., 2022).

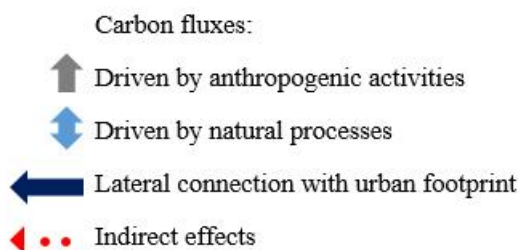
2.3 Θεωρητικό πλαίσιο

Η φυσική ροή του άνθρακα σε μια πόλη και στις δραστηριότητές της μπορεί να απεικονιστεί στην (εικόνα 2.4).

Εικόνα 2.4: Ο κύκλος του άνθρακα στις πόλεις και οι δεσμοί του με το αστικό αποτύπωμα



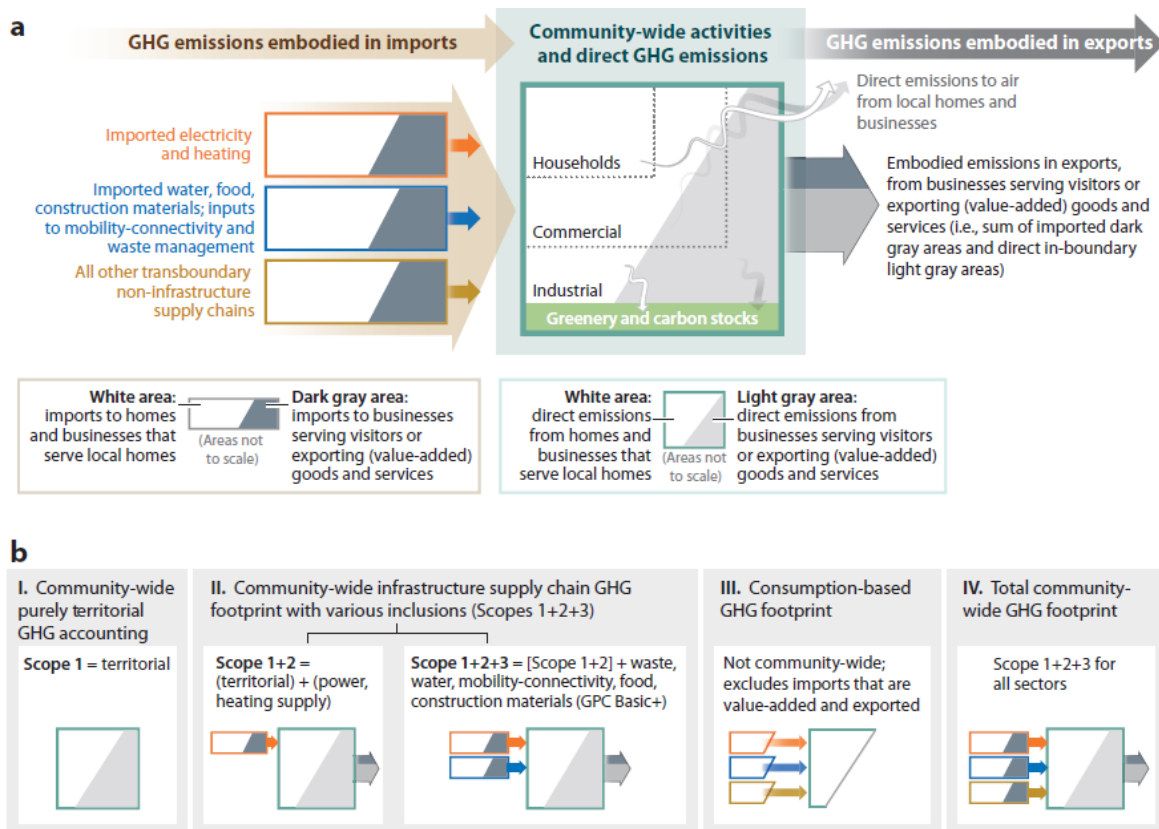
Carbon flows associated with human settlements



Πηγή: (Seto et al., 2021)

Στην (εικόνα 2.5) οι ροές άνθρακα συνδέονται με τις αστικές δραστηριότητες (οικιστικές, εμπορικές και βιομηχανικές) και χαρτογραφούνται σε τέσσερα πλαίσια υπολογισμού αστικού άνθρακα (αριθμημένα I έως IV) (Seto et al., 2021). Οι λευκές περιοχές δείχνουν τις εκπομπές άνθρακα (άμεσες και ενσωματωμένες) που σχετίζονται με τα σπίτια, συμπεριλαμβανομένων των τοπικών εμπορικών και βιομηχανικών επιχειρηματικών δραστηριοτήτων που εξυπηρετούν τα τοπικά σπίτια. Οι γκριζες ζώνες δείχνουν τις εκπομπές (άμεσες και ενσωματωμένες) που συνδέονται με εμπορικές και βιομηχανικές επιχειρηματικές δραστηριότητες που είτε εξυπηρετούν επισκέπτες είτε εξάγουν σε άλλες κοινότητες. Οι ανοιχτόχρωμες και οι πιο σκούρες αποχρώσεις του γκριζου διακρίνουν τις άμεσες εκπομπές και τις εκπομπές που ενσωματώνονται στις εισαγωγές που συνδέονται με τις εξαγωγικές επιχειρήσεις (Seto et al., 2021).

Εικόνα 2.5: Ροές άνθρακα



Πηγή: (Seto et al., 2021)

Στην (εικόνα 2.5β) απεικονίζονται διαφορετικές προοπτικές για τη μέτρηση και την ανάπτυξη πόλεων με μηδενικές εκπομπές άνθρακα.

Τα πλαίσια υπολογισμού αστικού άνθρακα είναι τα ακόλουθα:

I. Από εδαφική άποψη, μια πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα στοχεύει στην εξάλειψη όλων των εκπομπών άνθρακα που παράγονται εντός των διοικητικών ορίων της πόλης. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί, για παράδειγμα, με τη μετακίνηση των πηγών εκπομπών έξω από τα διοικητικά όρια της πόλης (κάτι που δεν είναι επιθυμητό) ή με την ενσωμάτωση περισσότερων δεξαμενών απορρόφησης άνθρακα όπως η φύτευση δέντρων (εικόνα 2.4). Επιπλέον, ορισμένες εκπομπές που προέρχονται από το έδαφος, όπως αυτές που σχετίζονται με αεροδρόμια ή λιμάνια, δεν ελέγχονται από την τοπική κυβέρνηση και τις αντίστοιχες αστικές πολιτικές (Seto et al., 2021).

Το αποτύπωμα αερίων του θερμοκηπίου της αλυσίδας εφοδιασμού σε επίπεδο κοινοτικών υποδομών βασίζεται στην εδαφική μέτρηση για την ενσωμάτωση των εκπομπών

των αερίων του θερμοκηπίου στις αλυσίδες εφοδιασμού των βασικών υποδομών σε ολόκληρη την κοινότητα και των συστημάτων τροφοδότησης που υποστηρίζουν όλες τις τοπικές δραστηριότητες (οικιστικές, εμπορικές και βιομηχανικές). Οι πόλεις που έχουν στόχο τη μετάβαση σε συστημικές υποδομές όπως η ανάπτυξη μικρών διαστάσεων, η εξοικονόμηση ενέργειας και άλλες, που μειώνουν τη ζήτηση για ενέργεια και υλικά, χρησιμοποιούν την προσέγγιση που αφορά στο αποτύπωμα αερίων του θερμοκηπίου της αλυσίδας εφοδιασμού σε επίπεδο κοινοτικών υποδομών (Seto et al., 2021). Ο Οργανισμός ICLEI (ICLEI, C40 Cities and World Resources Institute, 2021) στις ΗΠΑ και το World Resources Institute (World Resources Institute, 2004) έχουν εισαγάγει υπολογιστικά πρωτόκολλα για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Τα πρωτόκολλα αυτά προσδιορίζουν τις πηγές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (συντελεστές), καθιερώνουν μεθόδους και εργαλεία για τον υπολογισμό των εκπομπών (όπως ο τύπος 1) και υπαγορεύουν αρχές συλλογής δεδομένων.

Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου = Δεδομένα δραστηριότητας × Συντελεστής εκπομπών (τύπος 1)¹.

II. Από την σκοπιά του αποτυπώματος της εφοδιαστικής αλυσίδας σε ολόκληρη την κοινότητα, μια πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα συνεπάγεται μηδενικές εκπομπές για μερικά ή όλα από τα επτά συστήματα τροφοδότησης (τα οποία συνδέονται με το περίπου 90% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου): παροχή ενέργειας, κινητικότητα, κατασκευαστικά υλικά, διαχείριση αποβλήτων, επεξεργασία λυμάτων, συστήματα τροφίμων και τα οφέλη της δέσμευσης άνθρακα από την βλάστηση. Τα περισσότερα τρέχοντα σχέδια για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα επικεντρώνονται στην κινητικότητα, τα κτίρια και τα ενεργειακά συστήματα, ενώ άλλα περιλαμβάνουν και τα απόβλητα

¹ Τα δεδομένα δραστηριότητας είναι ένα ποσοτικό μέτρο ενός επιπέδου δραστηριότητας που υπολογίζει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου (π.χ., όγκος χρησιμοποιούμενου αερίου, χιλιόμετρα, τόνοι στερεών αποβλήτων που αποστέλλονται για υγειονομική ταφή, κ.λπ.). Ο συντελεστής εκπομπών μετρά τη μάζα των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με μια μονάδα δραστηριότητας. Για παράδειγμα, η εκτίμηση των εκπομπών CO₂ από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό των δεδομένων για τις κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται από τον συντελεστή εκπομπών (kgCO₂/kWh) ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος θα εξαρτάται από την τεχνολογία και τον τύπο καυσίμου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (ICLEI, C40 Cities and World Resources Institute, 2021)

(Seto et al., 2021). Η προσέγγιση αυτή αποκλείει την τοπική λειτουργική ενεργειακή χρήση από επιχειρήσεις (π.χ. ξενοδοχεία, εστιατόρια, βιομηχανίες) που εξυπηρετούν τουρίστες ή εξάγουν αγαθά και υπηρεσίες σε άλλα μέρη.

Ο υπολογισμός των αερίων του θερμοκηπίου που βασίζεται στην κατανάλωση επεκτείνει τους επτά βασικούς τομείς παροχής, προσδιορίζοντας εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που βασίζονται σε πηγές από όλους τους τομείς της οικονομίας, όπου και αν συμβαίνουν, ανεξάρτητα από την επικράτεια, στην τελική κατανάλωση από νοικοκυριά και κυβερνήσεις σε μια πόλη (Seto et al., 2021).

III. Από την πλευρά της κατανάλωσης, μια πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα συνεπάγεται ότι όλα τα νοικοκυριά και οι κρατικές καταναλώσεις έχουν μηδενικές εκπομπές.

Το συνολικό αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδο κοινότητας είναι μια αναδυόμενη προσέγγιση που περιλαμβάνει εκπομπές “up-stream” δηλαδή εκπομπές που απελευθερώνονται κατά την επεξεργασία, την παραγωγή, την αποθήκευση και τη διανομή ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενός προϊόντος και “down-stream” δηλαδή εκπομπές που απελευθερώνονται μετά την έξοδο ενός προϊόντος από τον έλεγχο/ιδιοκτησία της εταιρείας της εφοδιαστικής αλυσίδας που συνδέονται με όλες τις δραστηριότητες σε επίπεδο κοινότητας, δηλαδή, συμπεριλαμβανομένης τόσο της τοπικής όσο και της τελικής κατανάλωσης από τα νοικοκυριά, τη δημόσια διοίκηση και τις εξαγωγές (Seto et al., 2021).

IV. Από την σκοπιά του συνολικού αποτυπώματος διοξειδίου του άνθρακα σε επίπεδο κοινότητας, μία πόλη με μηδενικές εκπομπές άνθρακα θα σήμαινε ότι όχι μόνο οι εισαγωγές σε τοπικά νοικοκυριά αλλά και οι εξαγωγές από τοπικές επιχειρήσεις έχουν μηδενικές εκπομπές. Αυτό θα απαιτήσει μια παγκοσμίου επιπέδου διαχείριση του διοξειδίου του άνθρακα που ενσωματώνεται στο εμπόριο, τόσο εντός όσο και εκτός των πόλεων, η οποία υπερβαίνει τα όρια μιας πόλης (Seto et al., 2021).

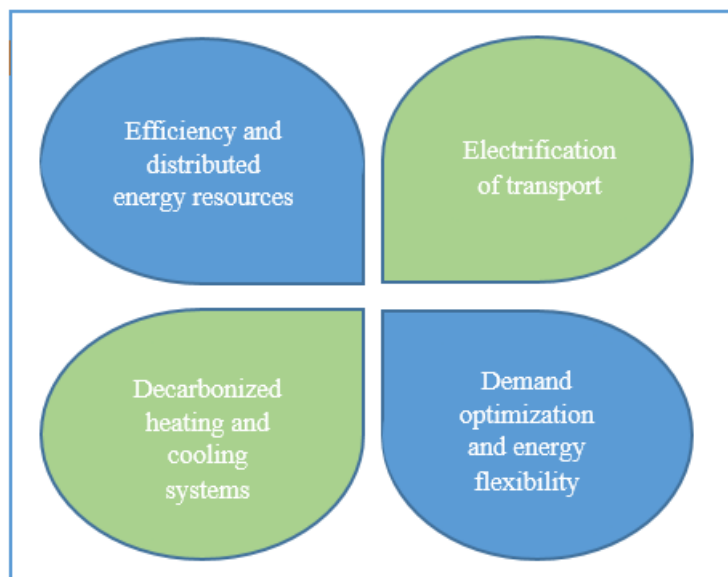
2.4 Μια προσέγγιση για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Η ανάπτυξη έξυπνων και βιώσιμων πόλεων έχει αποδειχθεί ότι είναι μια σκληρή και σύνθετη διαδικασία, η οποία έχει ως αποτέλεσμα μια πόλη όπου οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και η καινοτομία συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης με διάφορους τρόπους. Αρκετά πλαίσια έχουν αναπτυχθεί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τις τοπικές κυβερνήσεις και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής στην

προσπάθειά τους να καθιερώσουν τις προσεγγίσεις τους για τις έξυπνες και βιώσιμες πόλεις (δηλ., από τη CISCO, την IBM, το UN Habitat ή την ITU Toolkit (Anthopoulos, 2017). Διάφορα συστήματα με Βασικούς Δείκτες Απόδοσης (Key Performance Indicator - KPI) βοηθούν τις πόλεις να υπολογίσουν τη διαδικασία μετασχηματισμού τους σε έξυπνες και βιώσιμες πόλεις (όπως, ITU SSC KPIs (International Telecommunications Union (ITU), 2014b), ISO37120 series (International Standards Organization (ISO), 2014), KPI U4SSC για SSC (United for Smart and Sustainable Cities (U4SSC) , 2017) κ.λπ.)

Ομοίως, ο μετασχηματισμός μιας πόλης σε μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται να είναι επίσης μια σκληρή διαδικασία (Viškovac, Franki, & Bašić-Šiško, 2022) ανεξάρτητα από την προοπτική που ακολουθείται, δεδομένου ότι όλα τα συστατικά του αστικού συστήματος πρέπει να μετατραπούν σε νέα που ελαχιστοποιούν τις εκπομπές τους ή να συνεργαστούν μεταξύ τους για να καθιερώσουν αυτούς τους στόχους μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, μια πόλη δεν μπορεί να επιτύχει μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα εστιάζοντας μόνο στη μείωση των εκπομπών εντός των διοικητικών της ορίων. Οι πόλεις πρέπει να απαλλαγούν από ανθρακικές εκπομπές σε βασικές διασυννοριακές αλυσίδες εφοδιασμού και να χρησιμοποιούν αστικά και περιφερειακά μέρη για την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα (Seto et al., 2021). Για παράδειγμα, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που έχει ως αποτέλεσμα κτίρια που εξοικονομούν ενέργεια, έξυπνες ενεργειακές υποδομές, καθαρή ηλεκτροδότηση μέσα σε μια συμπαγή πόλη μπορεί να θεωρηθεί ως ένα αντίστοιχο πλαίσιο (World Economic Forum, 2021) (εικόνα 2.6), ενώ έχουν προταθεί δείκτες (δηλαδή, (Urrutia Azcona, Fontán Agorreta, Díez Trinidad, Rodríguez Pérez-Curiel, & Gómez, 2018)) για τη μέτρηση της προόδου της μετατροπής της πόλης σε μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Εικόνα 2.6: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα



Πηγή: (World Economic Forum, 2021)

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2.1) ακολουθούν ορισμένες αντίστοιχες προσπάθειες τυποποίησης που αφορούν πόλεις με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Πίνακας 2.1: Προσπάθειες τυποποίησης για την καθοδήγηση των πόλεων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Πηγή	Τίτλος	Σύντομη περιγραφή
Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO)	<ul style="list-style-type: none"> Δράση για το κλίμα (ISO, χ.χ.) / Ο κόσμος μας 2050 Πακέτο δράσης για το κλίμα (IEC and ISO, 2021) Οικοδόμηση καλύτερων πόλεων για ένα μέλλον με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (ISO, χ.χ.) ISO/TC207: Περιβαλλοντική διαχείριση (International Standards Organization (ISO), 1993) ISO/TC 207/SC7: Διαχείριση αερίων θερμοκηπίου και κλιματικής αλλαγής και συναφείς δραστηριότητες (International Standards Organization (ISO), 2007) ISO/DTR14069 (ISO, χ.χ.): Ποσοτικός προσδιορισμός εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ISO14066:2011 (ISO, 2011) Αέρια θερμοκηπίου - Απαιτήσεις επάρκειας για ομάδες επικύρωσης αερίων θερμοκηπίου και ομάδες επαλήθευσης ISO 14064-1:2006 (ISO, 2006), Αέρια θερμοκηπίου - Μέρος 1: Προδιαγραφή με οδηγίες σε επίπεδο οργανισμού για τον ποσοτικό προσδιορισμό και την καταγραφή των 	Σύμφωνα με τη Δήλωση του Λονδίνου, μερικά πρότυπα ISO μπορούν να υποστηρίξουν το πρόγραμμα για το κλίμα (δηλαδή, την ουδετερότητα του άνθρακα (ISO/WD14068) και τον ποσοτικό προσδιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ISO/DTR14069), να βοηθήσουν στην προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, να ποσοτικοποιήσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να προωθήσουν τη διάδοση των καλών πρακτικών στην περιβαλλοντική διαχείριση. Επιπλέον, ο Οργανισμός ISO παρέχει ορισμένα πρότυπα στο Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (World Economic Forum, 2021) για την ολοκληρωμένη προσέγγισή του στις πόλεις με καθαρό μηδενικό άνθρακα. Μερικά από τα πρότυπα είναι τα ISO37101:2016, ISO50001:2018, ISO15932:2019, ISO/IEC 30145-1:2021 και ISO/CD59004.

	<p>εκπομπών και των απομακρύνσεων των αερίων θερμοκηπίου</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISO 14064-2:2006: επικεντρώνεται σε έργα που αφορούν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου • ISO 14064-3:2006 λεπτομέρειες, αρχές και απαιτήσεις για την επαλήθευση έργων που αφορούν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου • ISO IWA 42 & BSI: Οι Αρχές Καθοδήγησης για μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μέσα από μια σειρά διεθνών εργαστηρίων (ISO) (ISO, 2022) 	
Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή (IEC)	<ul style="list-style-type: none"> • Δράση για το κλίμα (International Electrotechnical Commission, χ.χ.), Πακέτο Δράσης για το κλίμα (IEC and ISO, 2021). TC111 (International Electrotechnical Commission (IEC), 2018) 	Προσπάθειες για την αντιμετώπιση της «κλιματικής αλλαγής» του SDG13 (Sustainable Development Goals - Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης) με σκοπό την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών στις καταστροφές· αποτελεσματική χρήση των πόρων· χρήση ανανεώσιμων πηγών (υδροηλεκτρική ενέργεια, ωκεάνια ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, ανεμογεννήτριες, τεχνολογίες κυψελών καυσίμου).
Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU)	<p>Κλιματική αλλαγή (International Telecommunications Union (ITU), χ.χ.)</p> <p>Τεχνολογίες αιχμής για την προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής</p>	Προσπάθειες τυποποίησης της Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) για την αντιμετώπιση των SDG13, SDG14 και SDG15.

	<p>αλλαγής (International Telecommunications Union (ITU), 2020)</p> <p>Τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την ουδετερότητα του άνθρακα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Εξοικονόμηση ενέργειας και έξυπνες ενεργειακές λύσεις: <ol style="list-style-type: none"> 1. ITU-T L.1333: Ένταση δεδομένων άνθρακα για την παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης του δικτύου <ul style="list-style-type: none"> • Μεθοδολογίες για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του τομέα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ): <ol style="list-style-type: none"> 1. ITU-T L.1470: Τροχιές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για τον τομέα των ΤΠΕ συμβατές με τη Συμφωνία του Παρισιού (UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change) 2. ITU-T L.1420: Μεθοδολογία για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε οργανισμούς 3. ITU-T L.1400: Επισκόπηση και γενικές αρχές των μεθοδολογιών εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) 	<p>Συστάσεις που βοηθούν τον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) να μετρήσει την κατανάλωση ενέργειας και την παραγωγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.</p>
--	---	--

	<p>4. ITU-T L.1410: Μεθοδολογία για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων προϊόντων, δικτύων και υπηρεσιών των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)</p> <p>5. ITU-T L.1430: Μεθοδολογία για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των έργων Τεχνολογίας Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) που αφορούν τα αέρια του θερμοκηπίου και την ενέργεια</p> <p>6. ITU-T L.1440: Μεθοδολογία για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε επίπεδο πόλης</p> <p>7. ITU-T L.1451: Μεθοδολογία για την αξιολόγηση των συγκεντρωτικών θετικών επιπτώσεων σε επίπεδο τομέα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε άλλους τομείς</p> <p>8. ITU-T L.1471: Κατευθυντήριες γραμμές και κριτήρια για οργανισμούς των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για τον καθορισμό στόχων και στρατηγικών για την επίτευξη μηδενικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα</p> <p>9. ITU-T L.1480: Ενεργοποίηση της μετάβασης στις μηδενικές εκπομπές: Αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο η χρήση λύσεων των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) επηρεάζει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε άλλους τομείς</p>	
--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Κυκλική οικονομία, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών αποβλήτων: <ol style="list-style-type: none"> 1. ITU-T L.1034: Κατάλληλη αξιολόγηση και ευαισθητοποίηση σε προϊόντα παραποίησης/απομίμησης τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών και οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις <ul style="list-style-type: none"> • Κυκλικές και βιώσιμες πόλεις και κοινότητες <ol style="list-style-type: none"> 1. ITU-T L.1604: Πλαίσιο ανάπτυξης της βιοοικονομίας στις πόλεις και τις κοινότητες <ul style="list-style-type: none"> • Περιβαλλοντική αποδοτικότητα για Τεχνητή Νοημοσύνη και άλλες αναδυόμενες τεχνολογίες (FG-AI4EE) • ITU-T FG-SSC: Επισκόπηση των βασικών δεικτών αποδόσεων στις έξυπνες βιώσιμες πόλεις • ITU-T L. Connect2030: Καθοδήγηση σχετικά με τον τρόπο αντιμετώπισης του στόχου του Connect2030 για τον περιορισμό του δικτύου 	
Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων (World Resources Institute, 2014)	Πρότυπο πολιτικής και δράσης	Παρέχει μια τυποποιημένη προσέγγιση για την εκτίμηση της επίδρασης των πολιτικών και των δράσεων στο φαινόμενο των αερίων του θερμοκηπίου.

Παγκόσμιο Ινστιτούτο Πόρων (World Resources Institute, 2014b)	Πρότυπο του στόχου μετριασμού	Παρέχει καθοδήγηση για τον σχεδιασμό εθνικών στόχων μετριασμού και τυποποιημένη προσέγγιση για την αξιολόγηση και την καταγραφή της προόδου προς την επίτευξη του στόχου.
Βρετανικό Ινστιτούτο Τυποποίησης (BSI) (bsi., χ.χ.)	<ul style="list-style-type: none"> PAS 2060 Ουδετερότητα του διοξειδίου του άνθρακα (bsi.) PAS 2080 PAS 2080:2022 Διαχείριση του διοξειδίου του άνθρακα σε κτίρια και υποδομές 	Αναπτύσσει πρότυπα που βοηθούν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, που ευθυγραμμίζονται με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών, που βελτιώνουν την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα (δηλ., επαλήθευση της ανθρακικής ουδετερότητας ενός οργανισμού) και την ανθεκτικότητα.

Εκτός από τα παραπάνω πρότυπα και τις προσπάθειες τυποποίησης, ορισμένες πιο ενδεικτικές δραστηριότητες που ασχολούνται με την κλιματική ουδετερότητα μπορούν να θεωρηθούν: η Γραμματεία της Σύμβασης Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Αλλαγή του Κλίματος (UNFCCC)² που έχει επιφορτιστεί με την υποστήριξη της παγκόσμιας αντίδρασης στην απειλή της κλιματικής αλλαγής, η Δράση «Ευρωπαϊκές πόλεις με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα»³ που προκύπτει από τη στρατηγική της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας⁴, η μακροπρόθεσμη στρατηγική των ΗΠΑ για μηδενικές εκπομπές

² <https://unfccc.int/>

³ <https://netzerocities.eu/>

⁴ https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

αερίων του θερμοκηπίου⁵, το σχέδιο δράσης της Κίνας «Chinese 2020» για την ατμοσφαιρική ρύπανση⁶ και τα σχέδια της Αυστραλίας για μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα⁷ και σχέδια για θετική ενέργεια⁸.

⁵ <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/US-Long-Term-Strategy.pdf>

⁶ <https://chinadialogue.net/en/pollution/10711-china-releases-2-2- action-plan-for-air-pollution/>

⁷ <https://www.industry.gov.au/data-and-publications/australias-long-term-emissions-reduction-plan>

⁸ <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/australias-plan-reach-our-net-zero-target-2050>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η βιβλιομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκε τον Απρίλιο και τον Μάιο του 2022 με διάφορους συνδυασμούς λέξεων-κλειδιών στα επιστημονικά αποθετήρια που παρέχουν τα αποτελέσματά τους στην κατάλληλη μορφή (αρχεία bibtex). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν και υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με τη βιβλιομετρική ανάλυση

Keywords	Scopus	Web of Science
“carbon” AND “zero” AND “city”	566	734
"net-zero" AND "city"	256	173
"net-zero" AND "city" AND “digi- tal”	7	2

Όπου carbon: διοξείδιο του άνθρακα, zero: μηδέν, city: πόλη, net-zero: η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται και digital: ψηφιακός.

A. Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις-κλειδιά “carbon” AND “zero” AND “city”
(«άνθρακας» ΚΑΙ «μηδέν» ΚΑΙ «πόλη»)

Εννοιολογικός χάρτης δομής:

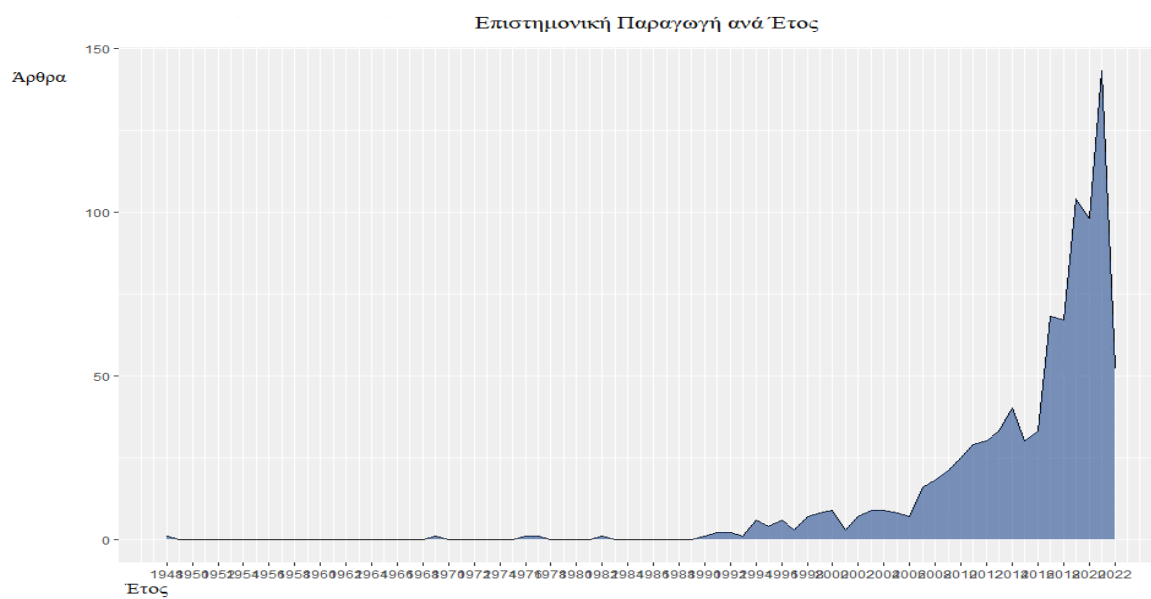
1. Οι πόλεις θεωρούνται συστήματα, των οποίων η ενέργεια και οι επιδόσεις μετρώνται, ενώ η κλιματική αλλαγή, οι εκπομπές (άζωτο) και ο αστικός σχεδιασμός επηρεάζουν τη θνησιμότητα.
2. Τα μοντέλα διαχείρισης προσπαθούν να μετρήσουν την αποδοτικότητα του συστήματος της πόλης, την αποθήκευση ενέργειας, την κατανάλωση και τις εκπομπές.
3. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις και την τοπική θερμοκρασία.

Πίνακας 3.3: Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις κλειδιά “carbon” AND “zero” AND “city” («άνθρακας» ΚΑΙ «μηδέν» ΚΑΙ «πόλη»)

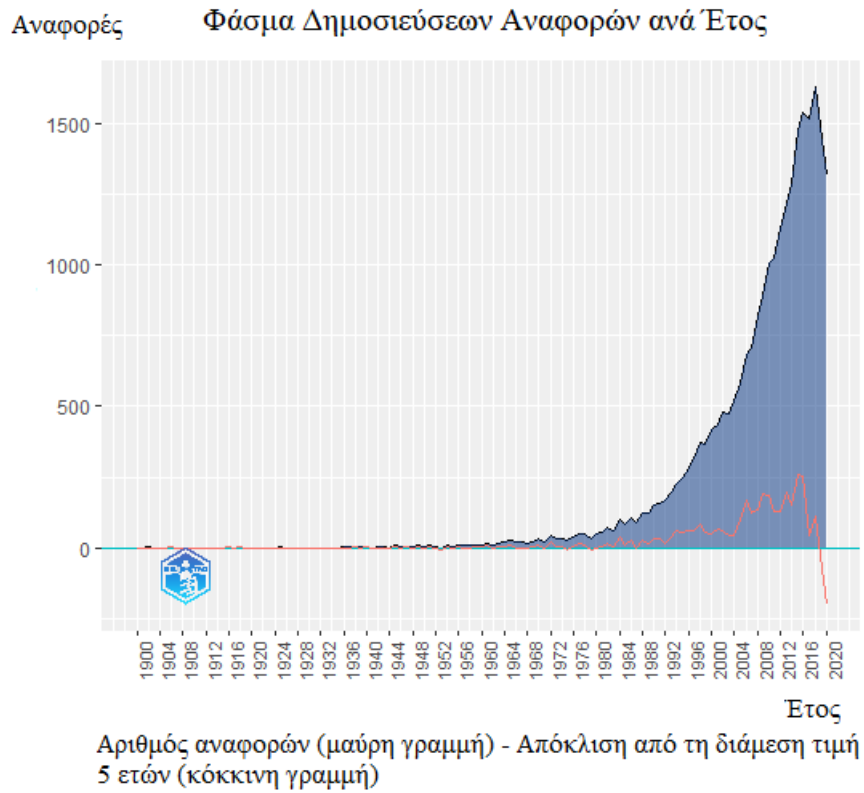
Περιγραφή	Αποτελέσματα
Χρονική περίοδος	1948:2022
Πηγές (Ημερολόγια, Βιβλία, κλπ)	531
Έγγραφα	912
Μέσος όρος ετών από τη δημοσίευση	6.91
Μέσος όρος παραπομπών ανά έγγραφο	17.89
Μέσος όρος αναφορών ανά έτος ανά έγγραφο	2.378
Αναφορές	37095
ΤΥΠΟΙ ΕΓΓΡΑΦΩΝ	
Άρθρο	629
Άρθρο, έγκαιρη πρόσβαση	8
Άρθρο· έγγραφο διαδικασιών	26
Βιβλίο	2
Κεφάλαιο βιβλίου	25
Έγγραφο διάσκεψης	147
Ανασκόπηση διάσκεψης	12
Κύριο άρθρο	1
Υλικό κύριου άρθρου	1
Γράμμα	1
Στοιχείο συζητήσεων	1
Σημείωση	5
Ανακλήθηκε	1

Ανασκόπηση	49
Ανασκόπηση· κεφάλαιο βιβλίου	1
Σύντομη έρευνα	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	
Λέξεις-κλειδιά	5188
Λέξεις-κλειδιά του συντάκτη	2840
ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
Συγγραφείς	4097
Εμφανίσεις συγγραφέα	4887
Συγγραφείς εγγράφων με ένα συγγραφέα	95
Συγγραφείς εγγράφων με πολλούς συγγραφείς	4002
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ	
Έγγραφα με έναν συγγραφέα	120
Έγγραφα ανά συγγραφέα	0.223
Συγγραφείς ανά έγγραφο	4.49
Συν-συγγραφείς ανά έγγραφο	5.36
Index συνεργασίας	5.05

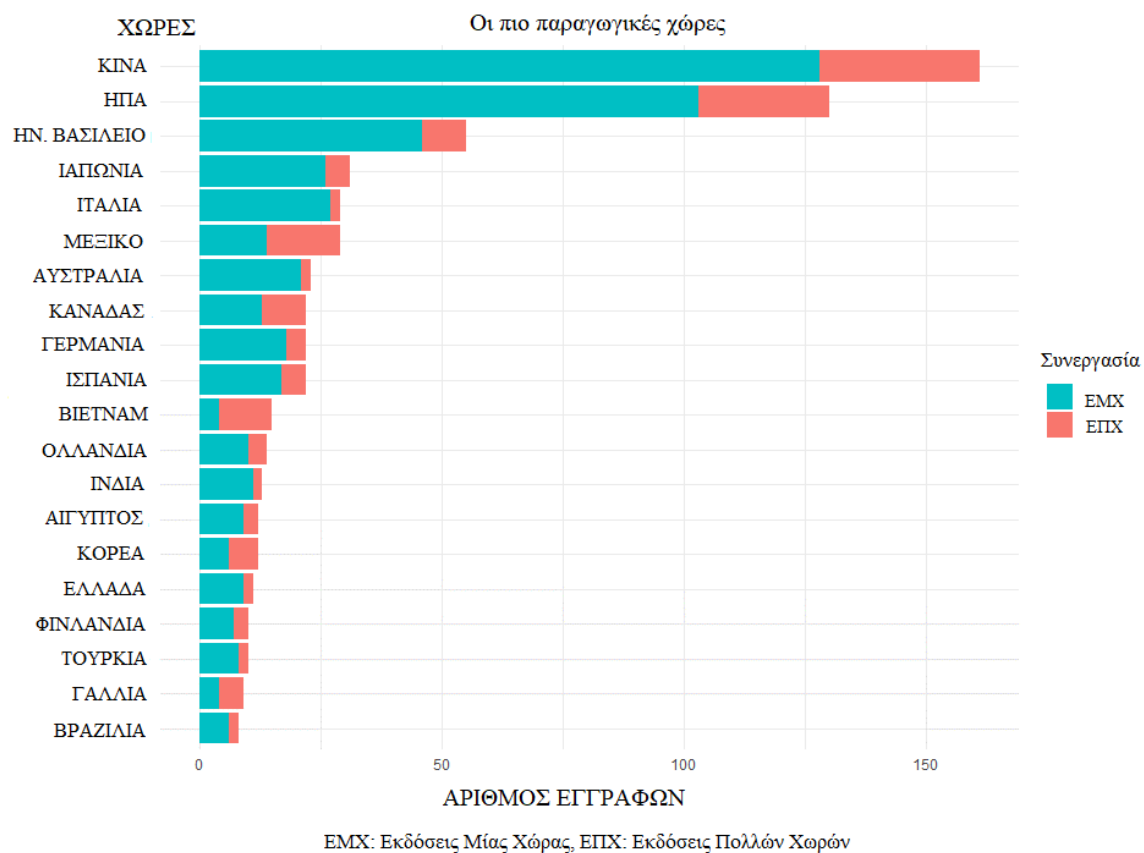
Πίνακας 3.4: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων ανά έτος



Πίνακας 3.5: Φάσμα δημοσιεύσεων αναφορών ανά έτος



Πίνακας 3.6: Αριθμός εκδόσεων επιστημονικών εγγράφων ανά χώρα

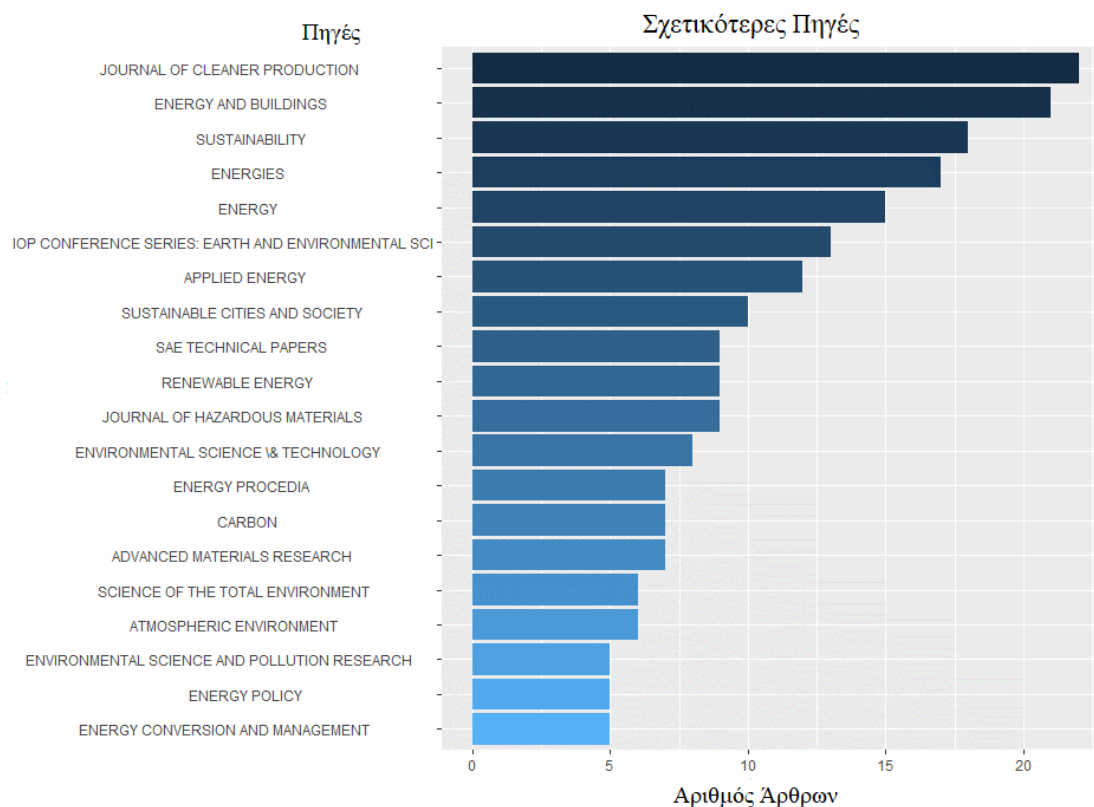


Πίνακας 3.7: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)

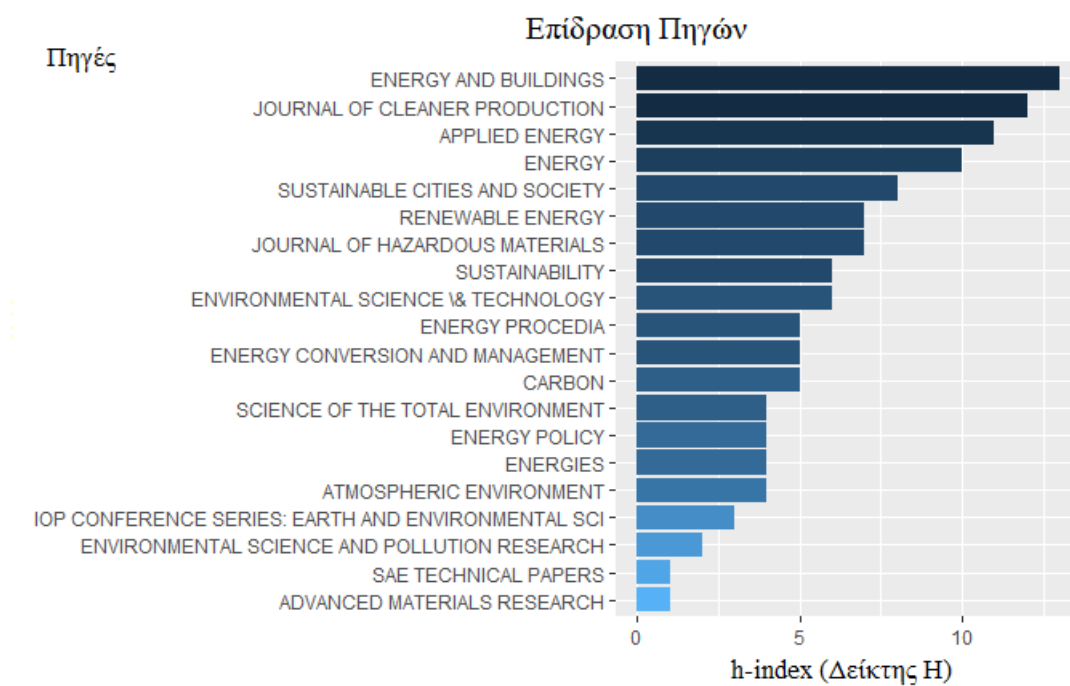
Πηγές	Άρθρα
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	22
ENERGY AND BUILDINGS	21
SUSTAINABILITY	18
ENERGIES	17
ENERGY	15
IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE	13
APPLIED ENERGY	12
SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY	10
JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS	9
RENEWABLE ENERGY	9
SAE TECHNICAL PAPERS	9
ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY	8
ADVANCED MATERIALS RESEARCH	7
CARBON	7
ENERGY PROCEDIA	7
ATMOSPHERIC ENVIRONMENT	6
SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT	6
ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	5

ENERGY POLICY	5
ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH	5

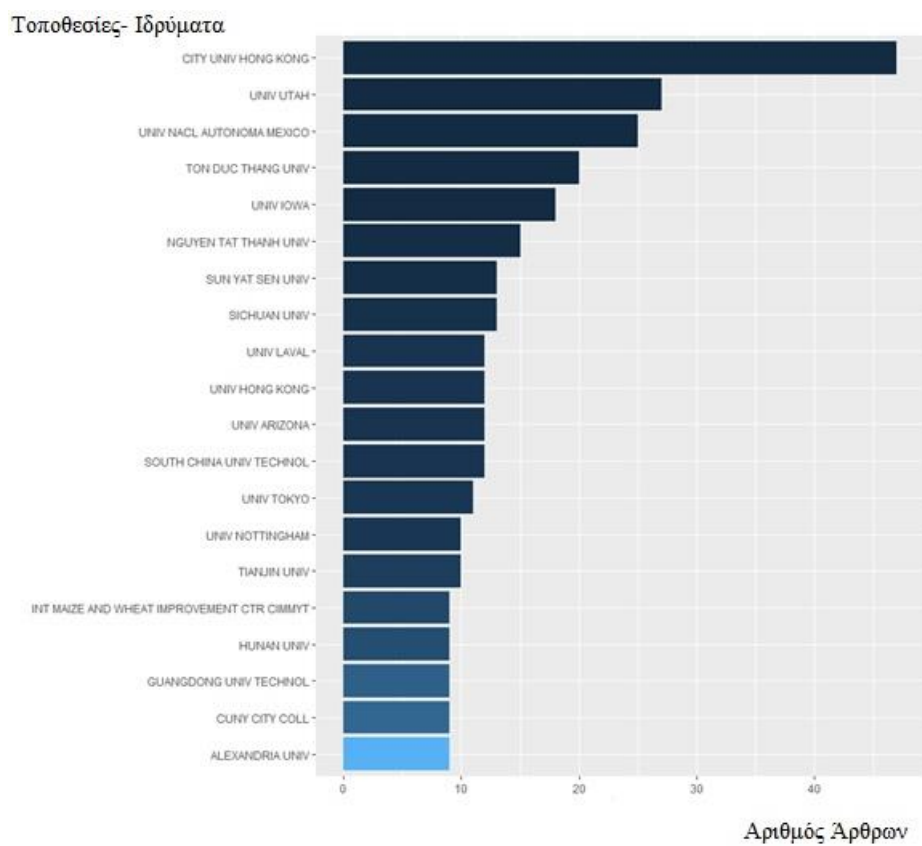
Πίνακας 3.8: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό) σε γράφημα



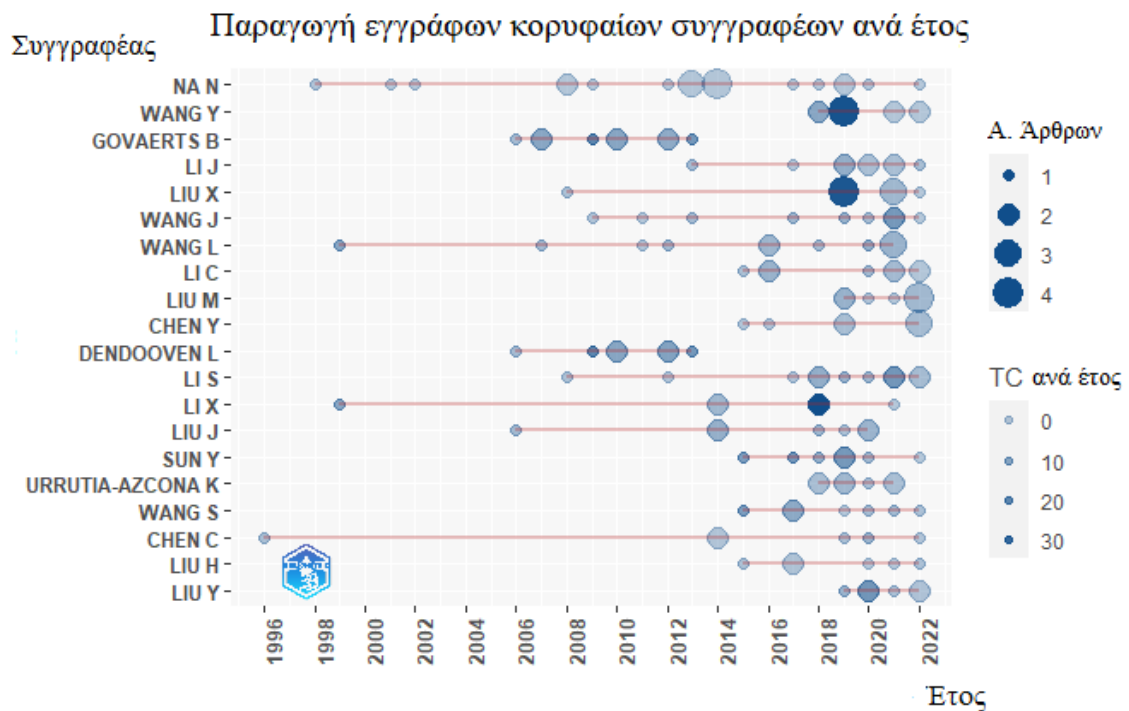
Πίνακας 3.9: Επίδραση πηγών σύμφωνα με τον Δείκτη H (h-index)



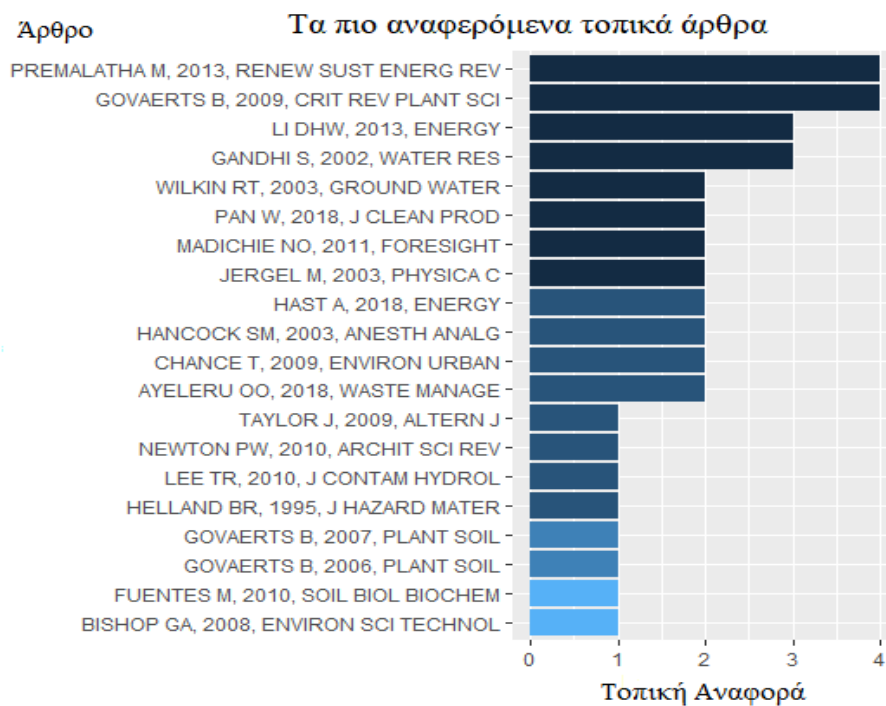
Πίνακας 3.10: Αριθμός άρθρων ανά Τοποθεσία – Ίδρυμα διεξαγωγής έρευνας



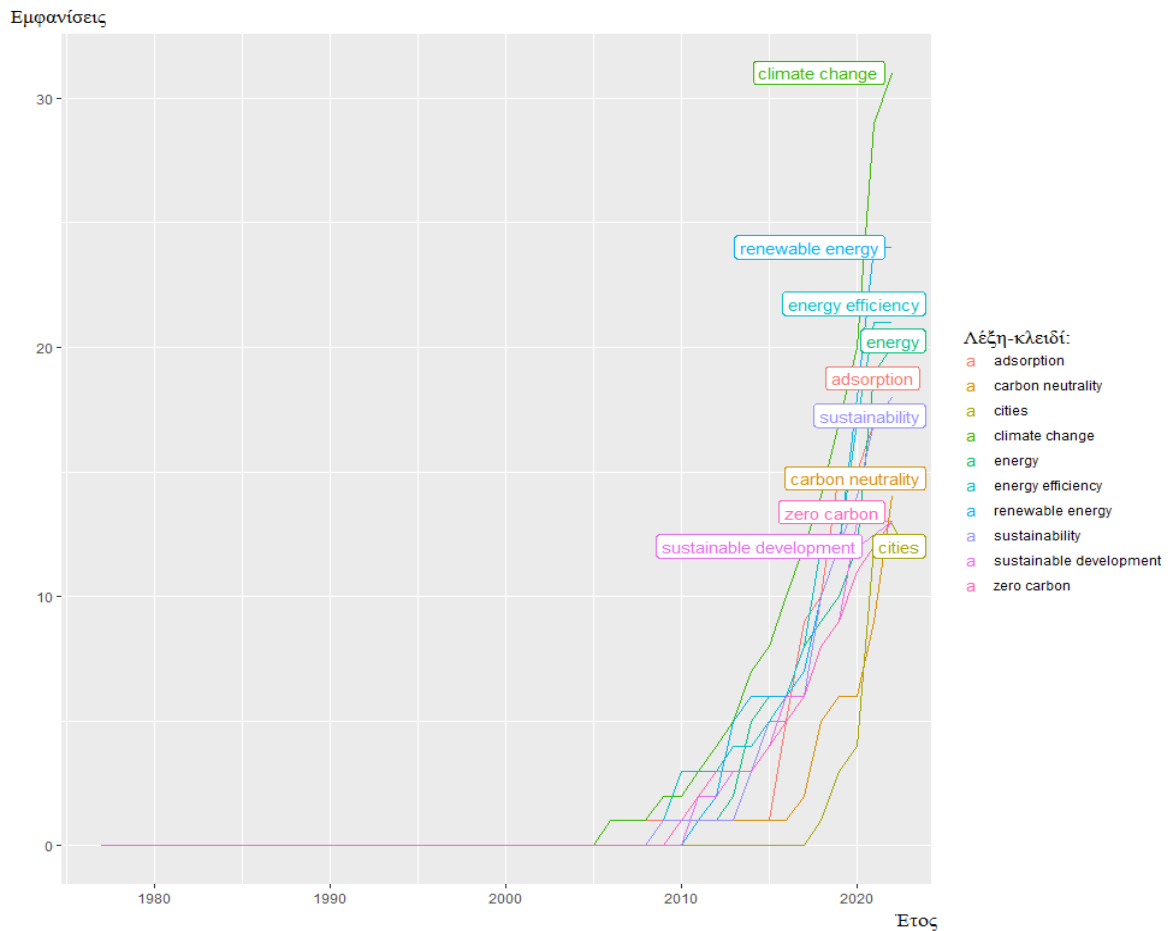
Πίνακας 3.11: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος



Πίνακας 3.12: Τα πιο αναφερόμενα τοπικά άρθρα

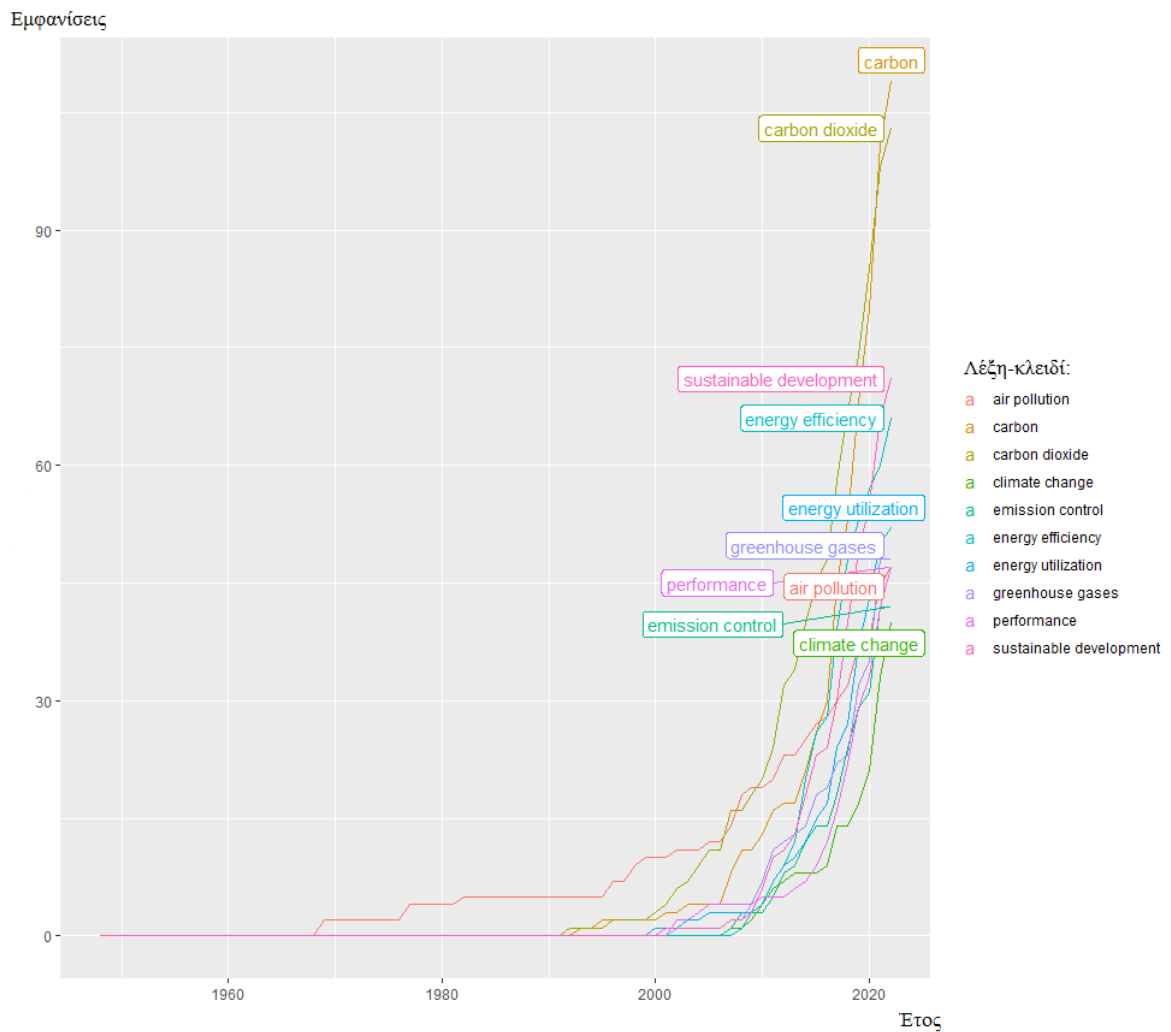


Πίνακας 3.13: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων



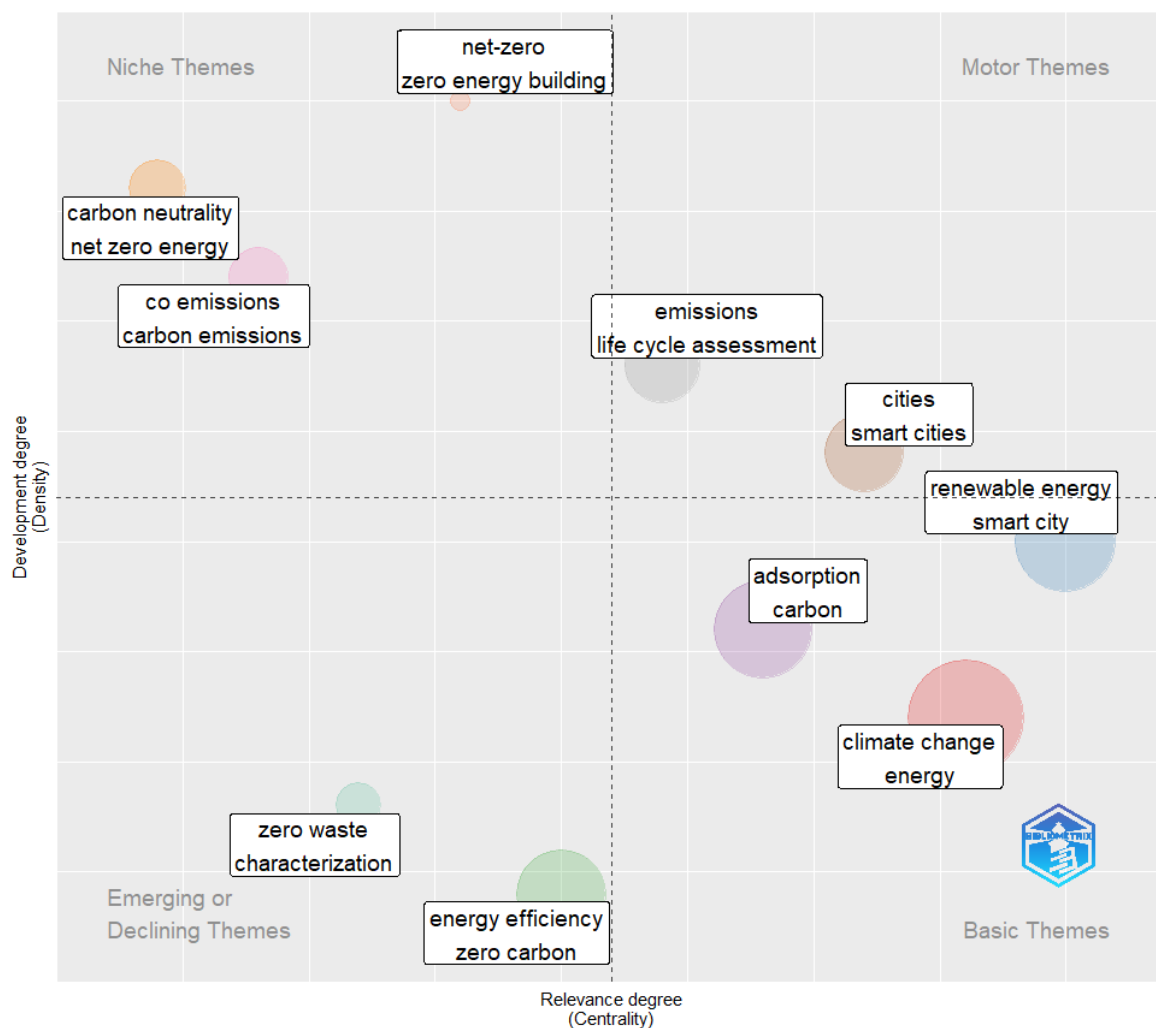
Όπου adsorption: προσρόφηση, carbon neutrality: ανθρακική ουδετερότητα, cities: πόλεις, climate change: κλιματική αλλαγή, energy: ενέργεια, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, renewable energy: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, sustainability: βιωσιμότητα, sustainable development: βιώσιμη ανάπτυξη και zero carbon: μηδενικές εκπομπές άνθρακα.

Πίνακας 3.14: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων

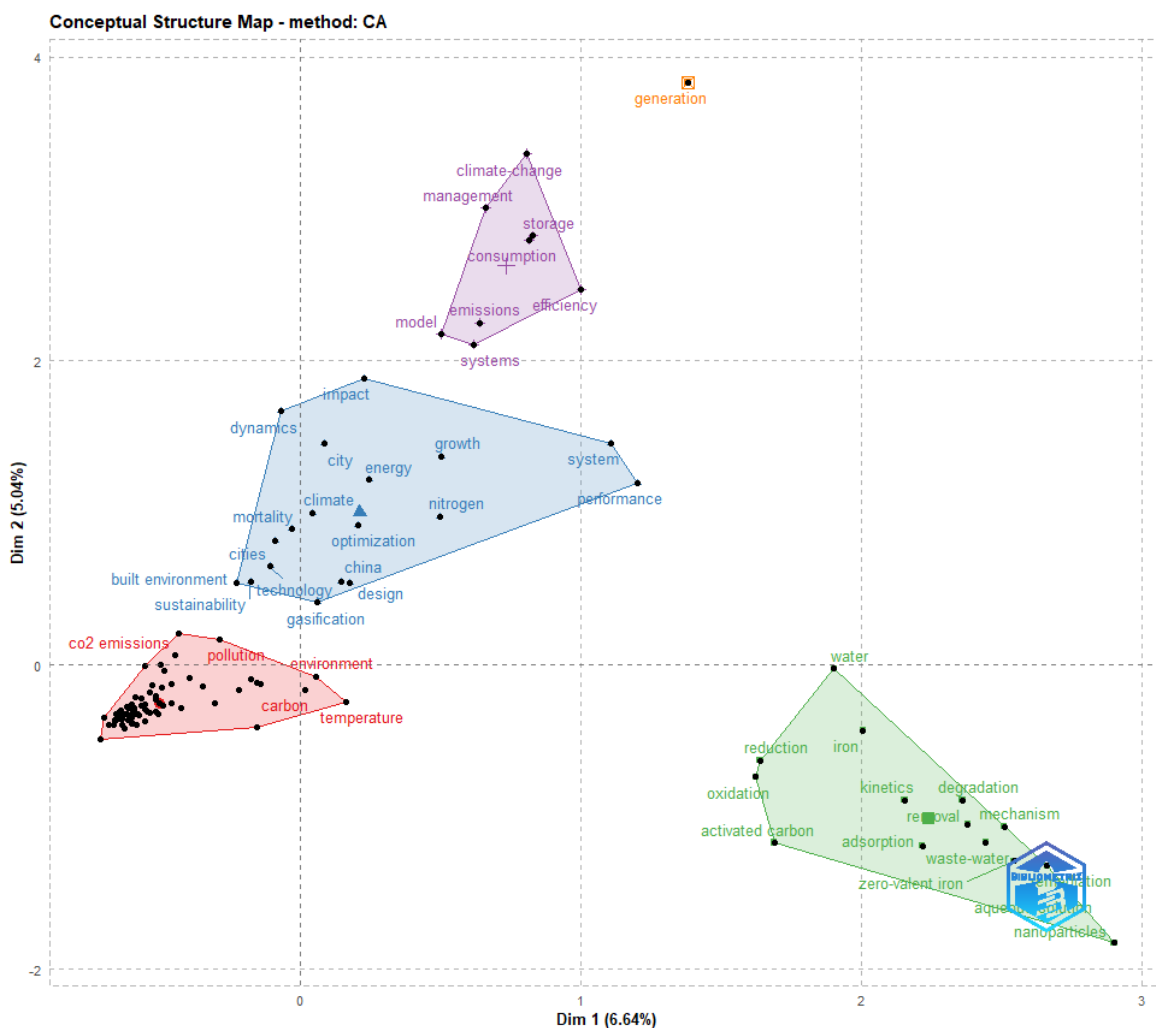


Όπου air pollution: ατμοσφαιρική ρύπανση, carbon: άνθρακας, carbon dioxide: διοξείδιο του άνθρακα, climate change: κλιματική αλλαγή, emission control: έλεγχος εκπομπών, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, energy utilization: αξιοποίηση ενέργειας, greenhouse gases: αέρια του θερμοκηπίου, performance: απόδοση και sustainable development: βιώσιμη ανάπτυξη.

Πίνακας 3.15: Θεματικός Χάρτης



Πίνακας 3.16: Εννοιολογικός Χάρτης



Β. Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις-κλειδιά "net-zero" AND "city" («η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται» ΚΑΙ «πόλη»)

Εννοιολογικός χάρτης δομής:

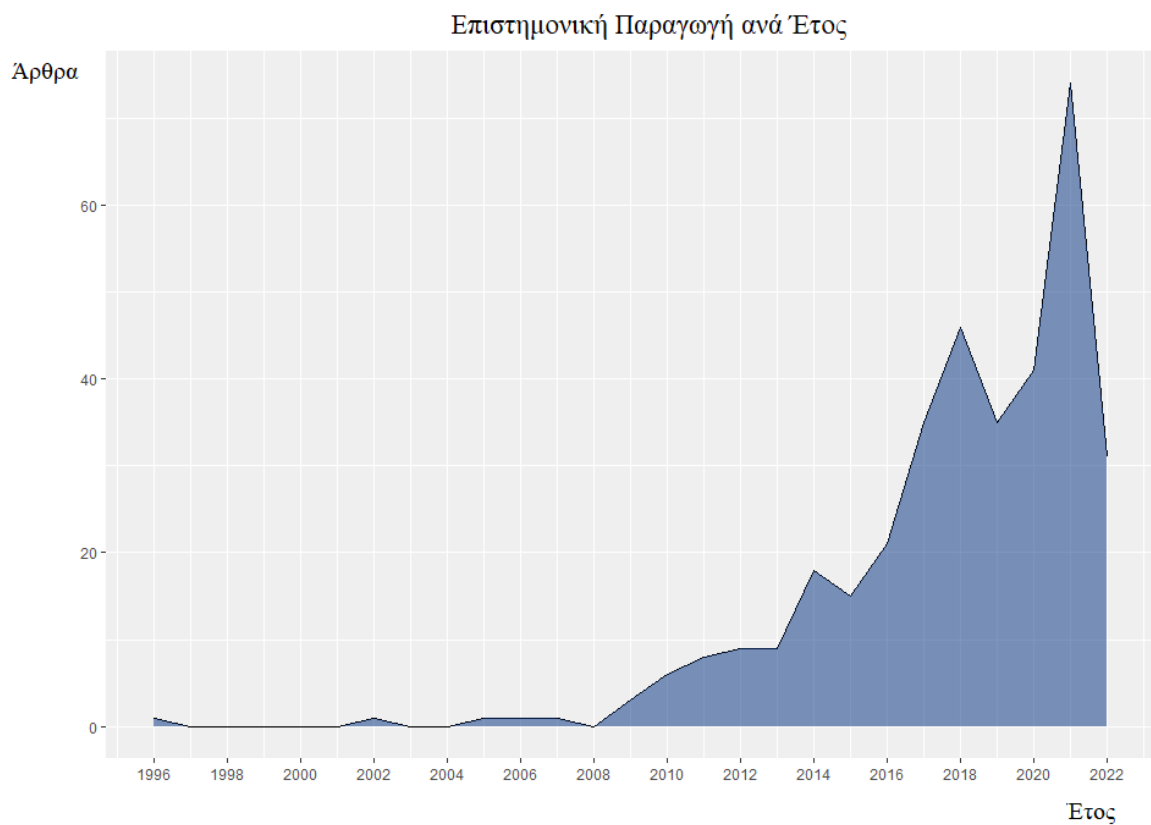
1. Οι πόλεις θεωρούνται ως συστήματα αποθήκευσης ενέργειας.
2. Το αποτύπωμα του άνθρακα εκτιμάται σε σχέση με το κόστος του και τις πηγές του (κτίρια και δίκτυα μεταφοράς)
3. Η πόλη που έχει ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται θεωρείται ως ένα σύστημα, το οποίο προσομοιώνεται, και υπολογίζεται η απόδοσή του.

Πίνακας 3.17: Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις κλειδιά "net-zero" AND "city" («η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται» ΚΑΙ «πόλη»)

Περιγραφή	Αποτελέσματα
Χρονική περίοδος	1996:2022
Πηγές (Ημερολόγια, Βιβλία, κλπ)	202
Έγγραφα	362
Μέσος όρος ετών από τη δημοσίευση	4.1
Μέσος όρος αναφορών ανά έγγραφο	13.62
Μέσος όρος αναφορών ανά έτος ανά έγγραφο	2.458
Αναφορές	15800
ΤΥΠΟΙ ΕΓΓΡΑΦΩΝ	
Άρθρο	229
Άρθρο· έγκαιρη πρόσβαση	6
Άρθρο· έγγραφο διαδικασιών	3
Βιβλίο	1
Κεφάλαιο βιβλίου	14
Ανασκόπηση βιβλίου	1
Έγγραφο διάσκεψης	75
Ανασκόπηση διάσκεψης	8
Κύριο άρθρο editorial	1
Σημείωση	3
Ανασκόπηση	20
Ανασκόπηση· κεφάλαιο βιβλίου	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	

Λέξεις-κλειδιά	1802
Λέξεις-κλειδιά του συγγραφέα	1223
ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
Συγγραφείς	1099
Εμφανίσεις συγγραφέα	1346
Συγγραφείς εγγράφων με ένα συγγραφέα	35
Συγγραφείς εγγράφων με πολλούς συγγραφείς	1064
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ	
Έγγραφα με ένα συγγραφέα	50
Έγγραφα ανά συγγραφέα	0.329
Συγγραφείς ανά έγγραφο	3.04
Συν-συγγραφείς ανά έγγραφο	3.72
Index συνεργασίας	3.41

Πίνακας 3.18: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων ανά έτος

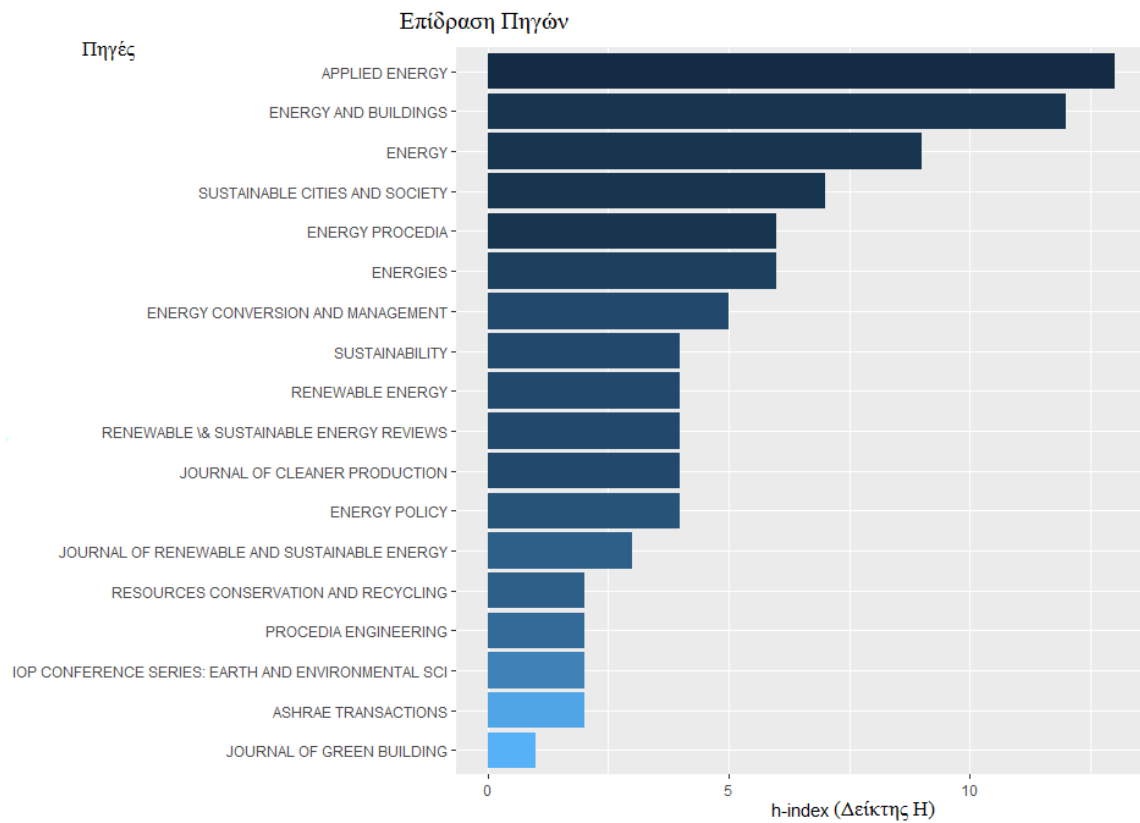


Πίνακας 3.19: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)

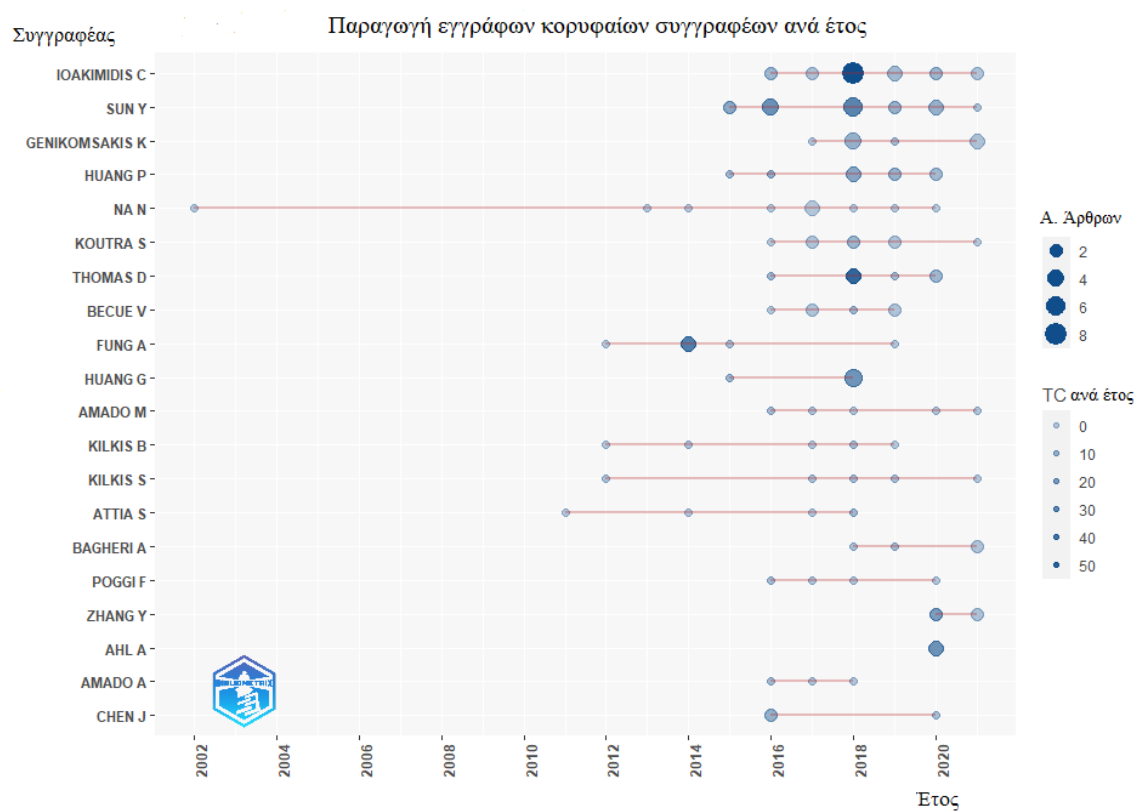
Πηγές	Άρθρα
APPLIED ENERGY	20
ENERGY	18
ENERGY AND BUILDINGS	18
SUSTAINABILITY	14
ENERGIES	12
SUSTAINABLE CITIES AND SOCIETY	8
ENERGY CONVERSION AND MAN- AGEMENT	7
ENERGY PROCEDIA	7

ENERGY POLICY	6
ASHRAE TRANSACTIONS	5
IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE	5
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	5
JOURNAL OF GREEN BUILDING	4
PROCEEDINGS OF 33RD PLEA INTERNATIONAL CONFERENCE: DESIGN TO THRIVE PLEA 2017	4
RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	4
RENEWABLE ENERGY	4
JOURNAL OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY	3
LECTURE NOTES IN ELECTRICAL ENGINEERING	3
PROCEDIA ENGINEERING	3
RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	3

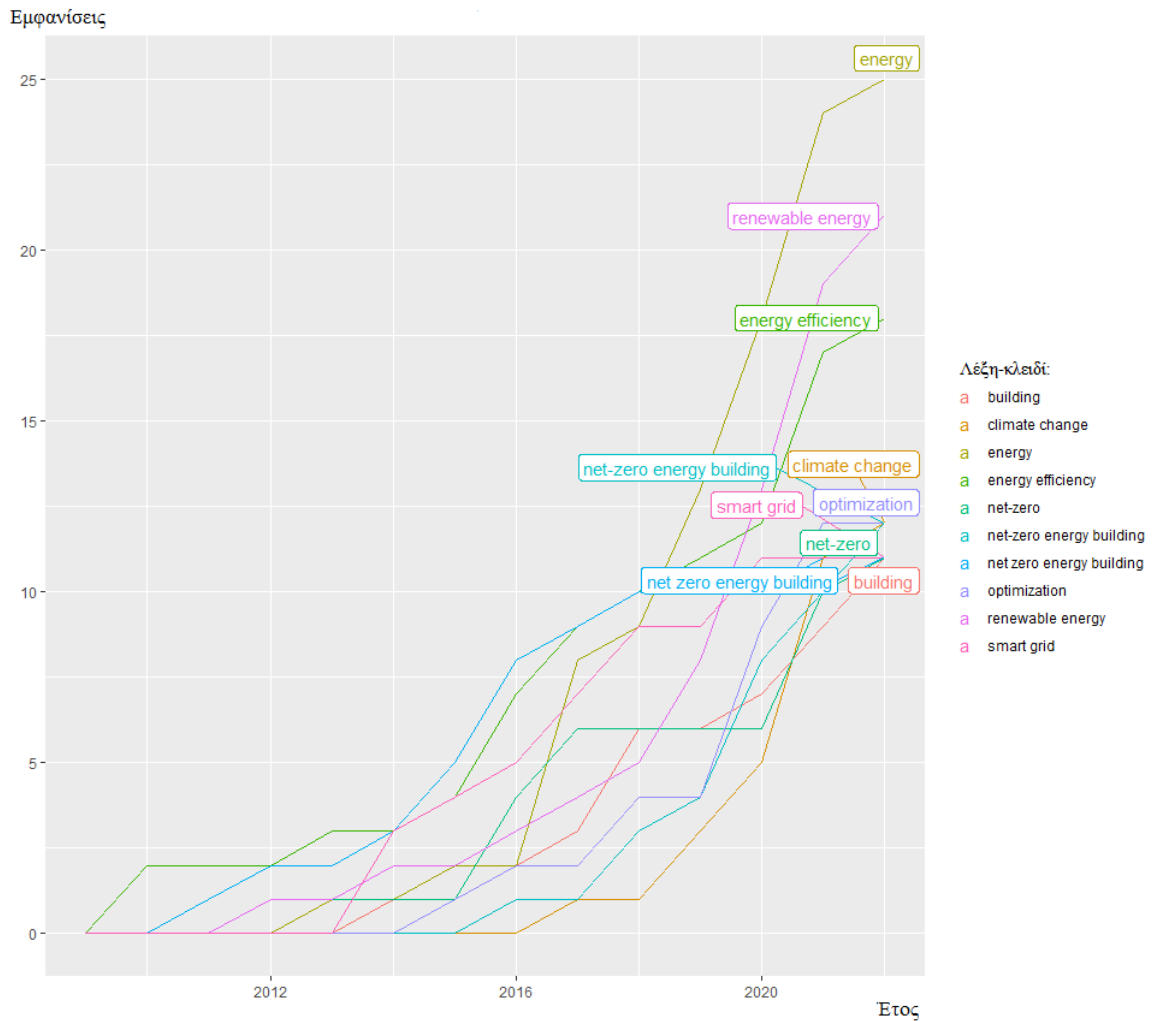
Πίνακας 3.20: Επίδραση πηγών σύμφωνα με τον Δείκτη H (h-index)



Πίνακας 3.21: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος

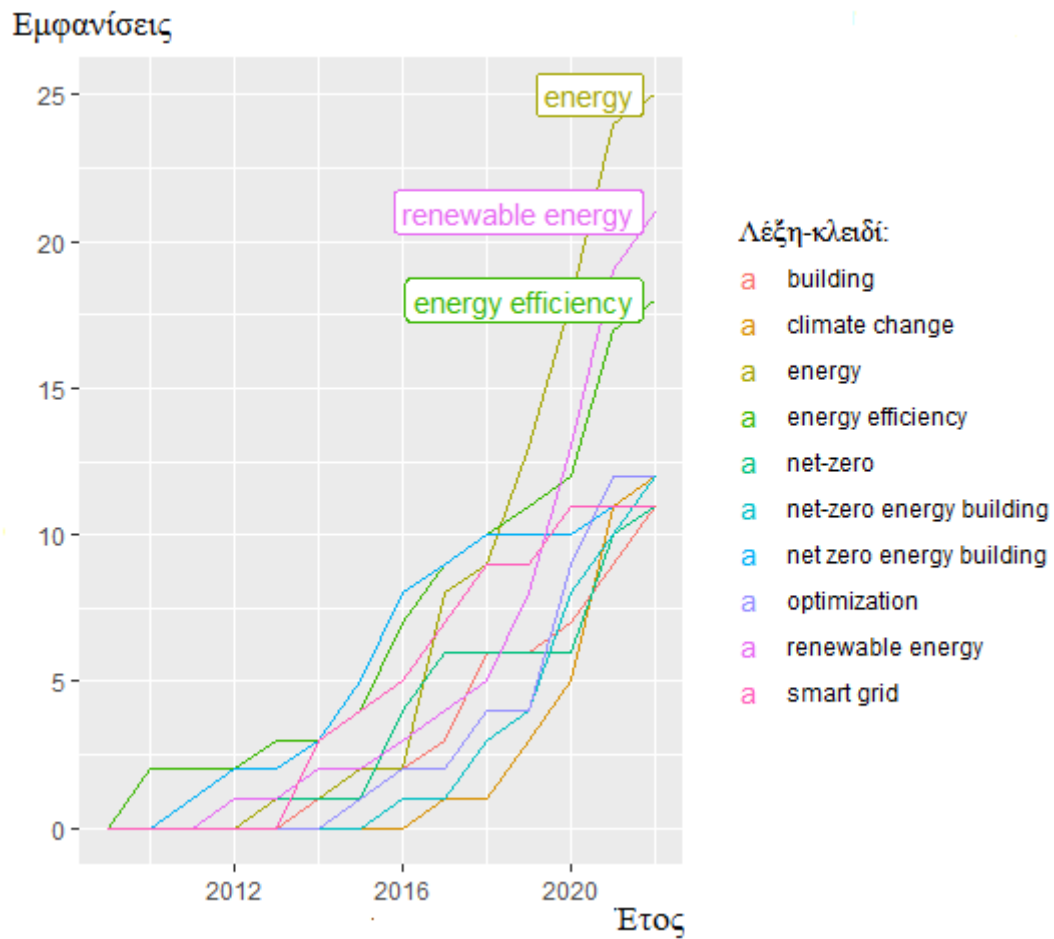


Πίνακας 3.22: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων



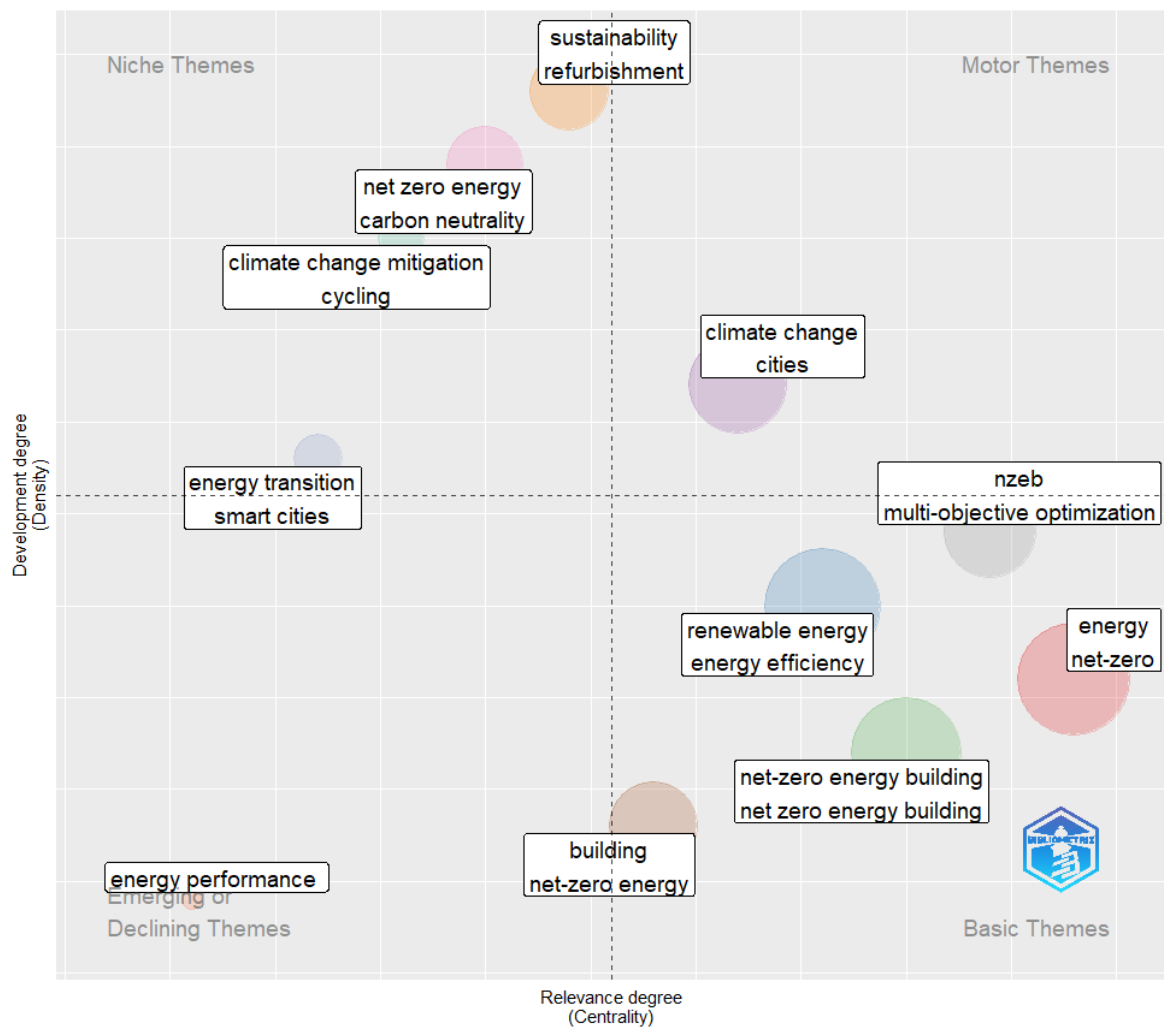
Όπου building: κτίριο, climate change: κλιματική αλλαγή, energy: ενέργεια, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, net-zero: η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται, net-zero energy building: κτίριο με μηδενικές εκπομπές άνθρακα, optimization: βελτιστοποίηση, renewable energy: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, smart grid: έξυπνο ενεργειακό δίκτυο.

Πίνακας 3.23: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων

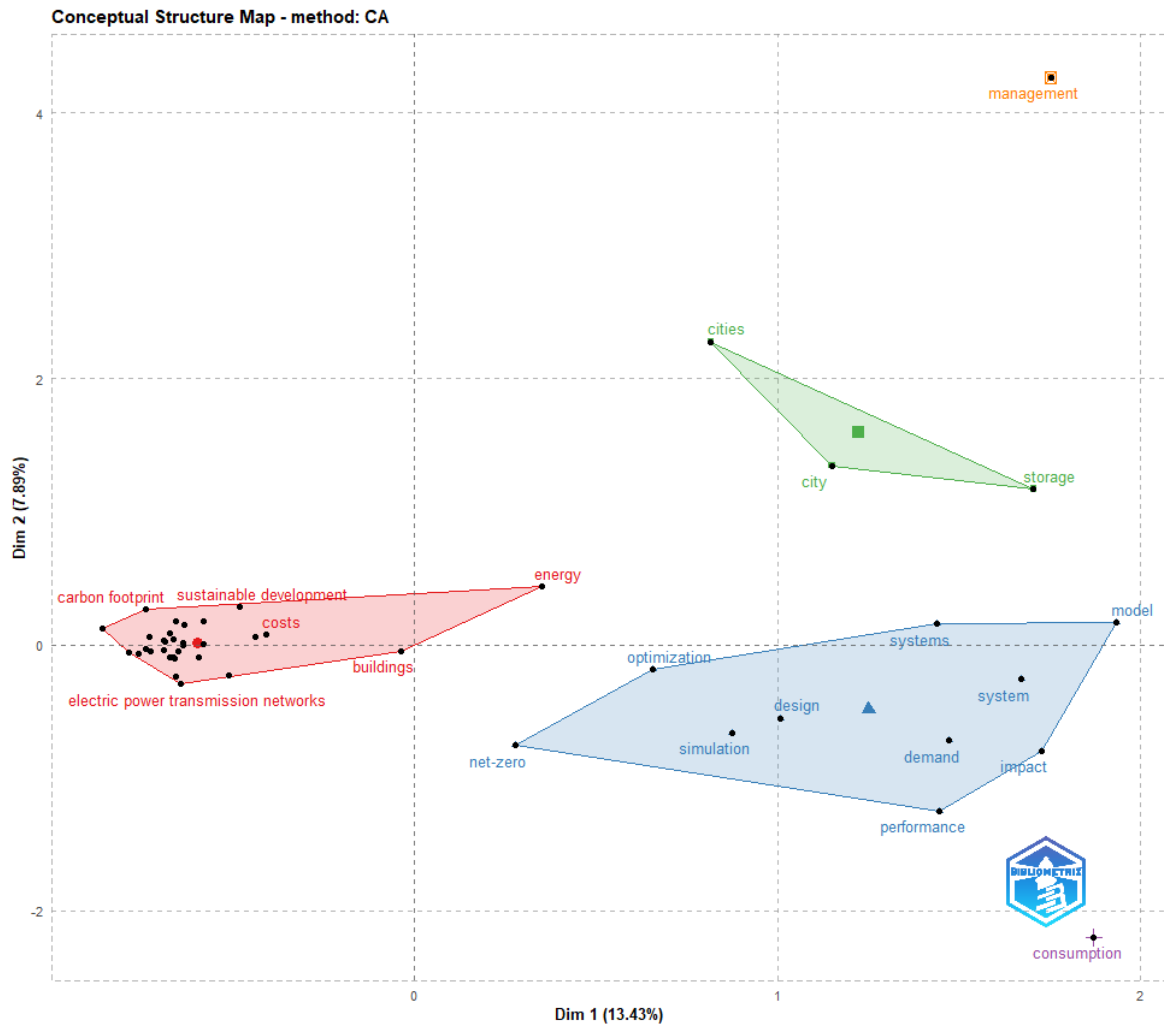


Όπου building: κτίριο, climate change: κλιματική αλλαγή, energy: ενέργεια, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, net-zero: η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται, net-zero energy building: κτίριο με μηδενικές εκπομπές άνθρακα, optimization: βελτιστοποίηση, renewable energy: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, smart grid: έξυπνο ενεργειακό δίκτυο.

Πίνακας 3.24: Θεματικός Χάρτης



Πίνακας 3.25: Εννοιολογικός Χάρτης



Γ. Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις-κλειδιά "net-zero" AND "city" AND "digital" («η ισορροπία μεταξύ άνθρακα που εκπέμπεται και άνθρακα που απορροφάται» ΚΑΙ «πόλη» ΚΑΙ «ψηφιακός»)

Λίγες μόνο έρευνες συζητούν το ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών για πόλεις ουδέτερες σε εκπομπές άνθρακα. Κυρίως εστιάζουν στο Internet of Things (IoT), στα ενεργειακά δίκτυα και στα έξυπνα κτίρια.

Δ. Αποτελέσματα αναζήτησης με την λέξη-κλειδί "climate-neutral cities" («κλιματικά ουδέτερες πόλεις»)

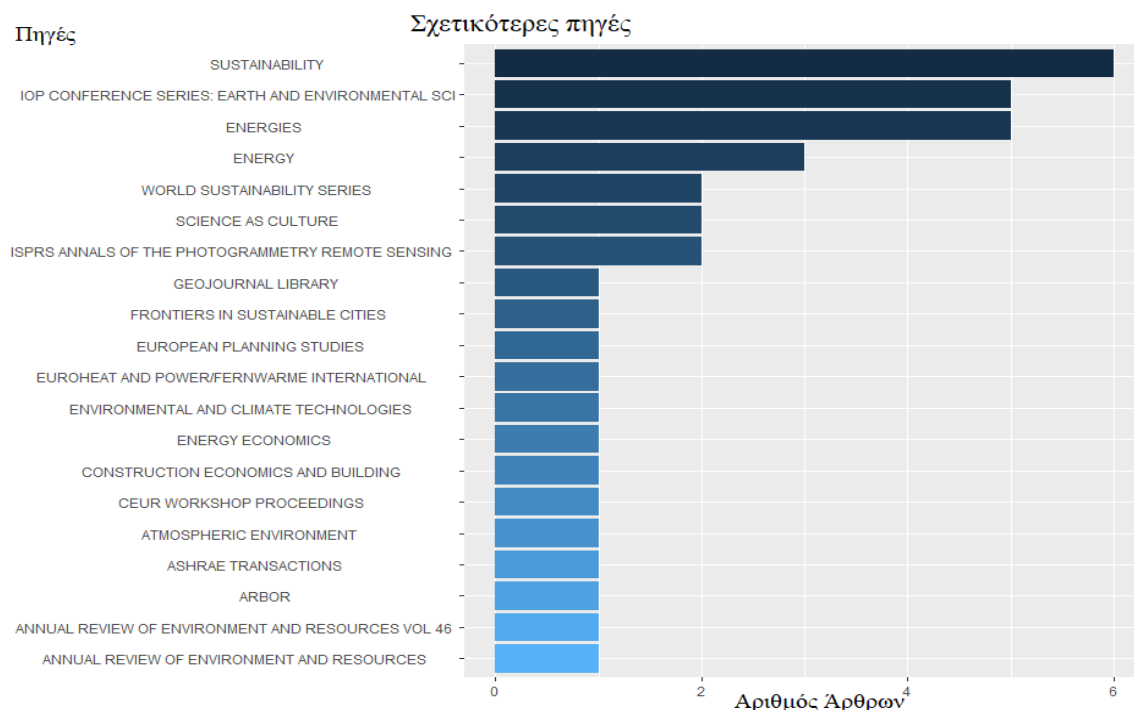
Τα άρθρα που προσδιορίστηκαν συσχετίζουν την αστική κλιματική ουδετερότητα με τη βιωσιμότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας στις πόλεις, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με τη μετάβαση της ενέργειας σε ανανεώσιμες πηγές και την οικολογική κινητικότητα.

Πίνακας 3.26: Αποτελέσματα αναζήτησης με την λέξη-κλειδί “climate-neutral cities” («κλιματικά ουδέτερες πόλεις»)

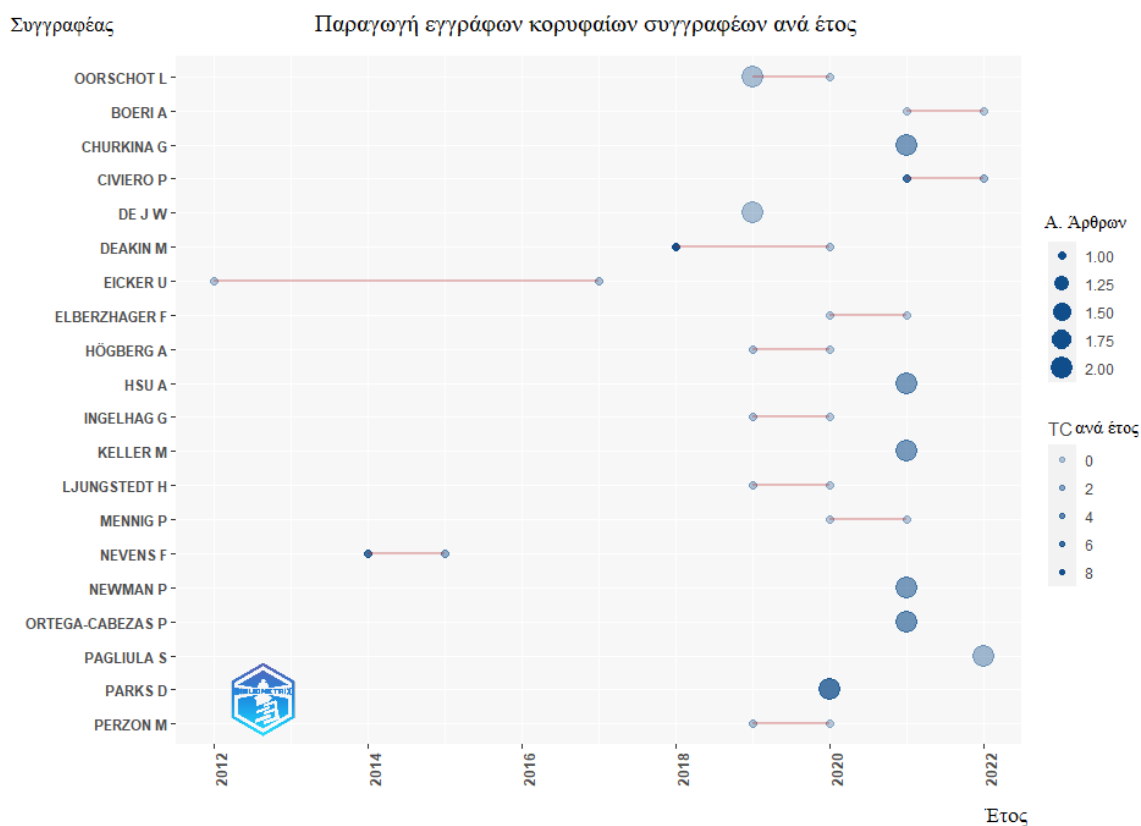
Περιγραφή	Αποτελέσματα
ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΕ-ΔΟΜΕΝΑ	
Χρονική περίοδος	2011:2022
Πηγές (Περιοδικά, Βιβλία, κ.λπ.)	39
Έγγραφα	57
Μέσος όρος ετών από τη δημοσίευση	2.74
Μέσος όρος αναφορών ανά έγγραφο	5.842
Μέσος όρος αναφορών ανά έτος ανά έγγραφο	1.251
Αναφορές	2742
ΤΥΠΟΙ ΕΓΓΡΑΦΩΝ	
Άρθρο	36
Κεφάλαιο βιβλίου	4
Έγγραφο διάσκεψης	13
Ανασκόπηση	2
Ανασκόπηση· κεφαλαίου βιβλίου	1
Σύντομη έρευνα	1
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΓΓΡΑΦΟΥ	
Λέξεις –κλειδιά	310
Λέξεις-κλειδιά του συγγραφέα	217

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	
Συγγραφείς	148
Εμφανίσεις συγγραφέα	175
Συγγραφείς εγγράφων με ένα μόνο συγγραφέα	9
Συγγραφείς εγγράφων με πολλούς συγγραφείς	139
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ	
Έγγραφα με ένα μόνο συγγραφέα	10
Έγγραφα ανά συγγραφέα	0.385
Συγγραφείς ανά έγγραφο	2.6
Συν-συγγραφείς ανά έγγραφο	3.07
Index συνεργασίας	2.96

Πίνακας 3.27: Αριθμός άρθρων ανά πηγή (επιστημονικό περιοδικό)

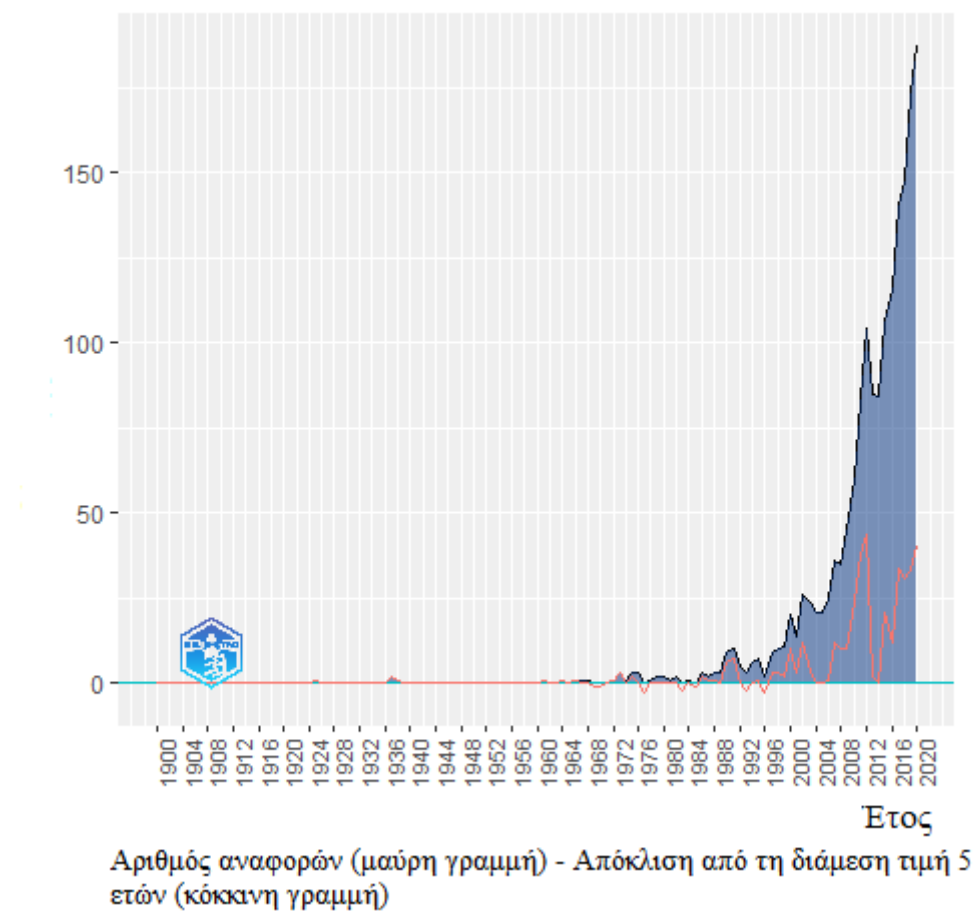


Πίνακας 3.28: Παραγωγή επιστημονικών εγγράφων κορυφαίων συγγραφέων ανά έτος

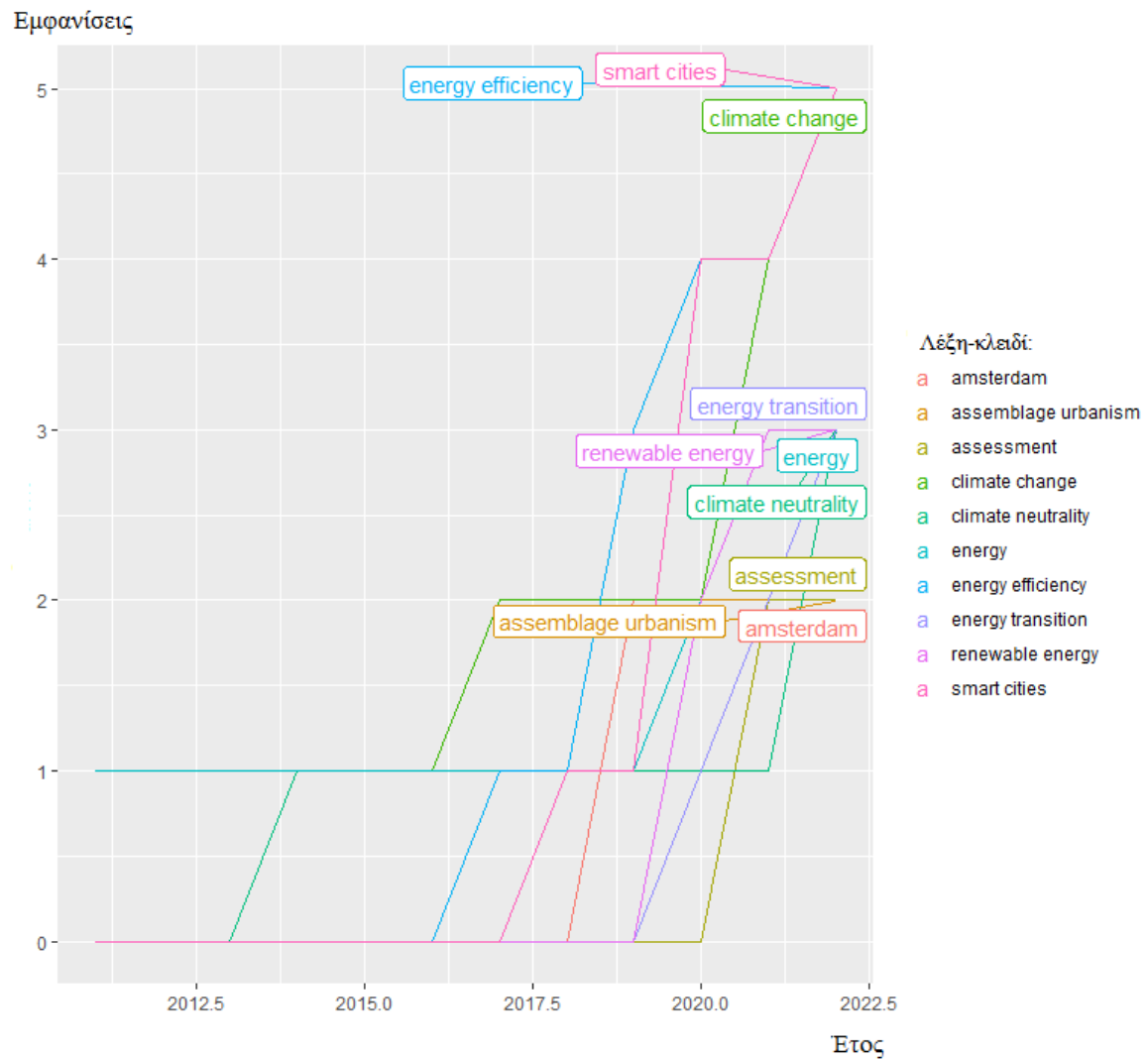


Πίνακας 3.29: Φάσμα δημοσιεύσεων αναφορών ανά έτος

Αναφορές Φάσμα Δημοσιεύσεων Αναφορών ανά Έτος



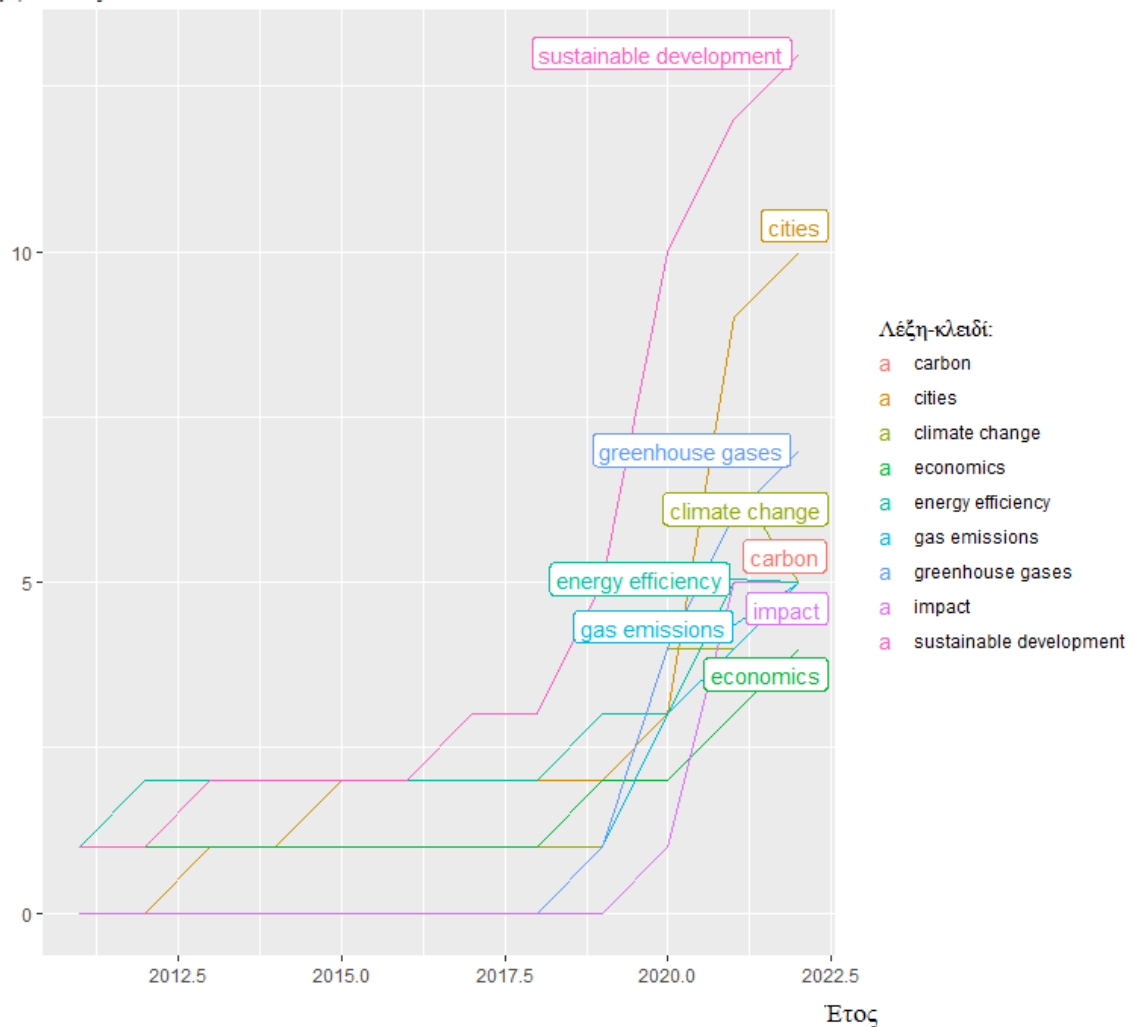
Πίνακας 3.30: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων



Όπου Amsterdam: Άμστερνταμ, assemblage urbanism: συγκεντρωτική αστικοποίηση, assessment: αξιολόγηση, climate change: κλιματική αλλαγή, climate neutrality: κλιματική ουδετερότητα, energy: ενέργεια, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, energy transition: ενεργειακή μετάβαση, renewable energy: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, smart cities: έξυπνες πόλεις.

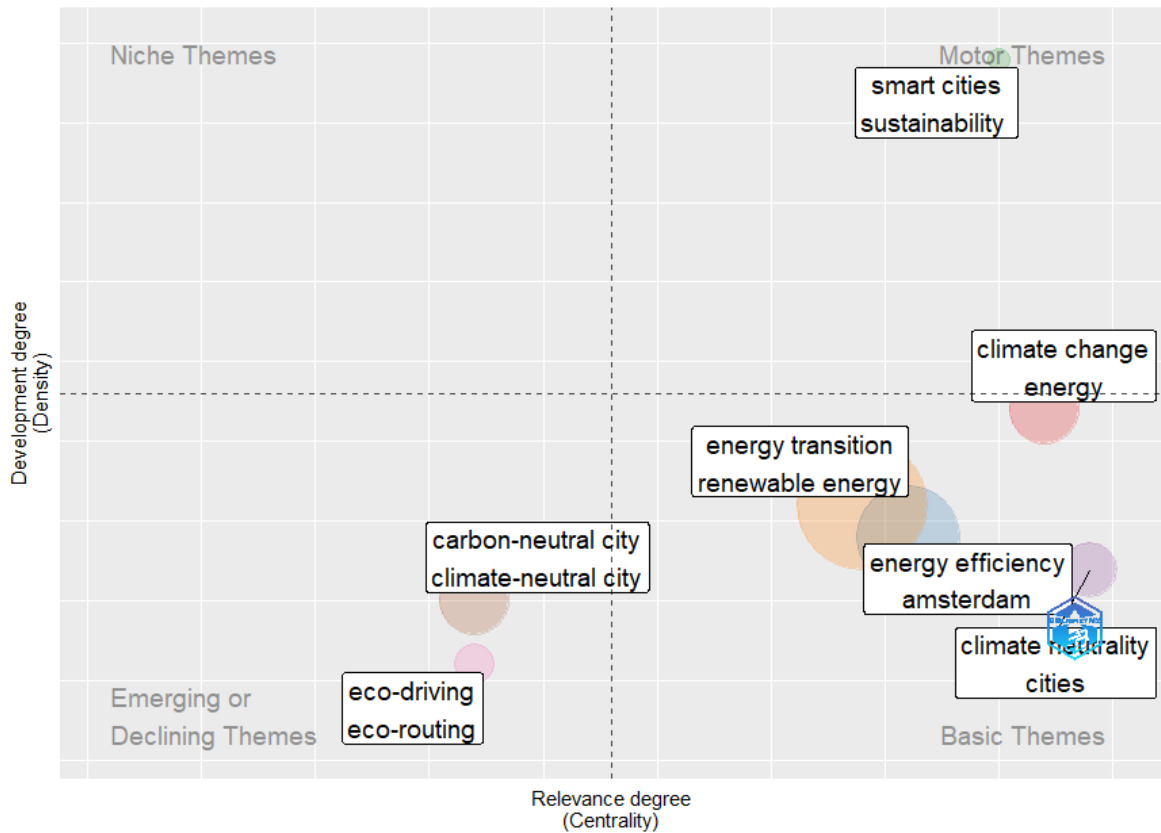
Πίνακας 3.31: Ετήσιες εμφανίσεις λέξεων-κλειδιών των κορυφαίων συγγραφέων

Εμφανίσεις



Όπου carbon: άνθρακας, cities: πόλεις, climate change: κλιματική αλλαγή, economics: οικονομικά, energy efficiency: εξοικονόμηση ενέργειας, gas emissions: εκπομπές αερίων, greenhouse gases: αέρια του θερμοκηπίου, impact: αντίκτυπος, sustainable development: βιώσιμη ανάπτυξη.

Πίνακας 3.32: Θεματικός Χάρτης



Ε. Αποτελέσματα αναζήτησης με τις λέξεις-κλειδιά “net-zero energy cities” AND “carbon-free cities” («πόλεις που παράγουν όση ενέργεια χρειάζονται» ΚΑΙ «πόλεις με μηδενικές εκπομπές άνθρακα»)

Ο συνδυασμός αυτών των λέξεων-κλειδιών δεν προσθέτει κάτι περισσότερο στην παραπάνω ανάλυση, μιας και τα άρθρα που εμφανίζονται είναι ίδια με όσα αναφέρονται παραπάνω.

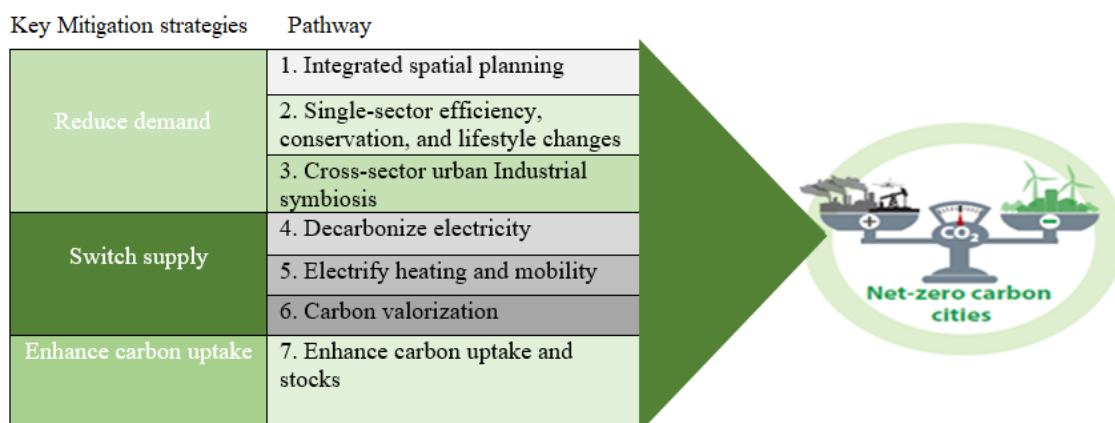
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΡΑΚΙΚΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

Μερικοί ριζικοί τρόποι απαλλαγής από τις ανθρακικές εκπομπές περιγράφονται παρακάτω και παρέχουν ένα ευρύ πλαίσιο για βαθιές και συστημικές αλλαγές, αλλά δεν ενσωματώνουν αστικές στρατηγικές για τη μείωση των απαιτήσεων των πόλεων σε ορυκτά καύσιμα. Η βελτίωση της εξοικονόμησης και η μείωση της ζήτησης που υποστηρίζονται από ένα ολοκληρωμένο χωροταξικό σχεδιασμό και μια δια-τομεακή αστική βιομηχανική συμβίωση, αποτελούν ορισμένες αντίστοιχες στρατηγικές επιλογές (Liu, Chen, Jiang, & Kaghembe, 2022; Seto et al., 2021).

4.1 Μείωση της αστικής ζήτησης για ενέργεια και υλικά

Το προσδιορισθέν πλαίσιο (εικόνα 4.7) συνδυάζει την αστική απόδοση και τη διατήρηση, τη μετατροπή των καυσίμων σε ηλεκτρική ενέργεια με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα τα ανανεώσιμα καύσιμα και υλικά, μεταξύ άλλων μέσω τεχνολογιών αξιοποίησης, και τη δέσμευση του άνθρακα, συμπεριλαμβανομένης της πράσινης υποδομής, η οποία μπορεί επίσης να μειώσει την ενεργειακή ζήτηση (Seto et al., 2021).

Εικόνα 4.7: Πλαίσιο για την αστική απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές



Πηγή: (Seto et al., 2021)

Μονοπάτι 1 – Ολοκληρωμένη Χωροταξία

Τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά της αστικής μορφής μπορούν να επηρεάσουν τις παραγόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου: η πυκνότητα, η χρήση της γης, η συνδεσιμότητα και η προσβασιμότητα. Συνεπώς, οι αποτελεσματικές στρατηγικές για τον μετριασμό της ζήτησης σε ένα αστικό περιβάλλον πρέπει να περιλαμβάνουν μέτρα διαχείρισης της

ζήτησης, όπως η συνεγκατάσταση κατοικιών με υψηλή πυκνότητα, η επίτευξη υψηλής ποικιλομορφίας και ενσωμάτωσης των χρήσεων της γης, η αύξηση της προσβασιμότητας και των επενδύσεων στις δημόσιες μεταφορές κ.λπ. (Seto et al., 2021).

Μονοπάτι 2 - Αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε τομέα χωριστά

Σε κάθε τομέα (κτίρια, μεταφορές και οχήματα, πράσινες υποδομές), οι νέες τεχνολογίες προσφέρουν ευκαιρίες για τη μείωση των απαιτήσεων πηγών ενέργειας, διατηρώντας ή βελτιώνοντας τη λειτουργία τους, αποτελώντας το δεύτερο μονοπάτι για την απαλλαγή από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που βασίζεται σε μια αποδοτική αστική μορφή (Μονοπάτι #1) (Seto et al., 2021).

Μονοπάτι 3 – Δια-τομεακή Αστική-Βιομηχανική Συμβίωση

Η αστική-βιομηχανική συμβίωση αναφέρεται στην ανταλλαγή αποβλήτων θερμότητας και υλικών σε διάφορους τομείς (βιομηχανίες, κτίρια και αστικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας (ύδρευση, αποχέτευση, απόβλητα, χώροι υγειονομικής ταφής κ.λπ.) στις πόλεις. Το οικο-βιομηχανικό πάρκο είναι ένα παράδειγμα, όπου πραγματοποιείται ανταλλαγή αποβλήτων και ενέργειας μεταξύ πολλαπλών βιομηχανικών εγκαταστάσεων παραγωγής εντός και γύρω από τις αστικές περιοχές όπως επίσης πραγματοποιείται και ανταλλαγή απορριπτόμενης θερμότητας μεταξύ του βιομηχανικού, του εμπορικού και του οικιστικού τομέα, συνήθως ως συστήματα τηλεθέρμανσης (Seto et al., 2021).

4.2 Μετατροπή της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε παροχή με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καύσιμα και υλικά

Μονοπάτι 4 – Η απαλλαγή της ηλεκτρικής ενέργειας από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα παρέχει ενέργεια και υλικά απαλλαγμένα από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στα κτίρια, στον φωτισμό, στην κινητικότητα και στη χρήση ελαφράς βιομηχανικής ενέργειας (Seto et al., 2021).

Μονοπάτι 5 - Ηλεκτροδότηση κινητικότητας και συστημάτων θέρμανσης και μαγειρέματος

Το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μπορεί να συμβάλει σε ένα μέλλον χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μόνο όταν οι πρωτογενείς αστικές δραστηριότητες (δηλαδή, η κινητικότητα, η θέρμανση και το μαγείρεμα κ.λπ.) μετατρέπονται σε ηλεκτρική ενέργεια με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου

του άνθρακα (δηλαδή, ηλεκτροκίνηση από ανανεώσιμες πηγές και συστήματα θέρμανσης/ψύξης) (Seto et al., 2021) (Liu, Chen, Jiang, & Kaghembega, 2022).

Μονοπάτι 6 - Ανανεώσιμα καύσιμα και υλικά μέσω της αξιοποίησης του διοξειδίου του άνθρακα

Η αξιοποίηση του διοξειδίου του άνθρακα είναι η διαδικασία που μετατρέπει το διοξείδιο του άνθρακα (σε όλες τις πιθανές μορφές: αέριο, υγρό και στερεά απόβλητα άνθρακα) σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας μέσω μιας σειράς τεχνολογιών (Seto et al., 2021).

Μονοπάτι 7 - Ενίσχυση της αστικής απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα και των αποθεμάτων

Η απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα εντός των ορίων της πόλης μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις εκπομπές του. Υπάρχουν δύο κύρια μονοπάτια για την άμεση απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα στις πόλεις. Το πρώτο είναι η ανθρακοποίηση του τσιμέντου που περιέχει υλικά, όταν το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα αντιδρά με το οξείδιο του ασβεστίου (CaO) στο σκυρόδεμα για να σχηματίσει ασβεστίτη (CaCO₃). Η ανθρακοποίηση είναι μια αργή διαδικασία σε αντίθεση με την πύρωση, η οποία χρησιμοποιείται στην παραγωγή τσιμέντου. Το δεύτερο μονοπάτι είναι η φωτοσυνθετική απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από τα φυτά (Seto et al., 2021).

4.3 Ο ρόλος των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Το πλαίσιο και τα πρωτόκολλα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως τονίζουν τον ρόλο του χώρου, των πολιτικών και του φυσικού περιβάλλοντος στην απαλλαγή από τις ανθρακικές εκπομπές και δεν χρησιμοποιούν τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) καθώς και τις αρχές των Έξυπνων Βιώσιμων Πόλεων για μια πόλη με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Εκτός από τα έξυπνα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, δεν δίνεται άλλη έμφαση. Από αυτήν την άποψη, είναι σημαντικό να εξεταστούν άλλα τεχνολογικά παραδείγματα που μπορούν να συμβάλουν στη δημιουργία πόλεων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα:

- **Μετρήσεις με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** το Internet of Things (IoT), τα drones, οι φορητές και κινητές συσκευές μπορούν να

προσφέρουν ακόμη και σε πραγματικό χρόνο ανίχνευση και crowdsensing (μια τεχνική όπου μια μεγάλη ομάδα ατόμων που έχουν κινητές συσκευές ικανές να ανιχνεύουν και να υπολογίζουν, μοιράζονται συλλογικά δεδομένα και μπορούν να εξαγάγουν πληροφορίες για τη μέτρηση, την ανάλυση, την εκτίμηση ή να συμπεράνουν (προβλέψουν) οποιεσδήποτε διαδικασίες κοινού ενδιαφέροντος). Έτσι, μέσω αυτών, μπορούν να υπολογιστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (και άλλων) και να μετρηθεί η συστημική απόδοση κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων χρονικών περιόδων. Οι μετρήσεις μπορούν να τηρούν μία ή περισσότερες από τις προοπτικές της (εικόνας 2.5β) για να απεικονίσουν την απόδοση μηδενισμού των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα συγκεκριμένων περιοχών, τομέων ή ακόμη και διαδικασιών.

- **Ηλεκτρική κινητικότητα βάσει των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** τα έξυπνα συστήματα μεταφορών μπορούν να ενσωματώσουν τέτοιου είδους τεχνολογίες (αισθητήρες, πλατφόρμες, συστήματα κοινής χρήσης, αυτόνομα συστήματα κ.λπ.) με ηλεκτρικά οχήματα και να μεγιστοποιήσουν την εξοικονόμηση ενέργειας στην ικανοποίηση των απαιτήσεων και στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών.
- **Εξοικονόμηση ενέργειας με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μία από τις προοπτικές που έχουν προσδιοριστεί στην (εικόνα 2.5β) για τα αστικά συστήματα και τις υπηρεσίες, και οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη μεγιστοποίηση αυτής της εξοικονόμησης.
- **Τεχνολογίες αιχμής των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (δηλαδή, Artificial Intelligence (Τεχνητή Νοημοσύνη), Internet-of-Things (IoT), 5G, Τεχνολογίες Καθαρής Ενέργειας, Digital Twin (Ψηφιακό Δίδυμο), Ρομποτική, Space 2.0, Digitalization and bigdata (ψηφιοποίηση και μεγάλα δεδομένα), Blockchain κ.λπ.) (International Telecommunications Union (ITU), 2020).
- **Εξοικονόμηση ενέργειας των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** τα συστήματα ΤΠΕ πρέπει επίσης να μπορούν να εξοικονομούν ενέργεια, δεδομένου ότι τεχνολογίες όπως το blockchain, η τεχνητή νοημοσύνη, τα αυτόνομα οχήματα, τα κέντρα δεδομένων κ.λπ. απαιτούν αυξημένες ποσότητες ενέργειας. Η ο-

μάδα εστίασης της Διεθνούς Ένωσης Τηλεπικοινωνιών (ITU) που αφορά στην περιβαλλοντική αποδοτικότητα της τεχνητής νοημοσύνης και άλλων αναδυόμενων τεχνολογιών (FG-AI4EE) ανέλυσε διάφορους τομείς και αποκάλυψε χρήσιμα ευρήματα ακόμη και για την καθιέρωση συστημάτων και υπηρεσιών που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) τα οποία μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια.

- **Δραστηριότητες που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ):** διαδικτυακές υπηρεσίες για την αποφυγή φυσικών συναλλαγών· έξυπνη εργασία, τηλεδιάσκεψη και τηλε-εκπαίδευση· εγκατάσταση και χρήση μηχανημάτων γραφείου που εξοικονομούν ενέργεια· εγκατάσταση και χρήση πράσινων κέντρων δεδομένων· εφαρμογή οικοδομικών συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης (Building Energy Management Systems - BEMS) (International Telecommunications Union (ITU), 2012).

4.4 Άλλα μέτρα για τη δημιουργία πόλεων με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Πέραν των μονοπατιών που παρουσιάστηκαν προηγουμένως για πόλεις με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και του ρόλου των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), ορισμένα επιπλέον μέτρα που έχουν αναπτυχθεί εντός των πόλεων αφορούν:

Ευαισθητοποίηση της κοινότητας: η ευαισθητοποίηση απαιτεί εκτεταμένες και επιτυχημένες προσπάθειες επικοινωνίας, οι οποίες πρέπει να ακολουθούν σύγχρονες μεθόδους όπως τα παιχνίδια, η προσομοίωση, η διάρθρωση των συνελεύσεων των πολιτών κλπ. (Creutzig & Karpeier, 2020). Επιπλέον, η κινητοποίηση της κοινότητας μέσω της κυκλικής οικονομίας και των ατομικών αποταμιεύσεων μπορούν να συμβάλουν στην κοινωνική δέσμευση.

- **Απόκτηση γνώσης σχετικά με την απαλλαγή των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα:** η κοινότητα πρέπει να συνειδητοποιήσει το πλαίσιο της μετάβασης από τη ζωή με ορυκτά καύσιμα σε μια ζωή χωρίς άνθρακα και αυτός ο μετριασμός του άνθρακα υπερβαίνει την πολιτική και την τεχνολογία, και απαιτεί αλλαγές συμπεριφοράς (δηλαδή, αποφυγή αυτοκινήτων, κηπουρική κλπ.). Η εκπαίδευση της κοινότητας αποτελεί πρόκληση, η οποία θα πρέπει να επικεντρωθεί τόσο στη μείωση της

ενεργειακής ζήτησης όσο και στην ενεργειακή ευελιξία (Shimoda et al., 2020). Το ISO/DIS 14066 (ISO), για παράδειγμα, ασχολείται με τις απαιτήσεις επάρκειας σχετικά με την επικύρωση και την επαλήθευση των περιβαλλοντικών πληροφοριών και έχει παραδώσει το «ISO14066:2011 Αέρια θερμοκηπίου - Απαιτήσεις επάρκειας για ομάδες επικύρωσης αερίων θερμοκηπίου και ομάδες επαλήθευσης».

4.5 Περιπτώσεις χρήσης (use cases)

Η ανάλυση αρκετών περιπτώσεων χρήσης παγκοσμίως αποφέρει τα ακόλουθα αποτελέσματα από την εφαρμογή των ανωτέρω (Seto et al., 2021):

A. Οι πόλεις οι οποίες ενδείκνυνται για μετακίνηση με τα πόδια στο κέντρο τους είναι λιγότερο δεκτικές στην εγκατάσταση ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων (PV), αλλά είναι ιδανικές για ενεργητικές μεταφορές με τα πόδια και για μετακίνηση με μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα), καθώς και για βιοφιλική αστικοποίηση με τη μορφή πράσινων στεγών και πράσινων τοίχων. Αυτή η περίπτωση χρήσης (use case) περιλαμβάνει δύο στοιχεία, αφενός την ενεργή μετακίνηση με δυνατότητα μεταφοράς με τα πόδια και με μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα) και αφετέρου την βιοφιλική αστικοποίηση.

- **Ενεργή μετακίνηση (με τα πόδια)**

Οι ενεργητικές μεταφορές, συμπεριλαμβανομένης της βάδισης, προάγουν την υγεία και υποστηρίζουν τη βιώσιμη διαβίωση. Το δομημένο περιβάλλον διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία συνοικιών φιλικών προς τους πεζούς. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που μπορούν να διευκολύνουν τη μεταφορά με τα πόδια γύρω από τις κατοικίες είναι οι ιδιαίτερα συνδεδεμένοι δρόμοι, η υψηλή πυκνότητα πληθυσμού, η μικτή χρήση της γης, η καλή πρόσβαση σε προορισμούς και η παροχή πεζοδρομίων. Οι προορισμοί και η ποικιλομορφία των προορισμών φαίνεται να συνδέονται θετικά με το περπάτημα. Τα χαρακτηριστικά των συνοικιών που παρέχουν υψηλή δυνατότητα για βάδιση και ενθαρρύνουν το περπάτημα περιλαμβάνουν υψηλή συνδεσιμότητα οδών, υψηλή ποικιλομορφία προορισμών και υψηλή οικιστική πυκνότητα (Gunn et al., 2017). Στο ίδιο άρθρο, η μελέτη που διεξήχθη στη Μελβούρνη της Αυστραλίας δείχνει ότι οι πιθανότητες κάθε καθημερινής μεταφοράς με τα πόδια ήταν 5,85 φορές υψηλότερες, και για κάθε «γειτονιά» που ενδείκνυται για μετακινήσεις με τα πόδια ήταν 8,66 φορές υψηλότερη, για τους κατοίκους των οποίων τα κοντινότερα κέντρα δραστηριότητας ήταν ιδιαίτερα περπατήσιμα σε σύγκριση με εκείνους που ζουν κοντά σε κέντρα δραστηριότητας με μικρότερη δυνατότητα βάδισης. Επιπλέον, σύμφωνα με

τους (Grasser, Titze, & Stronegger, 2016) ...«η δυνατότητα μετακίνησης με τα πόδια ορίστηκε ως «ο βαθμός στον οποίο τα χαρακτηριστικά του δομημένου περιβάλλοντος και της χρήσης γης μπορούν ή όχι να είναι ευνοϊκά για τους κατοίκους της περιοχής ώστε να περπατούν είτε για αναψυχή, είτε για άσκηση, είτε για πρόσβαση σε υπηρεσίες, είτε για να φτάσουν στην εργασία τους (Leslie et al., 2007)».

Όπως αναφέρει ο (Newman, 2020) στο άρθρο του με τίτλο «ΚΟΡΩΝΟΙΟΣ, ΠΟΛΕΙΣ και ΚΛΙΜΑ: Ιστορικό προηγούμενο και πιθανές μεταβάσεις για τη Νέα Οικονομία», «Τα οφέλη των ενεργητικών μεταφορών είναι πολύ υψηλά, και αν διευκολυνθεί η τοπική οικονομική ανάπτυξη, τότε οι ενεργητικές μεταφορές μπορούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα για την εξάλειψη της φτώχειας. Η χρήση των δρόμων από τους ανθρώπους για περπάτημα και ποδηλασία ήταν τόσο δημοφιλής κατά τη διάρκεια της πανδημίας, που πολλές πόλεις άρχισαν να κλείνουν τους δρόμους για τα αυτοκίνητα και να κατασκευάζουν μεγάλους ποδηλατόδρομους, κατάλληλους και για μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα). Το γεγονός αυτό ενδέχεται να αποτελέσει υψηλή προτεραιότητα στην περίοδο ανάκαμψης, όπως στο Λονδίνο και το Παρίσι. Το Λονδίνο έχει θέσει ως στόχο την αύξηση των ενεργητικών μεταφορών κατά δέκα φορές μετά την πανδημία. Το Παρίσι, έχει δεσμευτεί να τροποποιήσει το κέντρο του έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση σε αυτό μέσα σε 15 λεπτά με ποδήλατο μέχρι το 2024. Οι τοπικές υπηρεσίες θα μετεγκατασταθούν και θα βελτιωθούν οι υποδομές ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση με ποδήλατο μέσα σε 15 λεπτά. Λωρίδες στάθμευσης θα παραχωρηθούν σε ποδηλατόδρομους και λωρίδες διέλευσης που θα είναι ενσωματωμένες σε κοινόχρηστα μονοπάτια, θα επιτρέπουν την παροχή περισσότερων αστικών υπηρεσιών σε τοπικό επίπεδο».

- **Μετακίνηση με μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα)**

Η μικροκινητικότητα είναι ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος όρος για τα μέσα μεταφοράς χαμηλής ταχύτητας που βασίζονται στη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Συνήθως είναι ιδιωτικά οχήματα πολύ μικρών διαστάσεων, όπως τα ηλεκτρικά σκούτερ. Ωστόσο, οι τύποι οχημάτων που περιλαμβάνονται στον όρο της μικροκινητικότητας διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρικά ποδήλατα περιλαμβάνονται σε αυτόν τον ορισμό στις ΗΠΑ, αλλά στην Ιταλία, η μικροκινητικότητα συνήθως αναφέρεται σε μικρές ηλεκτρικές συσκευές, αποκλείοντας έτσι τα ηλεκτρικά ποδήλατα. Η χρήση αυτού του τύπου οχημάτων, κυρίως για μικρές αποστάσεις, προωθείται μέσω νέων υπηρεσιών κοινής χρήσης, όπως η

κοινή χρήση ποδηλάτων ή η κοινή χρήση ηλεκτρικών σκούτερ (Fazio, Giuffrida, Le Pira, Inturri, & Ignaccolo, 2021).

Η μικροκινητικότητα ως γενικός τρόπος μεταφοράς παρουσιάζει διαφορές σε κάθε περιοχή, χώρα, ακόμα και πόλη, όπως η διαθεσιμότητα και η χρήση: Στην Ασία, για παράδειγμα, τα e-mopeds (τύπος μοτοποδηλάτου) είναι αρκετά δημοφιλή, όπως είναι τα ηλεκτρικά σκούτερ στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Στην Ευρώπη, τα παραδοσιακά ποδήλατα και τα ηλεκτρικά ποδήλατα είναι αρκετά δημοφιλή. Στις ΗΠΑ, τα παραδοσιακά ποδήλατα άρχισαν να χρησιμοποιούνται ξανά τα τελευταία χρόνια, ενώ τα ηλεκτρικά ποδήλατα κερδίζουν σε δημοτικότητα. Δεν προκαλεί έκπληξη, δοθείσης της μακράς ιστορίας του, το γεγονός ότι το ποδήλατο παραμένει, μακράν, ο κυρίαρχος τρόπος μεταφοράς των κατοίκων μιας πόλης. Στην Κίνα, η χρήση του ποδηλάτου επισκιάζεται μόνο από τα e-mopeds. Η Ολλανδία, η Δανία και η Γερμανία είναι οι ηγέτες στη χρήση ποδηλάτων. Στη συνολική χρήση μικρών οχημάτων, οι κάτοικοι της Κίνας χρησιμοποιούν τέτοιου είδους οχήματα πιο συχνά από ότι οι κάτοικοι σε οποιαδήποτε άλλη χώρα. Τέλος, η Γαλλία ηγείται των ευρωπαϊκών χωρών στη χρήση ηλεκτρικών σκούτερ. (Lang, Schellong, Hagenmaier, Herrmann, & Hohenreuther, 2022).

- **Βιοφιλική αστικοποίηση**

Η έννοια της βιοφιλικής αστικοποίησης έρεται στη «χρήση των φυσικών στοιχείων ως σκόπιμων χαρακτηριστικών σχεδιασμού στα αστικά τοπία για την αντιμετώπιση των ζητημάτων κλιματικής αλλαγής στις ταχέως αναπτυσσόμενες οικονομίες. Παραδείγματα επιτυχημένων βιοφιλικών πόλεων είναι:

- Το Πόρτλαντ (Πολιτική/Πρόγραμμα: Πολιτική πράσινων δρόμων, Βιοφιλικό στοιχείο: Πράσινος δρόμος)
- Το Σικάγο (Πολιτική/Πρόγραμμα: Millennium park, Βιοφιλικό στοιχείο: Αστικό Πάρκο)
- Το Τορόντο (Πολιτική/Πρόγραμμα: Καταστατικό νόμου για πράσινες στέγες, Βιοφιλικό στοιχείο: Πράσινες στέγες)
- Το Βερολίνο (Πολιτική/Πρόγραμμα: Παράγοντας Περιοχής Βιοτόπων, Βιοφιλικό στοιχείο: Πράσινες στέγες, Πράσινοι τοίχοι, Κοινοτικοί κήποι)
- Η Σιγκαπούρη (Πολιτική/Πρόγραμμα: Κήπος Πόλης, Πόλη σε κήπο, Βιοφιλικό στοιχείο: Πράσινες στέγες, Πράσινοι τοίχοι, Δέντρα στους δρόμους, Συνδέσεις πάρκων).

Η βιοφιλική αστικοποίηση αντιπροσωπεύει την ιδέα της ενσωμάτωσης της αστικής φύσης στις πόλεις και προσφέρει μια σχεδιαστική αρχή για την ενημέρωση της σκόπιμης και λειτουργικής χρήσης φυσικών ή «βιοφιλικών» στοιχείων, όπως πάρκα πόλης και «τσέπης», γραμμικός πράσινος χώρος, και πράσινες στέγες και τείχη στο δομημένο περιβάλλον» (el-Baghdadi & Desha, 2017).

B. Οι άξονες της πόλης είναι πιο κατάλληλοι για φωτοβολταϊκά συστήματα με μπαταρίες και ιδανικοί για τη μεταφορά, τη μετακίνηση με μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα) και την ενεργή μετακίνηση. Έχουν επίσης κάποιες δυνατότητες να εφαρμόσουν κυκλική οικονομία. Αυτή η περίπτωση χρήσης (use case) περιλαμβάνει τρία στοιχεία, τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τη μετακίνηση με μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα), η οποία εξηγείται ανωτέρω καθώς και την κυκλική οικονομία.

- **Φωτοβολταϊκά συστήματα**

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα είναι συστήματα τα οποία μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να απαιτείται σημείο σύνδεσης. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι απλά στο σχεδιασμό, αρθρωτά στη φύση, απαιτούν λίγη συντήρηση και είναι αυτόνομα (Pandey et al., 2016). Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να είναι καλύτερα από άλλους τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επειδή είναι αθόρυβα κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, δεν παράγουν άμεση ατμοσφαιρική ρύπανση και εξαρτώνται μόνο από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ενέργεια θεωρείται ως η πλέον υποσχόμενη πηγή ανανεώσιμης ενέργειας και αναμένεται να αποτελέσει τα θεμέλια μιας βιώσιμης οικονομίας, καθώς το ηλιακό φως είναι ανεξάντλητο (Ma, Yang, & Lu, 2014). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτόνομα συστήματα ή συστήματα συνδεδεμένα με το ενεργειακό δίκτυο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην άντληση νερού, στη φόρτιση μπαταριών, στις προμήθειες οικιακής ενέργειας, στο φωτισμό του δρόμου, στην ψύξη, στα συστήματα θέρμανσης πισίνας, στα υβριδικά οχήματα, στις τηλεπικοινωνίες, στο στρατιωτικό χώρο και στα δορυφορικά συστήματα παραγωγής ενέργειας καθώς και στην παραγωγή υδρογόνου (Lupangu & Bansal, 2017). Η ηλιακή ενέργεια είναι ο κύριος τύπος ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής (ΗΠΑ), ενώ υπάρχει η πιθανότητα η παραγωγή ηλιακής ενέργειας να μπορεί να υπερβαίνει σε μεγάλο βαθμό το σύνολο της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με το Μεγάλο Σχέδιο Ηλιακής Ενέργειας (Solar Grand Plan), οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής αποσκοπούν στο να καλύψουν με φωτοβολταϊκά συστήματα το 69% της ενεργειακής ζήτησης μέχρι το 2050. Αυτό θα συμβάλει

στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 60% σε σχέση με τα επίπεδα του 2005. Η Κίνα έχει άφθονη ηλιακή ενέργεια. Επί του παρόντος, οι εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας σε οικιακό επίπεδο περιλαμβάνουν κυρίως ηλιακές σόμπες, ηλιακούς θερμοσίφωνες και παθητικά ηλιακά σπίτια (δηλαδή σπίτια που χρησιμοποιούν απευθείας την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση και ψύξη, χωρίς τη βοήθεια μηχανικών ή ηλεκτρονικών μέσων). Η Ινδία διαθέτει επίσης άφθονη ηλιακή ενέργεια. Επί του παρόντος, η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για θερμοσίφωνες μιας και η βιομηχανία φωτοβολταϊκών στην Ινδία μόλις ξεκίνησε. Η Εθνική Ηλιακή Αποστολή Jawaharlal Nehru (The Jawaharlal Nehru National Solar Mission) έχει ξεκινήσει για να τονώσει την ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής ενέργειας και αναμένεται ότι 20 GW ισχύος θα παράγονται από φωτοβολταϊκά συστήματα έως το 2022. Στην Αυστραλία, μέχρι το τέλος του 2014, σχεδόν 1,4 εκατομμύρια σπίτια είχαν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά συστήματα. Η Γερμανία έχει τον υψηλότερο αριθμό εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών συστημάτων στον κόσμο και έχει ως στόχο η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα να φτάσει τα 52 GW έως το 2020. Τον Σεπτέμβριο του 2012, η Καινοτόμος Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Στρατηγική (Innovative Energy and Environment Strategy) διερευνήθηκε από την ιαπωνική κυβέρνηση. Ο κύριος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του μεριδίου παραγωγής πυρηνικής ενέργειας. Αυτό θα αυξήσει τη χρήση όλων των μορφών ανανεώσιμης ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή. Το πρόγραμμα «feed-in-tariff», μια πολιτική που αποσκοπεί στην υποστήριξη της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με την παροχή εγγυημένης τιμής, πάνω από την τιμή της αγοράς για τους παραγωγούς ενέργειας, που άρχισε τον Ιούλιο του 2012 έχει σημαντική συμβολή στην ανάπτυξη των εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών συστημάτων (Lai et al., 2017).

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, ωστόσο, δεν μπορούν πάντα να παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε πιθανή ανισορροπία στην παραγωγή και τη ζήτηση, ιδίως σε περιόδους αιχμής, όπου η ζήτηση ενέργειας είναι πολύ υψηλή και η ενέργεια που απαιτείται είναι μεγαλύτερη από αυτή που παράγεται και αντίστροφα, σε περιόδους με χαμηλή ζήτηση όπου τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν περισσότερη ενέργεια από την απαιτούμενη. Λόγω της απρόβλεπτης και ακανόνιστης φύσης της, η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα καθιστά δύσκολη τη διαχείριση του ενεργειακού δικτύου.

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις για τα φωτοβολταϊκά συστήματα παραμένει η αντιστοίχιση της παραγωγής ενέργειας με τη ζήτηση ισχύος. Κατά συνέπεια, η συμβολή φωτοβολταϊκών συστημάτων στο ενεργειακό δίκτυο είναι περιορισμένη.

Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα μπορεί να είναι η προσθήκη ενός στοιχείου αποθήκευσης ενέργειας. Συσκευές αποθήκευσης όπως οι μπαταρίες, βοηθούν διαλείπουσες πηγές όπως η ενέργεια που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα, να αντιμετωπίσουν την έγκαιρη ζήτηση και να προσθέσουν ευελιξία στη διαχείριση ενέργειας (Lurangu & Bansal, 2017). Περίπου το 21% των σπιτιών στην Αυστραλία, δηλαδή περίπου 2,5 εκατομμύρια σπίτια, έχουν εγκαταστήσει φωτοβολταϊκά συστήματα στέγης από τον Οκτώβριο του 2020. Οι καταναλωτές έχουν την τάση να εγκαθιστούν ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρία (Battery Energy Storage System -BESS) μαζί με το φωτοβολταϊκό σύστημα στέγης, προκειμένου να αποθηκεύουν στην μπαταρία την επιπλέον ενέργεια. Συνολικά 73.000 εγκαταστάσεις συστημάτων με μπαταρίες για σπίτια έχουν αναφερθεί στην Αυστραλία από το 2015. Αυτό δείχνει ότι το 8% των αυστραλιανών κατοικιών με φωτοβολταϊκά συστήματα στέγης έχουν επίσης εγκαταστήσει συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρία (Battery Energy Storage System –BESS) (Javeed, Khezri, Mahmoudi, Yazdani, & Shafiullah, 2021).

- **Κυκλική Οικονομία**

Η κυκλική οικονομία μπορεί να οριστεί ως «ένα οικονομικό μοντέλο που αποσκοπεί στην αποτελεσματική χρήση των πηγών μέσω της ελαχιστοποίησης των αποβλήτων, της μακροπρόθεσμης διατήρησης αξίας, της μείωσης των πρωτογενών πηγών και την επαναχρησιμοποίηση προϊόντων, εξαρτημάτων προϊόντων και υλικών με σκοπό την δημιουργία νέων προϊόντων εντός των ορίων της περιβαλλοντικής προστασίας και των κοινωνικοοικονομικών οφελών» (Morseletto, 2020). Οι συνηθέστερες στρατηγικές κυκλικής οικονομίας είναι η ανάκτηση (κάθε πόρου που είναι δυνατό να μειώσει αυτό που απορρίπτεται ως απόβλητα), η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση (χρήση προϊόντων με άλλο σκοπό από τον αρχικό - Repurpose), η ανακατασκευή, η ανακαίνιση, η επισκευή, η επαναχρησιμοποίηση (χρήση προϊόντων για τον ίδιο σκοπό με τον αρχικό - Reuse), η μείωση της χρήση υλικών και των αποβλήτων, η αναθεώρηση (του τρόπου σκέψης) και η απόρριψη (προϊόντων που δεν είναι απαραίτητα). Οι στόχοι της κυκλικής οικονομίας μπορούν να ομαδοποιηθούν σε πέντε κύριους τομείς εφαρμογής: αποδοτικότητα, ανακύκλωση, ανάκτηση (κάθε πόρου που είναι δυνατό να μειώσει αυτό που απορρίπτεται ως απόβλητα), μείωση της χρήση υλικών

και των αποβλήτων και σχεδιασμός. Ωστόσο, οι περιοχές αυτές δεν είναι διακριτές. Οι επικαλύψεις προκύπτουν λόγω του υψηλού επιπέδου διασυνδέσεών τους, για παράδειγμα, οι στόχοι μείωσης των αποβλήτων μπορούν να σχετίζονται με την αποδοτικότητα των υλικών, ενώ ο σχεδιασμός μπορεί να έχει συνέπειες σε όλους τους άλλους τομείς. Οι στόχοι συνοψίζονται σε τρεις ομάδες: χρήσιμη εφαρμογή υλικών, επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων και των εξαρτημάτων τους, και πιο έξυπνη κατασκευή και χρήση προϊόντων. Η ομάδα της χρήσιμης εφαρμογής των υλικών περιλαμβάνει την ανάκτηση και την ανακύκλωση και σχετίζεται με τα στερεά απόβλητα που κατά τα άλλα προορίζονται για υγειονομική ταφή ή καίγονται. Η ομάδα της επέκτασης της διάρκειας ζωής των προϊόντων και των μερών τους περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση (χρήση προϊόντων για τον ίδιο σκοπό με τον αρχικό - Reuse), την επισκευή, την ανακαίνιση, καθώς και την ανακατασκευή και επαναχρησιμοποίηση (χρήση προϊόντων με άλλο σκοπό από τον αρχικό - Repurpose) και αναπτύσσει στρατηγικές για τη διατήρηση των τελικών προϊόντων και των μερών τους στην οικονομία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, διατηρώντας ή βελτιώνοντας την αξία τους. Η ομάδα της πιο έξυπνης κατασκευής και χρήσης προϊόντων περιλαμβάνει την απόρριψη, την αναθεώρηση και τη μείωση και λαμβάνει χώρα όταν τα προϊόντα σχεδιάζονται και αναπτύσσονται (Morseletto, 2020).

Η χώρα που έχει εφαρμόσει πληρέστερα το οικονομικό μοντέλο της κυκλικής οικονομίας μέχρι στιγμής είναι η Κίνα, έχοντας αναπτύξει ένα φιλόδοξο πρόγραμμα εφαρμογής αυτής της έννοιας. Οι (Murray, Skene, & Haynes, 2017) στο άρθρο τους με τίτλο «Κυκλική οικονομία: μια διεπιστημονική διερεύνηση της έννοιας και της εφαρμογής της σε παγκόσμιο πλαίσιο» παρακολούθησαν την ανάπτυξη της κυκλικής οικονομίας στην Κίνα, όταν η πρώτη Εθνική Διάσκεψη για την Προστασία του Περιβάλλοντος διατύπωσε πολιτικές και κατευθυντήριες γραμμές για την προστασία του περιβάλλοντος. Υποστηρίζουν ότι μέχρι το 2002, όταν το 16ο Εθνικό Συνέδριο του Κομμουνιστικού Κόμματος της Κίνας καθόρισε ένα φιλόδοξο σχέδιο ανάπτυξης, που περιλαμβάνει την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική ισότητα και την προστασία του περιβάλλοντος, γνωστό ως «κυκλική οικονομία», ο όρος ορίστηκε στη νομοθεσία της Κίνας ως μέσο μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των δραστηριοτήτων που διεξάγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής, κυκλοφορίας και κατανάλωσης προϊόντων. Το 2009 τέθηκε σε ισχύ ο «νόμος για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας», με στόχο τη «βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης των πόρων, την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και την υλοποίηση της βιώσιμης ανάπτυξης». Εκτός

από την Κίνα, η εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας έχει παρατηρηθεί και στις δυτικές οικονομίες. Ηγετικός υποστηρικτής της κυκλικής οικονομίας στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι η Μη Κυβερνητική Οργάνωση «Ellen Macarthur Foundation», με έδρα τη νήσο Γουάιτ (Wight). Οι εκθέσεις του Ιδρύματος εντοπίζουν εισροές υλικών σε διεργασίες παραγωγής που μπορούν να αντιμετωπιστούν διαφορετικά ανάλογα με τη δυνατότητα ανακύκλωσης (π.χ. χαρτόνι), την έλλειψη συστηματικής επαναχρησιμοποίησης (π.χ. πολυμερών), τη φύση των προϊόντων (αν είναι υποπροϊόντα που μπορούν να αντικαταστήσουν παρθένα υλικά όπως η πίσσα που μετατρέπεται σε χαλιά ή δυνητικά καινοτόμα προϊόντα που είναι πλήρως αποκαταστατικά από τον σχεδιασμό τους και τον σκοπό τους όπως βιο-υλικά που μπορούν να επιστραφούν στη βιόσφαιρα). Η Γαλλία έχει επίσης αναλάβει ηγετικές πρωτοβουλίες μέσω Μη Κυβερνητικών Οργανώσεων όπως η «l'institut économie circulaire» που διοργανώνει εκδηλώσεις και αναλαμβάνει πρωτοβουλίες αναφορικά με την κυκλική οικονομία. Στην Ολλανδία, αναπτύσσεται μία παρόμοια δράση, μέσω της Μη Κυβερνητικής Οργάνωσης «Circle Economy» η οποία εργάζεται για τους ίδιους σκοπούς σε συνεργασία με δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις (Murray, Skene, & Haynes, 2017).

Γ. Τα μεσαία και εξωτερικά προάστια της περιοχής ενός αυτοκινητόδρομου ενδείκνυνται για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων όπως αποδεικνύεται στις πόλεις της Αυστραλίας, όπου τα περισσότερα από τα φτωχότερα εξωτερικά προάστια εγκατέστησαν πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα. Επίσης, μπορούν να εφαρμόσουν μεθόδους κυκλικής οικονομίας και μόνιμης νοοτροπίας (permaculture), που χρειάζονται περισσότερο χώρο, αλλά αυτές οι περιοχές είναι πιθανό να απαιτούν μετακίνηση με ηλεκτρικά αυτοκίνητα και λεωφορεία. Αυτή η περίπτωση χρήσης (use case) περιλαμβάνει τρία στοιχεία, τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία εξηγούνται ανωτέρω, τη μόνιμη νοοτροπία ως μέθοδο κυκλικής οικονομίας (Circular economy permaculture) καθώς και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και λεωφορεία.

- **Μόνιμη νοοτροπία ως μέθοδος κυκλικής οικονομίας (Circular economy permaculture)**

Όπως αναφέρει ο (Nath, 2022) «Η μόνιμη νοοτροπία είναι ο σκόπιμος σχεδιασμός και η συντήρηση ενός παραγωγικού γεωργικού οικοσυστήματος που χαρακτηρίζεται από βιωσιμότητα, ποικιλομορφία, σταθερότητα και αντοχή με την ενσωμάτωση όλων των συστατικών του οικοσυστήματος, έτσι ώστε πολλαπλοί κοινοτικοί στόχοι να επιτυγχάνονται

με βιώσιμο τρόπο (Mollison et al, 1991)». Ο όρος «μόνιμη νοοτροπία» για πρώτη φορά επινοήθηκε το 1978 από τον Bill Mollison, έναν Αυστραλό επιστήμονα και τον David Holmgren. Η ιδέα του Masanobu Fukuoka για φυσική γεωργία επηρέασε τη «μόνιμη νοοτροπία», η οποία αρχικά ήταν γνωστή ως «μόνιμη γεωργία» (Nath, 2022). Ιδρυθείσα το 1975 στην Αυστραλία, η μόνιμη νοοτροπία έχει κερδίσει μια ευρέως διαδεδομένη διεθνή παρουσία τις τελευταίες δεκαετίες. Μια σημαντική πτυχή της μόνιμης νοοτροπίας είναι η οργάνωση γύρω από το σύστημα σχεδιασμού της. Ο σχεδιασμός της μόνιμης νοοτροπίας είναι ένα πλαίσιο που συγκλίνει με τη χρήση της φύσης ως οδηγού, με την ολιστική σκέψη, με το να είναι ένα συνεργατικό σύστημα σχεδιασμού που βασίζεται σε λύσεις και με τη δημιουργία αφθονίας και αρμονίας» (Spangler, McCann, & Ferguson, 2021). Η μόνιμη νοοτροπία μοιάζει με τη βιοφιλική αστικοποίηση όσον αφορά στη σύνδεση των πόλεων και της φύσης. Αυτή η σύνδεση στοχεύει στο να κάνει τα αστικά οικοσυστήματα να λειτουργούν καλύτερα με νέα είδη τεχνολογίας. Ωστόσο, η «μόνιμη νοοτροπία» αναπτύχθηκε περισσότερο για τα προάστια, όπου τα σπίτια έχουν μεγάλους χώρους γύρω τους (Newman, 2020).

- **Ηλεκτρικά αυτοκίνητα και λεωφορεία**

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ταξινομούνται σε τρεις κύριες κατηγορίες, ηλεκτρικά οχήματα με συσσωρευτή-μπαταρία (BEV), ηλεκτρικά οχήματα κυψέλης καυσίμου (FCHEV) και υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEV). Τα προβλήματα εκπομπών των οχημάτων μπορούν να λυθούν χρησιμοποιώντας δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη μέθοδος είναι η αλλαγή του τύπου καυσίμου που χρησιμοποιείται (η οποία μπορεί να αντιμετωπιστεί είτε με την αύξηση της ποιότητας του συμβατικού καυσίμου είτε με τη χρήση εναλλακτικών συστημάτων καυσίμου). Η δεύτερη μέθοδος αφορά στην τεχνολογία του κινητήρα (που περιλαμβάνει τη μείωση των εκπομπών των εν κινήσει οχημάτων και τα νέα πρότυπα εκπομπών των οχημάτων). Ταυτόχρονα, ο τομέας των μεταφορών μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στη μείωση της υπερβολικής κατανάλωσης καυσίμων. Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι ίσως η καλύτερη επιλογή για τη μείωση των εκπομπών από τον τομέα των μεταφορών (Wilberforce et al., 2017). Για να προτρέψουν τους ανθρώπους να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρικά οχήματα, πολλές χώρες έχουν εφαρμόσει προνομιακές πολιτικές. Οι ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων επωφελούνται από φορολογικές ελαφρύνσεις και χαμηλά ασφάλιστρα, διόδια σε αυτοκινητόδρομους και τέλη στάθμευσης. Η μέγιστη επιδότηση θα μπορούσε να αυξηθεί στο 50% για την αγορά ηλεκτρικών οχημάτων στην Ιαπωνία, ενώ η Νότια Κορέα ανακοίνωσε σχέδια για την αύξηση του μεριδίου αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων με τη βελτίωση της χωρητικότητας

των συσσωρευτών-μπαταριών και τη δημιουργία σταθμών φόρτισης τον Ιούλιο του 2016. Η Γερμανία, από το 2016, εφάρμοσε σειρά μέτρων, όπως η απαλλαγή των ηλεκτρικών οχημάτων από τον ετήσιο φόρο αγοράς για 10 έτη καθώς και η άμεση επιδότηση για τους ιδιώτες αγοραστές ηλεκτρικών οχημάτων. Από το 2008, η Γαλλία έχει οργανώσει ένα σύστημα επιβραβεύσεων για να παρακινήσει τους πολίτες της να αγοράσουν ηλεκτρικά οχήματα και οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν χορηγήσει εκπτώσεις φόρου για τα ηλεκτρικά οχήματα που ποικίλλουν ανάλογα με τη χωρητικότητα της μπαταρίας. Το 2014, περισσότερα από 37 κράτη είχαν θεσπίσει κίνητρα και φοροαπαλλαγές για τα ηλεκτρικά οχήματα. Η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου έχει εκδώσει μια πολιτική ενθάρρυνσης των κατοίκων ώστε να αυξήσουν τη χρήση ποδηλάτων και ηλεκτρικών αυτοκινήτων ως μέσων για την μεταφορά τους (Nguyen, Hoang, Le, Pham, & Tran, 2020).

Τα ηλεκτρικά λεωφορεία έχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα λεωφορεία που είναι εξοπλισμένα με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICEs). Το ηλεκτρικό λεωφορείο είναι σχεδόν αθόρυβο, εύκολο στη λειτουργία και αξιόπιστο. Σε σύγκριση με τα λεωφορεία με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICEs), τα ηλεκτρικά λεωφορεία έχουν χαμηλότερο κόστος λειτουργίας. Αυτό συμβαίνει επειδή τα ηλεκτρικά λεωφορεία δεν χρειάζονται συχνή συντήρηση λόγω της έλλειψης αναλώσιμων υλικών όπως τα λιπαντικά για τον κινητήρα. Επιπλέον, η χρήση ηλεκτρικών λεωφορείων θα βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών ρύπων, ενώ θα βελτιώσει την ποιότητα των ταξιδιών λόγω του χαμηλού θορύβου και των επιπέδων δόνησης στο εσωτερικό των οχημάτων, της διαθεσιμότητας υπηρεσιών για τους επιβάτες (φορτιστής USB) και του χαμηλού δαπέδου που δεν απαιτεί αλλαγές υψομέτρου (Gabsalikhova, Sadygova, & Almetova, 2018). Αρκετές πόλεις θεωρούν τα ηλεκτρικά λεωφορεία ως μια όλο και πιο αποτελεσματική εναλλακτική λύση σε σύγκριση με τα συμβατικά λεωφορεία για τα επόμενα χρόνια. Κατά συνέπεια, το 2020, περίπου 600.000 ηλεκτρικά λεωφορεία κυκλοφορούσαν σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην Κίνα, 78.000 νέα ηλεκτρικά λεωφορεία κυκλοφορούσαν στους δρόμους (αύξηση 9% από το 2019), ενώ στην Ευρώπη, οι άδειες κυκλοφορίας ηλεκτρικών λεωφορείων ανήλθαν σε 2.100, το 2020. Η αύξηση αυτή οφείλεται στους στόχους εξηλεκτρισμού που καθορίστηκαν σε αρκετές χώρες. Ένα παράδειγμα αποτελεί η Ουγγαρία η οποία, το 2020, ξεκίνησε ένα Πρόγραμμα Πράσινων Λεωφορείων, δεσμευόμενη να αντικαταστήσει το ήμισυ του συμβατικού στόλου λεωφορείων με ηλεκτρικά λεωφορεία μέσα στην επόμενη δεκαετία (Rodrigues & Seixas, 2022).

Επιπλέον, το 2013, το πρώτο λεωφορείο με τροφοδοσία από ηλιακή ενέργεια στον κόσμο εισήχθη στην Αδελαΐδα της Αυστραλίας. Η Αδελαΐδα ήταν πρόθυμη να μειώσει τις εκπομπές άνθρακα της πόλης. Πάνω από το 30% των εκπομπών προερχόταν από τις δημόσιες και ιδιωτικές μεταφορές. «Τα λεωφορεία Tindo (αυτό είναι το όνομα των λεωφορείων) είναι σχεδόν μοναδικά καθώς είναι 100% ηλεκτρικά, που σημαίνει ότι παράγουν μηδενικές εκπομπές ρύπων. Ωστόσο, το λεωφορείο αυτό δεν τροφοδοτείται από μόνο του, δεν έχει εγκατεστημένα ηλιακά πάνελ, αλλά έχει μια μπαταρία που φορτίζεται στον κεντρικό σταθμό λεωφορείων της Αδελαΐδας πριν ξεκινήσει τα δρομολόγια στην πόλη» (GREENMATCH, 2022).

Δ. Τα αγροτικά χωριά και οι περι-αστικές περιοχές (δηλαδή περιοχές που βρίσκονται σε κάποια μορφή μετάβασης από αυστηρά αγροτικές σε αστικές) θα πρέπει να σχηματίσουν νέα κέντρα για να μεγιστοποιήσουν τα οφέλη από την ηλεκτροκίνηση μέσω ηλιακών φωτοβολταϊκών μπαταριών. Οι περι-αστικές περιοχές είναι πιθανό να έχουν κάποια σιδηροδρομική πρόσβαση, αλλά είναι πιο πιθανό να πρέπει να εφαρμοστεί η διαδικασία της κοινής χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων ή συνεργατικές υπηρεσίες λεωφορείων ώστε να συνδεθούν με τον σιδηρόδρομο και, ως εκ τούτου, με την πόλη. Οι τοπικές μεταφορές μπορούν να γίνονται με τέτοιου είδους οχήματα καθώς και με ηλεκτρικά ποδήλατα. Αυτή η περίπτωση χρήσης (use case) περιλαμβάνει δυο στοιχεία, την ηλεκτρική μεταφορά και την κοινή χρήση ηλεκτρικών οχημάτων.

- **Ηλεκτρική μεταφορά**

Η ηλεκτρική μεταφορά αρχίζει να αλλάζει και να βασίζεται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθώς η ζήτηση για «καθαρές» μεταφορές (χωρίς εκπομπές ρύπων) αυξάνεται σε όλο τον κόσμο. Οι πόλεις θα πρέπει να μειώσουν την ανάγκη για ενέργεια και να επιτρέψουν στις μεταφορές να βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σταθμοί επαναφόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων και ηλεκτρική μεταφορά (όπως ηλεκτρικά λεωφορεία, τρένα και τραμ) θα χρειαστούν σε διάφορα μέρη της πόλης, όπου μπορούν να κατασκευαστούν ηλιακοί συλλέκτες ενέργειας για να ικανοποιήσουν αυτήν την απαίτηση (Seto et al., 2021). Η χρήση ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να είναι βιώσιμη όταν η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τη φόρτιση παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πιο εφικτή λύση για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων φαίνεται να είναι η παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα, μιας και το φως του ήλιου είναι ανεξάντλητο και διαθέσιμο σχεδόν παντού ανεξάρτητα από τον χαρακτήρα της περιοχής (αγροτική ή αστική περιοχή) (Singh,

Verma, Chandra, & Al-Haddad, 2020). Οι σταθμοί ηλιακής φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα έχουν γίνει ο καλύτερος τρόπος για να μειωθεί η εξάρτηση της Ινδίας από τα ορυκτά καύσιμα, καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα τροφοδοτούνται γενικά από ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από ορυκτά καύσιμα, γεγονός που αποτελεί τεράστια αιτία ανησυχίας. Δεδομένου ότι τα ηλεκτρικά οχήματα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή, έχει γίνει κρίσιμη η εφαρμογή της ηλιακής φόρτισης για ηλεκτρικά αυτοκίνητα και ποδήλατα. «Μπορούν να υπάρξουν δύο τύποι ηλιακών σταθμών φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα. Πρώτον, ο ηλιακός σταθμός φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων εκτός του δικτύου ενέργειας. Σε αυτήν την εγκατάσταση, ο σταθμός φόρτισης δεν συνδέεται με τοπικές υπηρεσίες κοινής ωφέλειας. Ως εκ τούτου, ονομάζεται επίσης αυτόνομος φορτιστής ηλεκτρικών οχημάτων. Εδώ, οι ηλιακοί συλλέκτες τροφοδοτούν το σύστημα αποθήκευσης μπαταριών. Στη συνέχεια, αυτό το σύστημα αποθήκευσης μπαταρίας παρέχει όλες τις ανάγκες ενέργειας του φορτιστή. Δεδομένου ότι αυτός ο τύπος σταθμού φόρτισης δεν χρειάζεται σύνδεση με το δίκτυο, μπορεί να τοποθετηθεί πρακτικά οπουδήποτε. Δεύτερον, οι σταθμοί ηλιακής φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο ενέργειας, όπου η ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες αποθηκεύεται στο δίκτυο και όχι σε μπαταρίες» (Genus innovation).

Τέλος, ένα ηλεκτρικό ποδήλατο συνήθως «μοιάζει με ένα βασικό ποδήλατο με την προσθήκη μιας επαναφορτιζόμενης μπαταρίας και ενός ηλεκτρικού κινητήρα για να βοηθήσει με την πρόωση (προώθηση). Με την παροχή βοήθειας ηλεκτρικής ισχύος, τα ηλεκτρικά ποδήλατα επεκτείνουν τον ρόλο του ποδηλάτου -ειδικά για μετακινήσεις- αντιμετωπίζοντας τα όρια απόστασης ταξιδιού. Τα ηλεκτρικά ποδήλατα χρησιμοποιούνται για να καλύπτονται μεγαλύτερες διαδρομές και να ξεπεραστούν εμπόδια στην ποδηλασία, όπως το μήκος του ταξιδιού, το βάρος του φορτίου και σωματικοί περιορισμοί. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά τους ποδήλατα κυρίως για να μεταβούν στην εργασία ή το σχολείο καθώς και για να καλύψουν τοπικές εκδρομές» (MacArthur, Dill, & Person, 2014).

- **Κοινή χρήση ηλεκτρικών οχημάτων**

Το μοντέλο κοινής χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων είναι ένας νέος τρόπος μεταφοράς που χαρακτηρίζει το διαχωρισμό της ιδιοκτησίας και χρησιμοποιεί το δικαίωμα χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων. Η παρουσία του μοντέλου αυτού όχι μόνο μειώνει τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων, αλλά επίσης εισάγει μια σειρά από εξωτερικά οφέλη, όπως τα οφέλη για το περιβάλλον και τις δημόσιες υποδομές. Επί του παρόντος, υπάρχουν δύο κατηγορίες κοινής χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων, η κατηγορία “ride-sourcing EV” και η “self-service EV”. Η

πρώτη κατηγορία είναι ένα μεταρρυθμισμένο μοντέλο των παραδοσιακών υπηρεσιών ταξί, ενώ η δεύτερη κατηγορία εξαρτάται από τα σημεία ενοικίασης που βρίσκονται διάσπαρτα σε μια πόλη, όπου οι χρήστες θα πρέπει να τα παίρνουν και να τα αφήνουν σε συγκεκριμένες θέσεις στάθμευσης.

«Σύμφωνα με τις στατιστικές του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ), το 2016, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα της Κίνας από τον τομέα των μεταφορών αντιπροσωπεύουν το 92,1% των συνολικών εκπομπών, ενώ τα ιδιωτικά αυτοκίνητα αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το ήμισυ αυτού (Wu, Zhao, & Zhang, 2016)». Για να αντιμετωπίσουν αυτήν την πρόκληση, οι κινεζικές αρχές έχουν εκδώσει μια σειρά κανονισμών, όπως οι περιορισμοί στην αγορά ή την οδήγηση οχημάτων εσωτερικής καύσης (ICV), καθώς και η παροχή επιχορηγήσεων σε ορισμένους τύπους ηλεκτρικών οχημάτων. Από το 2016, ένα καινοτόμο επιχειρηματικό μοντέλο μεταφορών (δηλαδή, η κοινή χρήση ηλεκτρικών οχημάτων) εμφανίστηκε και παρουσιάζει μια καλή αναπτυξιακή τάση στην Κίνα. Στην περίπτωση της πόλης Chongqing (Κίνα), τα μεγαλύτερα οφέλη προέρχονται από την εξοικονόμηση επενδύσεων για τους δρόμους και την εξοικονόμηση θέσεων στάθμευσης. Όσον αφορά τα οφέλη από τη μείωση των εκπομπών ρύπων, το μεγαλύτερο μέρος προέρχεται από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (Lefeng, Chunxiu, Jingrong, & Cipcigan, 2020). Η κοινή χρήση ηλεκτρικών οχημάτων έχει γίνει μια αναπτυσσόμενη τάση στον τομέα της κοινής χρήσης αυτοκινήτων, και υπάρχουν πολλές εταιρείες με αυτό το αντικείμενο, δηλαδή την παροχή αυτοκινήτων για κοινή χρήση σε όλο τον κόσμο, οι οποίες έχουν αναπτύξει ηλεκτρικά οχήματα, όπως στη Γαλλία, στη Γερμανία, στις ΗΠΑ και στην Κίνα (Ren, Wang, You, & Zhang, 2020). Συσκευές μικροκινητικότητας (συμπεριλαμβανομένων των σκούτερ, των μηχανοκίνητων δικύκλων, των μοτοσικλετών, των μοτοποδηλάτων, των ποδηλάτων, των ηλεκτρικών ποδηλάτων, των ποδηλατών με υποβοήθηση πεντάλ και των ηλεκτρικών σκούτερ) είναι επίσης διαθέσιμες για κοινή χρήση. «Μετά το 2010, πολλές αστικές περιοχές εφάρμοσαν την κοινή χρήση μικρών οχημάτων (μικροκινητικότητα), χρησιμοποιώντας ευρέως διαθέσιμες έξυπνες συσκευές που έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο Διαδίκτυο ή άλλες φορητές συσκευές, επισπεύδοντας τον πολλαπλασιασμό των μικρών οχημάτων (μικροκινητικότητα). Από το 2017, η Κίνα έχει τη μεγαλύτερη πλατφόρμα για μικρά οχήματα (μικροκινητικότητα). Στην Ιαπωνία, μία παρόμοια ισχυρή βιομηχανία κοινής χρήσης ποδηλάτων αναπτύχθηκε την τελευταία δεκαετία» (Zhao et al., 2022).

4.6 Η πρωτοβουλία «100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις έως το 2030 - από και για τους πολίτες» (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2020)

Η πρωτοβουλία αυτή είναι μέρος της στρατηγικής της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας που στοχεύει να κάνει την Ευρώπη κλιματικά ουδέτερη μέχρι το 2050. Και τα 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν δεσμευτεί να μετατρέψουν την Ευρωπαϊκή Ένωση στην πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρο έως το 2050. Για να φτάσουν εκεί, δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Η δράση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας προτείνει τα εξής (European Commission):

- Να μεταμορφωθούν η οικονομία και οι κοινωνίες μας. Η κλιματική αλλαγή είναι η μεγαλύτερη πρόκληση της εποχής μας και είναι μια ευκαιρία οικοδόμησης ενός νέου οικονομικού μοντέλου.
- Να γίνει ο τομέας των μεταφορών βιώσιμος για όλους. Η μετάβαση σε μια φιλικότερη προς το περιβάλλον κινητικότητα (πράσινη κινητικότητα) θα προσφέρει «καθαρές» μεταφορές (χωρίς ρύπους) ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές.
- Να οδηγηθούμε στην τρίτη βιομηχανική επανάσταση. Η πράσινη μετάβαση αποτελεί ευκαιρία για την ευρωπαϊκή βιομηχανία, δημιουργώντας αγορές για «καθαρές» τεχνολογίες και προϊόντα.
- Να καθαρίσουμε το ενεργειακό μας σύστημα. Η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% έως το 2030 απαιτεί υψηλότερα ποσοστά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Να ανακαινίσουμε τα κτίρια για πιο οικολογικό τρόπο ζωής. Η ανακαίνιση των σπιτιών και των κτιρίων μας θα εξοικονομήσει ενέργεια και θα εξαλείψει την ενεργειακή ένδεια.
- Να δουλέψουμε μαζί με τη φύση για να προστατέψουμε τον πλανήτη μας και την υγεία. Η φύση είναι ένας σημαντικός σύμμαχος στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
- Να ενισχύσουμε τη δράση για το κλίμα σε παγκόσμιο επίπεδο. Μπορούμε να επιλύσουμε την παγκόσμια απειλή της κλιματικής αλλαγής μόνο μέσω της συνεργασίας με τους διεθνείς εταίρους μας.

Η δράση απαιτεί τη συνεργασία πολιτών και οργανώσεων. Ο μετασχηματισμός της πόλης θα βασίζεται σε τρεις αρχές: 1) μια ολιστική προσέγγιση για την προώθηση της καινοτομίας και της ανάπτυξης, 2) ένα πλέγμα ολοκληρωμένης και πολυεπίπεδης διακυβέρνησης και 3) μια βαθιά και συνεχή συνεργασία μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων.

Ο τίτλος «από και για τους πολίτες» υποδεικνύει ότι η συμμετοχή των πολιτών με διάφορους ρόλους, ως πολιτικών παραγόντων, χρηστών, παραγωγών, καταναλωτών ή επισκεπτών είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της δράσης, καθώς μπορούν να αναλάβουν ενεργό ρόλο στη μετάβαση προς την κλιματική ουδετερότητα. Έτσι, η πρωτοβουλία αυτή δίνει ένα νέο ρόλο στους πολίτες των πόλεων που θα συμμετάσχουν σε αυτήν τη δράση. Είναι, λοιπόν, προφανές ότι απαιτείται μια σαφής πολιτική και οργανωτική εξέλιξη προς αυτήν την κατεύθυνση. Οι κύριες αρμοδιότητες που θα πρέπει να διασφαλιστούν σε επίπεδο πόλης είναι οι εξής:

- Οργανωτικές ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της ενορχήστρωσης, της σύνδεσης με περιφερειακές, εθνικές και ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες και της πολιτικής στήριξης.
- Τεχνικές ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας, της μάθησης με πειραματισμό, της παροχής συμβουλών, της οικονομικής διαχείρισης και διαχείρισης έργων.
- Δυνατότητες σχεδιασμού και παρακολούθησης, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού, της στρατηγικής και της εξελικτικής αξιολόγησης και της παρακολούθησης των Βασικών Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators-KPI).

Η ανάλυση της πρωτοβουλίας αναδεικνύει μια ευρωπαϊκή οδό για ανθρακική ουδετερότητα των πόλεων η οποία δίνει προτεραιότητα στην κινητικότητα, την ενέργεια, τις αστικές υποδομές/κτίρια, την κυκλική οικονομία και την αλλαγή συμπεριφοράς. Έτσι λοιπόν προκύπτουν δύο επιπρόσθετες περιπτώσεις χρήσης εκτός από αυτές που αναπτύχθηκαν παραπάνω στην υποενότητα 4.5 Περιπτώσεις χρήσης (use cases), οι οποίες είναι ο κτιριακός τομέας και η αλλαγή της συμπεριφοράς των πολιτών.

- **Ο κτιριακός τομέας**

Ο τομέας των κτιρίων, με ποσοστό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου 39% παγκοσμίως, κατέχει πρώτη θέση στις παγκόσμιες στρατηγικές μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου.

Από το 2015, σε αρκετές χώρες, οι κατασκευαστικοί κανονισμοί και τα συστήματα πιστοποίησης για τις βιώσιμες κατασκευές έχουν υιοθετήσει αυστηρότερα πρότυπα ενεργειακής βάσης και εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου για να καταστήσουν τον κατασκευαστικό τομέα πιο βιώσιμο. Όλα τα νέα δημόσια κτίρια θα πρέπει να επιτύχουν το πρότυπο μηδενικής ενέργειας μέχρι το 2020, επεκτείνοντας τον κανονισμό σε ιδιωτικά κτίρια μέχρι το 2030 (Amoruso, Sonn, & Schuetze, 2022). Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, το Κτίριο Μηδενικής Ενέργειας (Zero Energy Building-ZEB) είναι ένας από τους σημαντικότερους πυλώνες. Η έννοια του Κτιρίου Μηδενικής Ενέργειας εισήχθη στις αρχές της δεκαετίας του 2000 και η δημοτικότητά του αυξήθηκε ραγδαία παγκοσμίως, αλλά εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη συμφωνίας για τον ορισμό του. Οι απαιτήσεις ενός Κτιρίου Μηδενικής Ενέργειας ποικίλλουν από χώρα σε χώρα. Σε τεχνικό επίπεδο, ένα Κτίριο Μηδενικής Ενέργειας είναι εξοπλισμένο με συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και παράγει τόση ενέργεια όση καταναλώνει σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Καθώς η τεχνολογία εξελισσόταν, η εφαρμογή των αρχών ενός Κτιρίου Μηδενικής Ενέργειας επεκτάθηκε τόσο σε ιδιωτικά όσο και σε δημόσια κτίρια. Το 2020, οι πέντε μεγαλύτερες οικονομίες της Ενεργειακής Συνεργασίας Ασίας-Ειρηνικού (Asia-Pacific Energy Cooperation -APEC) που είναι ο Καναδάς, η Κίνα, η Ιαπωνία, η Νότια Κορέα και οι ΗΠΑ ανακοίνωσαν ένα στόχο ανθρακικής ουδετερότητας μέχρι το 2050/2060, που θα επηρεάσει σημαντικά τον τομέα των κτιρίων. Εκτός από αυτές, πολλές οικονομίες στον κόσμο έχουν δημοσιεύσει επιτυχημένες πρακτικές με καρποφόρα ερευνητικά αποτελέσματα, όπως η Αυστραλία, η Χίλη, η Μαλαισία, η Ρωσία και η Σιγκαπούρη (Zhang, και συν., 2021). Για να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, η κορεατική κυβέρνηση εφάρμοσε μια σειρά πολιτικών με στόχο την προώθηση μιας βιώσιμης οικονομίας. Το 2020 εκδόθηκε η «Στρατηγική της Δημοκρατίας της Κορέας για ουδετερότητα ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050», η οποία εισήγαγε τον στόχο της επίτευξης ανθρακικής ουδετερότητας σε όλους τους τομείς έως το 2050, ενώ ταυτόχρονα εισήγαγε πολλαπλές σχετικές στρατηγικές μείωσης των εκπομπών για τον κτιριακό τομέα.

- **Αλλαγή συμπεριφοράς των πολιτών**

Οι επιστήμονες είναι περισσότερο βέβαιοι από ποτέ ότι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην περιβαλλοντική αλλαγή. Για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των τρεχόντων περιβαλλοντικών προβλημάτων απαιτούνται αλλαγές στον

τρόπο ζωής των ανθρώπων. Οι ατομικές δράσεις των πολιτών μπορούν να συμβάλουν σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση. Η παρότρυνση των πολιτών να υιοθετήσουν μια πιο βιώσιμη συμπεριφορά μπορεί να αποτελέσει αναπόσπαστο μέρος της λύσης για τις περιβαλλοντικές προκλήσεις (Abrahamse, 2019). Η ενεργειακή υπερκατανάλωση στα νοικοκυριά, η χρήση αναλώσιμων προϊόντων, η περιττή χρήση μη τυποποιημένων δημόσιων οχημάτων, η έλλειψη συλλογής αποβλήτων για ανακύκλωση, η βλάβη στα δέντρα και η αποψίλωση των δασών, η καταστροφή ιστορικών χώρων και κτιρίων, η ρίψη αποβλήτων στην πόλη, στο δάσος και στο ποτάμι και πολλές άλλες δραστηριότητες που βλάπτουν το περιβάλλον είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων περιβαλλοντικών συμπεριφορών (Seif & Nematollahi, 2019). Είναι επείγον οι άνθρωποι να υιοθετήσουν μια φιλική προς το περιβάλλον συμπεριφορά για να σωθεί ο πλανήτης μας.

«Για να ενθαρρυνθεί η αλλαγή συμπεριφοράς, προκύπτουν τρεις κατηγορίες πολιτικών – τακτικών: η επικοινωνία, τα θεσμικά μέτρα και τα κοινωνικά πρότυπα. Πιο συγκεκριμένα:

- Από την πληροφόρηση στην επικοινωνία: Τόσο οι επιστήμονες όσο και τα μέσα ενημέρωσης πρέπει να συνεργαστούν για να ενισχυθούν τα μηνύματα που μεταδίδονται. Καλά σχεδιασμένες καμπάνιες επικοινωνίας για το κλίμα που απευθύνονται στους ανθρώπους ως μέλη μιας τοπικής κοινότητας μπορούν να τους ενθαρρύνουν να δράσουν.
- Θεσμικά μέτρα: Πέραν της επικοινωνίας, ένα βασικό κλειδί για την εφαρμογή πολιτικών για το κλίμα είναι ο σχεδιασμός παρεμβάσεων που εξετάζουν τους ψυχολογικούς και τους κοινωνικούς περιορισμούς για θετική δράση.
- Κοινωνικοί κανόνες: Οι κοινωνικοί κανόνες είναι καθιερωμένα πρότυπα συμπεριφοράς που οι περισσότεροι άνθρωποι εγκρίνουν ή πρότυπα που χρησιμοποιούν για να αξιολογήσουν την καταλληλότητα της δικής τους συμπεριφοράς. Καθώς διαμορφώνουν την ανθρώπινη δραστηριότητα, οι κοινωνικοί κανόνες μπορούν να επιτύχουν κοινωνικά επιθυμητά αποτελέσματα. Η βασική ιδέα είναι ότι οι άνθρωποι θέλουν να δρουν με έναν κοινωνικά αποδεκτό τρόπο» (Liverani, 2009).

4.6.1 Ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στην πρωτοβουλία «100 Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις έως το 2030 - από και για τους πολίτες»

Καθώς ο πληθυσμός της πόλης αυξάνεται, η ζήτηση για υπηρεσίες και η πίεση στους πόρους αυξάνονται. Αυτή η ζήτηση θέτει σε δοκιμασία την ενέργεια, το νερό και τις υπηρεσίες κινητικότητας, οι οποίες είναι θεμελιώδεις για την ευημερία και τη βιωσιμότητα μιας πόλης. Ταυτόχρονα, οι πόλεις διέρχονται μια διαδικασία ψηφιακής μετάβασης, η οποία πρέπει να εφαρμοστεί κατάλληλα. Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι το να καταστούν οι πόλεις μας κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες αποτελεί απόλυτη ανάγκη για την επίτευξη του «διττού πράσινου και ψηφιακού μετασχηματισμού» στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η εξάπλωση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) είναι απαραίτητη για την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης στις πόλεις. Η ψηφιακή πολιτική και οι πρωτοβουλίες της Ευρώπης θα στηρίξουν και θα επιταχύνουν τη μετάβαση στη βιωσιμότητα για τις πόλεις και τις κοινότητες μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας, δημιουργώντας υποδομές συνδεσιμότητας υψηλής ποιότητας, αναπτύσσοντας ένα ψηφιακό περιβάλλον που θα ενισχύει τους τελικούς χρήστες, θα σέβεται τις ευρωπαϊκές αξίες και τα πρότυπα, θα ενθαρρύνει την ανάπτυξη δεξιοτήτων και θα προσφέρει μακροπρόθεσμες ευκαιρίες ανάπτυξης σε όλους τους τομείς της ευρωπαϊκής οικονομίας. Παραδείγματα έργων που θα μπορούσαν να έχουν μεγάλο αντίκτυπο περιλαμβάνουν τη σταθερότητα, την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια ηλεκτρικών δικτύων με χαμηλές (μηδενικές) εκπομπές άνθρακα, την αυτοματοποιημένη αποσυναρμολόγηση και τον διαχωρισμό των αποβλήτων με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης και ρομποτικής. Εκτός από αυτές τις διαδικασίες, οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην πρόληψη σημαντικών ζημιών που προκύπτουν από καταστροφικά καιρικά φαινόμενα, μέσω της μοντελοποίησης των κλιματικών επιπτώσεων για βέλτιστο μετριασμό και προσαρμογή. Αυτό θα επιτρέψει μια ευρεία συλλογή και καλύτερη πρόσβαση στο ευρύ φάσμα των περιβαλλοντικών «μεγάλων» δεδομένων (big data) και θα βοηθήσει τους πολίτες να χρησιμοποιήσουν ψηφιακά εργαλεία. Οι λύσεις που βασίζονται σε Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) θα μπορούσαν να μειώσουν τη μετακίνηση κατά 15-20% και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 10-15%, ενώ τα αστικά Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins) θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά την ικανότητα των πόλεων να προσομοιώνουν ή να μοντελοποιούν τα αποτελέσματα της πολιτικής. Ένας αυξανόμενος όγκος δεδομένων συλλέγεται επίσης από διάφορες Τεχνολο-

γίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και μέσων κοινωνικής δικτύωσης, που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν τον μετασχηματισμό των πόλεων και των κοινοτήτων. Προς το σκοπό αυτό, η σχεδιαζόμενη δημιουργία κοινών ευρωπαϊκών βάσεων δεδομένων, ιδίως του χώρου δεδομένων της Πράσινης Συμφωνίας, θα αποτελέσει σημαντικό βήμα για την ανάπτυξη του ψηφιακού οικοσυστήματος του περιβάλλοντος. Ένα από τα πρώτα του αποτελέσματα θα είναι η δημιουργία ενός οικοσυστήματος δεδομένων για τις κλιματικά ουδέτερες και έξυπνες κοινότητες, το οποίο θα διευκολύνει την πρόσβαση, την κοινή χρήση και την επαναχρησιμοποίηση των δεδομένων που είναι συναφή με τον τόπο (σε τομείς όπως η κινητικότητα, η ενέργεια, το κλίμα και η μηδενική ρύπανση) και ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιήσει ως υποκείμενη ψηφιακή υποδομή για τις πόλεις που υποστηρίζονται από την πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ως εκ τούτου, η πρωτοβουλία θα πρέπει να τροφοδοτείται από ένα κατάλληλο πλαίσιο και από ψηφιακές λύσεις που αφενός θα επιτρέπουν τη διαχείριση δεδομένων μεταξύ τομέων (διαλειτουργικές πλατφόρμες και μηχανισμοί για την ανταλλαγή δεδομένων) και αφετέρου θα βοηθούν τις πόλεις να συνεχίσουν τον ψηφιακό τους μετασχηματισμό με τον δικό τους τρόπο (δηλαδή διατηρώντας την ασφάλεια και την ευελιξία τους καθώς και τα δεδομένα και την τεχνολογική κυριαρχία τους) κατά την υιοθέτηση τεχνολογικών λύσεων.

Οι ακόλουθες πρωτοβουλίες μπορεί να ενδιαφέρουν την δράση:

- Μελλοντικές δαπάνες στο πλαίσιο του προγράμματος «Πρόγραμμα Ψηφιακής Ευρώπης για Έξυπνες Πόλεις και Κοινότητες» (Digital Europe Programme in Smart Cities and Communities) για την υποστήριξη της ψηφιοποίησης των αστικών περιοχών ώστε να υιοθετηθούν υπηρεσίες που βασίζονται στην τεχνητή νοημοσύνη για οικολογικούς σκοπούς.
- Συνεργασία με κόμβους ψηφιακής καινοτομίας για να βοηθηθούν οι Έξυπνες Πόλεις και Κοινότητες στη χρήση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη.
- Συνεργασία με την κοινότητα COP-CITIES για να εμπλακούν και μικρότερες πόλεις και να υποστηριχθούν στην κλιμάκωση των ψηφιακών λύσεων.
- Εργασίες για τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων έξυπνων κοινοτήτων με μια συμφωνημένη δομή διακυβέρνησης και μηχανισμό συνεργασίας για την πρόσβαση, την

ανταλλαγή και την επαναχρησιμοποίηση όλων των ειδών δεδομένων από διαφορετικές πηγές που σχετίζονται με τις πόλεις και τις κοινότητες.

Άλλοι βασικοί τομείς που πρέπει να αντιμετωπιστούν και να ενθαρρυνθούν να εργαστούν για νέες λύσεις περιλαμβάνουν:

- Εξοικονόμηση ενέργειας, με στόχο τη μηδενική εκπομπή ρύπων για την επίτευξη πλήρους εξοικονόμησης ενέργειας - ιδίως στον κτιριακό τομέα που αντιπροσωπεύει το 40% της ενεργειακής ζήτησης.
- Η ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για την πλήρη απαλλαγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα του ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρώπης. Όπως υπολογίζεται από την Επιτροπή, μια παροχή ηλεκτρικής ενέργειας που θα έχει πλήρως απαλλαγεί από τις ανθρακικές εκπομπές έως το 2050, θα πρέπει να προέρχεται κατά 80% περίπου από την παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Μια αποτελεσματική κινητικότητα για όλους, «καθαρή», ασφαλής και προσβάσιμη, συμπεριλαμβανομένων των καυσίμων που δεν εκπέμπουν άνθρακα και των εναλλακτικών καυσίμων, της προώθησης των δημόσιων μεταφορών, του βαδίσματος και της ποδηλασίας, και των έξυπνων λύσεων πολλαπλών μέσων όπως η κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS) και η αυτοματοποίηση.
- Ενσωμάτωση της προσέγγισης της κυκλικής οικονομίας που περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση, την κοινή χρήση, την επισκευή, την ανακαίνιση, την ανακατασκευή και την ανακύκλωση προϊόντων με τέτοιο τρόπο ώστε η ανακύκλωση ενός υλικού να μπορεί να γίνει επ' αόριστον χωρίς υποβάθμιση των ιδιοτήτων του, για την ελαχιστοποίηση της χρήσης νέων πόρων και την ελαχιστοποίηση δημιουργίας αποβλήτων, ρύπανσης και εκπομπών άνθρακα.
- Άντληση όλων των οφελών της βιο-οικονομίας και δημιουργία βασικών δεξαμενών απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα, δεδομένου ότι τόσο οι παγκόσμιες όσο και οι ευρωπαϊκές αξιολογήσεις επιβεβαιώνουν ότι μια οικονομία μηδενικών εκπομπών θα απαιτήσει αύξηση των ποσοτήτων βιομάζας σε σύγκριση με τη σημερινή κατανάλωση.
- Βελτιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα της κοινωνίας των Gigabit, καθώς η τελευταία γίνεται όλο και πιο σημαντικό μέρος της κοινωνίας και της οικονομίας.

4.6.2. Δείκτες μέτρησης επίδοσης των έξυπνων πόλεων αναφορικά με την ανθρακική τους ουδετερότητα

Η δράση θα θεσπίσει μια ισχυρή, διαφανή αλλά απλή διαδικασία παρακολούθησης για τη μέτρηση και την αξιολόγηση της προόδου προς την επίτευξη του στόχου της ανθρακικής ουδετερότητας. Προτείνονται τρεις δείκτες:

- **Πεδίο εφαρμογής 1:** για εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την πόλη εντός των γεωγραφικών ορίων της (υποχρεωτικό από την αρχή της δράσης). Ο δείκτης αυτός θα υπολογιστεί με βάση τις εκπομπές από τα κτίρια, τη βιομηχανία, τις μεταφορές, την επεξεργασία αποβλήτων (στερεά απόβλητα και λύματα), τη γεωργία και τη δασοκομία και από άλλες δραστηριότητες.
- **Πεδίο εφαρμογής 2:** για εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την πόλη (υποχρεωτικό από την αρχή της δράσης). Ο δείκτης αυτός θα υπολογίζεται με βάση τις εκπομπές από τις έμμεσες εκπομπές που παράγονται από την παραγωγή/κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχεται από το δίκτυο εντός των γεωγραφικών ορίων της πόλης και τις έμμεσες εκπομπές που παράγονται από την παραγωγή/κατανάλωση θερμότητας ή ψύξης που παρέχεται από το ενεργειακό δίκτυο εντός των γεωγραφικών ορίων της πόλης.
- **Πεδίο εφαρμογής 3:** για εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την πόλη (συνιστάται, θα εγκριθεί έως το 2030). Ο δείκτης αυτός θα υπολογίζεται με βάση τις εκπομπές που προέρχονται από περιοχές εκτός των γεωγραφικών ορίων της πόλης από την επεξεργασία αποβλήτων που προέρχονται από την πόλη, τις εκτός γεωγραφικών ορίων εκπομπές από τη μεταφορά και τη διανομή ενέργειας που καταναλώνεται εντός της πόλης, τις εκτός γεωγραφικών ορίων εκπομπές από τη μεταφορά πολιτών που ζουν εντός της πόλης, τις εκτός γεωγραφικών ορίων εκπομπές από την κατανάλωση προϊόντων που πραγματοποιείται εντός της πόλης (τρόφιμα, ρούχα, έπιπλα, υλικά κ.λπ.) και άλλες έμμεσες εκπομπές.

4.7 Κατευθυντήριες γραμμές για τον ψηφιακό μετασχηματισμό της πόλης ώστε να μετατραπεί σε ανθρακικά ουδέτερη πόλη

Όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω υπογραμμίζουν τον τρόπο με τον οποίο ο ψηφιακός μετασχηματισμός της πόλης μπορεί να ευθυγραμμιστεί με την ανθρακική ουδετερότητά της, και συγκεκριμένα:

- Η συνδρομή των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την ενίσχυση της αποδοτικότητας υπηρεσιών όπως η παροχή ενέργειας και ύδρευσης, καθώς και για την μείωση της κινητικότητας, που είναι θεμελιώδεις για την ευημερία και τη βιωσιμότητα μιας πόλης.
- Η συνδρομή των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την οικονομική ανάπτυξη της πόλης: υποδομές συνδεσιμότητας, παρακίνηση των πολιτών, αναβάθμιση των δεξιοτήτων των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την αντιμετώπιση της αλλαγής της συμπεριφοράς με γνώμονα την ανθρακική ουδετερότητα. Μερικά παραδείγματα αφορούν σε ηλεκτρικά δίκτυα χαμηλών (μηδενικών) εκπομπών άνθρακα καθώς και σε αυτοματοποιημένη αποσυναρμολόγηση και διαχωρισμό των αποβλήτων με τη χρήση τεχνητής νοημοσύνης και ρομποτικής.
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και οικοσυστήματα δεδομένων για ανθρακικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις που ασχολούνται με την κλιματική αλλαγή και τη διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης: καταστροφικά καιρικά φαινόμενα, μέσω της μοντελοποίησης των κλιματικών επιπτώσεων για βέλτιστο μετριασμό και προσαρμογή.

Ένα κατάλληλο πλαίσιο που σέβεται τις ψηφιακές λύσεις επιτρέπει αφενός τη διαχείριση δεδομένων μεταξύ τομέων (διαλειτουργικές πλατφόρμες και μηχανισμοί για την ανταλλαγή δεδομένων) και αφετέρου τον ψηφιακό μετασχηματισμό που είναι προσαρμοσμένος στις ανάγκες μίας πόλης (δηλαδή, διατηρώντας την ασφάλεια και την ευελιξία της, καθώς και τα δεδομένα και την τεχνολογική κυριαρχία της).

Έτσι, ένα μονοπάτι ανθρακικής ουδετερότητας μπορεί να ευθυγραμμιστεί με τον ψηφιακό μετασχηματισμό με τα ακόλουθα μέτρα:

- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για εξοικονόμηση ενέργειας, με στόχο μηδενικές εκπομπές.
- Ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενσωματωμένων με τα δίκτυα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για αποτελεσματική κινητικότητα (συμπεριλαμβανομένης της ενεργής κινητικότητας, της μικροκινητικότητας, των ηλεκτρικών οχημάτων, της κοινής χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων

κ.λπ.) σε συνδυασμό με έξυπνες πολυτροπικές λύσεις, όπως η κινητικότητα ως υπηρεσία (MaaS) και η αυτοματοποίηση.

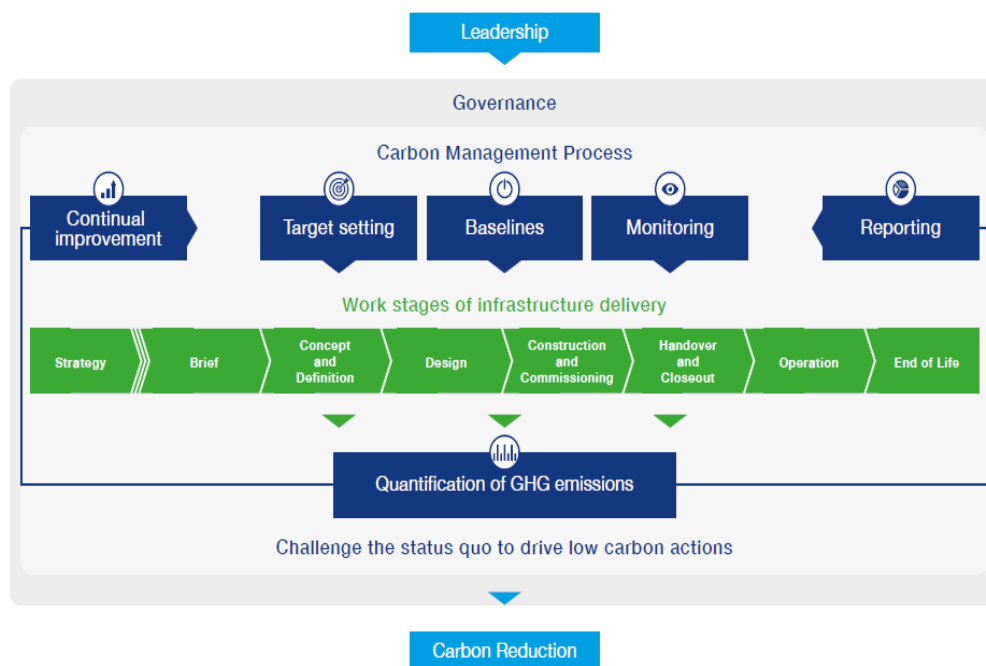
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) που ενσωματώνουν την κυκλική οικονομία μέσω της ανακύκλωσης ενός υλικού που μπορεί να γίνει επ' αόριστον χωρίς υποβάθμιση των ιδιοτήτων του, για την ελαχιστοποίηση της χρήσης νέων πόρων και την ελαχιστοποίηση δημιουργίας αποβλήτων, ρύπανσης και εκπομπών άνθρακα.
- Οικονομική ανάπτυξη που βασίζεται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) με αναβάθμιση των δεξιοτήτων που αντιμετωπίζουν την αλλαγή συμπεριφοράς που σχετίζεται με τον άνθρακα.
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την κεφαλαιοποίηση της βιο-οικονομίας και τη δημιουργία βασικών δεξαμενών άνθρακα (δηλαδή βιο-μάζα).
- Πράσινη οδός με Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για τη βελτιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα της κοινωνίας Gigabit.

4.8 Μεθοδολογίες αξιολόγησης της προόδου μίας πόλης προς την ανθρακική ουδετερότητα

4.8.1 Αξιολόγηση της απόδοσης ως προς τις εκπομπές άνθρακα

Η μεθοδολογία αυτή αποσκοπεί στον υπολογισμό των παραγόμενων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και των επιδόσεων κατανάλωσης άνθρακα αντίστοιχα. Σε γενικές γραμμές, και οι δύο μεθοδολογίες εξετάζουν μια διαδικασία διαχείρισης του άνθρακα, όπως αυτή που προσδιορίζεται από τα υφιστάμενα πρότυπα (δηλαδή, PAS 2080 (Constuction Leadership Council, 2019) (εικόνα 4.8). Αυτή η διαδικασία λαμβάνει υπόψη ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας.

Εικόνα 4.8: PAS 2008 - Διαδικασία διαχείρισης διοξειδίου του άνθρακα



Πηγή: (Construction Leadership Council, 2019)

Οι ακόλουθοι τομείς των πόλεων πρέπει να υπολογίζονται για την απόδοσή τους σε άνθρακα:

1. Κτίρια (δημοτικά, βιομηχανικά, εμπορικά και οικιστικά)
2. Επιχειρήσεις και εργασία (βιομηχανία, υπηρεσίες και γεωργικοί τομείς)
3. Μεταφορές (δημόσιες και ιδιωτικές), οι οποίες τώρα εξελίσσονται σε δίκτυο φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.
4. Δημόσιος φωτισμός (φωτισμός δρόμων και ανοικτών χώρων, λειτουργία συντριβανιών)
5. Επεξεργασία και διανομή νερού και λυμάτων
6. Λειτουργία της αλυσίδας αποβλήτων (συλλογή, παράδοση και επεξεργασία)
7. Τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, και
8. Χρήσεις γης.

Ο ακόλουθος τύπος (τύπος 1) μπορεί να υπολογίσει τις παραγόμενες εκπομπές ενός τομέα:

Εκπομπές Αερίων του θερμοκηπίου = Δεδομένα δραστηριότητας × Συντελεστής εκπομπών⁹

Ο τύπος αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μέτρηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε διαφορετικές χρονικές στιγμές για κάθε τομέα και τα αποτελέσματα μπορούν να συγκριθούν για να επισημανθεί αν οι παραγόμενες εκπομπές μειώνονται ή όχι. Από την άλλη πλευρά, για ένα προϊόν ή μια υπηρεσία, οι παραγόμενες εκπομπές θα πρέπει να υπολογίζονται με βάση ολόκληρο τον κύκλο ζωής (εικόνα 4.8). Για παράδειγμα, για ένα προϊόν κατασκευαστικής εγκατάστασης, ο ακόλουθος τύπος (τύπος 2) απεικονίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της βασικής τιμής των παραγόμενων εκπομπών (Constuction Leadership Council, 2019):

$A = \text{Εκτιμώμενο κόστος γέφυρας} = 5 \text{ εκατομμύρια δολάρια}$

$B = \text{Μέσος όρος εκπομπών GHG ανά \$ που δαπανώνται} = 0,224 \text{ kgCO}_2\text{e ανά \$}$

$A \times B = 1,120 \text{ tCO}_2\text{e για την παράδοση του δομικού προϊόντος (τύπος 2)}$

4.8.2. Μοντέλο ωριμότητας κατανάλωσης άνθρακα

Εμπνευσμένη από το μοντέλο ωριμότητας SSC (International Telecommunication Union (ITU), 2019) η πόλη μπορεί να αναλυθεί στις ακόλουθες διαστάσεις (όπως προαναφέρθηκε στην εικόνα 2.6):

- **Εξοικονόμηση ενέργειας**

⁹ Τα δεδομένα δραστηριότητας είναι ένα ποσοτικό μέτρο ενός επιπέδου δραστηριότητας που υπολογίζει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια μιας δεδομένης περιόδου (π.χ., όγκος χρησιμοποιούμενου αερίου, χιλιόμετρα, τόνοι στερεών αποβλήτων που αποστέλλονται για υγειονομική ταφή, κ.λπ.). Ο συντελεστής εκπομπών μετρά την μάζα των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε σχέση με μια μονάδα δραστηριότητας. Για παράδειγμα, η εκτίμηση των εκπομπών CO₂ από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας περιλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό των δεδομένων για τις κιλοβατώρες (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται από τον συντελεστή εκπομπών (kgCO₂/kWh) ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος θα εξαρτάται από την τεχνολογία και τον τύπο καυσίμου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας (ICLEI, C40 Cities and World Resources Institute, 2021).

Η διάσταση αυτή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο έχει βελτιωθεί η εξοικονόμηση ενέργειας στην πόλη, ιδίως με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ορισμένα αντίστοιχα θέματα θα μπορούσαν να είναι:

- Υποδομή Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)
- Ενεργειακή υλική υποδομή
- Ενσωμάτωση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στο ενεργειακό σύστημα

- **Διάσταση ηλεκτροκίνησης**

Αυτή η διάσταση χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της προόδου της ηλεκτροκίνησης στην πόλη, ειδικά με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ορισμένα αντίστοιχα θέματα θα μπορούσαν να είναι:

- Μέσα μαζικής μεταφοράς
- Συστήματα κοινής χρήσης οχημάτων
- Ιδιωτικές μεταφορές
- Μικροκινητικότητα

- **Διάσταση απαλλαγής των συστημάτων από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα**

Η διάσταση αυτή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο τα αστικά συστήματα έχουν μεταβεί στην απαλλαγή από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ιδίως με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ορισμένα αντίστοιχα θέματα θα μπορούσαν να είναι:

- Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Αναβαθμίσεις κτιρίων
- Κυκλικότητα για την επεξεργασία αποβλήτων

- **Διάσταση ελέγχου ζήτησης**

Η διάσταση αυτή χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο η ενεργειακή ζήτηση και η γενική συμπεριφορά απέναντι στις εκπομπές άνθρακα στην πόλη έχουν αλλάξει, ειδικά με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ορισμένα αντίστοιχα θέματα θα μπορούσαν να είναι:

- Συστήματα τροφίμων
- Απόβλητα και ανακύκλωση
- Ενεργητική κινητικότητα.

Οι πόλεις μπορούν να ταξινομηθούν σε επίπεδα ωριμότητας, με βάση τα αντίστοιχα επιτεύγματα (πίνακας 4.33):

Πίνακας 4.33: Προτεινόμενα επιτεύγματα για κάθε επίπεδο ωριμότητας

	Στρατηγική	Έργα υποδομής	Δεδομένα	Υπηρεσίες και εφαρμογές	Αξιολόγηση	Απόδοση Δεικτών
Επίπεδο ωριμότητας 1	Αναπτύσσεται η συνολική στρατηγική	Οι βασικές υποδομές των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) προσδιορίζονται στη στρατηγική	Οι βασικές πτυχές των δεδομένων προσδιορίζονται στη στρατηγική	Προσδιορίζεται η στρατηγική και οι προτεραιότητες για τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές σε επίπεδο πόλης	Το πλάνο αξιολόγησης είναι έτοιμο	Οι μακροπρόθεσμοι στόχοι για τους Δείκτες ορίζονται στη στρατηγική των έξυπνων πόλεων και συλλέγονται οι βασικές τιμές για τους Δείκτες
Επίπεδο ωριμότητας 2	Οι πρωτοβουλίες των έξυπνων πόλεων ευθυγραμμίζονται με τη στρατηγική	Οι υποδομές των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) λειτουργούν ανεξάρτητα	Συμφωνείται η οντολογία και η μεθοδολογία για τον προσδιορισμό, την καταγραφή, την οργάνωση και τη χρήση των δεδομένων	Οι υπηρεσίες και οι εφαρμογές του τομέα λειτουργούν από συγκεκριμένα συστήματα	Πραγματοποιείται αυτοαξιολόγηση της ανάπτυξης και των υπηρεσιών υποδομών των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)	Επιτυγχάνονται ενδιάμεσοι στόχοι Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 2
Επίπεδο ωριμότητας 3	Πραγματοποιείται αξιολόγηση των πρωτοβουλιών των έξυπνων πόλεων	Βελτιώνεται η προσβασιμότητα των υποδομών των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)	Τα δεδομένα αποθηκεύονται, υποβάλλονται σε επεξεργασία και διαχείριση σωστά σε συστήματα και πλάτφορμες	Οι υπηρεσίες και οι εφαρμογές παρέχονται στο κοινό. Η λειτουργία εφαρμογών και υπηρεσιών παρακολουθείται και αναλύεται για τη βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας των υπηρεσιών	Πραγματοποιούνται αξιολογήσεις ικανοποίησης των χρηστών	Επιτυγχάνονται ενδιάμεσοι στόχοι Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 3
Επίπεδο ωριμότητας 4	Αναπτύσσεται η στρατηγική για τη βελτίωση της ολοκλήρωσης	Οι διατομεακές υποδομές των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών	Τα ανοικτά δεδομένα είναι προσιτά	Διατομεακές υπηρεσίες και εφαρμογές είναι διαθέσιμες στο κοινό	Πραγματοποιούνται αξιολογήσεις ικανοποίησης	Επιτυγχάνονται ενδιάμεσοι στόχοι Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 4

	κλήρω- σης και της σ υνεργασίας	(ΤΠΕ) παρέχο- νται με δυνατό- τητες διαλει- τουργικότητας	σβά- σιμα στο κο ινό		σης των εν- διαφερομέ- νων φορέων	
Επίπεδο ωριμότη- τας 5	Ερευνά- ται η δυνατό- τητα βελτίω- σης και βελ- τιστοποίησης	Πραγματοποιεί- ται συνεχής α- νάπτυξη της υ- ποδομής	Γίνο- νται βελ- τιώσεις ό- σον α- φορά στην ανταλ- λαγή, τη χρ ήση και την ανταλ- λαγή δεδο- μένων κλπ.	Πραγματοποιού- νται συνεχείς βελ- τιώσεις των υπηρε- σιών και των εφαρ- μογών, γίνο- νται με την εφαρ- μογή προηγμέ- νων τεχνολο- γιών αιχμής	Καθιερώνε- ται συστημα- τική διαδικα- σία αξιολό- γησης με α- ντίστοι- χες δράσεις	Επιτυγχάνονται οι μακροπρόθε- σμοι στόχοι των Δεικτών

Η πόλη θα χαρτογραφηθεί σύμφωνα με την απόδοση των προσδιοριζόμενων Βασικών Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators-KPI) σε επίπεδα ωριμότητας (Πίνακας 4.34).

Πίνακας 4.34: Παράδειγμα Βασικών Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators-KPI) σε επίπεδα ωριμότητας

Διάσταση	Θέμα	Δείκτες Απόδοσης KPIs	Μακροπρόθεσμη τιμή-στόχος Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 5				
			Ενδιάμεση τιμή-στόχος Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 4				
			Ενδιάμεση τιμή-στόχος Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 3				
			Ενδιάμεση τιμή-στόχος Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 2				
			Τρέχουσα τιμή Δεικτών για το επίπεδο ωριμότητας 1				
Εξοικονόμηση ενέργειας	Υποδομές ΤΠΕ	Οικιακή πρόσβαση στο Διαδίκτυο	Συλλογή βασικών τιμών	Ενδιάμεση τιμή-στόχος π.χ. 30%	Ενδιάμεση τιμή-στόχος π.χ. 40%	Ενδιάμεση τιμή-στόχος π.χ.60%	Τιμή-στόχος π.χ. 80%
		Χρόνος διακοπής ρεύματος συστήματος	Συλλογή βασικών τιμών	—	Ενδιάμεση τιμή-στόχος π.χ. 30 λεπτά	Ενδιάμεση τιμή-στόχος π.χ. 25 λεπτά	Τιμή-στόχος π.χ. 15 λεπτά

4.8.3 Στρατηγική αξιολόγηση των επιδόσεων

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία για τη στρατηγική διαχείριση, μια στρατηγική καθορίζεται με στρατηγικούς στόχους, οι οποίοι με τη σειρά τους προσδιορίζονται με στρατηγικούς σκοπούς, η καθιέρωση των οποίων μετράται με συγκεκριμένες μετρήσεις. Οι στόχοι είναι εξαιρετικά χρήσιμοι διότι, μετατρέπουν το στρατηγικό όραμα σε μετρήσιμους στόχους, ενώ επιτρέπουν τη μέτρηση προόδου/επιδόσεων και υποχρεώνουν τον οργανισμό να

μένει προσηλωμένος. Η μέτρηση των στόχων στηρίζει την ικανοποίηση των ενδιαφερόμενων μερών και των εργαζομένων, την αποσαφήνιση των δραστηριοτήτων και τη σύγκριση μεταξύ των συνθηκών εγκαίρως. Οι οικονομικοί στόχοι είναι κατανοητοί από έναν οργανισμό, αλλά δεν επαρκούν για τη μέτρηση της στρατηγικής προόδου, αφού απεικονίζουν τις συνθήκες του παρελθόντος, και είναι κυρίως βραχυπρόθεσμοι (λιγότερο από 1 έτος). Οι ενδεικτικοί χρηματοδοτικοί στόχοι αφορούν:

- X % ετήσια έσοδα
- Αύξηση X % των κερδών μετά τη φορολογία
- Περιθώρια κέρδους X %
- X % απόδοση απασχολούμενου κεφαλαίου (ROCE)
- Ταμειακές ροές για την υποστήριξη των επενδύσεων

Από την άλλη πλευρά, μια στρατηγική είναι μια προοπτική για το μέλλον και οι στόχοι της είναι μακροπρόθεσμοι (3-5 χρόνια) και σχετίζονται με τους πελάτες, τις εσωτερικές διαδικασίες και τα μαθησιακά και αναπτυξιακά αποτελέσματα. Οι ενδεικτικοί στρατηγικοί στόχοι αφορούν τα εξής:

Πελάτες:

- Αύξηση του ποσοστού αγοράς (%)
- Διατήρηση πελατών (%)
- Προσέλκυση νέων πελατών

Εσωτερική διεργασίες:

- Αποτυχία μείωσης προϊόντος (%)
- Νέα ανάπτυξη προϊόντων στα επόμενα 2 χρόνια

Μαθησιακά και αναπτυξιακά αποτελέσματα:

- Αύξηση της εκπαίδευσης των εργαζομένων σε X ώρες/έτος
- Μείωση του κύκλου εργασιών σε X % ετησίως

Η Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC) είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία που μπορεί να μετρήσει τον καθορισμό των στρατηγικών

στόχων, μέσω της μέτρησης των επιδόσεων των στόχων με ειδικά μετρικά (Kaplan & Norton, 1996). Η Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC) αναλύεται στις ακόλουθες προοπτικές:

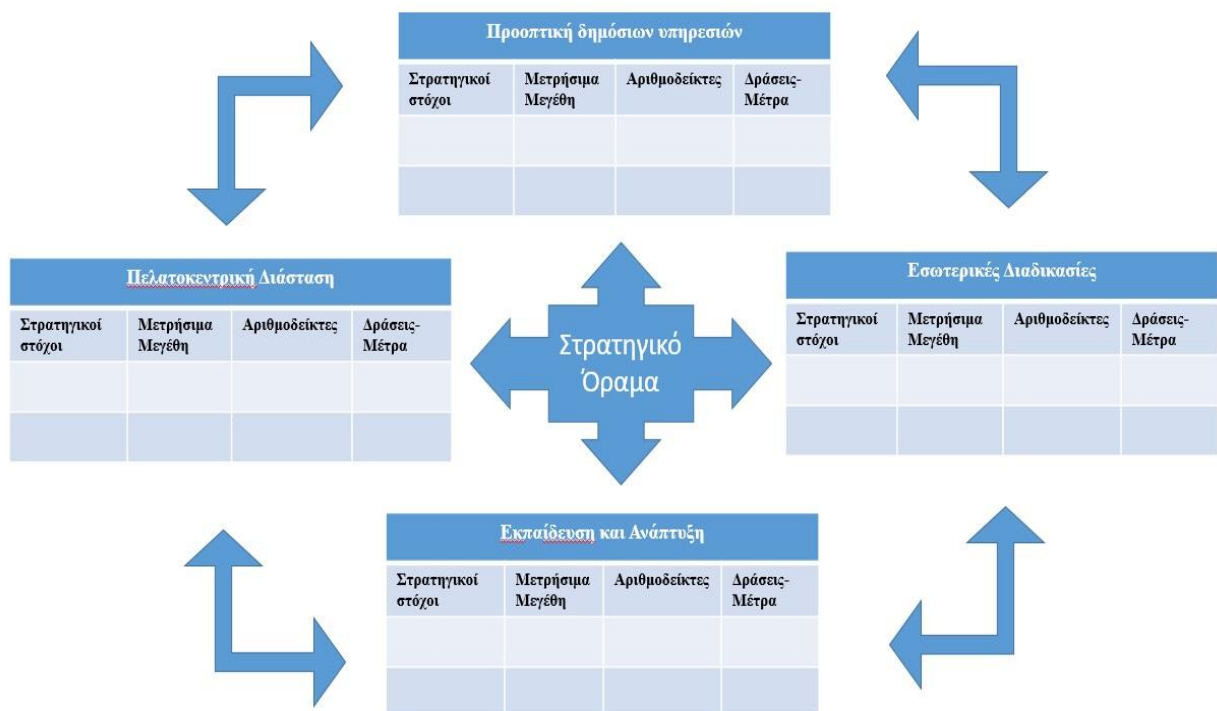
- Οικονομική Διάσταση
- Πελατοκεντρική Διάσταση
- Εσωτερικές Διαδικασίες
- Μάθηση και Ανάπτυξη

Η Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC) είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που μπορεί να μετατρέψει μια στρατηγική σε ένα πλαίσιο ενεργειών και να εξασφαλίσει την επιτυχή εφαρμογή της. Ο τίτλος της εξηγείται ως εξής:

- Κάρτα: Συστημική, απλοποίηση, καταχώριση, διαφάνεια, δέσμευση
- Ισορροπημένων: ισορροπία, πολυδιάστατη προοπτική, ολοκλήρωση
- Επιδόσεων: Μέτρηση, προσανατολισμός στον στόχο, μακροπρόθεσμος σχεδιασμός, στρατηγική

Η Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC) ξεκινά με τον ορισμό του οράματος και τη στρατηγική διατύπωση, κινείται προς τον προσδιορισμό του κριτικού παράγοντα επιτυχίας, πηγαίνει στον προσδιορισμό των κατάλληλων δεικτών που μετρούν την απόδοση και τελειώνει με τον ορισμό των μέτρων και των δραστηριοτήτων. Επιπλέον, η Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC) μεταφράζει στρατηγικούς στόχους σε μετρήσιμους επιχειρηματικούς στόχους, οι οποίοι με τη σειρά τους αποτελούν δυνάμεις που ωθούν τους ανθρώπινους πόρους να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αποτελεί ένα σύγχρονο εργαλείο στρατηγικής διαχείρισης αντί για ένα παραδοσιακό στοιχείο ελέγχου. Στην (εικόνα 4.9) που ακολουθεί απεικονίζεται ο τρόπος μέτρησης της στρατηγικής προόδου.

Εικόνα 4.9: Κάρτα Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC)



Πηγή: (Ανθόπουλος, Εταιρική Στρατηγική και Ευελιξία - Balanced Scorecard, 2021)

Ορισμένες μετρήσεις που μπορούν να συσχετιστούν με τους στόχους παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα (πίνακας 4.35).

Πίνακας 4.35: Τυπικές μετρήσεις για τις διαστάσεις της Κάρτας Ισορροπημένων Επιδόσεων (Balanced Scorecard -BSC)

Διαστάσεις Κάρτας Ισορροπημένων Επι- δόσεων	Τυπικές μετρήσεις
Οικονομική	<p>Σύνολο ενεργητικού</p> <p>Σύνολο ενεργητικού ανά υπάλληλο</p> <p>Κέρδη ως % του συνόλου του ενεργητικού</p> <p>Απόδοση του συνόλου του ενεργητικού</p> <p>Έσοδα/σύνολο ενεργητικού</p> <p>Περιθώριο ακαθάριστου κέρδους</p> <p>Καθαρά έσοδα</p> <p>Κέρδος ως % των πωλήσεων</p> <p>Κέρδος ανά εργαζόμενο</p> <p>Έσοδα</p> <p>Έσοδα από νέα προϊόντα</p> <p>Απόδοση ιδίων κεφαλαίων</p> <p>Απόδοση επένδυσης</p>
Πελατοκεντρική	<p>Ικανοποίηση πελατών</p> <p>Αφοσίωση πελατών</p> <p>Μερίδιο αγοράς</p> <p>Παράπονα πελατών</p> <p>Ποσοστά επιστροφών</p> <p>Χρόνος απόκρισης</p> <p>Τιμή σε σχέση με τον ανταγωνισμό</p> <p>Συνολικό κόστος για τον πελάτη</p> <p>Πελάτες που χάθηκαν</p> <p>Διατήρηση πελατών</p> <p>Κόστος απόκτησης πελατών</p> <p>Αριθμός πελατών</p>
Εσωτερικές Διεργασίες	<p>Μέσο κόστος ανά συναλλαγή</p> <p>Έγκαιρη παράδοση</p> <p>Μέσος χρόνος παράδοσης</p> <p>Διπλώματα ευρεσιτεχνίας σε εκκρεμότητα</p>

	<p>Αποθέματα</p> <p>Ποσοστά αξιοποίησης της εργασίας</p> <p>Χρόνος απόκρισης σε αιτήσεις</p> <p>Ποσοστό ελαττωμάτων</p> <p>Χρόνος διακοπής</p> <p>Κύκλος εργασιών</p> <p>Αξιώσεις εγγύησης</p> <p>Μείωση αποβλήτων</p>
Μάθηση και Ανάπτυξη	<p>Δείκτης κινήτρων</p> <p>Ποιότητα εργασιακού περιβάλλοντος</p> <p>Ώρες εκπαίδευσης</p> <p>Δηλωτέα ατυχήματα</p> <p>Παραβάσεις δεοντολογίας</p> <p>Συμμετοχή των εργαζομένων</p> <p>Επένδυση κατάρτισης</p> <p>Μέσος όρος ετών υπηρεσίας</p> <p>Ποσοστό κύκλου εργασιών</p> <p>Προτάσεις υπαλλήλων</p>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Απάντηση στο Ερώτημα 1: Ποιες είναι οι σύγχρονες τάσεις για τη στρατηγική ανάπτυξη ανθρακικά ουδέτερων πόλεων;

Για την απαλλαγή των έξυπνων πόλεων από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, όπως έχει προαναφερθεί, έχουν ήδη καταγραφεί οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν ώστε να επιτευχθεί ο στόχος αυτός. Οι αλλαγές αυτές αποσκοπούν στη μείωση της αστικής ζήτησης για ενέργεια καθώς και στη μετατροπή της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε παροχή με μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και συνοψίζονται ως εξής:

- Μονοπάτι 1: Ένας ολοκληρωμένος χωροταξικός σχεδιασμός, που δίνει έμφαση στα τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά μιας αστικής περιοχής, δηλαδή στην πυκνότητα της περιοχής, στη χρήση της γης, στη συνδεσιμότητα των βασικών σημείων μιας πόλης και στην προσβασιμότητα σε αυτά.
- Μονοπάτι 2: Η αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε τομέα χωριστά (κτίρια, μεταφορές και οχήματα, πράσινες υποδομές), μέσω της χρήσης νέων τεχνολογιών.
- Μονοπάτι 3: Η συνύπαρξη του αστικού και του βιομηχανικού τομέα, η οποία αναφέρεται στην ανταλλαγή ενέργειας ανάμεσα στο βιομηχανικό, τον εμπορικό και τον οικιστικό τομέα μιας πόλης.
- Μονοπάτι 4: Η απαλλαγή του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Μονοπάτι 5: Η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για πρωτογενείς αστικές δραστηριότητες (όπως η μετακίνηση, η θέρμανση, το μαγείρεμα κ.τ.λ.) σε ηλεκτρική ενέργεια απαλλαγμένη από εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Μονοπάτι 6: Η αξιοποίηση του διοξειδίου του άνθρακα μέσω μίας σειράς τεχνολογιών, με τη μετατροπή του σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας.
- Μονοπάτι 7: Η ενίσχυση της απορρόφησης του διοξειδίου του άνθρακα και των αποθεμάτων του.

Όσον αφορά τις σύγχρονες τάσεις για τη στρατηγική ανάπτυξη ανθρακικά ουδέτερων πόλεων, η βιβλιομετρική ανάλυση ανέδειξε χρήσιμα ευρήματα. Μερικά από τα άρθρα με τις περισσότερες αναφορές αναλύουν το θεωρητικό υπόβαθρο αυτού του θέματος, ενώ επισημαίνονται και οι μελλοντικές τάσεις. Συμπερασματικά, προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Οι πόλεις θεωρούνται συστήματα για αποθήκευση και κατανάλωση ενέργειας.
- Η κλιματική αλλαγή, οι εκπομπές ρύπων και ο αστικός σχεδιασμός επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις, την τοπική θερμοκρασία και τη θνησιμότητα της κοινότητας.
- Τα μοντέλα διαχείρισης προσπαθούν να μετρήσουν την αποδοτικότητα του συστήματος της πόλης, την αποθήκευση ενέργειας, την κατανάλωση και την παραγωγή εκπομπών.
- Το αποτύπωμα άνθρακα παρατηρείται για το κόστος και τις πηγές του (κτίρια και δίκτυα μεταφοράς).
- Η αστική κλιματική ουδετερότητα συνδέεται με τη βιωσιμότητα και την αποδοτικότητα των πόλεων, οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν με την ενεργειακή μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την οικολογική κινητικότητα.

Οι προσπάθειες δημιουργίας προτύπων εργάζονται σε διάφορες κατευθύνσεις:

- στην παροχή εργαλείων για μετρήσεις των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και στην παροχή μονοπατιών για ένα μέλλον με μηδενικές εκπομπές άνθρακα,
- στην παροχή εργαλείων διαχείρισης και μηχανισμών επαλήθευσης που μπορούν να υποστηρίξουν επιχειρήσεις και οργανισμούς στη διαδικασία μετριασμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου,
- στην παροχή προτύπων που επικεντρώνονται στον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).

Ωστόσο, ακόμα καμία προσπάθεια δεν έχει επικεντρωθεί στη δημιουργία ανθρακικά ουδέτερων πόλεων.

Ειδικά για τον κλάδο των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), λίγα μόνο άρθρα στη βιβλιογραφία συζητούν το ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου της ανθρακικής ουδετερότητας των πόλεων. Τα άρθρα αυτά εστιάζουν κυρίως στο Internet of Things (IoT), τα ενεργειακά δίκτυα και τα έξυπνα κτίρια, ενώ τα πρόσφατα έγγραφα (International Telecommunications Union (ITU), 2020) αποκαλύπτουν τον ρόλο των τεχνολογιών αιχμής για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Η ανάλυση του θεωρητικού υπόβαθρου δείχνει ποιες είναι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, πώς παράγονται και υπολογίζονται, ενώ τα πρότυπα προτείνουν οδούς για την

ελαχιστοποιήσή τους. Τα μονοπάτια ακολουθούν διαφορετικές προοπτικές και προσδιορίζουν μέτρα για την απαλλαγή από το διοξείδιο του άνθρακα και για τον μετριασμό των εκπομπών της πόλης.

Απάντηση στο Ερώτημα 2: Με ποια μεθοδολογία μπορούν οι πόλεις να αξιοποιήσουν της ψηφιακές τεχνολογίες ώστε να μετατραπούν σε ανθρακικά ουδέτερες;

Οι τρόποι για να μετατραπούν οι πόλεις σε ανθρακικά ουδέτερες μέσω των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Μετρήσεις με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Κινητές συσκευές καθώς και συσκευές που μπορούν να φορεθούν μπορούν να ανιχνεύσουν και να υπολογίσουν τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα σε πραγματικό χρόνο.
- Ηλεκτρική κινητικότητα βάσει των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η ενσωμάτωση Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) σε ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να αυξήσει την εξοικονόμηση ενέργειας και να μειώσει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Εξοικονόμηση ενέργειας με βάση τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι μια σημαντική πτυχή και οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μπορούν να βοηθήσουν προς αυτήν την κατεύθυνση.
- Τεχνολογίες αιχμής των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, όπως η Artificial Intelligence (Τεχνητή Νοημοσύνη), το Internet-of-Things (IoT), το 5G, οι Τεχνολογίες Καθαρής Ενέργειας, το Digital Twin (Ψηφιακό Δίδυμο), η Ρομποτική, το Space 2.0, το Digitalization και τα Bigdata (ψηφιοποίηση και μεγάλα δεδομένα), το Blockchain κ.λπ. μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο.
- Εξοικονόμηση ενέργειας των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Τεχνολογίες όπως το blockchain, η Τεχνητή Νοημοσύνη, τα αυτόνομα οχήματα, τα κέντρα δεδομένων κ.λπ. απαιτούν αυξημένες ποσότητες ενέργειας. Έτσι, συστήματα και υπηρεσίες που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) θα πρέπει να μπορούν να εξοικονομούν ενέργεια.

- Δραστηριότητες που βασίζονται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Δραστηριότητες όπως οι διαδικτυακές υπηρεσίες για την αποφυγή φυσικών συναλλαγών, η έξυπνη εργασία, η τηλεδιάσκεψη και η τηλε-εκπαίδευση, η εγκατάσταση και χρήση μηχανημάτων γραφείου που εξοικονομούν ενέργεια, η εγκατάσταση και χρήση πράσινων κέντρων δεδομένων και η εφαρμογή οικοδομικών συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης μπορούν να συνδράμουν στη μετατροπή μιας πόλης σε ανθρακικά ουδέτερη.

Όσον αφορά τη μεθοδολογία με την οποία οι πόλεις μπορούν να αξιοποιήσουν τις ψηφιακές τεχνολογίες για να μετατραπούν σε ανθρακικά ουδέτερες (διατηρώντας αφενός την ασφάλεια και την ευελιξία τους και αφετέρου τα δεδομένα και την τεχνολογική κυριαρχία τους), περιλαμβάνει:

- Τη χρήση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ώστε να ενισχυθεί η αποδοτικότητα υπηρεσιών όπως η παροχή ενέργειας και ύδρευσης, και να μειωθούν οι μετακινήσεις.
- Τη χρήση των Πράσινων Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) ώστε να τονωθεί η οικονομική ανάπτυξη της πόλης.
- Την εφαρμογή Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και οικοσυστημάτων δεδομένων για ανθρακικά ουδέτερες και έξυπνες πόλεις που ασχολούνται με την κλιματική αλλαγή και τη διαχείριση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν ώστε να επιτευχθεί ο ψηφιακός μετασχηματισμός μιας πόλης με σκοπό την ανθρακική ουδετερότητά της, είναι τα ακόλουθα:

- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για εξοικονόμηση ενέργειας, με στόχο μηδενικές εκπομπές.
- Ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ενσωματωμένων με τα δίκτυα των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για αποτελεσματική κινητικότητα.
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) που ενσωματώνουν και προωθούν την κυκλική οικονομία.

- Οικονομική ανάπτυξη που βασίζεται στις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) με αναβάθμιση των δεξιοτήτων που αντιμετωπίζουν την αλλαγή συμπεριφοράς που σχετίζεται με το διοξείδιο του άνθρακα.
- Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για την κεφαλαιοποίηση της βιο-οικονομίας και τη δημιουργία βασικών δεξαμενών άνθρακα (δηλαδή βιομάζα).
- Πράσινη οδός με Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) για τη βελτιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα της κοινωνίας Gigabit.

Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Με σκοπό την παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης εικόνας αναφορικά με το θέμα της ανθρακικής ουδετερότητας των έξυπνων πόλεων, είναι απαραίτητο να αναφερθούν οι περιορισμοί της έρευνας.

Η περιοχή της ανθρακικής ουδετερότητας στην οποία επικεντρώνεται η παρούσα Διπλωματική Μεταπτυχιακή Εργασία, είναι μία περιοχή σύγχρονη που δεν έχει διερευνηθεί ακόμη σε βάθος. Τα ευρήματα που προέκυψαν κατά την εκπόνησή της βασίζονται σε σημερινά, κυρίως, δεδομένα. Έτσι, ενέχει ο κίνδυνος αλλαγής των στοιχείων που παρουσιάστηκαν καθώς μελλοντικές έρευνες μπορούν να συμπληρώσουν ή ακόμη και να καταρρίψουν όσα ισχύουν μέχρι σήμερα.

Λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμό της σχεδόν αχαρτογράφητης περιοχής, προκύπτει ότι υπάρχουν πολλά περιθώρια για περαιτέρω μελέτη και έρευνα αναφορικά με το θέμα της ελαχιστοποίησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και τον ρόλο που μπορεί να παίξουν οι ψηφιακές τεχνολογίες στην επίτευξη αυτού του στόχου. Η μελέτη των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από την εφαρμογή των μεθοδολογιών που προτείνονται μπορεί να αποτελέσει πρόσφορο έδαφος για μελλοντική έρευνα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ανθόπουλος, Λ. (2021). *Εταιρική Στρατηγική και Ευελιξία*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων.
- Ανθόπουλος, Λ. (2021). *Εταιρική Στρατηγική και Ευελιξία - Balanced Scorecard*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (χ.χ.). Ανάκτηση 08 02, 2022, από https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_el
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2022, 03 31). Ανάκτηση από <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/priorities/klimatiki-allagi/20180703STO07123/klimatiki-allagi-stin-europi-stoicheia-kai-arithmoi>
- Στρατηγέα, Α. (2015). *Θεωρία και Μέθοδοι Συμμετοχικού Σχεδιασμού*.
- Abrahamse, W. (2019). How can people save the planet? *Psychology and Behaviour*, 2. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0273-7>
- Allwood, J. M., Cullen, J. M., & Milford, R. L. (2010). Options for Achieving a 50% Cut in Industrial Carbon Emissions by 2050. *Environmental Science & Technology*(44), σσ. 1888-1894.
- Amoruso, F. M., Sonn, M.-H., & Schuetze, T. (2022). Carbon-neutral building renovation potential with passive house-certified components: Applications for an exemplary apartment building in the Republic of Korea. *Building and Environment*, 215. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108986>
- Anthopoulos, L. (2017). Understanding Smart Cities - A tool for Smart Government or an Industrial Trick? *Public Administration and Information Technology*, 22. doi:10.1007/978-3-319-57015-0
- Bains, P., Psarras, P., & Wilcox, J. (2017). CO2 capture from the industry sector. *Progress in Energy and Combustion Science*(63), σσ. 146-172. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2017.07.001>
- Bian, R., Zhang, T., Zhao, F., Chen, J., Liang, C., Li, W., . . . Yuan, L. (2022). Greenhouse gas emissions from waste sectors in China during 2006–2019: Implications for

- carbon mitigation. *Process Safety and Environmental Protection*(161), σσ. 488-497. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.03.050>
- bsi. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 07, 2022, από <https://www.bsigroup.com/>
- bsi. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 07, 2022, από <https://www.bsigroup.com/en-GB/pas-2060-carbon-neutrality/>
- ClimatePartner. (χ.χ.). Ανάκτηση 7 2, 2022, από https://www.climatepartner.com/en/the-complete-guide-to-understanding-scope-1-2-3-emissions?utm_source=google&utm_campaign=1784528771&utm_medium=cpc&utm_content=616850548219&utm_term=greenhouse%20gas%20emissions%20inventory&gclid=CjwKCAjwyaWZBhBGEiwACslQo
- Constuction Leadership Council. (2019). Guidance Document for PAS 2080. Ανάκτηση από https://www.constructionleadershipcouncil.co.uk/wp-content/uploads/2019/06/Guidance-Document-for-PAS2080_vFinal.pdf
- Creutzig, F., & Kapmeier, F. (2020). Engage, don't preach: Active learning triggers climate action. *Energy Research & Social Science*, 70. doi:10.1016/j.erss.2020.101779
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, σσ. 285-296. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- el-Baghdadi, O., & Desha, C. (2017). Conceptualising a biophilic services model for urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, 27, σσ. 399-408. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2016.10.016>
- Energy & Climate Intelligence Unit. (χ.χ.). Ανάκτηση 02 08, 2022, από <https://eciu.net/netzerotracker>
- EPA- United States Environmental Protection Agency. (χ.χ.). Ανάκτηση 09 04, 2022, από <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>
- European Commision. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 16, 2022, από https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en

- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. (2020). 100 climate-neutral cities by 2030 - by and for the citizens : report of the mission board for climate-neutral and smart cities. Ανάκτηση από <https://data.europa.eu/doi/10.2777/46063>
- European Environment Agency. (2022, 02 25). doi:10.2800/85117
- Fazio, M., Giuffrida, N., Le Pira, M., Inturri, G., & Ignaccolo, M. (2021). Planning Suitable Transport Networks for E-Scooters to Foster Micromobility Spreading. *Sustainability*, 13. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/su132011422>
- Gabsalikhova, L., Sadygova, G., & Almetova, Z. (2018). Activities to convert the public transport fleet to electric buses. *Transportation Research Procedia*, 36, σσ. 669-675. doi:10.1016/j.trpro.2018.12.127
- Genus innovation. (χ.χ.). Ανάκτηση 09 05, 2022, από <https://www.genusinnovation.com/blogs/solar-charging-stations>
- Gonzales, V., Krupnick, A., & Dunlap, L. (2020). Carbon Capture and Storage 101. Ανάκτηση από <https://www.rff.org/publications/explainers/carbon-capture-and-storage-101/>
- GOV.UK. (2020, 07 18). Ανάκτηση από <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>
- Grainger, A., & Smith, G. (2021). The role of low carbon and high carbon materials in carbon neutrality science and carbon economics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*(49), σσ. 164-189. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2021.06.006>
- Grasser, G., Titze, S., & Stronegger, W. J. (2016). Are residents of high-walkable areas satisfied with their neighbourhood? *J Public Health*, 24, σσ. 469-476. doi:10.1007/s10389-016-0744-5
- GREENMATCH. (2022, 04 13). Ανάκτηση από <https://www.greenmatch.co.uk/blog/2015/01/solar-energy-in-transportation>

- Gunn, L. D., Mavoa, S., Boulangé, C., Hooper, P., Kavanagh, A., & Giles-Corti, B. (2017). Designing healthy communities: creating evidence on metrics for built environment features associated with walkable neighbourhood activity centres. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(164).
doi:10.1186/s12966-017-0621-9
- Huun, K. (2020, 12 10). *Uninersity of Colorado Boulder*. Ανάκτηση από <https://www.colorado.edu/center/2020/12/10/waste-and-its-contribution-climate-change>
- ICLEI. (2022). Greenhouse Gas Protocols . Ανάκτηση από <https://iclei.org/ghg-protocols/>
- ICLEI, C40 Cities and World Resources Institute. (2021). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities Version 1.1. Ανάκτηση από https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf
- iea. (2022, 10 03). Ανάκτηση από <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>
- IEC and ISO. (2021). IEC and ISO Climate Action Kit. Ανάκτηση από <https://storage-iecwebsite-prd-iec-ch.s3.eu-west-1.amazonaws.com/2021-10/iecandisoclimateactionkit.pdf>
- International Electrotechnical Commission*. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 07, 2022, από <https://www.iec.ch/climate-action>
- International Electrotechnical Commission (IEC). (2018). Environmental standardization for electrical and electronic products and systems. Ανάκτηση από https://www.iec.ch/ords/f?p=103:7:13744040048216:::FSP_ORG_ID:1314
- International Standards Organization (ISO). (1993). ISO/TC 207: Environmental management. Ανάκτηση από <https://www.iso.org/committee/54808.html>
- International Standards Organization (ISO). (2007). ISO/TC 207/SC 7: Greenhouse gas and climate change management and related activities. Ανάκτηση από <https://www.iso.org/committee/546318.html>

- International Standards Organization (ISO). (2014). ISO 37120:2014: Sustainable development of communities — Indicators for city services and quality of life. Ανάκτηση από https://share.ansi.org/ANSI%20Network%20on%20Smart%20and%20Sustainable%20Cities/ISO%2B37120-2014_preview_final_v2.pdf
- International Telecommunication Union (ITU). (2019). Recommendation ITU-T Y.4904 : Smart sustainable cities maturity model. Ανάκτηση από <https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.4904-201912-I/en>
- International Telecommunications Union (ITU)*. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 07, 2022, από <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/climate-change.aspx>
- International Telecommunications Union (ITU). (2012). L.1420 : Methodology for energy consumption and greenhouse gas emissions impact assessment of information and communication technologies in organizations. Ανάκτηση από <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1420>
- International Telecommunications Union (ITU). (2014). Overview of smart sustainable cities infrastructure. Ανάκτηση από <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>
- International Telecommunications Union (ITU). (2014a). Smart sustainable cities: An analysis of definitions. Ανάκτηση από www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TR-Definitions.docx
- International Telecommunications Union (ITU). (2014b). Overview of key performance indicators in smart sustainable cities. Ανάκτηση από https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/Approved_Deliverables/TS-Overview-KPI.docx
- International Telecommunications Union (ITU). (2020). Frontier Technologies to Protect the Environment and Tackle Climate Change. Ανάκτηση από https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2020-Frontier-Technologies-to-Protect-the-Environment-and-Tackle-Climate-Change/files/downloads/19-00404_Frontier-Technologies.pdf
- ISO. (χ.χ.). Ανάκτηση 09 03, 2022, από <https://www.iso.org/ClimateAction.html>
- ISO. (χ.χ.). Ανάκτηση 09 03, 2022, από <https://www.iso.org/news/ref2627.html>

- ISO. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 07, 2022, από <https://www.iso.org/standard/78492.html?browse=tc>
- ISO. (χ.χ.). Ανάκτηση 07 08, 2022, από <https://www.iso.org/standard/82544.html>
- ISO. (2006, 03). Ανάκτηση από <https://www.iso.org/standard/38381.html>
- ISO. (2011, 04). Ανάκτηση από <https://www.iso.org/standard/43277.html>
- ISO. (2022, 05). Ανάκτηση από https://share.ansi.org/Shared%20Documents/News%20and%20Publications/Links%20Within%20Stories/2022-05-18%20Circular_letter_TMB_IWA_42.pdf
- Javeed, I., Khezri, R., Mahmoudi, A., Yazdani, A., & Shafiullah, G. (2021). Optimal Sizing of Rooftop PV and Battery Storage for Grid-Connected Houses Considering Flat and Time-of-Use Electricity Rates. *Energies*, 14. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/en14123520>
- Jing, Q.-L., Liu, H.-Z., Yu, W.-Q., & He, X. (2022). The Impact of Public Transportation on Carbon Emissions—From the Perspective of Energy Consumption. *Sustainability*(14). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/su14106248>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Boston: Harvard Business School Press.
- Lai, C., Jia, Y., Lai, L., Xu, Z., McCulloch, M. D., & Wong, K. (2017). A comprehensive review on large-scale photovoltaic system with applications of electrical energy storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 78, σσ. 439-451. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.04.078>
- Laine, J., Heinonen, J., & Junnila, S. (2020). Pathways to Carbon-Neutral Cities Prior to a National Policy. *Sustainability*(12). doi:10.3390/su12062445
- Lang, N., Schellong, D., Hagenmaier, M., Herrmann, A., & Hohenreuther, M. (2022). Putting Micromobility at the Center of Urban Mobility. Ανάκτηση από <https://www.bcg.com/publications/2022/the-future-of-urban-mobility>
- Lefeng, S., Chunxiu, L., Jingrong, D., & Cipcigan, L. (2020). External benefits calculation of sharing electric vehicles in case of Chongqing China. *Utilities Policy*, 64. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101021>

- Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., & Hugo, G. (2007). Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health & Place*, 13, σσ. 111-122.
doi:10.1016/j.healthplace.2005.11.001
- Li, X., Lv, T., Zhan, J., Wang, S., & Pan, F. (2022). Carbon Emission Measurement of Urban Green Passenger Transport: A Case Study of Qingdao. *Sustainability*(14).
Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/su14159588>
- Liu, Y., Chen, S., Jiang, K., & Kaghembega, W.-H. (2022). The gaps and pathways to carbon neutrality for different type cities in China. *Energy*, 244.
doi:10.1016/j.energy.2021.122596
- Liverani, A. (2009). Climate Change and Individual Behavior: Considerations for Policy.
Ανάκτηση από <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/9061>
- Lodato , M., & Xu, Q. (2021). The Carbon Neutrality Global Challenge. Ανάκτηση από <http://www.ececp.eu/wp-content/uploads/2021/07/In3act-full-version.pdf>
- Lupangu, C., & Bansal, R. (2017). A review of technical issues on the development of solar photovoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, σσ. 950-965. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.003>
- Ma, T., Yang, H., & Lu, L. (2014). Solar photovoltaic system modeling and performance prediction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, σσ. 304-315.
Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.057>
- MacArthur, J., Dill, J., & Person, M. (2014). Electric Bikes in North America: Results of an Online Survey. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2468, σσ. 123-130. doi:10.3141/2468-14
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation & Recycling*, 153. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>
- Mostafaeipour, A., Bidokhti, A., Fakhrzad, M.-B., Sadegheih, A., & Mehrjerdi, Y. (2022). A new model for the use of renewable electricity to reduce carbon dioxide emissions. *Energy*(238). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121602>

- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *J Bus Ethics*, 140, σσ. 369-380. doi:10.1007/s10551-015-2693-2
- Nath, M. (2022). Potentialities of Permaculture to Emerge as an Alternative for Intensive Agriculture- A Review. *Indian Journal of Organic Farming*, 1(1). Ανάκτηση από <https://www.cpublishingmedia.com/wp-content/uploads/2022/05/Permaculture-review.pdf>
- Newman, P. (2020). COVID, CITIES and CLIMATE: Historical Precedents and Potential Transitions for the New Economy. *Urban Science*, 4(32). doi:10.3390/urbansci4030032
- Newton, P. W., & Tucker, S. N. (2010). Hybrid buildings: a pathway to carbon neutral housing. *ARCHITECTURAL SCIENCE REVIEW*(53), σσ. 95-106. doi:10.3763/asre.2009.0052
- Nguyen, H., Hoang, A., Le, A., Pham, V., & Tran, V. (2020). Learned experiences from the policy and roadmap of advanced countries for the strategic orientation to electric vehicles: A case study in Vietnam. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*. doi:10.1080/15567036.2020.1811432
- Nicholas, P. (2012). Unit 6 Cities And Urban Land Use Patterns And Proc. Ανάκτηση από <https://www.chegg.com/flashcards/unit-6-cities-and-urban-land-use-patterns-and-proc-1a440316-ccc5-4d67-816f-3a7662917184/deck>
- Olivier, J., & Peters, J. (2020). *TRENDS IN GLOBAL CO2 AND TOTAL GREENHOUSE GAS EMISSIONS: 2020 Report*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Pandey, A. K., Tyagi, V. V., Selvaraj, J. A., Rahim, N. A., & Tyagi, S. K. (2016). Recent advances in solar photovoltaic systems for emerging trends and advanced applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, σσ. 859-884. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.043>
- Ren, C., Wang, J., You, Y., & Zhang, Y. (2020). Routing Optimization for Shared Electric Vehicles with Ride-Sharing. *Complexity*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1155/2020/9560135>

- Reynolds , L., & Wenzlau, S. (2012). Climate-Friendly Agriculture and Renewable Energy: Working Hand-in-Hand toward Climate Mitigation. Ανάκτηση από <https://www.renewableenergyworld.com/baseload/climate-friendly-agriculture-and-renewable-energy-working-hand-in-hand-toward-climate-mitigation/#gref>
- Ritchie , H. (2020, 10 13). *Our World in Data*. Ανάκτηση από <https://ourworldindata.org/travel-carbon-footprint>
- Rodrigues, A. L., & Seixas, S. R. (2022). Battery-electric buses and their implementation barriers: Analysis and prospects for sustainability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 51. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101896>
- Seif, M., & Nematollahi, S. M. (2019). The Effective Factors on Environmentally Friendly Behavior: A Case Study. *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. Ανάκτηση από <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/2842>
- Seto, K. C., Churkina, G., Hsu, A., Keller, M., Newman, P. W., Qin, B., & Ramaswami, A. (2021). From Low- to Net-Zero Carbon Cities: The Next Global Agenda. *Annual Review of Environment and Resources*, 46, σσ. 377–415. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-050120-113117>
- Shimoda, Y., Yamaguchi, Y., Iwafune, Y., Hidaka, K., Meier, A., Yagita, Y., . . . Nishikiori, S. (2020). Energy demand science for a decarbonized society in the context of the residential sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110051>
- Singh, B., Verma, A., Chandra, A., & Al-Haddad, K. (2020). Implementation of Solar PV-Battery and Diesel Generator Based Electric Vehicle Charging Station. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 56(4), σσ. 4007-4016.
- Spangler, K., McCann, R., & Ferguson, R. (2021). (Re-)Defining Permaculture: Perspectives of Permaculture Teachers and Practitioners across the United States. *Sustainability*, 13. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/su13105413>
- Staff, Z. (2020, 03 18). *ZERO WASTE EUROPE*. Ανάκτηση από <https://zerowasteeurope.eu/2020/03/understanding-the-carbon-impacts-of-waste-to-energy/>

- Sun, Z., Ma, Z., Ma, M., Cai, W., Xiang, X., Zhang, S., . . . Chen, L. (2022). Carbon Peak and Carbon Neutrality in the Building Sector: A Bibliometric Review. *Buildings*(12). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/buildings12020128>
- Tiseo, I. (2022, 09 09). *statista*. Ανάκτηση από <https://www.statista.com/statistics/276480/world-carbon-dioxide-emissions-by-sector/>
- United for Smart and Sustainable Cities (U4SSC) . (2017). Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities. Ανάκτηση από <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-U4SSC-Collection-Methodology/files/downloads/421318-CollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf>
- United Nations. (2007). Emissions of Greenhouse Gases . Ανάκτηση από https://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/methodology_sheets/atmosphere/ghg_emissions.pdf
- Urrutia Azcona, K., Fontán Agorreta, L., Díez Trinidad, F. J., Rodríguez Pérez-Curiel, F., & Gómez, J. V. (2018). Smart Zero Carbon City Readiness Level: Indicators System for City Diagnosis towards Decarbonisation and its application in the Basque Country. *DYNA*, 94(3), σσ. 332-338. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.6036/8476>
- Viškovic, A., Franki, V., & Bašić-Šiško, A. (2022). City-Level Transition to Low-Carbon Economy. *energies*, 15. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/en15051737>
- What's YOUR Impact?* (χ.χ.). Ανάκτηση 09 04, 2022, από <https://whatsyourimpact.org/greenhouse-gases/carbon-dioxide-emissions>
- Wilberforce, T., El-Hassan, Z., Khatib, F., Al Makky, A., Baroutaji, A., Carton, J. G., & Olabi, A. G. (2017). Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42, σσ. 25695-25734. Ανάκτηση από <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.07.054>
- World Economic Forum. (2021). Net Zero Carbon Cities: An Integrated Approach. Ανάκτηση από <https://www.weforum.org/reports/net-zero-carbon-cities-an-integrated-approach/>

- World Nuclear Association. (2021, 05). Ανάκτηση από <https://www.world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/carbon-dioxide-emissions-from-electricity.aspx>
- World Resources Institute. (2004). The Greenhouse Gas Protocol. Ανάκτηση από https://files.wri.org/d8/s3fs-public/pdf/ghg_protocol_2004.pdf
- World Resources Institute. (2014). Policy and Action Standard. Ανάκτηση από <https://ghgprotocol.org/policy-and-action-standard>
- World Resources Institute. (2014b). Mitigation Goal Standard. Ανάκτηση από <https://ghgprotocol.org/mitigation-goal-standard>
- Wu, N., Zhao, S., & Zhang, Q. (2016). A study on the determinants of private car ownership in China: Findings from the panel data. *Transportation Research Part A*, 85, σσ. 186-195. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2016.01.012>
- Wu, X., Tian, Z., & Guo, J. (2022). A review of the theoretical research and practical progress of carbon neutrality. *Sustainable Operations and Computers*(3), σσ. 54-66. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.10.001>
- Zhang, S., Wang, K., Xu, W., Iyer-Raniga, U., Athienitis, A., Ge, H., . . . Lyu, Y. (2021). Policy recommendations for the zero energy building promotion towards carbon neutral in Asia-Pacific Region. *Energy Policy*, 159. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112661>
- Zhao, Y., Cao, J., Ma, Y., Mubarik, S., Bai, J., Yang, D., . . . Yu, C. (2022). Demographics of road injuries and micromobility injuries among China, India, Japan, and the United States population: evidence from an age-period-cohort analysis. *BMC Public Health*, 22(760). Ανάκτηση από <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13152-6>
- Zheng, B., Wang, S., & Xu, J. (2022). A Review on the CO2 Emission Reduction Scheme and Countermeasures in China's Energy and Power Industry under the Background of Carbon Peak. *Sustainability*. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.3390/su14020879>
- Zhou, G., Li, H., Ozturk, I., & Ullah, S. (2022). Shocks in agricultural productivity and CO2 emissions: new environmental challenges for China in the green economy.

Economic Research-Ekonomska Istraživanja.

doi:10.1080/1331677X.2022.2037447