



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία

**ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Η ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕΣΩ
ΠΡΑΣΙΝΩΝ-ΜΠΛΕ ΥΠΟΔΟΜΩΝ**

Κωλέτση Βαρβάρα

ΑΜ: 16036

Επιβλέπουσα:

Φελώνη Ελισσάβητ

Αθήνα, Ιούλιος, 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF SURVEYING AND
GEOINFORMATICS ENGINEERING

Diploma Thesis

**SUSTAINABLE CITIES: COMBATING THE URBAN HEAT
ISLAND PHENOMENON THROUGH GREEN-BLUE
INFRASTRUCTURE**

Koletsivarvara

Registration Number: 16036

Supervisor:

Feloni Elissavet

Athens, July 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΟΛΕΙΣ:
Η ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑ
ΣΜΕΣΩΠΡΑΣΙΝΩΝ-ΜΠΛΕΥΠΟΔΟΜΩΝ**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

| A/a | ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ | ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ | ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ |
|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Φελώνη Ελισάβετ | Διδάσκουσα | |
| | Παπαντωνίου Παναγιώτης | Επικ. Καθηγητής | |
| | Χλούπης Γεώργιος | Αναπλ. Καθηγητής | |

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κωλέτση Βαρβάρα του Σπυρίδωνος, με αριθμό μητρώου 16036 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα,
Κωλέτση Βαρβάρα

Ελισσάβητ Φελώνη, Διδάσκουσα

Ψηφιακή ΥπογραφήΕπιβλέπουσας

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|----|
| Ευχαριστίες..... | iv |
| Περίληψη..... | v |
| Abstract..... | vi |
| 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1 |
| 1.1 Αντικείμενο Εργασίας και Διάρθρωση Τεύχους..... | 1 |
| 1.2 Θεωρητικό υπόβαθρο..... | 2 |
| 1.2.1 Αστικό μικροκλίμα..... | 2 |
| 1.2.2 Σύγχρονα προβλήματα στο αστικό περιβάλλον..... | 3 |
| 1.2.3 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας..... | 4 |
| 2 ΑΣΤΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ (ΑΘΝ)..... | 6 |
| 2.1 Γενικά..... | 6 |
| 2.2 Αίτια και παράγοντες ΑΘΝ..... | 7 |
| 2.2.1 Κτήρια και αστικός σχεδιασμός..... | 9 |
| 2.2.2 Αστικές οδοί..... | 10 |
| 2.2.3 Έλλειψη πρασίνου..... | 10 |
| 2.2.4 Ανθρώπινες δραστηριότητες..... | 11 |
| 2.2.5 Υλικά..... | 11 |
| 2.2.6 Αστικοποίηση..... | 12 |
| 2.3 Επιπτώσεις..... | 13 |
| 2.3.1 Επιπτώσεις στη υγεία του ανθρώπου..... | 14 |
| 2.3.2 Επιπτώσεις στην ενέργεια..... | 14 |
| 2.3.3 Επιπτώσεις στην ατμοσφαιρική ρύπανση..... | 15 |
| 2.4 Αντιμετώπιση – αστικός βελονισμός- μικροκλίμα..... | 17 |
| 3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΘΝ..... | 19 |
| 3.1 Θερμοκρασιακές διαφορές..... | 19 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2 | Τηλεπισκόπηση και ΑΘΝ | 21 |
| 3.2.1 | Σημασία της τηλεπισκόπησης..... | 21 |
| 3.2.2 | Θερμοκρασία και ακτινοβολία | 23 |
| 3.2.3 | Σημασία της τηλεπισκόπησης στο περιβάλλον – έρευνα σε πόλεις των ΗΠΑ 23 | |
| 3.3 | Προηγούμενες ενδεικτικές έρευνες..... | 25 |
| 3.3.1 | Έρευνα με τίτλο “LIFEASTP” | 25 |
| 3.3.2 | Έρευνα με τίτλο “BIOASTY” | 27 |
| 3.3.3 | Μελέτες στην Ευρώπη | 29 |
| 3.3.4 | Έρευνα για την Αθήνα..... | 30 |
| 3.3.5 | Άλλες εργασίες | 32 |
| 4 | ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ..... | 34 |
| 4.1 | Γενικά..... | 34 |
| 4.2 | Πράσινες - Μπλε Υποδομές..... | 35 |
| 4.2.1 | Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά..... | 35 |
| 4.2.2 | Συμβολή στην αντιμετώπιση της ΑΘΝ | 36 |
| 4.2.3 | Χαρακτηριστικά παραδείγματα | 38 |
| 4.2.4 | Παραδείγματα εφαρμογών σε πόλεις..... | 44 |
| 4.3 | Παραδείγματα πόλεων με υψηλό δείκτη βιωσιμότητας | 53 |
| 5 | ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ | 58 |
| 5.1 | Γενικά..... | 58 |
| 5.1.1 | Πεδίο μελέτης | 58 |
| 5.1.2 | Γεωγραφική αναφορά και περιορισμοί..... | 59 |
| 5.1.3 | Ομάδα μελέτης..... | 59 |
| 5.2 | Περιγραφή περιβαλλοντικών δεικτών | 59 |
| 5.3 | Οικονομική αξιολόγηση..... | 59 |
| 5.4 | Οφέλη..... | 60 |
| 5.5 | Τηλεπισκόπηση και αστικές πράσινες-μπλε υποδομές..... | 60 |
| 6 | ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ | 64 |
| 6.1 | Σύνοψη | 64 |

| | | |
|------------------------------|---------------------------------------|----|
| 6.2 | Γενικά και Ειδικά Συμπεράσματα..... | 64 |
| 6.3 | Προτάσεις για μελλοντική έρευνα | 65 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | | 67 |
| | Ξενόγλωσσες..... | 67 |
| | Ελληνικές..... | 69 |
| | Ιστότοποι..... | 70 |

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου εργασίας κ. Φελώνη Ελισσάβητ, Διδάσκουσα του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής της Σχολής Μηχανικών του ΠΑΔΑ, για την στήριξη και την βοήθεια της κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κ. Παπαντωνίου Παναγιώτη και τον κ. Χλούπη Γεώργιο, Καθηγητές του τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής της Σχολής Μηχανικών του ΠΑΔΑ και μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής μου εργασίας.

Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) για την παροχή δεδομένων, όπως επίσης την εταιρία egreen, ecorasterhellaskαι ιδιαίτερα την Γεωπόνο κ. Τσάιμου Λαμπρινή για την ευγενική παραχώρηση στοιχείων που ενίσχυσαν την παρούσα διπλωματική.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την συμπαράστασή τους σε όλους τους τομείς.

Περίληψη

Η ένταση του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας συνδέεται άμεσα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και την κλιματική αλλαγή. Η αύξηση της θερμοκρασίας επιβαρύνει κατά πολύ τη ζωή του ανθρώπου στις σύγχρονες πόλεις και δημιουργεί πολλά προβλήματα στην καθημερινότητα του αλλά και στη υγεία του. Τα αίτια και οι παράγοντες είναι πολύ σημαντικό να διερευνηθούν έτσι ώστε, μέσα από την ανάλυση τους, να οδηγηθούμε σε τρόπους αντιμετώπισης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, με στόχο την βιωσιμότητα. Η ύπαρξη των πράσινων και μπλε υποδομών ακόμα και στο κέντρο των πόλεων κρίνεται απαραίτητη καθώς είναι ικανή να συμβάλει στη μείωση του φαινομένου και στο περιορισμό των συμπτωμάτων. Με αυτό το τρόπο προσφέρεται στον άνθρωπο ένα περιβάλλον υγιές από κοινωνικές οικονομικές και περιβαλλοντικές απόψεις. Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια συνοπτική ανάλυση τόσο για το φαινόμενο, όσο και για τις πλέον ενδεδειγμένες παρεμβάσεις, στην κατεύθυνση του μετριασμού του μέσα από την υιοθέτηση καλών πρακτικών για τον σχεδιασμό βιώσιμων – ανθεκτικών πόλεων

Λέξεις κλειδιά : Αστική Θερμική Νησίδα , θερμοκρασιακές διαφορές , θερμική επιβάρυνση , αστικοποίηση, κλιματική αλλαγή , βιώσιμες πόλεις , πράσινες – μπλε υποδομές

Abstract

The intensity of the Urban Heat Island (UHI) phenomenon is directly linked to environmental impacts and climate change. The increase in temperature greatly burdens human life in modern cities, creating many problems in daily life and health. It is crucial to investigate the causes and factors in order to find ways to address the phenomenon of urban heat islands, aiming for sustainability. The presence of green and blue infrastructures, even in city centers, is deemed necessary as they can help reduce the phenomenon and limit its symptoms. This way, a healthy environment is provided to humans from social, economic, and environmental perspectives.

This undergraduate thesis presents a brief analysis of both the phenomenon and the most appropriate interventions in the direction of mitigation through the adoption of good practices for the design of sustainable and resilient cities.

Keywords: Urban Heat Island, temperature differences, thermal burden, urbanization, climate change, sustainable cities, green-blue infrastructures.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο Εργασίας και Διάρθρωση Τεύχους

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο: «*ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Η ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕΣΩ ΠΡΑΣΙΝΩΝ-ΜΠΛΕ ΥΠΟΔΟΜΩΝ*» είναι η βιβλιογραφική συμβολή στο αντικείμενο μέσα από την ανάλυση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας που συνδέεται άμεσα με ποικίλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πόλεων και των αστικών περιοχών γενικότερα. Στην εποχή της κλιματικής κρίσης, όπου η αύξηση των θερμοκρασιών, των κυμάτων καύσωνα και κατ' επέκταση η θερμική επιβάρυνση αποτελούν σημαντικά ζητήματα για την ανθρώπινη δραστηριότητα, οι παρεμβάσεις μικρότερης ή μεγαλύτερης κλίμακας στον αστικό σχεδιασμό αποτελούν το κύριο μέσο για τη διαμόρφωση ενός πιο ευχάριστου μικροκλίματος.

Το τεύχος ξεκινά με μια εκτενή εισαγωγή που αναλύει το θεωρητικό υπόβαθρο, εστιάζοντας στο αστικό μικρόκλιμα, τα σύγχρονα προβλήματα στο αστικό περιβάλλον, και γενικά το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Εξετάζονται λεπτομερώς τα αίτια και οι παράγοντες της αστικής θερμικής νησίδας, ενώ δίνεται έμφαση στις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον και τις προσεγγίσεις για την αντιμετώπισή του. Ακολούθως παρουσιάζονται οι τρόποι προσδιορισμού της αστικής θερμικής (θερμοκρασιακές διαφορές, τηλεπισκόπηση, κλπ.), και παρουσιάζονται ενδεικτικά ερευνητικά έργα που σχετίζονται με το αντικείμενο (LIFEASTI, BIOASTY, κλπ.). Στη συνέχεια δίνεται έμφαση στην περιγραφή των κύριων παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση του φαινομένου, μέσω της ενσωμάτωσης Πράσινων - Μπλε Υποδομών στο πλαίσιο αναβάθμισης κοινόχρηστων χώρων και κτιρίων, για την σταδιακή δημιουργία βιώσιμων-ανθεκτικών πόλεων.

Τέλος, το τεύχος κλείνει με τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα, και ανοίγει τον δρόμο για πιθανές μελλοντικές εφαρμογές στον τομέα.

Ειδικότερα, η διάρθρωση του τεύχους ορίζεται ως εξής:

Αρχικά η εισαγωγή που περιλαμβάνει το θεωρητικό υπόβαθρο

- Αστικό μικρόκλιμα,
- Σύγχρονα προβλήματα στο αστικό περιβάλλον,
- Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας.

Στη συνέχεια το πρώτο κεφάλαιο με θέμα την Αστική Θερμική Νησίδα που αναφέρονται:

- Αίτια και παράγοντες,

- Επιπτώσεις,
- Αντιμετώπιση του φαινομένου.

Το επόμενο κεφάλαιο εστιάζει στους τρόπους προσδιορισμού της ΑΘΝ δηλαδή σε:

- Θερμοκρασιακές διαφορές,
- Τηλεπισκόπηση και ΑΘΝ,
- Σημασία της τηλεπισκόπησης,
- Θερμοκρασία και ακτινοβολία.

Στο ίδιο κεφάλαιο συμπεριλαμβάνονται και άλλες έρευνες όπως:

- Η έρευνα LIFEASTI,
- Η έρευνα BIOASTY,
- Έρευνες για την Ευρώπη,
- Έρευνες για την Αθήνα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά σε:

- Αντιμετώπιση αστικής θερμικής νησίδας,
- Μπλε – πράσινες υποδομές,
- Βιωσιμότητα.

Εν κατακλείδι παρουσιάζονται:

- Συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία,
- Ιδέες για μελλοντική έρευνα.

1.2 Θεωρητικό υπόβαθρο

1.2.1 Αστικό μικροκλίμα

Με τον όρο κλίμα μιας περιοχής εννοείται η μέση καιρική κατάσταση που επικρατεί στην συγκεκριμένη περιοχή. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρεται στη σύνθεση του καιρού για μία μεγάλη χρονική περίοδο, με σκοπό να απαλλαγούμε από τυχόν σφάλματα και να καθιερώσουμε τις στατιστικές παραμέτρους (Σταυρακάκη,2017). Το κλίμα είναι μια ανεξάρτητη κατάσταση και δεν σχετίζεται με στιγμιαία καιρικά φαινόμενα. Αντιθέτως, η κατανομή της χλωρίδας, της πανίδας και του ανθρώπινου πληθυσμού πάνω στη γη συνδέεται άμεσα με το κλίμα.

Σε κάθε περιοχή του πλανήτη, το κλίμα περιγράφεται βάσει τριών επιπέδων: του μακροκλίματος, του μεσοκλίματος και του μικροκλίματος. Το μακρόκλιμα αφορά τα γενικά κλιματικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, όπως η ηλιοφάνεια, οι βροχοπτώσεις, ο άνεμος, η υγρασία και τα νέφη. Το μεσόκλιμα διαμορφώνεται από το μακρόκλιμα σε συνδυασμό με τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, τη βλάστηση και τις υδάτινες επιφάνειες που υπάρχουν στην περιοχή. Το μικροκλίμα της περιοχής ορίζεται κατά βάση ως η διαφορά ανάμεσα στο μακρόκλιμα και το μεσόκλιμα. Η διαφορά αυτή

οφείλεται κυρίως στις ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως το δομημένο περιβάλλον (Μπουγιατιώτη,2010).

Για αυτόν το λόγο, το μικροκλίμα που επικρατεί σε μία αστική περιοχή ονομάζεται "αστικό μικροκλίμα". Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε μία συγκεκριμένη αστική περιοχή και που μπορεί να παρουσιάζουν μεγάλες διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις συνθήκες που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή. Η μορφολογία και η δόμηση της αστικής περιοχής διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του "αστικού μικροκλίματος.(Σταυρακάκη,2017)

1.2.2 Σύγχρονα προβλήματα στο αστικό περιβάλλον

Η δομή των σύγχρονων αστικών πόλεων χαρακτηρίζεται κυρίως από μια άναρχη διάταξη των κτηρίων και του οδικού δικτύου, με αποτέλεσμα την έλλειψη οργάνωσης και συνοχής στην πόλη. Παράλληλα, υπάρχει μικρή ποσότητα χώρων πρασίνου στις πόλεις, πράγμα που έχει αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

Η ποιότητα ζωής στις σύγχρονες πόλεις επηρεάζεται σημαντικά από τον συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων. Η υπερβολική αύξηση του πληθυσμού, η εκμετάλλευση κάθε ελεύθερου χώρου και η πυκνή δόμηση έχουν δημιουργήσει αναξιόλογες περιβαλλοντικές συνθήκες, μακριά από τα περιβαλλοντικά πρότυπα.(Γαλανός κ.ά., 2008).

Ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα, η έλλειψη επαρκούς αερισμού προκαλεί ανεπαρκή αερισμό και επιτείνει την ατμοσφαιρική ρύπανση, ειδικά κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παρουσία αισθητών ατμοσφαιρικών ρύπων, που δυσχεραίνουν την αναπνοή των ανθρώπων και επηρεάζουν αρνητικά την υγεία τους.

Επιπλέον, η υπέρμετρη χρήση αυτοκινήτων και η λειτουργία βιομηχανιών έχουν προκαλέσει υψηλά επίπεδα ρύπανσης του ατμοσφαιρικού αέρα στα αστικά κέντρα, προσθέτοντας ένα από τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα. Η ρύπανση αυτή επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα ζωής των κατοίκων και μπορεί να προκαλέσει περαιτέρω περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο του αστικού "νέφους"(Γαλανός κ.ά., 2008).

Επιπλέον, τα φαινόμενα των "θερμικών νησίδων" είναι κοινά στις περισσότερες πόλεις. Ο χρήση κατασκευαστικών υλικών με υψηλό συντελεστή θερμοχωρητικότητας και η μείωση των επιπέδων υγρασίας στην ατμόσφαιρα οδηγούν στην αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων θερμικής ενέργειας στα κτίρια κατά τη διάρκεια της ημέρας και την εκπομπή της κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας στα αστικά κέντρα, επιδεινώνοντας την υπάρχουσα ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα.

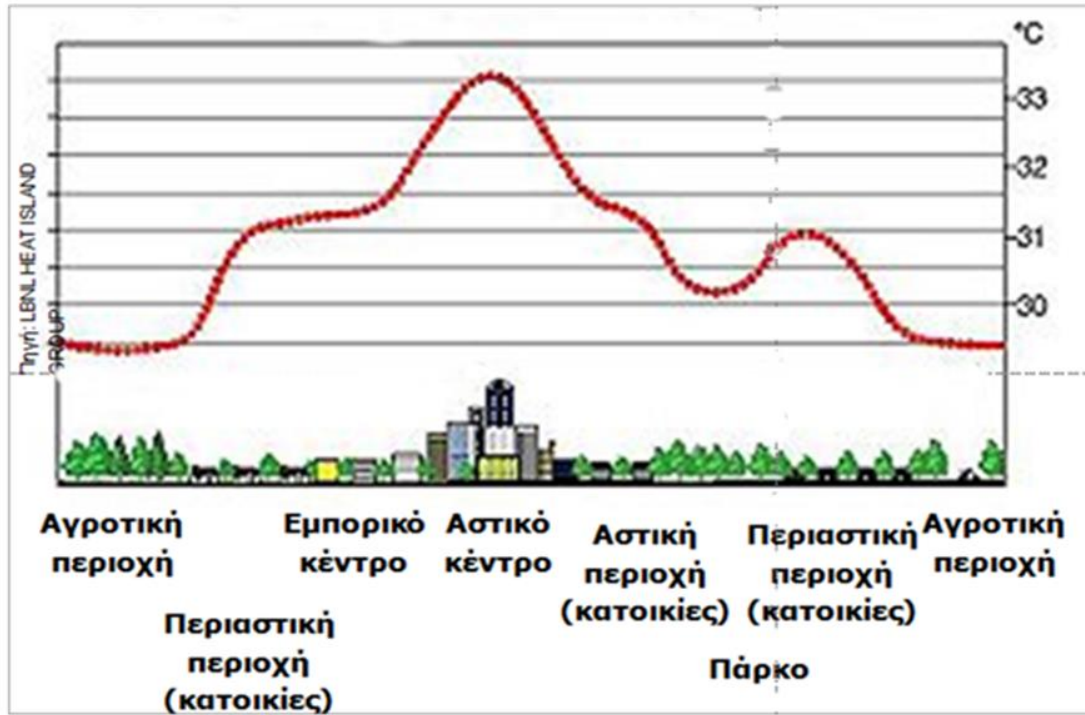
Όλα αυτά τα φαινόμενα καταδεικνύουν ότι οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις αστικές πόλεις είναι απόμακρες από τις ιδανικές συνθήκες διαβίωσης, και ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η έλλειψη αρχών σχεδιασμού έχουν συμβάλει στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων(Σταυρακάκη,2017)

1.2.3 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας

Η αστική θερμική νησίδα αποτελεί το πιο τεκμηριωμένο φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και της αστικοποίησης.(Σανταμούρης, 2001). Είναι το φαινόμενο που περιγράφει τη διαφορά της θερμοκρασίας μέσα στις πόλεις σε σχέση με τις γύρω περιαστικές, αγροτικές ή και δασικές περιοχές. Στο εσωτερικό της πόλης επικρατεί ένα πιο θερμό κλίμα συγκριτικά με τις γύρω περιοχές αυτής.

Ο τρόπος κατασκευής των πόλεων όπως και τα υλικά που επιλέχθηκαν για τη δημιουργία των υποδομών κατέχουν σημαντικό ρόλο για το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Πιο συγκεκριμένα το τσιμέντο και η άσφαλτος αποθηκεύουν την θερμότητα η οποία επιστρέφει στο ίδιο το αστικό περιβάλλον , με αποτέλεσμα οι αστικές περιοχές να έχουν αυξημένη θερμοκρασία σε σχέση με τις γύρω περιοχές. Εν αντιθέσει περιοχές στην ύπαιθρο , που είναι απομακρυσμένες από το κέντρο της πόλης , περιέχουν κατά βάση νερό και χώμα , δηλαδή τα φυσικά στοιχεία του περιβάλλοντος , δεν αποθηκεύουν την θερμότητα αυτή και η θερμοκρασία κυμαίνεται σε λογικά πλαίσια. Ο ανθρώπινος παράγοντας , η αστικοποίηση και η ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανικής ζώνης αλλά και πολλά παραπάνω είναι ορισμένα από τα στοιχεία που δικαιολογούν την ύπαρξη του συγκεκριμένου φαινομένου.

Σε γενικές γραμμές το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας (ΑΘΝ) είναι ένας επιστημονικός όρος που περιγράφει τη διαφορά της θερμοκρασίας εντός αστικού ιστού σε σχέση με τις γύρω περιαστικές περιοχές, εξαιτίας της δραστηριότητας του ανθρώπου. Στο παρακάτω σχήμα περιγράφεται οπτικά το φαινόμενο αυτό , της αστικής θερμικής νησίδας. Ουσιαστικά η καμπύλη φανερώνει την αύξηση της θερμοκρασίας στο κέντρο της πόλης και αντίστοιχα τη μείωση αυτής στις γύρω περιοχές , τις περιαστικές και ακόμα περισσότερο τις αγροτικές περιοχές που δεν διακατέχονται κατά βάση από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις και δεν εντάσσονται στο πλαίσιο της συνεχόμενης ανάπτυξης(Σαρράς,2020).



Εικόνα 1 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας (ΑΘΝ) Πηγή:

http://ktm.cres.gr/bibliothiki/Psyxres_orofes/Problhmata.php

2 ΑΣΤΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ (ΑΘΝ)

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται κατά βάση τα αίτια οι επιπτώσεις αλλά και τρόποι για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Η αστική θερμική νησίδα αποτελεί πρόκληση στον σύγχρονο αστικό σχεδιασμό, αντιμετωπίζοντας τις πόλεις ως δυναμικά οικοσυστήματα. Η αντιμετώπιση των αιτιών που οδηγούν στη δημιουργία αυτής της θερμικής αναστάτωσης αποτελεί κρίσιμο βήμα για τον κατανοητικό και αποτελεσματικό σχεδιασμό με στόχο της βιωσιμότητας. Το φαινόμενο αυτό δεν επηρεάζει μόνο τη θερμοκρασία αλλά και τον τρόπο ζωής στις πόλεις. Λόγω έχουν οι επιπτώσεις που επεκτείνονται από την υγεία του ανθρώπου έως και την ενεργειακή ανάπτυξη των κτιρίων. Θέτοντας στο επίκεντρο όλα τα παραπάνω καταλήγουμε σε συμπεράσματα που αφορούν την στρατηγική ανάπτυξη λύσεων που οδηγούν στην συλλογική ευημερία.

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας εντοπίζεται σε αστικές περιοχές, ιδιαίτερα σε μεγάλες και πυκνοκατοικημένες πόλεις. Το φαινόμενο αυτό προκαλείται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την αστικοποίηση του περιβάλλοντος. Οι αστικές περιοχές χαρακτηρίζονται από την παρουσία κτιρίων, δρόμων, αστικών δικτύων και λιγότερης πράσινης υποδομής. Αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν την απορρόφηση και εκπομπή θερμότητας, καθιστώντας τις αστικές περιοχές πιο θερμές σε σχέση με το περιβάλλον τους. Επίσης, η χρήση κλιματιστικών και θέρμανσης στα κτίρια, καθώς και η εκπομπή θερμότητας από τις κινητικές δραστηριότητες των αυτοκινήτων, επιδεινώνουν το φαινόμενο της ΑΘΝ.

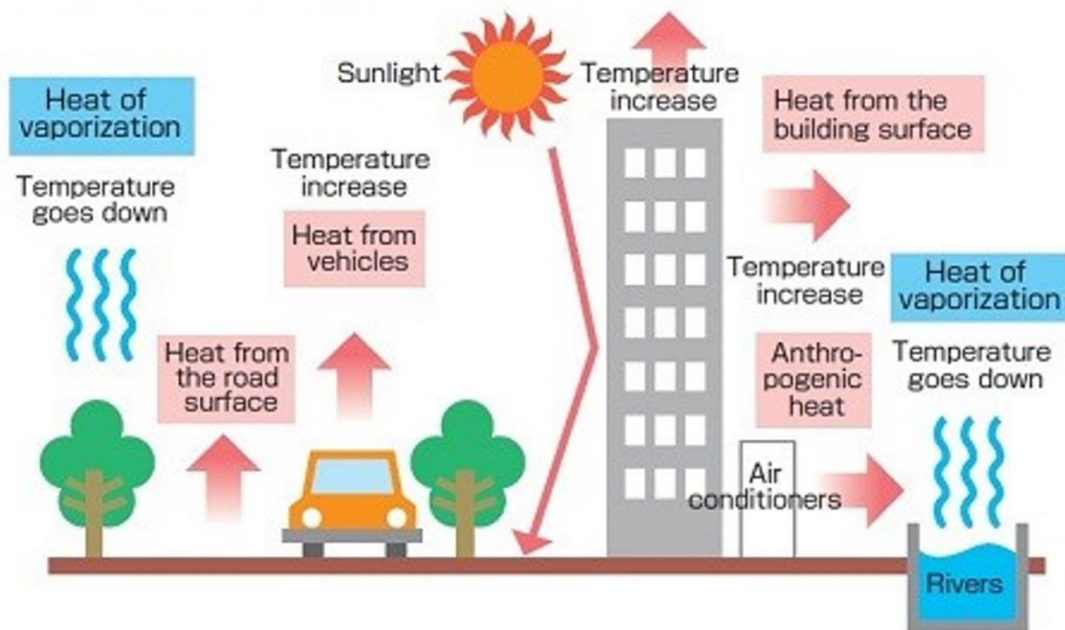
Οι αστικές θερμικές νησίδες είναι συνήθως πιο έντονες κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν οι αστικές περιοχές διατηρούν υψηλότερες θερμοκρασίες από τις γύρω περιοχές λόγω της συσσώρευσης της θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό οφείλεται στην ανεπάρκεια πρασίνου και σε μειωμένη χρήση νερού στις αστικές περιοχές, που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη διάχυση της θερμότητας και στην ψύξη του περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφικά η πρώτη αναφορά σε αυτό το φαινόμενο έγινε το 1820 από τον L.Howards ο οποίος παρατήρησε αυτή την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της πόλης του Λονδίνου και των περιχώρων αυτού την οποία και περιέγραψε ως «τεχνητή αύξηση της θερμότητας». Αργότερα παρόμοιες αναφορές καταγράφηκαν για το Παρίσι τον 20ο αιώνα από τον Renou και για τη Βιέννη από τον Schmidt (envinow,2022).

2.2 Αίτια και παράγοντες ΑΘΝ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναλυθούν τα αίτια και οι παράγοντες του φαινομένου. Η ισχύς ή η ένταση της Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ) μπορεί να υπολογιστεί μέσω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του αστικού ιστού και του υπαίθριου χώρου. Η διατήρηση υψηλών θερμοκρασιών στα αστικά κέντρα οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η βιομηχανία, οι μεταφορές και ο αστικός σχεδιασμός που περιορίζει τον φυσικό αερισμό των κτηρίων.

● How the Heat Island Phenomenon occurs



Εικόνα 2Μηχανισμοί ανάπτυξης της θερμικής αστικής νησίδας Πηγή:

<http://www.gardinergreenribbon.com/heat-island-effect/>

Η παραγόμενη θερμότητα από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες επηρεάζει σημαντικά τη θερμοκρασία στα αστικά κέντρα, καθώς αναστέλλει την ανανέωση του αέρα εντός των πόλεων. Οι εκτιμήσεις δείχνουν ότι η θερμότητα που παράγεται από την πόλη μπορεί να φθάσει το 20% της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στον αστικό ιστό.

Η θερμότητα που παράγεται από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες υπολογίζεται με βάση τον τύπο:

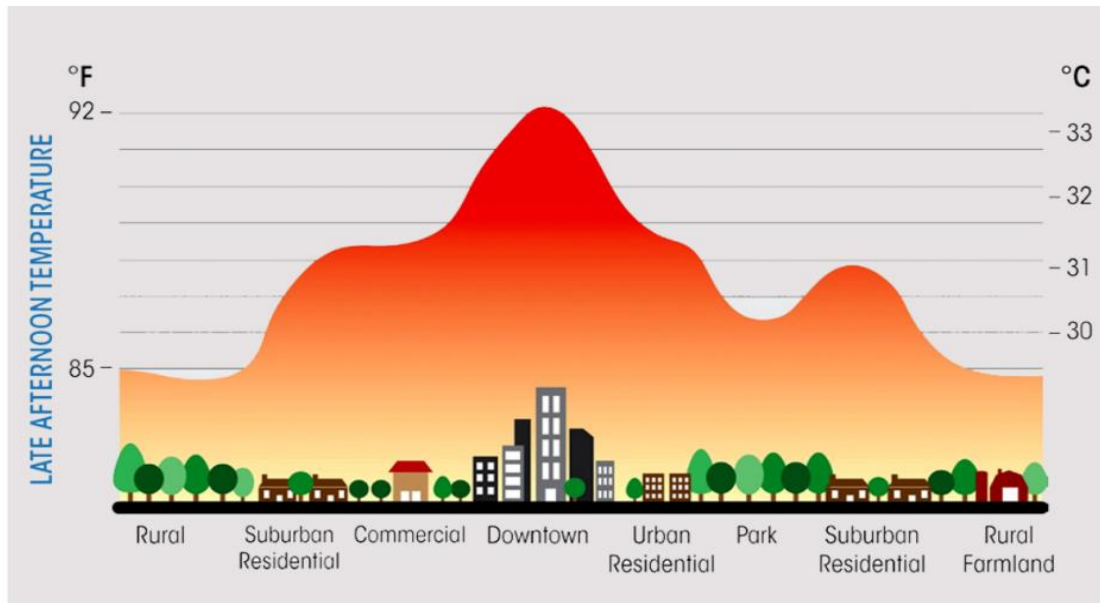
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

όπου,

Q1: αναφέρεται στη θερμότητα που παράγεται από τα μέσα μεταφοράς,

Q2: η θερμότητα που παράγεται από σταθερές πηγές όπως η βιομηχανία και τα κτήρια, και

Q3: η θερμότητα που παράγεται από τον μεταβολισμό (Grimmonetal, 1991).

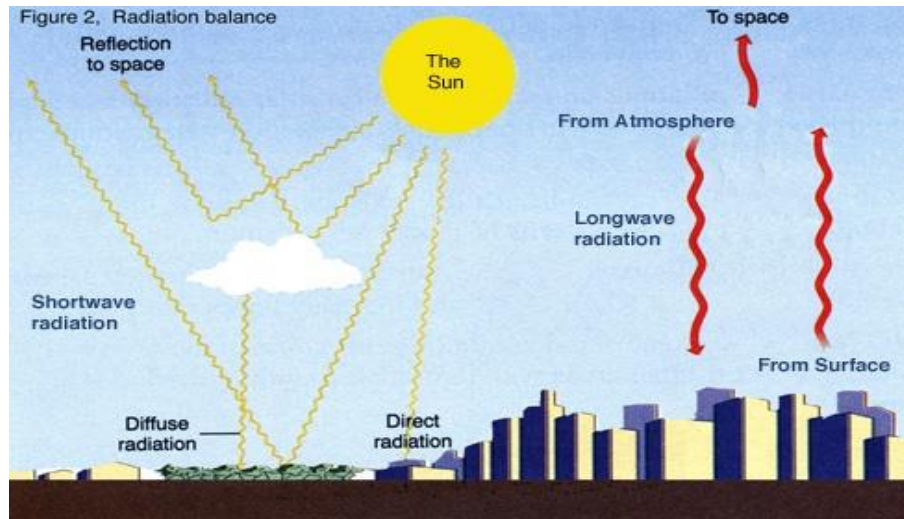


Εικόνα 3 Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας πηγή:

<https://www.kipodiathesi.gr/symvoules/fainomeno-tis-thermikis-nisidas>

Στη εικόνα φαίνονται οι θερμοκρασίες για αργά το απόγευμα για τις αντίστοιχες περιοχές που είναι κατά σειρά, αγροτικές, προαστιακές κατοικίες, εμπορικές, κέντρο, αστική κατοικία, πάρκο, προαστιακές κατοικίες και ξανά αγροτικές.

Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται η ανάκλαση ισορροπίας σε σχέση με την ακτινοβολία. Όταν η εξερχόμενη θερμική ενέργεια από τη Γη εξισορροπεί ακριβώς τον εισερχόμενο ήλιο ακτινοβολία, η μέση θερμοκρασία της Γης είναι σταθερή. Η ποσότητα ενέργειας που εισέρχεται σε ένα καθορισμένο σύστημα κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, όπως μια ημέρα, πρέπει να ισούται με την ποσότητα ενέργειας που εξέρχεται συν την ποσότητα ενέργειας που αποθηκεύεται στο σύστημα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Αυτή η εξίσωση θα μας επιτρέψει να εξετάσουμε με ακρίβεια και ποσοτικά τρόπο στις πολλές διαφορές μεταξύ αστικού και αγροτικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 4 Ανάκλαση ισορροπίας Πηγή <http://www.ruf.rice.edu/~sass/UHI.html>

Εν συνεχεία διακρίνουμε ορισμένα αίτια που συμβάλουν στην ανάπτυξη του φαινομένου.

2.2.1 Κτήρια και αστικός σχεδιασμός

Η εποχή που διανύουμε αποτυπώνει αδιαμφισβήτητα την τάση των ανθρώπων να εγκαταλείπουν τις μικρές τοπικές κοινότητες του αγροτικού τοπίου και να καταφεύγουν στις πόλεις. Αυτός ο μαζικός μεταναστευτικός ρυθμός οδηγεί σε επέκταση του αστικού ιστού, που αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της εποχής μας. Οι άνθρωποι, υποκινούμενοι από διάφορους παράγοντες, επιδιώκουν να βρουν στις πόλεις καλύτερες ευκαιρίες και συνθήκες εργασίας, εκπαίδευσης, κοινωνικής ζωής και ψυχαγωγίας.

Αυτή η παρατήρηση μας επιτρέπει να συνειδητοποιήσουμε τον σημαντικό αντίκτυπο που έχει η μετανάστευση αυτή στον τρόπο ζωής των ανθρώπων και τον τρόπο που αναδιαμορφώνει τον περιβάλλοντα χώρο. Οι πόλεις γίνονται πιο πολυσύχναστες και πολυπολιτισμικές, ενώ η ύπαιθρος αδειάζει σταδιακά από τον πληθυσμό της. Αυτό προκαλεί αλλαγές στον τρόπο ζωής των ανθρώπων, αλλά και στον τρόπο που διαχειριζόμαστε τους φυσικούς πόρους και την ποιότητα του περιβάλλοντος.

Παρόλο που η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών υπό το φως της αστικής εξέλιξης μπορεί να φαίνεται αναπόφευκτη, είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι αυτή η εξέλιξη έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές πτυχές. Ενώ οι πόλεις προσφέρουν πλούσιες ευκαιρίες και πολυπολιτισμικό περιβάλλον, οι αγροτικές περιοχές παρέχουν μια ξεχωριστή σύνδεση με τη φύση και μια πιο ήρεμη κοινότητα.

Πάνω από το μισό του παγκόσμιου πληθυσμού (55%) ζει σήμερα σε πόλεις. Το 2050 το ποσοστό αυτό θα έχει πλησιάσει το 70%

Ουσιαστικά η παρουσία των πολλών κτιρίων, της πυκνής οικιστικής και βιομηχανικής δόμησης, καθώς και οι λίγες πράσινες εκτάσεις οδηγούν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Τα υλικά και το χρώμα των κτιρίων επίσης μπορούν να επηρεάσουν την απορρόφηση και

εκπομπή θερμότητας.

Στις αστικές περιοχές, υπάρχουν κτίρια πολλαπλών επιπέδων. Η θερμότητα που ανακλίνεται από ένα κτίριο παγιδεύεται από τα υψηλότερα κτίρια στην περιοχή, γεγονός που είναι γνωστό ως "αστικό κάλυμμα" (Masson, 2006). Η ΑΘΝ επιδεινώνεται με το σχηματισμό του αστικού καλύμματος.

Επιπρόσθετα, λόγω της παρουσίας συμπυκνωμένων κτιρίων, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται. Με φυσικό επακόλουθο, η ψύξη που προκαλείται από τη σύσταση μετάδοσης να μειώνεται. Έτσι, η θερμότητα παγιδεύεται και η αστική θερμική νησίδα επιδεινώνεται (Nuruzzaman, 2015).

Η τεχνολογίες μετριασμού της θερμότητας μπορούν να βελτιώσουν την βιωσιμότητα σε μια πόλη.

Η αστική υπερθέρμανση επηρεάζει την ενέργεια, την υγεία, την ισχύ, τη δυνατότητα επιβίωσης και την περιβαλλοντική ποιότητα των πόλεων. Σύμφωνα με μια έρευνα του Σανταμούρη και άλλων υπολογίστηκε το μέγεθος της υπερθέρμανσης στο Σίδνεϊ της Αυστραλίας κοντά στους 9 °C, που προκαλεί ποινή ψύξης έως και 16% και αύξηση στα επίπεδα υπερθέρμανσης εσωτερικών χώρων έως και 56%. Αναπτύχθηκαν και υπολογίστηκαν σενάρια μετριασμού της θερμότητας με βάση την χρήση ανακλαστικών επιφανειών, πρόσθετο πράσινο, αύξηση του ρυθμού εξατμισιοδιαπνοής και αρκετούς συνδυασμούς αυτών των παραγόντων (Σανταμούρης κ.ά., 2020).

2.2.2 Αστικές οδοί

Η ασφάλτος απορροφά και αποθηκεύει την θερμότητα, και όταν αυτή απελευθερώνεται το βράδυ, μπορεί να διατηρήσει υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Με αποτέλεσμα η ακραίες θερμοκρασίες να διατηρούνται καθ' όλο το 24ώρο, δημιουργώντας για τον πολίτη ένα ανυπόφορο κλίμα.

2.2.3 Έλλειψη πρασίνου

Η έλλειψη δέντρων, φυτών και γενικότερα χώρων πρασίνου, μειώνει την φυσική σκίαση και τη δυνατότητα της περιοχής να ψύχεται φυσικά μέσω της εκπομπής υγρασίας. Τα αστικά πάρκα και οι χώροι πρασίνου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη μείωση της έντασης ΑΘΝ, αυξάνοντας τη διαθεσιμότητα επιφανειακής υγρασίας και ψύχοντας τον ατμοσφαιρικό αέρα μέσω της εξατμισιοδιαπνοής. (Παπαγγέλης κ.ά., 2012)

Η θερμικά επαγόμενη κλίση πίεσης, μεταξύ των διαφορετικών χρήσεων γης, έχει ως αποτέλεσμα την προσαγωγή του κρύου αέρα από το πάρκο προς την γύρω οικιστική περιοχή και τη σύγκλιση θερμότερου αέρα πάνω από το πάρκο (Okeetal, 1989). Η περιοχή των χαμηλότερων θερμοκρασιών που σχετίζεται με το πάρκο αναφέρεται ως το φαινόμενο «parkcoolisland» (PCI) (Spronken-Smith and Oke, 1998).

2.2.4 Ανθρώπινες δραστηριότητες

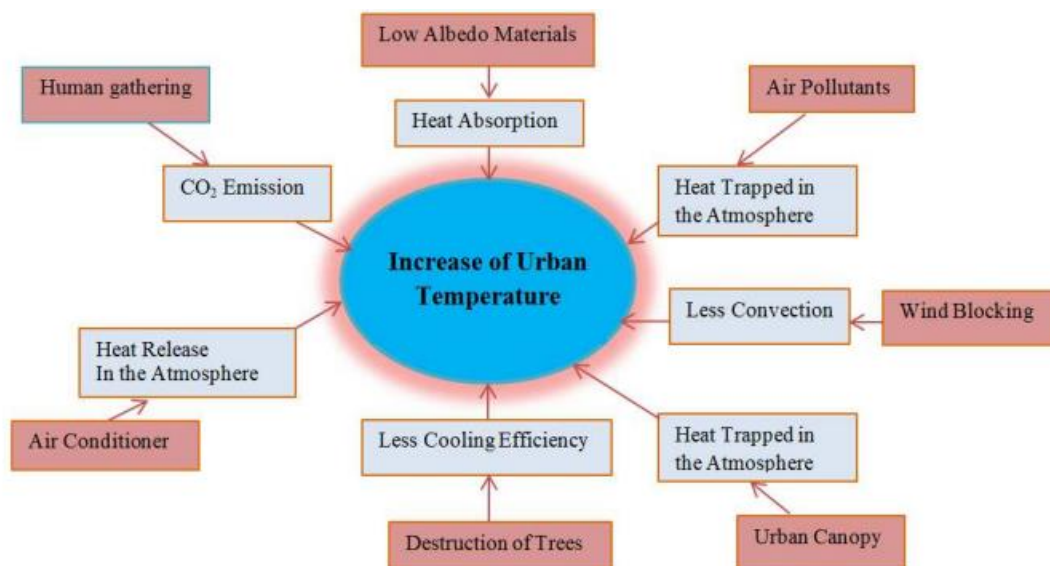
Οι εκπομπές από οχήματα, κλιματιστικά, θέρμανση κτιρίων και βιομηχανίες είναι κάποιες ανθρώπινες δραστηριότητες που συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας των αστικών περιοχών και την επιδείνωση του φαινομένου.

Για να παρέχουν άνεση στους ανθρώπους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, τα κλιματιστικά χρησιμοποιούνται μαζικά με αυξανόμενη τάση. Τα κλιματιστικά διατηρούν το κτίριο δροσερό εσωτερικά, αλλά εκπέμπουν τη θερμότητα που απορροφούν από το εσωτερικό προς την ατμόσφαιρα (Okwen,2011). Ως αποτέλεσμα, ο περιβάλλοντας χώρος θερμαίνεται, οδηγώντας στην αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας.

2.2.5 Υλικά

Σύμφωνα με τον Bouyer, το albedo αντιπροσωπεύει την αναλογία της ανακλώμενης ηλιακής ενέργειας προς την εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια. Εξαρτάται από τη διάταξη των επιφανειών, τα υλικά, τις αποστρώσεις κ.λπ. Το albedo έχει άμεσο αντίκτυπο στη δημιουργία του μικροκλίματος. Το albedo μιας πόλης διαφέρει ανάλογα με παράγοντες όπως η διάταξη των επιφανειών, η ανομοιογένεια, τα υλικά για τα στέγαστρα, τις αποστρώσεις κ.λπ. Εάν το albedo της αστικής επιφάνειας είναι χαμηλό, θα αποθηκεύει περισσότερη ηλιακή ενέργεια και θα αυξάνει τη θερμοκρασία της αστικής περιοχής, δημιουργώντας το μικροκλίμα.(Bouyer,2009)

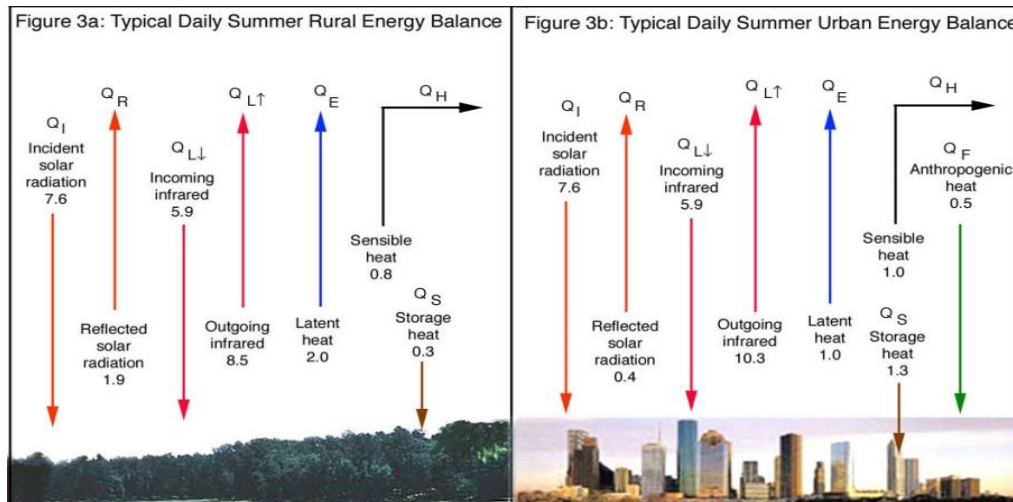
Παρακάτω βλέπουμε ένα σχεδιάγραμμα που περιγράφει την διαδικασία σχηματισμού της αστικής θερμικής νησίδας σύμφωνα με τον (Md. Nuruzzaman,2015).



Εικόνα 5 Διαδικασία Σχηματισμού Αστικής Θερμικής νησίδας (ΑΘΝ)

Το παρακάτω διάγραμμα , είναι ένα διάγραμμα του ενεργειακού ισοζυγίου για ένα τυπικό φυσικό τοπίο σε μια αγροτική τοποθεσία κοντά στο Χιούστον, το Τέξας φαίνεται στο σχήμα

3α. Μια συνοδευτική ενέργεια ο προϋπολογισμός για μια αστική περιοχή όπως το Χιούστον παρουσιάζεται στο γράφημα 3β. Οι ενεργειακοί όροι ποικίλλουν από μέρα σε μέρα, αλλά εκείνοι στο σχήμα είναι χαρακτηριστικοί από αυτά για μια τυπική ηλιόλουστη καλοκαιρινή μέρα στο Χιούστον και τη γύρω αγροτική περιβάλλον.



Εικόνα 6 Θερμικά ισοζύγια αστικής και αγροτικής περιοχής στο Χιούστον των ΗΠΑ

2.2.6 Αστικοποίηση

Η εποχή που διανύουμε αποτυπώνει αδιαμφισβήτητα την τάση των ανθρώπων να εγκαταλείπουν τις μικρές τοπικές κοινότητες του αγροτικού τοπίου και να καταφεύγουν στις πόλεις. Αυτός ο μαζικός μεταναστευτικός ρυθμός οδηγεί σε επέκταση του αστικού ιστού, που αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της εποχής μας. Οι άνθρωποι, υποκινούμενοι από διάφορους παράγοντες, επιδιώκουν να βρουν στις πόλεις καλύτερες ευκαιρίες εργασίας, εκπαίδευσης, κοινωνικής ζωής και ψυχαγωγίας.

Αυτή η παρατήρηση μας επιτρέπει να συνειδητοποιήσουμε τον σημαντικό αντίκτυπο που έχει η μετανάστευση αυτή στον τρόπο ζωής των ανθρώπων και τον τρόπο που αναδιαμορφώνει τον περιβάλλοντα χώρο. Οι πόλεις γίνονται πιο πολυσύχναστες και πολυπολιτισμικές, ενώ η ύπαιθρος αδειάζει σταδιακά από τον πληθυσμό της. Αυτό προκαλεί αλλαγές στον τρόπο ζωής των ανθρώπων, αλλά και στον τρόπο που διαχειριζόμαστε τους φυσικούς πόρους και την ποιότητα του περιβάλλοντος.

Παρόλο που η εγκατάλειψη των αγροτικών περιοχών υπό το φως της αστικής εξέλιξης μπορεί να φαίνεται αναπόφευκτη, είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι αυτή η εξέλιξη έχει τόσο θετικές όσο και αρνητικές πτυχές. Ενώ οι πόλεις προσφέρουν πλούσιες ευκαιρίες και πολυπολιτισμικό περιβάλλον, οι αγροτικές περιοχές παρέχουν μια ξεχωριστή σύνδεση με τη φύση και μια πιο ήρεμη κοινότητα (avgi,2022).



Εικόνα 7 Αστικοποίηση πηγή: https://www.avgi.gr/diethni/419451_astikopoiisi-kinoymeni-ammos-se-enan-planiti-poy-katarreei

Το φαινόμενο της αστικοποίησης έχει γνωρίσει έντονη αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες, με περίπου το 50-60% του παγκόσμιου πληθυσμού να ζει σε αστικά κέντρα, δηλαδή πάνω από το μισό του πληθυσμού. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Ο.Η.Ε το 2014, περίπου 3.9 δισεκατομμύρια άνθρωποι είχαν εγκατασταθεί σε αστικές περιοχές, με την προβλεπόμενη αύξηση να φτάνει τα 5 δισεκατομμύρια έως το 2025 και τα 6.3 δισεκατομμύρια το 2050 (66%).

Η συνεχής αστικοποίηση, σε συνδυασμό με την έλλειψη κατάλληλου δομικού σχεδιασμού, έχει οδηγήσει σε αυξημένη πληθυσμιακή πυκνότητα. Η έκταση των αστικών κέντρων έχει καλυφθεί από κτίρια, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν επαρκείς χώροι φιλικό προς το περιβάλλον, όπως πάρκα, και να παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα κυκλοφορικής συμφόρησης. Ο αυξανόμενος αριθμός των κτηρίων σχετίζεται άμεσα με την ένταση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, καθώς τα κτίρια αποθηκεύουν και παράγουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας στον περιβάλλοντα χώρο, όπως αναφέρεται παραπάνω.

2.3 Επιπτώσεις

Το φαινόμενο αυτό μπορεί να εμφανιστεί σε οποιαδήποτε αστική περιοχή, συνήθως όμως εμφανίζεται σε μεγάλες πόλεις. Η ένταση ΑΘΝ συνήθως ορίζεται και μετριέται ως η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ κέντρου μιας αστικής περιοχής και της περιοχής ενός αγροτικού που λειτουργεί ως σημείο αναφοράς, έξω από την πόλη. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει λιγότερη ηλιακή ενέργεια το χειμώνα συγκριτικά με το καλοκαίρι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι αισθητό όλο το χρόνο. Οι περισσότερες έρευνες

ωστόσο επικεντρώνονται στους θερινούς μήνες. Το καλοκαίρι υπάρχουν περισσότερες επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον αλλά και για τον ίδιο τον άνθρωπο. Υπάρχουν αισθητά λιγότερες έρευνες που εξετάζουν το φαινόμενο αυτό τον χειμώνα. (Heavisideetal, 2017)

Οι συνέπειες του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας είναι σημαντικές και συνοψίζονται ως εξής:

2.3.1 Επιπτώσεις στη υγεία του ανθρώπου

Αρχικά , σημαντική επίπτωση του συγκεκριμένου φαινομένου είναι στην υγεία του ανθρώπου. Οι αυξημένες θερμοκρασίες για τους κατοίκους της πόλης σε οποιαδήποτε ηλικία αλλά και ιδιαίτερα σε ευπαθείς πληθυσμιακές ομάδες, εντείνουν τα προβλήματα υγείας. Όπως για παράδειγμα είναι η θερμοπληξία οι οργανικές δυσλειτουργίες , κλπ. Με το πέρασμα των χρόνων οι ασθένειες αυτές ολοένα και αυξάνονται .(Heavisideetal, 2017)



Εικόνα 8 Μια εικόνα από την πόλη του Τορόντο πηγή: Τι είναι το φαινόμενο της θερμικής νησίδας; - Πράσινη κορδέλα (gardinergreenribbon.com)

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνεται η επίπτωση της αστικής θερμικής νησίδας στην ατμόσφαιρα που επηρεάζει άμεσα και την υγεία του ανθρώπου. όλο αυτό επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα του αέρα και μπορεί επίσης να οδηγήσει σε αύξηση της αστικής αιθαλομίχλης.

2.3.2 Επιπτώσεις στην ενέργεια

Στη συνέχεια λόγω έχει η ενέργεια , όπως ήδη έχουμε αναφέρει η αστική θερμική νησίδα αναφέρεται στην τάση των αστικών περιοχών να κατέχουν υψηλότερες θερμοκρασίες από τις γύρω περιαστικές περιοχές. Ως εύλογο αποτέλεσμα έρχονται οι επιπτώσεις και

στην ενέργεια πέρα από την υγεία που αναφέραμε παραπάνω. Αρχικά η ενέργεια που καταναλώνεται αυξάνεται ραγδαία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες , καθώς κρίνεται απαραίτητη για την ψύξη των κτηρίων και των χώρων γενικότερα. Επιπροσθέτως αυξάνεται η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας για την χρήση των κλιματιστικών.

Παρατηρήθηκε ότι η Αστική νησιδοποίηση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μια μέση αύξηση 19,0% στην κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και μια μέση μείωση 18,7% στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Οι αναφερθείσες επιπτώσεις της Αστικής Νησιδοποίησης έδειξαν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ των πόλεων, με την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη να κυμαίνεται από 10% έως 120% και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση να κυμαίνεται από 3% έως 45%. Οι επιπτώσεις της Αστικής Νησιδοποίησης έδειξαν επίσης έντονες εσωτερικές διαφοροποιήσεις, με πιο έντονες επιπτώσεις στο κέντρο των πόλεων σε σχέση με τα περίχωρα (Xiao et al, 2019)

2.3.3 Επιπτώσεις στην ατμοσφαιρική ρύπανση

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας , μπορεί να επηρεάσει και την ατμοσφαιρική ρύπανση με πολλούς τρόπους. Οι επιπτώσεις αυτές συνδέονται με την αύξηση της θερμοκρασίας σε περιοχές εντός αστικού ιστού όπου επιφέρουν αλλαγές στο κλίμα , στις καιρικές συνθήκες και την ατμόσφαιρα γενικότερα.

Αύξηση της θερμοκρασίας: Η αστική θερμική νησίδα προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στις αστικές περιοχές. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες μπορούν να αυξήσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση, καθώς μπορεί να επιταχύνουν χημικές αντιδράσεις και εκπομπές από αυτοκίνητα, εργοστάσια και άλλες πηγές ρύπων.

Αύξηση της συγκέντρωσης όζοντος (O₃): Η υψηλή θερμοκρασία που σχετίζεται με την ΑΘΝ , μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές από αυτοκίνητα και βιομηχανίες, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση του όζοντος στην ατμόσφαιρα. Το όζον είναι επιβλαβές για την υγεία και μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά προβλήματα και άλλες ασθένειες.

Αύξηση των σωματιδίων PM_{2.5} και PM₁₀: Η αστική θερμική νησίδα μπορεί να επηρεάσει τη διάχυση των σωματιδίων PM_{2.5} και PM₁₀, τα οποία είναι επίσης επιβλαβή για την υγεία. Οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να αυξήσουν τη σχηματιστική άρνηση των σωματιδίων και να μειώσουν την διάχυση, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η συγκέντρωσή τους στην ατμόσφαιρα.

Κλιματικές αλλαγές: Η ΑΘΝ μπορεί να επηρεάσει το κλίμα στις αστικές περιοχές, επιφέροντας αλλαγές στα μοτίβα βροχής, τις ανέμους και την ατμοσφαιρική σύσταση. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να επηρεάσουν την ανασκόπηση των ατμοσφαιρικών ρύπων και να επιδράσουν στην ποιότητα του αέρα.

Σε ένα γενικό πλαίσιο σύμφωνα με ένα άρθρο των (Sarrat et al) πολλές πόλεις στον κόσμο υποφέρουν από ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω κακού σχεδιασμού και πολεοδομίας και της

έντονης κίνησης οχημάτων σε γρήγορα επεκτεινόμενα αστικά περιβάλλοντα. Αυτές οι συνθήκες επιδεινώνονται λόγω του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας. Παρόλο που υπήρξαν μελέτες που συνδέουν το κτισμένο περιβάλλον και την ατμοσφαιρική ρύπανση με την υγεία, αγνόησαν τον ρόλο της Αστικής Θερμικής Νησίδας. Η παλαιότερη βιβλιογραφία για τον αστικό σχεδιασμό σε αυτόν τον τομέα αγνόησε επίσης την επιστήμη των υλικών, των οχημάτων και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, και τις τεχνολογικές λύσεις για τη μείωση των συσσωρευτικών επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της Αστικής Θερμικής Νησίδας. Η ατμοσφαιρική ρύπανση, το κτισμένο περιβάλλον και η ανθρώπινη υγεία είναι παράγοντες που συζητούνται σε μια πολύπλοκη διαδικασία που ενέχει αρκετούς διαφορετικούς τομείς. Το κτισμένο περιβάλλον συνδέεται με την ανθρώπινη υγεία μέσω των ευκαιριών για φυσική δραστηριότητα και ποιότητας του αέρα. Η πρόσφατη βιβλιογραφία για τον αστικό σχεδιασμό επικεντρώνεται στη δημιουργία συμπαγών και περπατήσιμων αστικών περιοχών που είναι εξοπλισμένες με πράσινες υποδομές για να προωθήσουν τη φυσική δραστηριότητα και να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση που σχετίζεται με τις εκπομπές οχημάτων. Η μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου που οδηγεί σε μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της Αστικής Θερμικής Νησίδας υπονοείται στη βιβλιογραφία. Η βιβλιογραφία από τον τομέα της τεχνολογίας αναφέρεται άμεσα στο ζήτημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αυτό τομέας περιλαμβάνει αυτοκίνητα μηδενικών εκπομπών, πράσινες υποδομές και υλικά κτιρίων που απορροφούν ατμοσφαιρικούς ρύπους και μειώνουν την Αστική Θερμική Νησίδα. Αυτή η εργασία προσδιορίζει τα κύρια θέματα στους δύο ρεύματα της αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της Αστικής Θερμικής Νησίδας που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία και παρουσιάζει μια συστηματική ανασκόπηση των ακαδημαϊκών εργασιών, των πολιτικών εγγράφων, των αναφορών και των χαρακτηριστικών στα μέσα ενημέρωσης που δημοσιεύτηκαν τα τελευταία 10-20 χρόνια.(Sarratetal,2006)

Στη συνέχεια αναφέρεται μια έρευνα των που εξετάζονται οι παρούσες συνθήκες του 2018 και συγκρίνονται με τις μελλοντικές για το 2050, της SouthCreek, μιας περιοχής έντονης αστικοποίησης ενός παράκτιου αστικού κέντρου, της Σίδνεϊ. Αναφέρει ότι η πλειονότητα της παγκόσμιας πληθυσμιακής αύξησης θα συμβεί σε παρόμοιες παράκτιες περιοχές. Επίσης, επισημαίνει ότι η κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της αστικής υπερθέρμανσης και της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και οι επιπτώσεις τους στην απόδοση των κτιρίων αποτελεί παγκόσμιο πρόβλημα που απαιτεί την ανάπτυξη προσεγγίσεων για την αστική μείωση και προσαρμογή των κτιρίων.

Υπό το κλίμα του 2050, η περιοχή SouthCreek θα βιώσει μέγιστη θερμοκρασία αέρα 44,6 °C, με αποτέλεσμα σημαντική αύξηση των αναγκών σε ψύξη, που κυμαίνεται μεταξύ 29% και 86% για τα τυπικά κατοικίες, γραφεία και σχολεία. Στη συνέχεια, με μεσοκλίμακες προσομοιώσεις, υπολογίζονται οι μειώσεις της θερμοκρασίας του αέρα

που μπορεί να επιτευχθούν με την αύξηση του albedo των στεγών και των πεζοδρομίων, σημαντικών δέντρων και τη βελτιωμένη άρδευση. Τα 670.000 δέντρα στην SouthCreek και 3 εκατομμύρια στο υπόλοιπο της Σίδνεϊ μπορεί να αντισταθμίσει την τοπική υπερθέρμανση λόγω της αστικοποίησης που συνδέεται με τη μελλοντική αύξηση του πληθυσμού, αλλά δεν μπορεί να αντισταθμίσει και την κλιματική αλλαγή ταυτόχρονα.(Garshasbietal,2020)

2.4 Αντιμετώπιση – αστικός βελονισμός- μικροκλίμα

Η υψηλή θερμοκρασία στο κέντρο της πόλης , όπως έχει αναλυθεί και στα προηγούμενα κεφάλαια , είναι γνωστή ως το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Το φαινόμενο αυτό προκαλεί δυσφορία στους κατοίκους των πόλεων τους θερινούς μήνες , καθώς η αστικοποίηση που κυριαρχεί στον πλανήτη επιφέρει αλλοιώσεις στην επιφάνεια του εδάφους σε συνδυασμό με τον ακατάλληλο πολεοδομικό σχεδιασμό. Όπως επίσης και η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι εκείνη που προκαλεί δυσφορία και πολλαπλά προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου.

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστούν ορισμένα μέτρα για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού.

Οι πράσινες στέγες , ο κατάλληλος πολεοδομικός σχεδιασμός , τα δέντρα όπως και η ύπαρξη υδάτινων σωμάτων σε περιοχές της πόλης είναι ορισμένες στρατηγικές αντιμετώπισης του φαινομένου.

Ένας πολύ ενδιαφέρον όρος που εστιάζει στην αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού , είναι ο αστικός βελονισμός . ο όρος αυτός περιγράφει μια στρατηγική που αφορά τον σχεδιασμό και την βελτίωση των περιοχών εντός αστικού ιστού με σκοπό την ανάπτυξη. Ο όρος απορρέει από την ιδέα ότι μπορεί να γίνει μια αναλογία με την ακτινοβολία βελόνων που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή κινέζικη ιατρική για την θεραπεία συγκεκριμένων σημείων στο σώμα.(hccm.gr)

Στόχο έχει την βελτίωση του μικροκλίματος στις μεγάλες πόλεις. σύμφωνα με τον Καρτάλη(2018) που μίλησε για τις «επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον» στο πλαίσιο της ημερίδας για την κλιματική αλλαγή που διοργάνωσε η Περιφέρεια Αττικής. Παρουσίασε μια νέα ματιά για τον αστικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό , αναφερόμενος στον αστικό βελονισμό. Όλες αυτές οι διάσπαρτες πράσινες παρεμβάσεις στον αστικό ιστό που έχουν στόχο την βελτίωση του μικροκλίματος μιας περιοχής. Τόνισε πως η πόλη είναι ένας οργανισμός, όχι απλά ένα σύμπλεγμα κτιρίων, και καθώς μεγαλώνει οι πιέσεις αυξάνονται. Δεν υπάρχει μία λύση που να καλύπτει όλες τις περιπτώσεις. Επίσης έγινε λόγος για την αυξανόμενη τάση της αστικοποίησης(ecopress.gr).

Σύμφωνα με τα αίτια και τις επιπτώσεις προτείνονται λύσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου, με γνώμονα την υγεία και την ποιότητα της ζωής του ανθρώπου. Από την διαχείριση του πράσινου χώρου των υδατικών χώρων των μικρών πάρκων, των υδάτινων διαδρομών μέχρι την υιοθέτηση καινοτόμων αρχιτεκτονικών σχεδίων με νέα υλικά.

Στη συνέχεια αναλύονται τα παραπάνω:

1. **Πράσινοι Χώροι και Δένδρα:** Γίνεται λόγος για την αύξηση των πράσινων χώρων και των πάρκων σε αστικές περιοχές, καθώς δημιουργούν φυσικές σκιάσεις για την μείωση της θερμοκρασίας αλλά και την διατήρηση αυτής.
2. **Υγραντικές Επιφάνειες:** Οι υγραντικές επιφάνειες και οι υδάτινες διαδρομές όπως για παράδειγμα είναι τα πάρκα που περιέχουν υδάτινες επιφάνειες μειώνουν την θερμοκρασία μέσω της εξάτμισης.
3. **Κτίρια με Υψηλή Αντανακλαστικότητα:** Τα νέα υλικά και χρώματα με υψηλή αντανακλαστικότητα για τα κτίρια, αντανακλούν το ηλιακό φως.
4. **Βιώσιμα Κτίρια:** Ηκατασκευή κτιρίων με υψηλή ενεργειακή απόδοση και χρήση βιώσιμων υλικών, αποτελεί λύση προς την βιωσιμότητα.

Όσον αφορά το αστικό μικροκλίμα, οι μελλοντικές εργασίες μπορούν να επικεντρωθούν στην ένταση ψύξης που επιβάλλουν τα αστικά πάρκα με διαφορετική βλάστηση. Το τελευταίο αναμένεται να επηρεάσει τις αστικές συνθήκες λόγω των αλλαγών στη διαθεσιμότητα νερού μέσα στο φυτικό πάρκο. Κατά συνέπεια, ο ρόλος της εξατμισοδιαπνοής ως μηχανισμού ψύξης μπορεί να διερευνηθεί με την προσομοίωση διαφορετικών θερμογρομετρικών συνθηκών εντός του προτεινόμενου αστικού πάρκου (Παπαγγέληςκ.ά.,2012).

Σύμφωνα με την έρευνα (Παπαγγέληςκ ά.,2012) όλα τα παραπάνω ενισχύονται, καθώς δημιούργησαν προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν με το συζευγμένο σύστημα αστικών μοντέλων WRF/Noah/UCM που έδειξαν ότι η προσαρμογή των αστικών πράσινων λύσεων μέσα σε μια σύγχρονη μεγαλούπολη όπως η Αθήνα μπορεί να έχει σημαντική θετική επίδραση στις τοπικές μικροκλιματικές συνθήκες. Αυτό το σύστημα παρέχει μια χρήσιμη και άμεση σύνδεση μεταξύ συνοπτικών καιρικών συνθηκών και συνθηκών κατώτερου οριακού στρώματος (αλληλεπίδραση πόλης ατμόσφαιρας), επομένως τα αποτελέσματα των σεναρίων αστικού σχεδιασμού τοπικής κλίμακας προσεγγίζονται ρεαλιστικά(Παπαγγέλης κ ά.,2012).

3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΑΘΝ

3.1 Θερμοκρασιακές διαφορές

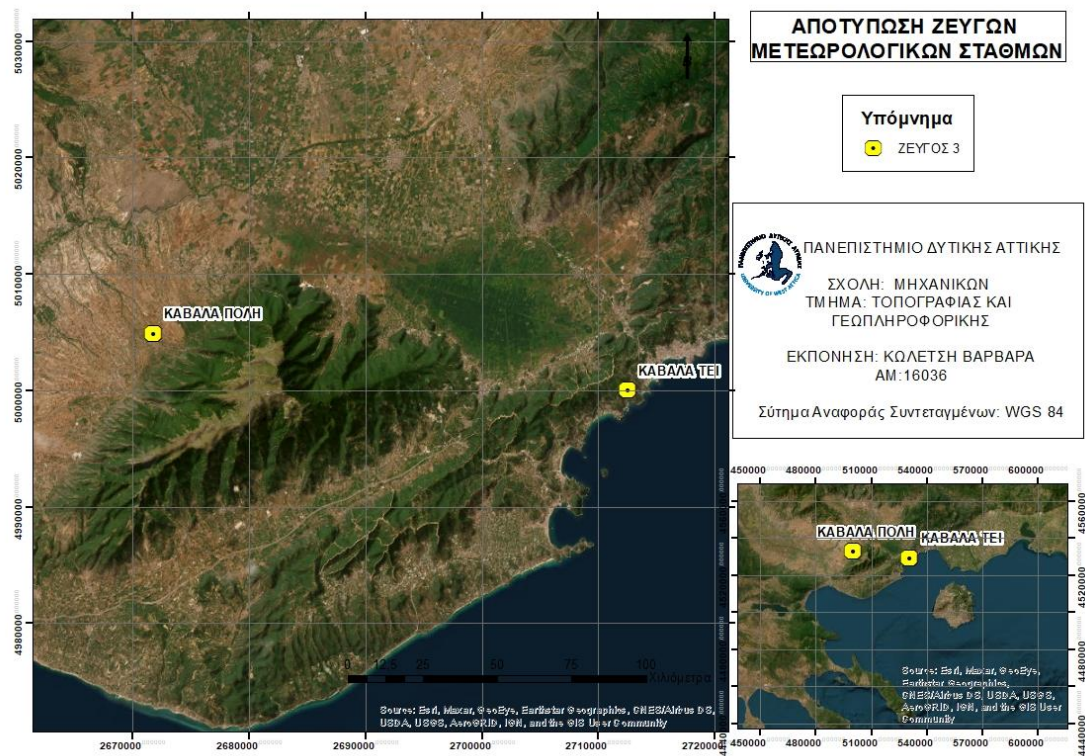
Η αστική θερμική νησίδα αναφέρεται στην αύξηση των θερμοκρασιακών επιπέδων σε αστικές περιοχές σε σχέση με τις γύρω αγροτικές περιοχές λόγω των αστικών χαρακτηριστικών και των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Αυτή η αύξηση των θερμοκρασιών ονομάζεται θερμοκρασιακή διαφορά.

Οι παράγοντες που συμβάλουν στην αστική θερμική νησίδα περιλαμβάνουν την πυκνή οικοδόμηση, την έλλειψη φυτών και υδροφόρων εκτάσεων, στην ασφάλτο και τις εκπομπές από κτίρια και οχήματα. Αυτοί οι παράγοντες οδηγούν σε αυξημένη απορρόφηση και απελευθέρωση θερμότητας, καθιστώντας τις αστικές περιοχές πιο θερμές σε σχέση με το περιβάλλον τους.

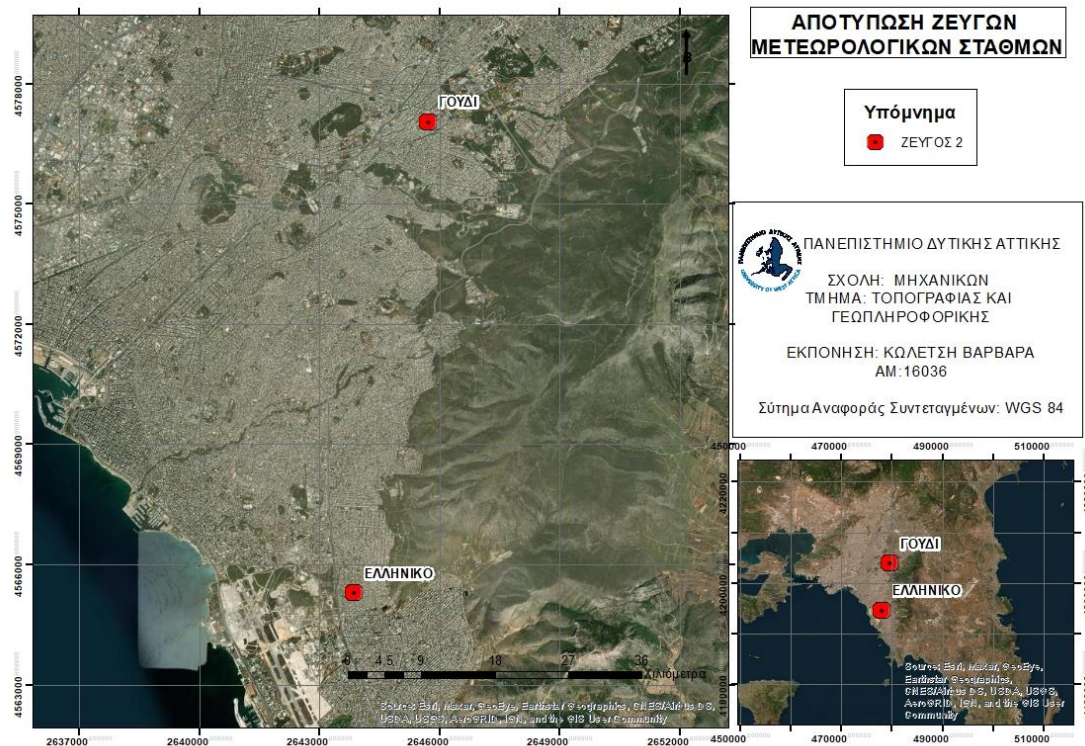
Οι θερμοκρασιακές διαφορές που παρατηρούνται στο φαινόμενο αυτό μπορεί να επηρεάσουν το κλίμα, την ποιότητα του αέρα και την άνεση των κατοίκων. Παράλληλα, επισημαίνεται η ανάγκη υιοθέτησης πρακτικών και πολιτικών που θα στοχεύουν στη μείωση της αστικής θερμικής νησίδας, προωθώντας την πράσινη υποδομή, τη βιώσιμη οικοδόμηση και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Παρακάτω γίνεται παράθεση τριών χαρτών που δημιουργήθηκαν σε περιβάλλον ArcMapGIS με σύστημα αναφοράς συντεταγμένων το παγκόσμιο WGS84 και δεδομένα από τη εθνική μετεωρολογική υπηρεσία (EMY). Αποτυπώνουν ένα ζεύγος μετεωρολογικών σταθμών ανά χάρτη, και αποτελούν παραδείγματα σταθμών που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για τον υπολογισμό της διαφοράς θερμοκρασιών. Ο ένας σταθμός βρίσκεται στο κέντρο της πόλης και ο άλλος σταθμός βρίσκεται εκτός του αστικού ιστού. Ουσιαστικά ο σταθμός που είναι εντός πόλης περιέχει υψηλές τιμές θερμοκρασίας, ενώ αντίστοιχα ο σταθμός που βρίσκεται εκτός πόλης περιέχει χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας.

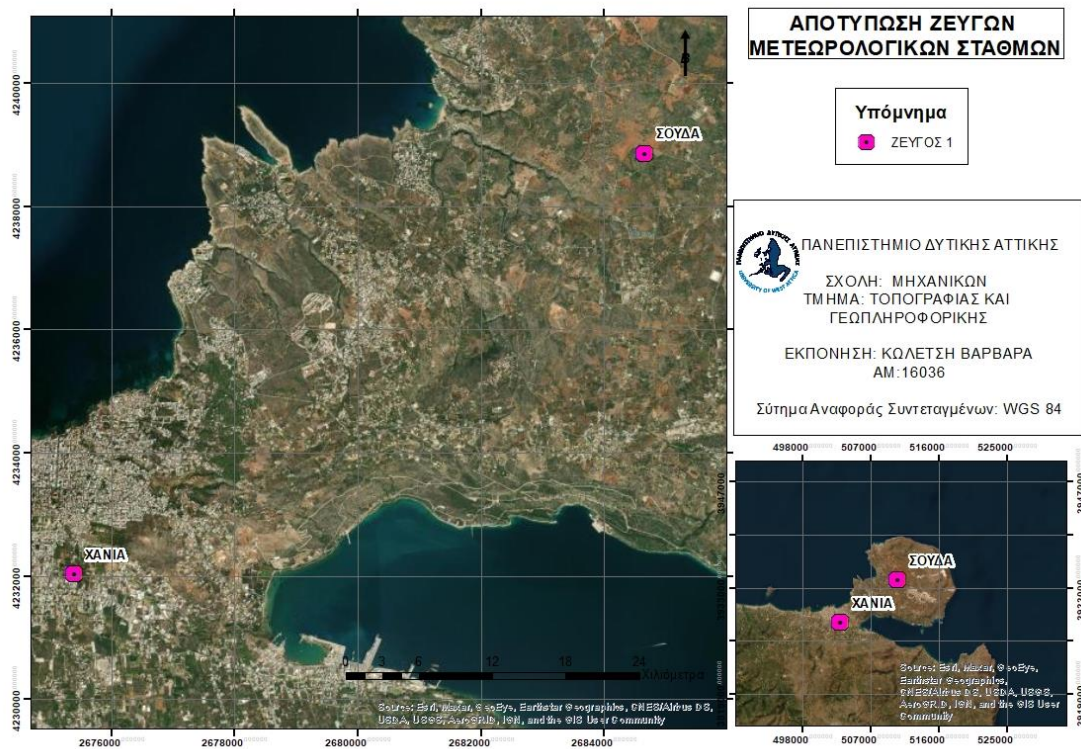
«ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Η ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕΣΩ ΠΡΑΣΙΝΩΝ-ΜΠΛΕ ΥΠΟΔΟΜΩΝ»



Εικόνα 9 θερμοκρασιακές διαφορές Καβάλα Πόλη – Καβάλα ΤΕΙ πηγή: ίδια επεξεργασία



Εικόνα 10 θερμοκρασιακές διαφορές Γουδί – Ελληνικό πηγή: ίδια επεξεργασία



Εικόνα 11 Θερμοκρασιακές διαφορές Χανιά - Σούδα πηγή: ίδια επεξεργασία

Ουσιαστικά, σύμφωνα με τα δεδομένα της EMY, διαπιστώνεται πως οι σταθμοί των Χανίων, της Καβάλας πόλης, και Γουδί είχαν υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τις αντίστοιχες περιαστικές περιοχές που είναι ο σταθμός της Σούδας της Καβάλας ΤΕΙ και του Ελληνικού αντίστοιχα.

3.2 Τηλεπισκόπηση και ΑΘΝ

3.2.1 Σημασία της τηλεπισκόπησης

Η τηλεπισκόπηση αποτελεί μια τεχνική συλλογής πληροφοριών για διάφορα αντικείμενα, που επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση, ανάλυση και καταγραφή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον και τα αντικείμενα επί της επιφάνειας της Γης. Η σημασία της τηλεπισκόπησης είναι πολυδιάστατη και επεκτείνεται σε πολλούς τομείς όπως φαίνεται παρακάτω. (esa.int, 2023)

1. **Περιβαλλοντική Παρακολούθηση:** Η τηλεπισκόπηση βοηθά στην παρακολούθηση των αλλαγών στο περιβάλλον, όπως την αποψίλωση των δασών, τις αλλαγές στις υδάτινες περιοχές, την απώλεια βιοποικιλότητας και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

2. **Γεωγραφική Πληροφορία:** Η τηλεπισκόπηση παρέχει αναλυτικές γεωγραφικές πληροφορίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό των πόλεων, τη διαχείριση των υδάτινων πόρων, τη γεωλογική μελέτη, και πολλά άλλα.
3. **Αγροτική Παρακολούθηση:** Η τηλεπισκόπηση μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση των καλλιεργειών, την εκτίμηση της καλλιέργειας εκτάσεων, τον προσδιορισμό της υγείας των φυτών και την πρόβλεψη αποδόσεων.
4. **Διαχείριση Καταστάσεων Κρίσης:** Σε περιπτώσεις φυσικών καταστροφών, όπως σεισμοί, πλημμύρες ή πυρκαγιές, η τηλεπισκόπηση παρέχει γρήγορη και ακριβή πληροφόρηση για την εκτίμηση της ζημιάς και την αντίδραση.
5. **Επιστημονική Έρευνα:** Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν την τηλεπισκόπηση για τη μελέτη των φυσικών διεργασιών, της κλιματικής αλλαγής, της γεωλογίας και άλλων επιστημονικών θεμάτων.
6. **Πολιτικές Αποφάσεις και Σχεδιασμός Υποδομών:** Οι κυβερνήσεις και οι φορείς λήψης αποφάσεων χρησιμοποιούν την τηλεπισκόπηση για τον σχεδιασμό υποδομών, τον έλεγχο της χρήσης γης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η τηλεπισκόπηση αναφέρεται στην παρατήρηση αντικειμένων από απόσταση, χωρίς να απαιτείται άμεση φυσική επαφή με αυτά. Αυτή η τεχνική αποτελείται από τον ίδιο μηχανισμό που λειτουργεί και στην ανθρώπινη όραση. Όταν το μάτι παρατηρεί ένα αντικείμενο, καταγράφει την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (φως) που ανακλάται από την επιφάνειά του. Αυτή η ακτινοβολία περιλαμβάνει πληροφορίες για την επιφάνεια του αντικειμένου και μας επιτρέπει να αναγνωρίσουμε το χρώμα και το σχήμα του.

Τα όργανα τηλεπισκόπησης σε δορυφόρους λειτουργούν με ανάλογο τρόπο. Αυτά τα όργανα καταγράφουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται ή ανακλάται από την επιφάνεια της Γης. Η δυνατότητα ανάλυσης των φασματικών υπογραφών διαφόρων αντικειμένων είναι κρίσιμη για τις χαρτογραφικές εφαρμογές των δορυφόρων, καθώς επιτρέπει τη διάκριση διαφορετικών επιφανειών και περιοχών.

Η ανθρώπινη όραση καταλαμβάνει μόνο ένα συγκεκριμένο εύρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Ωστόσο, οι δορυφόροι μπορούν να ανιχνεύσουν ακτινοβολία σε διάφορα μήκη κύματος, συμπεριλαμβανομένων του ορατού φωτός, του υπερύθρου και άλλων.

Ένα αντικείμενο εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία λόγω της θερμοκρασίας του. Για παράδειγμα, ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του (περίπου 6000 βαθμοί Κελσίου), ενώ η γη εκπέμπει ακτινοβολία σε χαμηλότερη θερμοκρασία (περίπου 290 βαθμοί Κελσίου). Η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας σε συγκεκριμένο μήκος κύματος σχετίζεται άμεσα με τη θερμοκρασία της επιφάνειας.

Συνολικά, η τηλεπισκόπηση αποτελεί μια ισχυρή εργαλειοθήκη για την παρατήρηση και

ανάλυση του περιβάλλοντος μας από απόσταση, επιτρέποντας μας να αποκτήσουμε πληροφορίες για αντικείμενα και διεργασίες που διαδραματίζονται στην επιφάνεια της Γης(esa.int,2023).

3.2.2 *Θερμοκρασία και ακτινοβολία*

Οι επιφάνειες με διαφορετικές θερμοκρασίες εκπέμπουν ακτινοβολία σε διαφορετικά μήκη κύματος. Για παράδειγμα, ο ήλιος εκπέμπει τη μέγιστη ακτινοβολία στα 0.483 μικρόμετρα, ενώ η γη στα 14 μικρόμετρα. Η εκπομπή ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας. Έτσι, μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία μιας επιφάνειας με βάση την ακτινοβολία που εκπέμπει, χρησιμοποιώντας την τηλεπισκόπηση.

Η γη εκπέμπει μικρές ποσότητες ενέργειας μόνο στην ορατή περιοχή, επομένως γίνεται ορατή λόγω της ανάκλασης του ορατού φωτός του ηλίου. Οι ακτίνες του ηλίου που φτάνουν στη γη μπορεί να απορροφηθούν, θερμαίνοντας τη γη, ή να ανακληθούν, γίνονται τις ορατές από ανθρώπινα μάτια ή δορυφόρους. Η ανακλαστικότητα μιας επιφάνειας, γνωστή και ως "λευκαύγεια" ή "albedo", μετρά το ποσοστό του ηλιακού φωτός που ανακλάται από αυτήν(esa.int,2023).

3.2.3 *Σημασία της τηλεπισκόπησης στο περιβάλλον – έρευνα σε πόλεις των ΗΠΑ*

Όπως ήδη έχει αναφερθεί η τηλεπισκόπηση μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση των αλλαγών του περιβάλλοντος και των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Το φαινόμενο της αστικής θερμότητας μπορεί να αναλυθεί και μέσω των επιφανειακών θερμοκρασιών. Στα αστικά περιβάλλοντα, οι επιφανειακές θερμοκρασίες μπορεί να είναι πιο υψηλές από τις αντίστοιχες θερμοκρασίες του αέρα. Αυτό συμβαίνει λόγω της πολυπλοκότητας των επιφανειών στα αστικά περιβάλλοντα και των διακυμάνσεων στην τοπογραφία της πόλης. Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι οι επιφανειακές θερμοκρασίες συνδέονται στενά με τις συνθήκες της επιφάνειας, ενώ η επίδραση της τοπογραφίας της πόλης παίζει επίσης σημαντικό ρόλο.

Επειδή οι επιφάνειες έχουν διαφορετική ικανότητα να απορροφούν και να εκπέμπουν θερμότητα από τον αέρα, οι επιφανειακές θερμοκρασίες μπορεί να αυξομειώνονται πιο γρήγορα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις μεγαλύτερες επιφανειακές θερμοκρασίες να είναι υψηλότερες κατά τη διάρκεια του μεσημεριού σε σχέση με τις νυχτερινές, σε αντίθεση με τις θερμοκρασίες του αέρα (Chenetal, 2006).

Τα δεδομένα τηλεπισκόπησης και θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης, του δείκτη βλάστησης και άλλων χαρακτηριστικών της επιφάνειας έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί για να εξηγήσουν το φαινόμενο της Αστικής θερμικής νησίδας . Ωστόσο, οι συγκρίσεις

μεταξύ διαφορετικών αστικών περιοχών έχουν αντιμετωπίσει δυσκολίες λόγω της έλλειψης κοινά αποδεκτών ορισμών για την αστική πυκνότητα και την αστική έκταση έναντι της μη αστικής περιοχής.

Τα δεδομένα ISA παρέχουν εκτίμηση για το ποσοστό της επιφάνειας που είναι αδιαπέραστη, όπως πεζοδρόμια για δρόμους και χώρους στάθμευσης, και αποτελούν σημαντικό περιβαλλοντικό δείκτη για τη χρήση της γης και την ποιότητα του νερού.

Τα δεδομένα ISA έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε συνδυασμό με άλλα συγκρίσιμα δεδομένα ανάλυσης τηλεπισκόπησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους και των δεικτών βλάστησης για τον χαρακτηρισμό των διαφορών θερμοκρασίας (XianandCrane, 2005; YuanandBauer, 2007).

Η ισχύς της αστικής εξέλιξης ως μηχανισμού προώθησης ή επιβολής της αλλαγής εξαρτάται από το περιβαλλοντικό πλαίσιο (π.χ. ο τύπος του εδάφους που αλλάζει σε σχέση με την γενικότερη λειτουργική τοπολογία), το επίπεδο στο οποίο τα προϋπάρχοντα φυσικά και βιοφυσικά συστήματα έχουν αλλοιωθεί και η κατανομή των αλλοιωμένων επιφανειών.

Η έκταση της αστικής θερμικής νησίδας συνήθως συνδέεται με την αστική πυκνότητα, αλλά είναι σχετικής φύσης (θερμοκρασία της πόλης έναντι της υπαίθρου). Έτσι, το οικολογικό πλαίσιο επηρεάζει τόσο την ένταση όσο και τη διεύθυνση αυτού του φαινομένου, μέσω της επίδρασής του στα θερμικά χαρακτηριστικά της υπαίθρου. Σε ορισμένα κλίματα με ημίξηρες και ξηρές συνθήκες, παρατηρείται αδύναμο φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας ή αστικής θερμότητας, παρά τις υψηλές αστικές πυκνότητες.

Γενικότερα, αυτό υπογραμμίζει πόσο σημαντικό ρόλο παίζει το περιβαλλοντικό πλαίσιο στη διαμόρφωση των φαινομένων της αστικής θερμότητας (Chenetal, 2006).

Ο ένας από τους κύριους στόχους της μελέτης των. (Chenetal, 2006), είναι να διερευνηθεί το πώς το οικολογικό πλαίσιο επηρεάζει το πλάτος του Φαινομένου Θερμικής Νησίδας (UrbanHeatIsland - UHI) σε διάφορες αστικές περιοχές με διαφορετικές πυκνότητες. Καθώς ο βαθμός που η αστικοποίηση επηρεάζει το οικοσύστημα εξαρτάται από το προϋπάρχον περιβάλλον, το οικολογικό περιβάλλον προσδιορίζει τις βασικές προϋποθέσεις για το πώς θα μεταβάλλεται. Για να μπορέσει να συγκριθούν οι αστικές περιοχές εντός και μεταξύ διαφόρων ρυθμίσεων, χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης των εδαφών που αναπτύχθηκε από τους Olson και τους συνεργάτες του (2001). Αυτός ο χάρτης χωρίζει τις Ηνωμένες Πολιτείες σε διάφορα βιώματα, καθένα εκ των οποίων αντιπροσωπεύει ένα σύνολο χαρακτηριστικών βιοφυσικής, κλιματικής, βοτανικής και ζωικής φύσης, που καθορίζουν μια ξεχωριστή γεωγραφική περιοχή. Επιλέχθηκε να

χρησιμοποιηθεί αυτή η προοπτική για την ανάλυση των αστικών περιοχών στις Ηνωμένες Πολιτείες, καθώς περιλαμβάνει τόσο τους κλιματικούς παράγοντες όσο και άλλες βιογεωγραφικές πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την κατανόηση της δυναμικής εντός της οποίας αλληλεπιδρούν πιο έντονα τα οικολογικά φαινόμενα και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις (Chenet al, 2006).

Συνοψίζοντας , στη συγκεκριμένη μελέτη των Chen, et al του 2006, συνδυάστηκαν δεδομένα τηλεπισκόπησης από διαφορετικές πλατφόρμες με σκοπό να εξεταστεί το εύρος της θερμικής νησίδας των αστικών περιοχών (ΑΘΝ) και η σχέση της με τη χωρική δομή και μέγεθος των πόλεων σε πολλές περιοχές των Ηνωμένων Πολιτειών. Χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το Landsat ETM+ και το IKONOS για να καταγράψουν την κλασματική περιοχή των αδιαπέραστων επιφανειών με ανάλυση 30 μέτρων και τα συγκριθούν με δεδομένα θερμοκρασίας επιφάνειας γης από το όργανο MODIS στον δορυφόρο Aqua για 38 πόλεις στις ΗΠΑ.

Το κλάσμα των αδιαπέραστων επιφανειών είναι ένας αξιόπιστος προγνωστικός δείκτης της θερμοκρασίας της επιφάνειας γης για διάφορες πόλεις στις ΗΠΑ, εκτός από τις ερήμους και τους ξηρικούς θάμνους. Αυτό το κλάσμα εξηγεί περίπου το 70% της συνολικής διακύμανσης της θερμοκρασίας. Η σχέση αυτή είναι περισσότερο έντονη στις βορειοανατολικές περιοχές των ΗΠΑ, όπου οι αστικές περιοχές συνυπάρχουν με εύκρατα πλατύφυλλα και μικτά δάση. Στις περισσότερες περιοχές, η θερμοκρασία της επιφάνειας γης εξαρτάται γραμμικά από το κλάσμα των αδιαπέραστων επιφανειών.

Επιπλέον, παρατηρούμε ότι οι διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών είναι έντονες το μεσημέρι του καλοκαιριού, ενώ μειώνονται σημαντικά το χειμώνα. Αυτή η αντίθεση είναι έντονη όταν οι αστικές περιοχές αντικαθιστούν τα δάση. Οι αστικές περιοχές εμφανίζουν διαφορετικές προτιμήσεις θερμότητας σε σχέση με τις γύρω φυσικές περιοχές.

Συνολικά, η μελέτη δείχνει ότι το οικολογικό πλαίσιο παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της θερμικής νησίδας στις αστικές περιοχές των ΗΠΑ, και ότι οι επιδράσεις αυτές είναι συνεπείς σε διάφορα μεγέθη και τύπους αστικών περιοχών.

3.3 Προηγούμενες ενδεικτικές έρευνες

3.3.1 Έρευνα με τίτλο “LIFEASTI”

Η ιδέα της έρευνας

Μια ενδιαφέρουσα μελέτη που αφορά το συγκεκριμένο επιστημονικό θέμα είναι η

έρευνα με τίτλο «lifeasti» που εκπόνησε ομάδα του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Ουσιαστικά η κεντρική ιδέα της συγκεκριμένης έρευνας είναι πως η αστική επέκταση έχει λάβει τεράστιες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια, με σχεδόν το 73% του πληθυσμού της Ευρώπης να κατοικεί σε πόλεις. Αναμένεται ότι το ποσοστό αυτό θα αυξηθεί περαιτέρω και θα ξεπεράσει το 80% έως το 2050. Η συνδυασμένη επίδραση της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής και της ταχείας αστικοποίησης αναμένεται να καταστήσει τους κατοίκους των αστικών περιοχών περισσότερο ευάλωτους σε μια σειρά αστικών περιβαλλοντικών προβλημάτων που συνδέονται στενά με το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ).

Η αστικοποίηση προκαλεί σημαντικές αλλαγές στην ατμόσφαιρα και στην επιφάνεια του εδάφους, που οδηγούν σε τροποποιημένο θερμικό κλίμα που είναι θερμότερο από εκείνο των γύρω μη αστικών περιοχών. Η ΑΘΝ έχει σημαντικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την περιφερειακή οικονομία και το περιβάλλον. Η υγεία των κατοίκων επηρεάζεται από την αύξηση της θερμότητας στις αστικές περιοχές, ειδικά στις πυκνοκατοικημένες υποβαθμισμένες περιοχές και όσον αφορά ευάλωτες ομάδες, όπως οι ηλικιωμένοι.

Άλλα προβλήματα που σχετίζονται με το φαινόμενο της ΑΘΝ περιλαμβάνουν την κατανάλωση ενέργειας, την υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα και τις στρεσογόνες βιοκλιματικές συνθήκες (lifeasti).

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα

Το έργο LIFE ASTI ασχολείται με τη μελέτη του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ) και των συνεπειών της στους κατοίκους των αστικών περιοχών. Επικεντρώνεται σε δύο μεσογειακές πόλεις, τη Θεσσαλονίκη και τη Ρώμη. Η ΑΘΝ οφείλεται στην ανάπτυξη των πόλεων και προκαλεί αυξημένη θερμοκρασία, επηρεάζοντας την υγεία, το περιβάλλον και την ενέργεια. Στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη λειτουργικών συστημάτων πρόγνωσης για την ΑΘΝ και πληροφόρησης για τις υψηλές θερμοκρασίες, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και τη μείωση της θνησιμότητας που σχετίζεται με τη θερμότητα. Η πληροφόρηση θα είναι διαθέσιμη μέσω εργαλείων ΤΠΕ και ανοικτής πρόσβασης, υπηρετώντας την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και τη βιώσιμη αστική ανάπτυξη (lifeasti).

Οι δράσεις

Οι δράσεις του παρόντος έργου αναφέρονται περιληπτικά παρακάτω.

ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

A1 Προκαταρκτικός σχεδιασμός των πιλοτικών λειτουργικών συστημάτων πρόγνωσης ΑΘΝ

A2 Εγκατάσταση συμπληρωματικών αστικών μετεωρολογικών σταθμών

ΔΡΑΣΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Γ1 Εγκατάσταση των πιλοτικών λειτουργικών συστημάτων πρόγνωσης ΑΘΝ

Γ2 Πιλοτική λειτουργία των συστημάτων πρόγνωσης ΑΘΝ

Γ3 Αξιολόγηση, βελτιστοποίηση και επικύρωση των πιλοτικών λειτουργικών συστημάτων πρόγνωσης ΑΘΝ

Γ4 Εκτίμηση των μελλοντικών επιπτώσεων στο κλίμα από το φαινόμενο της ΑΘΝ και αξιολόγηση των σχεδίων προσαρμογής

Γ5 Ανάπτυξη σχεδίων δράσης προσαρμογής για την ΑΘΝ, οδηγών καλών πρακτικών και οικονομικών εργαλείων

Γ6 Ανάπτυξη και πιλοτική λειτουργία των συστημάτων προειδοποίησης για την υγεία όσον αφορά τις υψηλές θερμοκρασίες

Γ7 Τοπικές πιλοτικές δράσεις

Γ8 Δυνατότητα αναπαραγωγής και μεταφοράς

ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΙΚΤΥΠΟΥ ΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Δ1 Εκτίμηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου πριν και μετά την υλοποίηση του έργου

Δ2 Εκτίμηση του κοινωνικοοικονομικού αντίκτυπου πριν και μετά την υλοποίηση του έργου

Δ3 Εκτίμηση του αντίκτυπου των δράσεων ενημέρωσης και διάδοσης πριν και μετά την υλοποίηση του έργου

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΟΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

E1 Δράσεις ενημέρωσης και διάδοσης στο ευρύ κοινό – δέσμευση της κοινότητας

E2 Δέσμευση των υπευθύνων χάραξης πολιτικής και των εμπειρογνομόνων

E3 Δικτύωση με άλλα έργα

E4 Δημόσιες σχέσεις

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΟΥ

Στ1 Διαχείριση του έργου

Στ2 Παρακολούθηση και αξιολόγηση του έργου

Στ3 Σχέδιο META-LIFE. (lifeasti)

3.3.2 Έρευνα με τίτλο “ΒΙΟΑΣΤΥ”

Πρόκειται για μια έρευνα που βασίζεται στον βιοκλιματικό αστικό σχεδιασμό για την βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα του αστικού περιβάλλοντος στα πλαίσια της κλιματικής αλλαγής.

Περιγραφή

Η κλιματική αλλαγή έχει οδηγήσει στη λήψη μέτρων προσαρμογής εθνικής, περιφερειακής και τοπικής εμβέλειας (ΕΣΠΑ, ΕΣΕΚ, ΠΕΠ, ΠΕΣΠΚΑ,ΣΒΑΚ,ΣΔΑΕΚ,

κλπ). Συνήθως όμως, τα μέτρα αυτά δεν εφαρμόζονται στοχευμένα, στις περιοχές δηλαδή με σημαντικότερο πρόβλημα, αλλά ούτε σχεδιάζονται με τον βέλτιστο τρόπο ώστε να έχουν την μέγιστη απόδοση. Ακριβώς αυτό το κενό έρχεται να καλύψει το έργο ΒΙΟΑΣΤΥ. Αντικείμενο του έργου είναι να αποτυπώσει και να αξιολογήσει τη θερμική αίσθηση σε διαφορετικά αστικά περιβάλλοντα, με την χρήση κατάλληλων μοντέλων σε πολύ υψηλή ανάλυση και να προτείνει συγκεκριμένα μέτρα για την βελτίωση των θερμικών συνθηκών. Το τελικό προϊόν του έργου είναι ένα επιχειρησιακό σύστημα που θα μπορεί να εφαρμόζεται σε κάθε αστική περιοχή, στα πλαίσια Δήμου ή και Περιφέρειας και θα βελτιστοποιεί με ένα ολοκληρωμένο πρωτόκολλο ενεργειών/έργων την ανθεκτικότητα του αστικού περιβάλλοντος για διάφορα σενάρια κλιματικής αλλαγής.

Ανάλυση

Τα μεθοδολογικά βήματα του έργου μπορούν να συνοψισθούν στα εξής:

1. Ανάλυση αναγκών χρηστών με την βοήθεια σύντομου ερωτηματολογίου το οποίο θα απευθυνθεί στους ενδιαφερόμενους φορείς, ενώ θα επιδιωχθούν και επισκέψεις κυρίως σε Δήμους και Περιφέρειες και προσδιορισμός των τριών περιοχών πιλοτικής εφαρμογής του έργου. Επίσης, θα προσδιορισθούν επακριβώς τα απαιτούμενα δεδομένα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη του προτεινόμενου συστήματος (π.χ. αρχιτεκτονική δόμηση, υφιστάμενη βλάστηση, μετεωρολογικά δεδομένα κλπ.)
2. Για τις επιλεγμένες περιοχές θα εκτιμηθεί η θερμική αίσθηση με τους θερμικούς δείκτες PET (PhysiologicallyEquivalentTemperature) και UTCI (Universal Thermal ClimateIndex), που βασίζονται στο ενεργειακό ισοζύγιο του ανθρωπίνου σώματος. Οι δείκτες αυτοί θα υπολογιστούν με το μοντέλο ρευστομηχανικής ENVI-met στο επίπεδο της πόλης (ανάλυση 1×1m). Ως δεδομένα εισόδου θα χρησιμοποιηθούν μετρήσεις από τους πλησιέστερους μετεωρολογικούς σταθμούς, αλλά και υποκλιμάκωση των δεδομένων ERA5 της ευρωπαϊκής υπηρεσίας COPERNICUS σε τοπική κλίμακα 1×1 km με το ατμοσφαιρικό μοντέλο WRF. Τα δεδομένα εισόδου για την μελλοντική κατάσταση θα προκύψουν από την υποκλιμάκωση του σεναρίου μετριασμού των εκπομπών (RCP4.5) και του ακραίου κλιματικού σεναρίου (RCP8.5) με το μοντέλο WRF. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων θα επαληθευθούν μέσω μετρήσεων υψηλής χωρικής και χρονικής ανάλυσης: (i) με ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο και ποδήλατο εξοπλισμένων με μετεωρολογικούς αισθητήρες και (ii) με μη επανδρωμένο αεροσκάφος εξοπλισμένο με θερμική κάμερα.
3. Στη συνέχεια θα πραγματοποιούνται οι προσομοιώσεις βελτιστοποίησης των βιοκλιματικών παραμέτρων, τόσο για την υφιστάμενη κατάσταση όσο και για μελλοντικά κλιματικά σενάρια με έμφαση στην δεκαετία 2021-2031. Για τη βελτιστοποίηση θα εξετασθούν εναλλακτικοί τύποι βλάστησης, δομικών υλικών και βιοκλιματικού-αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, μέσω της ψηφιακής τροποποίησης των δεδομένων εισόδου

του μοντέλου. Η τελική αξιολόγηση των βελτιωτικών σεναρίων θα καταλήγει στην πρόταση συγκεκριμένων μέτρων, λαμβάνοντας υπόψη επιπλέον περιβαλλοντικές, κοινωνικές και τεχνοοικονομικές παραμέτρους. Κατά αυτό τον τρόπο θα μπορούν να παρέχονται στους χρήστες (π.χ. περιφέρειες, δήμοι, δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς) συγκεκριμένες λύσεις για την προσαρμογή στην εθνική και ευρωπαϊκή πολιτική σχετικά με τη βιωσιμότητα των πόλεων και την ανθεκτικότητα τους στην κλιματική αλλαγή.

Οι συνεργαζόμενοι φορείς στο έργο ΒΙΟΑΣΤΥ είναι η ΑΛΚΩΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ ΕΠΕ (συντονιστής), το Εργαστήριο Κλιματολογίας και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος του ΕΚΠΑ και το Κέντρο Ερευνών Φυσικής της Ατμόσφαιρας και Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών. Οι συγκεκριμένοι φορείς διαθέτουν πολύ μεγάλη εμπειρία στην εκπόνηση εθνικών και ευρωπαϊκών ερευνητικών έργων στους τομείς του βιοκλιματικού σχεδιασμού, της ατμόσφαιρας και του κλίματος.

3.3.3 Μελέτες στην Ευρώπη

Εν συνεχεία λοιπόν, υπάρχουν πολλές μελέτες που αναφέρονται στον ενεργειακό αντίκτυπο των αστικών θερμικών νησίδων (ΑΘΝ) και στις συνέπειες τους στις τεχνικές παθητικής ψύξης και τα επίπεδα ρύπανσης. Ο Alcoforado (2002) πραγματοποίησε μετρήσεις των θερμικών νησίδων στη Λισαβόνα της Πορτογαλίας, χρησιμοποιώντας κινητούς σταθμούς σε πολλές τοποθεσίες της πόλης από τις 4 έως τις 15 Ιανουαρίου 1995. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι στο νυχτερινό αέρα ΑΘΝ εμφανίζεται τόσο τις νύχτες του χειμώνα όσο και του καλοκαιριού, με μέση τιμή έντασης περίπου 2,5°C. Στη μελέτη των Alcoforado and Andrade (2006), που βασίστηκε σε 69 τοποθεσίες μέτρησης θερμοκρασίας αέρα, παρατηρήθηκε ότι η μέγιστη ένταση UHI είναι περίπου 3,5°C και εμφανίζονται κυρίως στις πυκνοκατοικημένες περιοχές της πόλης.

Οι περισσότερες μελέτες συγκεντρώνονται γύρω από τις βασικές γενικεύσεις του Oke (1982) και συνοψίζονται από τον (Arnfield, 2003). Εξετάζονται οι επιπτώσεις του ανέμου, της νεφοκάλυψης και των κυκλωνικών ή αντικυκλωνικών συνθηκών στην ένταση των θερμικών νησίδων. Επιπλέον, αναλύεται η χρονική περίοδος κατά την οποία οι θερμικές νησίδες φτάνουν στη μέγιστη έντασή τους

Η μοντελοποίηση των θερμικών νησίδων έχει προσελκύσει πολλούς ερευνητές. Έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές μετριάσμου, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων που βασίζονται σε δεδομένα και ντετερμινιστικές τεχνικές, που προβλέπουν το πλάτος των θερμικών νησίδων βάσει των κύριων κλιματικών παραμέτρων. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί ψυχρά υλικά με υψηλή ηλιακή ανακλαστικότητα και υψηλούς συντελεστές εκπομπής, τα οποία μπορούν να μειώσουν τις θερμοκρασίες των επιφανειών και του περιβάλλοντος, βελτιώνοντας τη θερμική άνεση και μειώνοντας τις απαιτήσεις ψύξης των κτιρίων. Αυτές οι προσεγγίσεις παρουσιάζουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα και πρόοδο στον τομέα (Σανταμούρης, 2007).

Οι ερευνητές (Pinho and Manso Orgaz, 2000) πραγματοποίησαν μετρήσεις για την ένταση της θερμικής νησίδας στην παράκτια πόλη Aveiro της Πορτογαλίας, χρησιμοποιώντας κινητούς σταθμούς επιφάνειας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια 48 νυχτών, καλοκαίρι, φθινόπωρο και χειμώνα του 1996, μεταξύ 23:00 και 01:00. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν ότι η ένταση της θερμικής νησίδας μπορεί να φτάσει έως και 7,5°C και ότι οι αντικυκλωνικές συνθήκες με καθαρό ουρανό και ήρεμο καιρό επιδεινώνουν τα νησιά θερμότητας, ενώ οι κυκλωνικές συνθήκες μειώνουν την έντασή τους (Σανταμούρης, 2007).

Η έρευνα των (Balkestahlmetal, 2006) περιλάμβανε μετρήσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος στο Οπόρτο της Πορτογαλίας, που διήρκεσαν από τον Νοέμβριο του 2003 έως τον Ιανουάριο του 2005, χρησιμοποιώντας έναν κινητό σταθμό. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι η μέγιστη ένταση της θερμικής νησίδας ήταν περίπου 7,3°C και εμφανίστηκε κυρίως κατά τις περιόδους με χαμηλή ταχύτητα ανέμου (Σανταμούρης, 2007).

3.3.4 Έρευνα για την Αθήνα

Η έρευνα των (Dandou et al, 2005) πραγματοποιήθηκε με στόχο τη μελέτη του φαινομένου της θερμικής νησίδας και των επιπτώσεών της λόγω αστικοποίησης στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν την αστικοποιημένη έκδοση του μοντέλου μεσοκλίματος MM5 για να υπολογίσουν την ενίσχυση της νυχτερινής αστικής θερμικής νησίδας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι αλλαγές στη θερμοκρασία του αέρα σε τέσσερις σταθμούς ήταν ευνοϊκές καθ' όλη τη διάρκεια του ημερήσιου κύκλου, με αποτέλεσμα τη μείωση του κύματος του πλάτους της θερμοκρασίας. (Σανταμούρης, 2007) Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι τα πιθανά προφίλ θερμοκρασίας μειώθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και αυξήθηκαν σε χαμηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια της νύχτας, επηρεάζοντας ανάλογα το ύψος ανάμιξης. Τα υπολογισμένα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τις διαθέσιμες μετρήσεις από την πειραματική εκστρατεία Mediterranean Campaign of Photochemical Evolution (MEDCAPHOT-TRACE) που διεξήχθη στην περιοχή (Ziomas, 1998).

Για την Αττική, η ομάδα UpStories σε συνεργασία με το meteo.gr πραγματοποίησε πτήσεις με drone πάνω από περιοχές της Αθήνας, χρησιμοποιώντας θερμική κάμερα για τη χαρτογράφηση περιοχών που συμβάλλουν στην αστική θερμική νησίδα. Στο βίντεο παρακολουθούμε στιγμιότυπα από τη Λεωφόρο Συγγρού και τις περιοχές μεταξύ Φιξ και Αμφιθέας.

Οι θερμικές εικόνες αποκάλυψαν υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, φτάνοντας τα 72°C, ενώ το οδόστρωμα της Λεωφόρου Συγγρού στο Φιξ έφτασε τους 47°C και στην

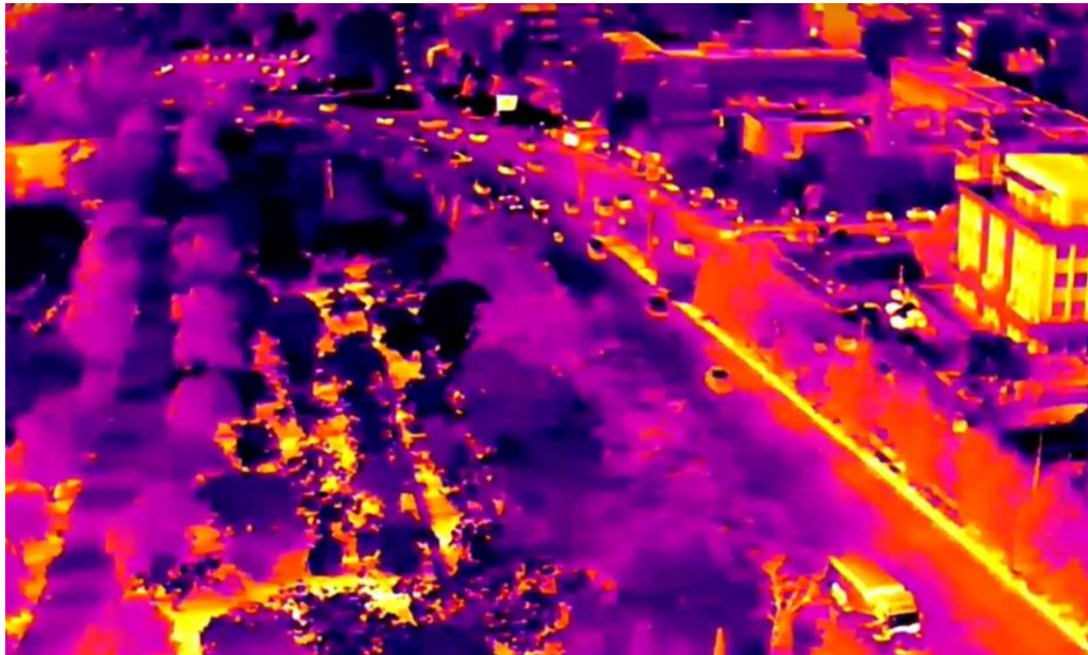
περιοχή της Αμφιθέας τους 44°C. Αυτό ενώ η θερμοκρασία αέρα κοντά στο κέντρο της Αθήνας ήταν 37°C και 31°C στα παραθαλάσσια τμήματα.

Τα δεδομένα υποδεικνύουν τη σημασία της χρήσης ψυχρών υλικών στην κατασκευή κτιρίων και δαπέδων στην πόλη, προκειμένου να περιοριστεί η εκπομπή θερμότητας και



Εικόνα 12– Η Αθήνα ως αστική θερμική νησίδα πηγή: https://www.efsyn.gr/gallery/299931_i-athina-os-thermiki-nisida-ptisi-me-aidiki-kamera-pano-apo-tin-poli

να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας.(efsyn,2021)



Εικόνα 13ερμική κάμερα πηγή: <https://www.documentonews.gr/article/entyposiakes-eikones-o-kaysonas-tin-athina-mesa-apo-thermiki-kamera-video/>

Η παραπάνω εικόνα καταγράφηκε από drone με θερμική κάμερα από τους δρόμους της Αθήνας και αποτυπώνει έναν από τους ζεστους καύσωνες τον μήνα Ιούνιο (2024). Μέσω της θερμικής κάμερας φαίνονται οι διαφορές μεταξύ των περιοχών με τσιμέντο και με εκείνες που διαθέτουν βλάστηση. Η κλίμακα του κόκκινου αντιπροσωπεύει τις υψηλές θερμοκρασίες και η κλίμακα του μωβ τις χαμηλότερες, και με μαύρο τα δένδρα. Με άλλα λόγια, η θερμοκρασία καταγράφεται αισθητά μειωμένη όπου υπάρχει βλάστηση και σημαντικά υψηλότερη σε καλυμμένες τεχνητές περιοχές (δρόμοι, στέγες και προσόψεις κτηρίων).

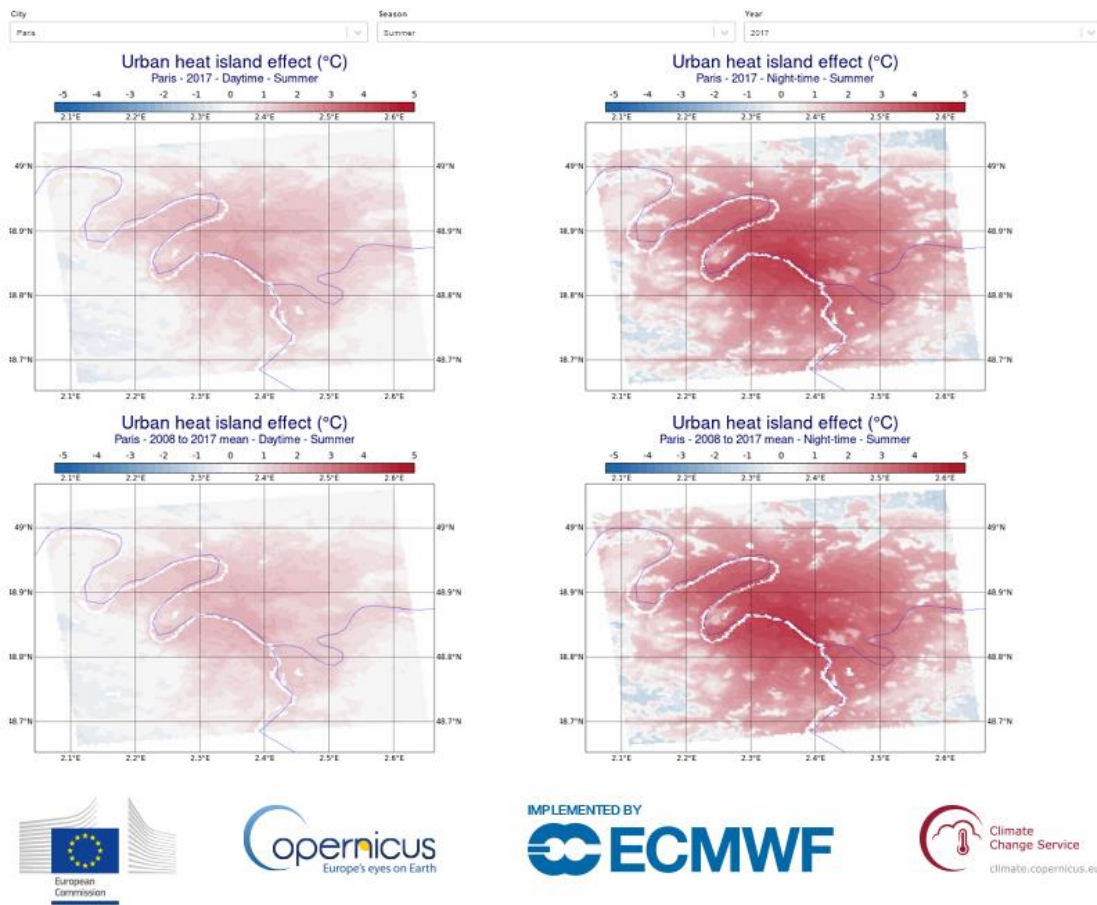
3.3.5 Άλλες εργασίες

Όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω οι θερμικές νησίδες αποτελούν ένα από τα καλύτερα τεκμηριωμένα φαινόμενα της κλιματικής αλλαγής. Η έρευνα πάνω σε αυτό το θέμα έχει διεξαχθεί στην Ευρώπη για τουλάχιστον 100 χρόνια. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο εντάσσονται έρευνες που αφορούν την Ευρώπη. Παρουσιάζονται μελέτες που αφορούν τις θερμικές νησίδες του αέρα στη νότια, μέση και βόρεια Ευρώπη. Είναι γνωστό ότι οι θερμικές νησίδες έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων (Akbari et al., 1992). Καθώς οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες θερμοκρασίες, το ψυκτικό φορτίο των κτιρίων αυξάνεται, αυξάνοντας τη ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη και επηρεάζοντας αρνητικά την απόδοση των κλιματιστικών συστημάτων (Santamouris, 2001; Santamouris et al., 2004). Ταυτόχρονα, οι υψηλές θερμοκρασίες στις αστικές περιοχές μειώνουν σημαντικά τη δυνατότητα φυσικού και νυχτερινού αερισμού των κτιρίων, οδηγώντας σε περαιτέρω αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη.

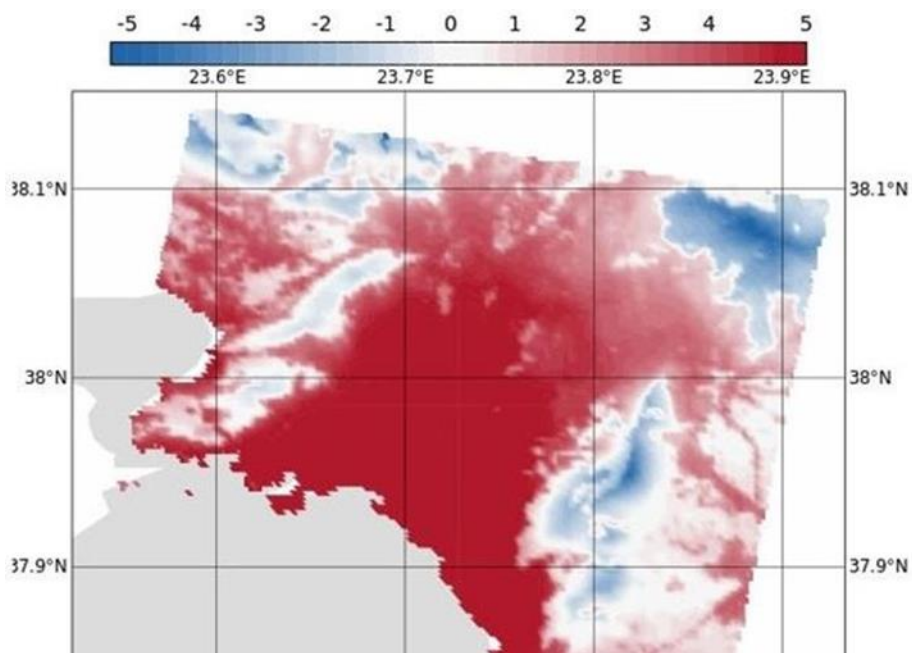
Επομένως, οι θερμικές νησίδες αποτελούν σημαντικό πρόβλημα που απαιτεί προσεκτική μελέτη και εξειδικευμένες προσεγγίσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στις αστικές περιοχές και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των κτιρίων στην αντιμετώπιση των κλιματικών προκλήσεων.

Η απεικόνιση αστικής θερμικής νησίδας είναι χρήσιμη για την αντιμετώπιση των φαινομένων των αστικών θερμικών νησίδων και των επιπτώσεών τους στην ανθρώπινη υγεία, όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες. Εκτός από την εμφάνιση τοποθεσιών σε κίνδυνο (κόκκινες περιοχές), η εφαρμογή επιτρέπει επίσης την οπτικοποίηση της χωρικής κατανομής των δροσερότερων σημείων σε μια πόλη. Για παράδειγμα στις Βρυξέλλες χρησιμοποιείται από τη πολεοδομική υπηρεσία για την ανάπτυξη ενός δικτύου προβιβάσιμων δροσερών σημείων κατά τη διάρκεια των καύσωνων. (climatebook, 2021)

«ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΠΟΛΕΙΣ: Η ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ ΜΕΣΩ ΠΡΑΣΙΝΩΝ-ΜΠΛΕ ΥΠΟΔΟΜΩΝ»



Εικόνα 14- Η αστική θερμική νησίδα πηγή: <https://greenagenda.gr/urbclim>



Εικόνα 15 Η αστική θερμική νησίδα πηγή: <https://greenagenda.gr/urbclim>

4 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΑΣΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ

4.1 Γενικά

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε σε βάθος το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας (ΑΘΝ) σε σχέση με την κλιματική αλλαγή. Τα τελευταία χρόνια η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια από τις σημαντικότερες προκλήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι αλλαγές αυτές οφείλονται σε μεγάλο βαθμό σε ανθρωπογενής δραστηριότητες. Οι πόλεις, που είναι κέντρα ανθρώπινης δραστηριότητας, είναι τόσο πρωταγωνιστές στην ανάπτυξη της κλιματικής αλλαγής όσο και εκείνες που πλήττονται περισσότερο από τις συνέπειές της. Ως εκ τούτου, πρέπει να αντιμετωπίσουν αυτήν την πρόκληση και να προσαρμοστούν στις επιπτώσεις της.

Ο χωρικός σχεδιασμός μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην προσαρμογή των αστικών περιοχών στην αλλαγή του κλίματος. Η έννοια της προσαρμογής γίνεται όλο και πιο σημαντική καθώς οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής γίνονται ολοένα και πιο αισθητές στο 2024. Ο κατάλληλος χωρικός σχεδιασμός συμβάλει στην βιωσιμότητα των πόλεων, σταδιακά δίνεται έμφαση στην ανάγκη δημιουργίας ανθεκτικών κοινοτήτων που μπορούν να ανταποκριθούν στους αναμενόμενους κινδύνους της κλιματικής αλλαγής.

Σε αυτό το πλαίσιο, ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του χωρικού σχεδιασμού για την αντιμετώπιση των σύγχρονων αστικών προκλήσεων είναι οι «Πράσινες και Μπλε Υποδομές». Ο στρατηγικός σχεδιασμός τους εντός του αστικού περιβάλλοντος μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία ανθεκτικών κοινοτήτων. Η ενσωμάτωση στοιχείων πρασίνου και νερού στις πόλεις βοηθά στη βελτίωση του μικροκλίματος, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο πολλά οφέλη στην πόλη (Βλάχα,2021).



Εικόνα 16Η Κλιματική αλλαγή Πηγή:<https://www.ot.gr/2023/03/14/green/klimatiki-allagi/klimatiki-allagi-ena-me-dyo-lepta-perivallontikis-enimerosis-sto-deltio-kairou-arkoun/>

4.2 Πράσινες - Μπλε Υποδομές

Οι «Πράσινες και Μπλε Υποδομές» αναφέρονται σε στρατηγικές και πρακτικές σχεδιασμού που ενσωματώνουν φυσικά στοιχεία και συστήματα στο αστικό περιβάλλον, με σκοπό να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής, την ανθεκτικότητα στις κλιματικές αλλαγές και τη βιωσιμότητα των πόλεων.

4.2.1 Περιγραφή – γενικά χαρακτηριστικά

Οι πράσινες – μπλε υποδομές είναι ένα δίκτυο υφιστάμενων ή προτεινόμενων πράσινων χώρων και των συσχετιζόμενων περιβαλλοντικών παραμέτρων με στρατηγικό σχεδιασμό που ενισχύει τις οικολογικές διαδικασίες. Στόχος είναι να προάγει μια καλύτερη ποιότητα ζωής στις πόλεις με γνώμονα την αειφορία σε κοινωνικό επίπεδο.

Τα προβλήματα μιας σύγχρονης κοινωνίας δημιουργούν την ανάγκη ύπαρξης των πράσινων – μπλε υποδομών. Η ολοένα αυξανόμενη αστικοποίηση, οι συνεχείς αστικές ανθρώπινες παρεμβάσεις σε παγκόσμιο επίπεδο δημιουργούν την ανάγκη για λύσεις του οικολογικού προβλήματος, ενισχύοντας τις διαδικασίες που αναφέρθηκαν παραπάνω (Τσαλικίδης, 2018).

Παρακάτω αναλύονται η τύποι πράσινων και μπλε υποδομών δίνοντας ορισμένα παραδείγματα για το τι ορίζεται μια τέτοιου είδους υποδομή σε ένα αστικό περιβάλλον.

4.2.1.1 Τύποι μπλε υποδομών

- Ποτάμια και λίμνες

Ορίζονται ως φυσικά ή τεχνητά υδάτινα στοιχεία μέσα σε αστικό περιβάλλον

- Υγροβιότοποι

Ορίζονται ως περιοχές που σε αυτές κυριαρχεί το νερό και βοηθούν στην διαχείριση των όμβριων υδάτων και στην βιοποικιλότητα

- Διαπερατοί δρόμοι και πλατείες

Ορίζονται ως κατασκευές που επιτρέπουν την διαπερατότητα του νερού.

- Συστήματα διαχείρισης όμβριων υδάτων

Ορίζονται ως υποδομές για την συλλογή και την αποθήκευση του νερού της βροχής, για παράδειγμα δεξαμενές

4.2.1.2 Τύποι πράσινων υποδομών

- Πάρκα και κήποι

Ορίζονται ως αστικά και περιαστικά πάρκα που είναι είτε ιδιωτικά είτε δημόσια

- Κοινοφελείς υπαίθριοι χώροι

Ορίζονται ως χώροι αναψυχής και άθλησης, πλατείες, ακάλυπτοι, περιβάλλοντες χώροι

- Πράσινοι δρόμοι

Ορίζονται ως ποτάμια, ρέματα και κανάλια, οδικοί και σιδηροδρομικοί άξονες, ποδηλατόδρομοι, πεζόδρομοι, δεντροστοιχίες

- Φυσικοί και ημι-φυσικοί πράσινοι χώροι

Ορίζονται ως αστικά και περιαστικά δάση, λιβάδια, θάμνοι, υγρότοποι & σώματα νερού

- Καινοτόμες μορφές πρασίνου

Ορίζονται ως εκτάσεις αστικής και περιαστικής γεωργίας, κήποι βροχής, πράσινα δώματα, κάθετοι κήποι, κλπ.

4.2.2 Συμβολή στην αντιμετώπιση της ΑΘΝ

Τα οφέλη των πράσινων – μπλε υποδομών ποικίλουν. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει εμβάθυνση στο φαινόμενο της ΑΘΝ και στην αντιμετώπιση της.

Οι πράσινες – μπλε υποδομές αξιολογούνται θετικά από τρεις βασικούς πυλώνες, την οικολογία, την κοινωνία και την οικονομία.

Καταρχάς δημιουργείται μια οικολογική σύνδεση πράσινων χώρων ενισχύοντας με αυτόν

τον τρόπο την αστική βιοποικιλότητα. Ταυτόχρονα διαφυλάσσεται το υδρολογικό καθεστώς , ενώ υπάρχει αισθητή αναβάθμιση του τοπίου και του μικροκλίματος. (Τσαλικίδης,2018).

Εν συνεχεία σε κοινωνικό επίπεδο αναβαθμίζεται η ποιότητα ζωής του ανθρώπου μέσα στη πόλη καθώς γίνεται διευρύνονται οι δυνατότητες που του παρέχει η πόλη σε ότι αφορά την αναψυχή , την κοινωνική συναναστροφή. Το άτομο πλέον αποκτά κοινωνική και οικολογική συνείδηση καθώς έρχεται σε επαφή με το φυσικό τοπίο και απολαμβάνει τα οφέλη που του παρέχει σε κοινωνικό επίπεδο και πρωτίστως στο επίπεδο της υγείας του. (Τσαλικίδης,2018).

Εν κατακλείδι σε οικονομικό επίπεδο στηρίζεται η τοπική οικονομία , δημιουργούνται εναλλακτικές πηγές εισοδήματος , καθώς ενισχύονται οι τουριστικές και εμπορικές δραστηριότητες. Δημιουργείται υπεραξία γης σε υποβαθμισμένες περιοχές, αφού το στοιχείο της φύσης αναβαθμίζει την περιοχή ακόμα και σε συνάρτηση με τις τιμές των ενοικίων. Ελαχιστοποιείται το ενεργειακό κόστος καθώς η επανάχρηση πόρων εντάσσεται στη ιδεολογία αυτή (Τσαλικίδης,2018).

Οι πράσινες – μπλε υποδομές όταν ενσωματώνονται στον αστικό ιστό συμβάλλουν θετικά στη δημιουργία μιας ανθεκτικής κοινότητας. Αναλυτικότερα το σύνολο όλων των παραπάνω πράσινων – μπλε σχεδιασμών δημιουργούν ένα λειτουργικό σύστημα απέναντι στην κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο της ΑΘΝ. Η ενσωμάτωση τέτοιων χώρων και δικτύων στο κέντρο της πόλης επιδρά σημαντικά στη μείωση της θερμοκρασίας τόσο στις επιφάνειες όσο και στην ατμόσφαιρα . Αυτό επιτυγχάνεται, μέσω της παροχής σκίασης, την επίδραση στη ροή του αέρα, όταν πρόκειται για μεσαία ή υψηλή φύτευση και μέσα από τις φυσικές διαδικασίες των φυτών, όπως η εξατμισοδιαπνοή (Block, 2012). Μέσω της εξατμισοδιαπνοής, το νερό από τα φύλλα (διαπνοή) και την επιφάνεια του εδάφους (εξάτμιση) μετατρέπεται σε υδρατμούς, οι οποίοι διαχέονται στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την αύξηση δροσισμού και τελικά τη μείωση της θερμοκρασίας (Feng, 2019).

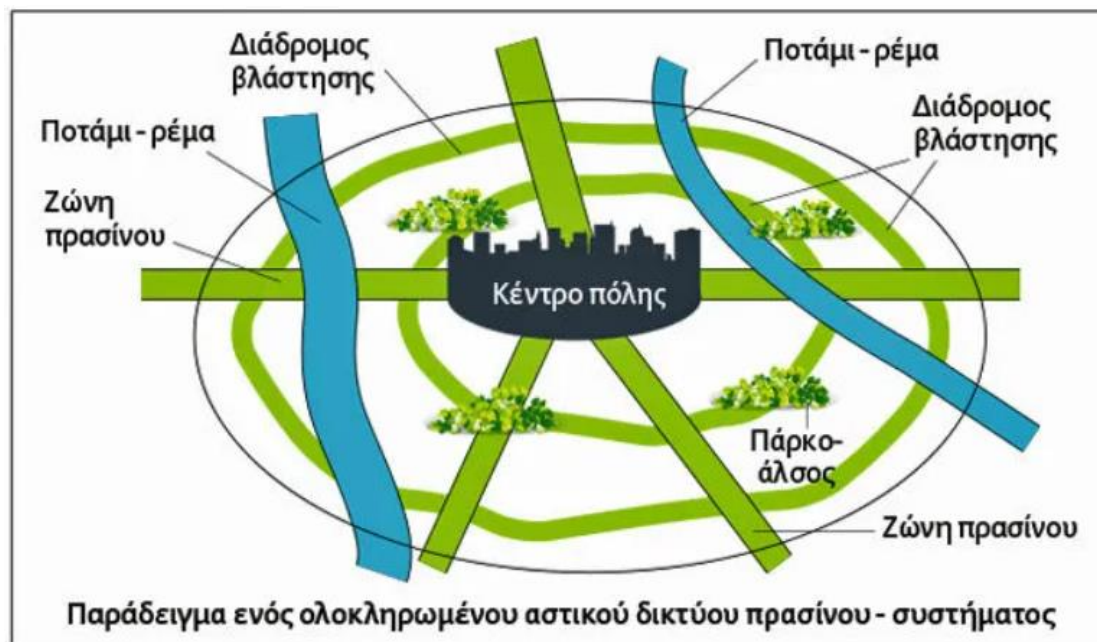
Επιπλέον, η παρουσία υδάτινων σωμάτων στο αστικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα δεξαμενές, λίμνες και ποτάμια, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των θερμοκρασιών στις πόλεις. Αυτό οφείλεται αφενός στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού, που λειτουργεί ως σταθεροποιητικό στοιχείο για τη θερμοκρασία, μειώνοντας τις διακυμάνσεις της, και αφετέρου στη φυσική διαδικασία της εξάτμισης, κατά την οποία απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον, μειώνοντας τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και αυξάνοντας την υγρασία της (Wu and Zhang, 2019). Σύμφωνα με τον (Voelker et al,2013), η μέση μείωση της θερμοκρασίας από τα υδάτινα σώματα σε σύγκριση με τις αστικές περιοχές αναφοράς έφτανε τους 2,5°C. Συνολικά, η ύπαρξη

Πράσινων και Μπλε Υποδομών μειώνει σημαντικά το φαινόμενο της ΑΘΝ, ενώ πολλές μελέτες αναφέρουν τη δημιουργία ψυχρών νησίδων (Gunawardena et al., 2017; Dimoudi and Nikolopoulou, 2003; Bowler et al., 2010). Ως αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η βελτίωση του θερμικού περιβάλλοντος στον αστικό χώρο και τελικά η θερμική άνεση των κατοίκων.

4.2.3 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε χαρακτηριστικά παραδείγματα των πράσινων – μπλε υποδομών σε σχέση με τη θέση αυτών μέσα στο αστικό χώρο. Τα κέντρα των πόλεων πλήττουν περισσότερο από όλα τα περιβαλλοντικά προβλήματα, την κλιματική αλλαγή αλλά και την ύπαρξη της ΑΘΝ.

Έρευνες έχουν δείξει πως τα γαλαζοπράσινα στοιχεία ακόμα και στο κέντρο της πόλης είναι ικανά να μειώσουν σε μεγάλο βαθμό τα περιβαλλοντικά προβλήματα ακόμα και φαινόμενο της ΑΘΝ που έχει αναλυθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.



Εικόνα 17 Παράδειγμα ενός ολοκληρώνεται αστικού δικτύου Πηγή: https://www.efsyn.gr/nisides/109346_i-dimioyrgia-horon-prasinov-mesa-stis-poleis-einai-ependysi

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα χαρακτηριστικά που μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα σύγχρονο αστικό δίκτυο, όπως δείχνει και η εικόνα που μόλις προηγήθηκε.

- Περιφερειακούς δακτυλίους και διαδρόμους βλάστησης
- Γραμμικές ζώνες βλάστησης
- Αστικά και περιαστικά άλση
- Διαδρόμους ποταμών και ρεμάτων

- Δασικές ζώνες

Οι Υδάτινες κατασκευές μέσα στο αστικό περιβάλλον μπορούν να μειώσουν αισθητά την θερμοκρασία , καθώς η εξάτμιση ανακουφίζει τις υψηλές θερμοκρασίες ειδικότερα τους θερινούς μήνες. Απορροφούν ηλιακή ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας βραχέων κυμάτων μετατρέπεται σε λανθάνουσα ατμόσφαιρα παράγοντας ατμό. Ταυτόχρονα, η επιφανειακή ενέργεια του νερού μπορεί να μεταφερθεί με αγωγιμότητα και μεταφορά. Οι θερμικές ιδιότητες του νερού (ειδική θερμοχωρητικότητα και ενθαλπία εξάτμισης) του δίνουν υψηλή θερμική αδράνεια, μοντελοποιώντας τη θερμοκρασία του αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας και ενεργώντας ως θερμικός ρυθμιστή. Ο σχεδιασμός αυτός περιλαμβάνει όλους τους τύπους υδάτινων κατασκευών, φυσικών και τεχνητών, συμπεριλαμβανομένων και λιμνών , υγροτόπων και ακτών, ακόμα και ταμειυτήρες..

Η επίδραση του νερού στην πτώση της θερμοκρασίας μειώνεται αντιστρόφως ανάλογα με την απόσταση από μια λίμνη. Ωστόσο, η επίδραση της λίμνης στη θερμοκρασία είναι ακόμα αισθητή λίγα χιλιόμετρα μακριά (Antoszewskietal., 2020).



Εικόνα 18Εικόνα 14 Υδάτινες κατασκευές

Πηγή:<https://www.ecogarden.gr>



Εικόνα 19 Υδάτινες κατασκευές σε εμπορικό κέντρο

Πηγή: <https://www.intelwater.gr>



Εικόνα 20 Υδάτινες κατασκευές

Πηγή: <https://elladaparis.weebly.com/sigmaiotakappaomicronupsilonalphannualpha.html>



Εικόνα 21 Υδάτινες κατασκευές

Πηγή: <https://elladaparis.weebly.com/sigmaiotakappaomicronupsilonalphannualpha.html>

Αντίστοιχα οι Περιοχές πρασίνου είναι αναγκαίο να τοποθετηθούν σωστά. Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πολυπλοκότητα του πως διαχέεται ο άνεμος γύρω από μια κατασκευή, για παράδειγμα ένα κτήριο. Η γεωμετρία των κτιρίων και η διάταξη τους είναι επίσης μια παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη (Antoszewskietal, 2020).

Η Βαλένθια κατέκτησε τον τίτλο της πιο πράσινης και βιώσιμης πρωτεύουσας της Ευρώπης, καθώς έχει περίπου πέντε εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα πρασίνου. Παρακάτω βλέπουμε μια εικόνα που δείχνει την Βαλένθια στη πράσινη εκδοχή της. Η ευρωπαϊκή επιτροπή έχρισε την ισπανική πόλη ως την πιο βιώσιμη της Ευρώπης, καθώς το 97% των κατοίκων ζει σε λιγότερο από 300 μέτρα μακριά από μια μεγάλη περιοχή πρασίνου. Η συγκεκριμένη συνθήκη αναβαθμίζει κατά πολύ την ποιότητα ζωής των κατοίκων(cnn.gr,2024).



Εικόνα 22 Το πάρκο της Βαλένθιας

Πηγή: <https://www.cnn.gr/perivallon/story/412263/i-pio-prasini-proteyousa-tis-evropis-megales-perioxes-prasinou-sta-300-metra>

Η δομή των ειδών του πρασίνου είναι μια σημαντική ποιοτική παράμετρος. Η παρουσία δέντρων είναι ένας παράγοντας που αυξάνει τη θερμική ποιότητα ενός τέτοιου χώρου, ο οποίος σχετίζεται με μείωση του συντελεστή ορατότητας του ουρανού . προσφέρουν υψηλότερα επίπεδα σκιάς από δέντρα και θάμνους (+50%) μπορούν να συμβάλουν σε μείωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά 0,2–0,4 C . Ερευνητικά αποτελέσματα των δείχνουν ότι τα δέντρα και οι θάμνοι είναι πιο αποτελεσματικά από τα λιβάδια στον μετριασμό της ΑΘΝ. Τα ψηλά και πλατιά φυλλοβόλα δέντρα που αναπτύσσονται σε μια συμπαγή ομάδα εξασφαλίζουν μέγιστη ψύξη στα πάρκα. Μια αστική περιοχή με χώρους πρασίνου παρουσιάζει μειωμένο σημαντικά το φαινόμενο της ΑΘΝ.

Η καλύτερη θέση πρασίνου είναι η περιοχή που βρίσκεται ψηλότερα στη γραμμή ροής του ανέμου από την κρίσιμη περιοχή ΑΘΝ. Η απόσταση από το πάρκο μειώνει λογαριθμικά την πιθανότητα ψύξης (Antoszewskietal, 2020).

Λόγο έχει ο σχεδιασμός που αφορά το Πράσινο κατά μήκος των οδών. Η εισαγωγή των δέντρων είναι ίσως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τον περιορισμό της ΑΘΝ αλλά και την συνολική αναβάθμιση στη ποιότητα ζωής σε ένα αστικό κέντρο. Η δένδρο φύτευση είναι μια λύση που παρέχει σκιά στην πεζοδρομημένη ζώνη αλλά και επηρεάζουν τη θερμοκρασία. Το φαινόμενο σκίασης μπορεί να μειώσει τη μέση θερμοκρασία της καλοκαιρινής ακτινοβολίας κατά 30 C . Τα φύλλα των δέντρων μεταδίδουν 10% ορατή και 30% ηλιακή υπέρυθη ακτινοβολία και αντανακλούν 10% ορατή και 50% ηλιακή υπέρυθη ακτινοβολία που επηρεάζει την επιφάνεια της γης. Η ποσότητα της σκιάς

εξαρτάται από την πυκνότητα τους. Το σχήμα του δέντρου επηρεάζει τόσο την ποσότητα της σκιάς που προσφέρει στο δρόμο, πεζοδρόμιο κλπ. Σημειώνεται επίσης ότι το μέγεθος των φύλλων δεν αποτελεί πάντα πλεονέκτημα. Στην περίπτωση που τα δέντρα δεν έχουν επαρκή άρδευση, η θερμοκρασία των μεγάλων φύλλων αυξάνεται σημαντικά.

Εν συνεχεία οι Πράσινες Στέγες προσφέρουν λύσεις θερμομόνωσης και διαπερατότητα στο υπόστρωμα του εδάφους, καθώς οι στέγες θεωρούνται μια από τις πιο καυτές επιφάνειες της πόλης. Πολλές μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι πράσινες στέγες μειώνουν τη θερμοκρασία στο άμεσο περιβάλλον τους έως και 10–15 C και αυξάνουν τη θερμομόνωση των κτιρίων (Antoszewskietal.,2020).

Για να μειωθεί αποτελεσματικά η θερμοκρασία, οι πράσινες στέγες πρέπει να είναι κατάφυτες με υψηλότερα φυτά που παρέχουν υψηλό δείκτη σκίασης και πρέπει να ποτίζονται τακτικά. Έρευνα των D'Orazioetal. επιβεβαιώνει ότι πιο σημαντικό για την παρεμπόδιση της ροής ενέργειας στο κτίριο είναι μια μεγάλη επιφάνεια φύλλων και ένας υψηλός δείκτης σκίασης από την αλλαγή του πάχους του υποστρώματος. Αποδείχθηκε ότι το πάχος του υποστρώματος έχει αξιοσημείωτη επίδραση στη μεταφορά θερμότητας μέσω της οροφής και στην εξάτμιση τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα. Οι πλήρως εντατικές είναι οι καλύτερες, πράγμα που σημαίνει ότι το πάχος του υποστρώματος και η πυκνότητα της βλάστησης είναι δύο βασικές παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία. Όπως οι πράσινες στέγες, οι πράσινοι τοίχοι προωθούνται λόγω των μονωτικών τους ιδιοτήτων και της μείωσης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος μέσω της εξατμισοδιαπνοής (Antoszewskietal, 2020).

Οι πράσινοι τοίχοι και οι προσόψεις μειώνουν το φαινόμενο της ΑΘΝ τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα. Το χειμώνα, περιορίζουν την εκπομπή ανθρωπογενούς θερμότητας. Οι πράσινοι τοίχοι είναι αντικείμενα που αποτελούνται από κατασκευές ενσωματωμένες με τοίχους κτιρίων και φυτά φυτεμένα σε μοναδικά συστήματα βλάστησης. Παρόμοιες είναι οι πράσινες προσόψεις, αλλά αποτελούνται από φυτά που φυτεύονται στο έδαφος ή σε δοχεία και αναπτύσσονται σε υποστηρικτικές κατασκευές ή απευθείας στους τοίχους των κτιρίων. Η ένταση της ψύξης μέσω των πράσινων τοίχων σχετίζεται πιο έντονα με τον προσανατολισμό του κτιρίου σε σχέση με τον κόσμο, και επομένως το επίπεδο έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Θα πρέπει να επιλέγονται τοίχοι με υψηλό ηλιακό φως, ειδικά όταν ο περιορισμένος χώρος δεν επιτρέπει την εισαγωγή ξυλωδών φυτών και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν άλλες λύσεις. Στο βόρειο ημισφαίριο (νότιος προσανατολισμός και στο νότιο ημισφαίριο), ο βόρειος προσανατολισμός θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να παρέχει επαρκή ενέργεια για αποτελεσματική ψύξη με εξατμισοδιαπνοή. Σε αυτές τις διαμορφώσεις, ο τοίχος είναι περισσότερο εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία. Το αποτέλεσμα της μείωσης της θερμοκρασίας εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και την εποχή του έτους ή την ώρα της ημέρας. Σε ορισμένα σημεία

της Γης, ο δυτικός προσανατολισμός θα φέρει τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα , και ανάλογα με την ώρα της ημέρας μπορεί να είναι η ανατολική πλευρά. Η έκθεση στον ήλιο είναι μεταβλητή. Τα συστήματα πράσινου τοίχου θα πρέπει να προσαρμόζονται στις τοπικές συνθήκες οπουδήποτε στον κόσμο, καθώς δεν είναι πρακτικό να χρησιμοποιηθούν σε κάθε τοίχο του κτιρίου . (Antoszewskietal , 2020)

Το χρώμα των τοίχων επίσης είναι ένας παράγοντας που είναι ικανός να καθορίσει την θερμοκρασία. Οι τοίχοι με σκούρα χρώματα καλό είναι να καλύπτονται με βλάστηση επειδή θερμαίνονται περισσότερο (Antoszewskietal, 2020).

Τα ολοκληρωμένα συστήματα υδατοπερατών δαπέδων εξωτερικού χώρου ‘Ecoraster’ είναι μια εναλλακτική λύση για την καταπολέμηση της ΑΘΝ και στην ορθολογική διαχείριση του υδρολογικού κύκλου. Απευθύνονται σε σκληρές επιφάνειες που αποθηκεύουν θερμότητα την οποία εκπέμπουν στο περιβάλλον(ecorasterhellas, 2023) Στη παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα τέτοιου δαπέδου. Τέτοιου είδους δάπεδα συνήθως είναι κατασκευασμένα από ανακυκλώσιμα υλικά , ουδέτερα για το περιβάλλον και τα συναντάμε σε χώρους στάθμευσης, δρόμους , πλατείες , πάρκα και πεζοδρόμια.



Εικόνα 23 Δάπεδο ‘ecoraster’

Πηγή: <https://www.ecorasterhellas.gr/ecoraster-kai-perivallon/ti-einai-to-ecoraster>

4.2.4 Παραδείγματα εφαρμογών σε πόλεις

1. Πάρκα τσέπης (pocket parks)

Τα πάρκα τσέπης αποτελούν μια διαδεδομένη μέθοδος της σύγχρονης καταπολέμησης περιβαλλοντικών ζητημάτων. Αναδύονται ως «μικρές οάσεις» στις πυκνοκατοικημένες

περιοχές των πόλεων. Δεν είναι μεγάλα σε έκταση ,για αυτό το λόγο ορίζονται και ως πάρκα τσέπης, αλλά είναι ικανά να προσφέρουν δροσιά στους κατοίκους και στις πόλεις.(iefimerida,2024)

Παρακάτω φαίνεται ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα σε περιοχή της Αθήνας.



Εικόνα 24 Παράδειγμα ενός πάρκου τσέπης στην Αθήνα

Πηγή:<https://www.iefimerida.gr/poli/parka-tsepis-oaseis-prasinov-athina-anases-oxygenov>

Τα πάρκα τσέπης προσφέρουν πολλαπλά οφέλη στις πόλεις. Είναι μικρή πράσινη οάση μέσα στο γκρι τοπίο της πόλης. Τα πάρκα τσέπης δημιουργούνται από φιλικά προς το περιβάλλον υλικά. Επίσης τα φυτά που επιλέγονται χρειάζεται να είναι φιλικά προς τον αστικό ιστό , επεξηγηματικά να μην χρειάζονται πολύ νερό και να είναι ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες των πόλεων. (iefimerida,2024)

Παρακάτω παρατίθεται μια εικόνα από την αναδιαμόρφωση μιας τοποθεσίας στον Κολονό, περιοχή της Αθήνας.



Εικόνα 25 Το πριν

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr/poli/parka-tsepis-oaseis-prasinov-athina-anases-oxvgonov>



Εικόνα 26 Το μετά

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr/poli/parka-tsepis-oaseis-prasinov-athina-anases-oxvgonov>



Εικόνα 27 Το μετά σε κάτοψη

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr/poli/parka-tsepis-oaseis-prasinov-athina-anases-oxvgonov>

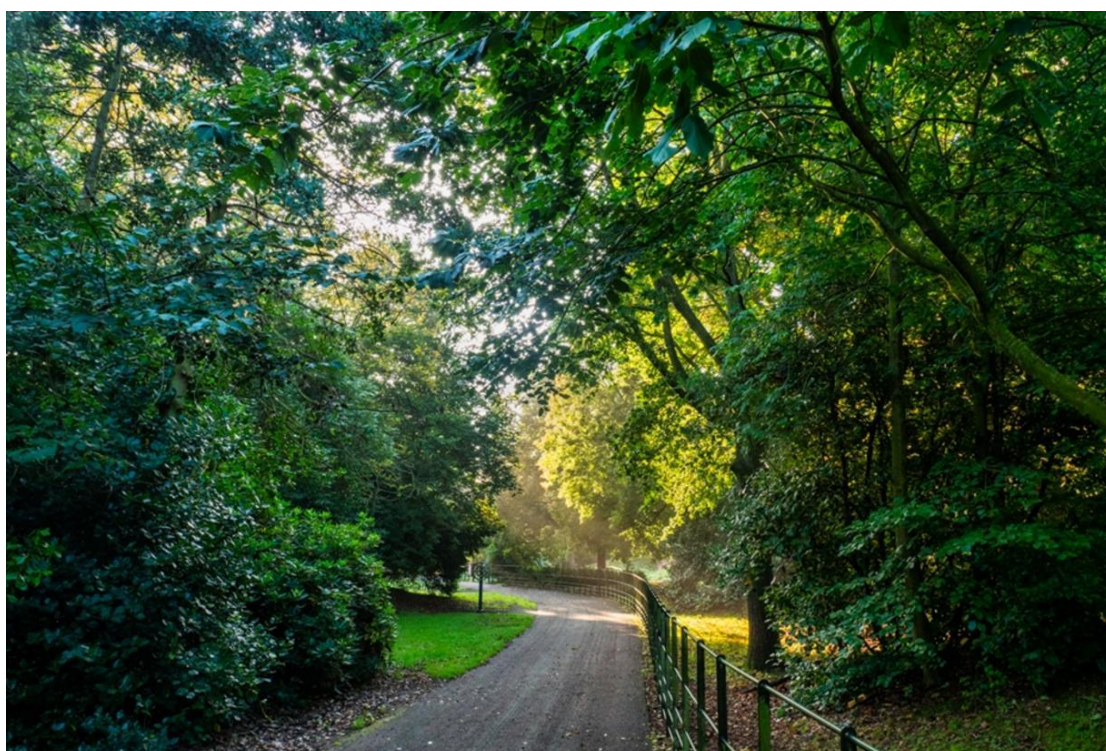
2. BirkenheadPark , Λιβερπουλ

Το BirkenheadPark άνοιξε στις 5 Απριλίου 1847 και είναι το πρώτο δημόσια χρηματοδοτούμενο πάρκο στη Βρετανία, σχεδιασμένο από τον SirJosephPaxton. Ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου επηρέασε πολλά πάρκα παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένου του CentralPark στη Νέα Υόρκη. Στο πάρκο υπάρχουν παιδική χαρά, γήπεδα κρίκετ, τένις, μπόουλινγκ και ποδοσφαίρου, καθώς και περιοχές για ψάρεμα. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες εικόνες από το BirkenheadPark.



Εικόνα28 Birkenhead Park

Πηγή: <https://www.visitliverpool.com/listing/birkenhead-park/4421101/>



Εικόνα29 Birkenhead Park

Πηγή: <https://www.visitliverpool.com/listing/birkenhead-park/4421101/>

3. Πράσινη οροφή, Βανκούβερ, Καναδάς

Είναι η μεγαλύτερη πράσινη στέγη ,με έκταση μόλις πάνω από έξι στρέμματα στον Καναδά και φιλοξενεί περισσότερα από 4.000 αυτόχθονα φυτά και χόρτα από τα νησιά του Κόλπου της Βρετανικής Κολομβίας. Παρατίθενται αντίστοιχη εικόνα.



Εικόνα 30 Πράσινη οροφή , Βανκούβερ , Καναδάς

Πηγή: <https://www.northstarmeetinggroup.com/Planning-Tips-and-Trends/Site-Selection/Meeting-event-Canada-Vancouver-convention-centre-sustainability>

4. CumberlandPark , Νασβίλ , ΗΠΑ

Είναι ένα αξιοθέατο που βρίσκεται κατά μήκος του ποταμού Νασβίλ. Συνδυάζει πράσινα και υδάτινα στοιχεία και αποτελεί καινοτόμος χώρος για παιδιά και οικογένειες. Το πάρκο έχει έκταση 6,5 στρέμματα και βρίσκεται ανάμεσα στην πεζογέφυρα ShelbyStreet και τη γέφυρα βετεράνων του πολέμου της Κορέας και προσφέρει άμεση πρόσβαση στη γέφυρα ShelbyStreet μέσω ενός νέου ανελκυστήρα και σκάλας (nashville.gov,2024).



Εικόνα31 Cumberland Park

Πηγή: <https://www.archdaily.com/228388/cumberland-park-hargreaves-associates>

5. Benthem πάρκο, Ρότερνταμ

Στην Ολλανδία βρίσκεται η πλατεία νερού και συγκεκριμένα στο Ρότερνταμ έχει μια διπλή στρατηγική καθώς είναι μέρος της αύξησης της ανθεκτικότητας στο κλίμα με προσαρμοστικά μέσα .

Η πλατεία νερού συνδυάζει την αποθήκευση νερού με τη βελτίωση της ποιότητας του αστικού δημόσιου χώρου. Τις περισσότερες φορές η πλατεία νερού θα είναι στεγνή και θα χρησιμοποιείται ως χώρος αναψυχής. Χρειάστηκαν έξι χρόνια από την ιδέα της πλατείας νερού μέχρι και τον σχεδιασμό της. Αποτελεί καινοτόμος ενέργεια στην διαχείριση του κλίματος και στην καταπολέμηση της ΑΘΝ.

Υπάρχουν 3 λεκάνες που συλλέγουν το νερό της βροχής. Οι δύο εξ αυτών συλλέγουν το νερό όταν αρχίζει να βρέχει και μια βαθύτερη λεκάνη όταν η βροχή συνεχίζεται. Εδώ το νερό συλλέγεται από την ευρύτερη περιοχή γύρω από την πλατεία. Το νερό της βροχής που πέφτει στην πλατεία απορρέει μέσω μεγάλων ανοξείδωτων υδρορροών από πάνω της, στις λεκάνες. Η βαθιά λεκάνη είναι ένας πραγματικός αθλητικός λάκκος, καθώς και θέατρο(urbanisten,2024). Παρακάτω δίνεται μια ενδεικτική εικόνα της πλατείας.



Εικόνα 32 Η πλατεία νερού στο Ρότερνταμ πηγή: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>

Ό,τι μπορεί να πλημμυρίσει είναι βαμμένο σε μπλε αποχρώσεις. Το μόνο που μεταφέρει νερό είναι ο γυαλιστερός ανοξείδωτος χάλυβας. Ο χώρος ορίζεται απαλά και υποδιαιρείται από μια πράσινη δομή από ψηλά χόρτα, πολύχρωμα λουλούδια και τα υπάρχοντα μεγάλα δέντρα. Η υδάτινη πλατεία μας δημιουργεί ένα νέο πλαίσιο για το υπέροχο μοντέρνο κτίριο του Maaskant και το φανταστικό γιγάντιο έργο τέχνης του Karel Appel. (urbanisten, 2024)

6. OneCentralPark, Σίδνεϊ, Αυστραλία

Το OneCentralPark βρίσκεται στο Σίδνεϊ, της Αυστραλίας και ενσωματώνει καινοτόμες οικολογικές λύσεις που βοηθούν στη καταπολέμηση της ΑΘΝ και διαφόρων περιβαλλοντικών προβλημάτων, όπως είναι η έλλειψη φυσικού φωτός. Η ανάπτυξη του χώρου ξεκίνησε το 2003.

Το κτίριο περιλαμβάνει δύο πύργους και είναι καλυμμένο με οριζόντια φυτά και αναρριχητικά φυτά. Η πιο εντυπωσιακή οικολογική καινοτομία είναι ο ηλιοστάτης, ένας μηχανισμός με κινούμενους καθρέφτες που ανακλά το ηλιακό φως σε περιοχές που θα

ήταν στη σκιά, όπως ο κήπος και το εμπορικό κέντρο. Ο ηλιοστάτης λειτουργεί αποτελεσματικά, καθώς ανακλά περίπου 70-80% του ηλιακού φωτός στο έδαφος, με αυτόν τον τρόπο δημιουργεί φωτεινά σημεία και βοηθά στην ανάπτυξη των φυτών.

Ο κατακόρυφος κήπος του κτιρίου περιέχει 38.000 φυτά που τρέφονται με ανακυκλωμένο νερό και φροντίζονται από μια ομάδα κηπουρών.

Όλα τα παραπάνω αποτελούν καινοτόμες λύσεις για τη βιωσιμότητα, την ενέργεια και την ποιότητα ζωής των ανθρώπων στη πόλη. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες εικόνες (architecturalrecord,2024).



Εικόνα33Εικόνα25 One Central Park

Πηγή: <https://www.architecturalrecord.com/articles/7705-one-central-park>



Εικόνα34 One Central Park

Πηγή: <https://www.architecturalrecord.com/articles/7705-one-central-park>

4.3 Παραδείγματα πόλεων με υψηλό δείκτη βιωσιμότητας

Δείκτης Βιώσιμων Πόλεων:

Μια βιώσιμη πόλη χαρακτηρίζεται από την αρχιτεκτονική και την στρατηγική βιώσιμου χαρακτήρα γενικότερα. Η βιώσιμη πόλη αποτυπώνεται από το νοικοκυριό και την οργάνωση σε χώρους εργασίας άθλησης και ψυχαγωγίας κ.α. Επίσης σημαντική είναι η ενεργειακή διαχείριση, η διαχείριση των απορριμμάτων, ο καθαρός αέρας η ύπαρξη χώρων πρασίνου η ύδρευση και πολλά άλλα. Οι δείκτες βιωσιμότητας είναι ένα εργαλείο που εξετάζει την βιωσιμότητα των πόλεων (Μωραΐτη, 2014).

Οι κατηγορίες των δεικτών που περιλαμβάνουν οι δείκτες βιώσιμων πόλεων είναι οι εξής:

- Περιβαλλοντικοί δείκτες

Οι περιβαλλοντικοί δείκτες αναφέρονται κατά βάση σε ένα περιβαλλοντικό μέσο και περιγράφουν την ατμόσφαιρα, τον αέρα, το νερό και το οικοσύστημα. (πράσινοι χώροι, ποιότητα νερού και αέρα, ενεργειακή απόδοση) (Μωραΐτη, 2014)

- Κοινωνικοί δείκτες

Οι συγκεκριμένοι δείκτες δεν είναι τόσο διαδεδομένοι σε ερευνητικό επίπεδο. Οι κοινωνικοί δείκτες εκτιμούν την ποιότητα ζωής του ατόμου. (πληθυσμός, στέγαση, ποιότητα δημόσιου χώρου, εκπαίδευση, υγεία) (Μωραΐτη, 2014)

- Οικονομικοί δείκτες

Οι οικονομικοί δείκτες επίσης δεν είναι τόσο διαδεδομένοι όσο οι περιβαλλοντικοί, σε

γενικές γραμμές αποτελούν ένα οικονομικό μέγεθος. Για παράδειγμα το Ακαθόριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ) . επιπροσθέτως ορισμένοι δείκτες είναι το ποσοστό ανεργίας και γενικότερα η οικονομική ανάπτυξη.(Μωραΐτη,2014)

1. Κοπεγχάγη, Δανία

Η Κοπεγχάγη ανακηρύχθηκε ως η πιο βιώσιμη πόλη στον κόσμο από την εκπαιδευτική πλατφόρμα GetSmarter. Η πόλη αυτή ξεχωρίζει παγκοσμίως για την ανταπόκρισή της σε κριτήρια όπως η προσιτή στέγαση, οι πράσινες μεταφορές, ποδηλατοδρόμους η παραγωγή ενέργειας και η διαχείριση απορριμμάτων, καθώς πρωτοπορεί στο τομέα της βιωσιμότητας.

Η Δανία κατέλαβε την πρώτη θέση στον Δείκτη Περιβαλλοντικής Απόδοσης (EPI) για το 2020. Από το 1995, η Κοπεγχάγη έχει μειώσει τις εκπομπές άνθρακα της κατά 50% και είναι σε καλό δρόμο να γίνει η πρώτη μεγάλη πόλη με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα έως το 2025.

Αυτό το εξαιρετικό ιστορικό στη μείωση των εκπομπών άνθρακα, σε συνδυασμό με τις συνεχείς προσπάθειες για πράσινη ενέργεια και αποτελεσματική διαχείριση απορριμμάτων, προσελκύει επαγγελματίες και επιχειρήσεις που δίνουν ιδιαίτερη σημασία στη βιωσιμότητα και την αειφορία(insider.gr,2022).



Εικόνα 35Κοπεγχάγη , Δανία

Πηγή: <https://www.insider.gr/sustainability/206673/i-kopeghagi-epilethike-os-i-pio-biosimi-poli-ston-kosmo>

2. Σιγκαπούρη

Η Σιγκαπούρη έχει αναπτυχθεί σύμφωνα με ένα δίκτυο πράσινων και μπλε σχεδιασμών το οποίο εμπεριέχει πάρκα ποτάμια και γενικά φυσικές περιοχές με βλάστηση.



Εικόνα 36 Σιγκαπούρη

Πηγή: <https://www.iefimerida.gr/green/sigkapoyri-htizei-mia-oikologiki-poli-42000-spitia>

Στη Σιγκαπούρη έχουν ήδη δημιουργηθεί φυσικοί διάδρομοι δροσιάς με τη μέθοδο της δενδροφύτευσης. Για παράδειγμα δρόμοι δίπλα από κτίρια είναι γεμάτοι δέντρα και φυτά, τα οποία εμποδίζουν τις φωτεινές ακτίνες του ήλιου να θερμάνουν τα πεζοδρόμια και την ασφαλτο. Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχθεί επιτυχημένη και από άλλες πόλεις που έχει εφαρμοστεί, όπως για παράδειγμα το Μεντεγίν της Κολομβίας. Στη πόλη αυτή έχουν φυτέψει πάνω από 880.000 δέντρα σε περισσότερους από 30 διαδρόμους, μειώνοντας τη μέση θερμοκρασία του αέρα στους διαδρόμους κατά περισσότερο από 4 °C.

Επιπλέον, στη Σιγκαπούρη ενθαρρύνεται η ενσωμάτωση πρασίνου στα κτίρια με οικονομικά κίνητρα. Δημιουργούνται κήποι στις ταράτσες και κάθετες πράσινες προσόψεις, ενώ αρκετές στέγες βάφονται με ανοιχτόχρωμα ανακλαστικά χρώματα, τα οποία απορροφούν λιγότερη θερμότητα και μπορούν να μειώσουν τη θερμοκρασία αισθητά γύρω από τα κτίρια έως και 2 °C (αδineα,2023).

3. Φράιμπουργκ, Γερμανία



Εικόνα 37 Φράιμπουργκ , Γερμανίας

Πηγή: <https://esquire.com.gr/lifestyle/taxidia-xenodoxeia/10939/i-pio-prasini-foutouristiki-poli-tis-europis>

Η Φράιμπουργκ της Γερμανίας θεωρείται πρότυπο βιώσιμης ανάπτυξης. Η πόλη έχει ένα ισχυρό δίκτυο ποδηλατοδρόμων που ξεπερνά τα 200 χιλιόμετρα, μεγάλο αριθμό πράσινων κτιρίων και χρησιμοποιεί εκτενώς ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως ηλιακή ενέργεια. Αυτή η πολιτική επιτρέπει στο Φράιμπουργκ να εξασφαλίζει την απαραίτητη ενέργεια από μόνο του, αποτελώντας παράδειγμα οικολογικής αειφορίας για πολλές άλλες ευρωπαϊκές πόλεις που προσπαθούν να υιοθετήσουν αυτή τη λογική. Γίνεται χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών , οι τοπικές βιομηχανίες μειώνουν την εκπομπή διοξειδίου και γίνεται χρήση ειδικών θερμομονωτικών και υδροδυναμικών λειτουργιών σε πολυκατοικίες και δημόσια κτίρια.

Ένα παράδειγμα αποτελεί το γήπεδο της πόλης, το Schwarzwald-Stadion, το οποίο αποτελεί την έδρα της ποδοσφαιρικής ομάδας SC Freiburg που αγωνίζεται στη Bundesliga, είναι το πρώτο του είδους που λειτουργεί σε μεγάλο βαθμό χάρη στην ενέργεια που συλλέγουν οι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία του. Αυτό το project ξεκίνησε ήδη από το 1993 (esquire,2020).



Εικόνα 38Schwarzwald-Stadion

Πηγή: <https://esquire.com.gr/lifestyle/taxidia-xenodoxeia/10939/i-pio-prasini-foutouristiki-poli-tis-europis>

5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όπως σε όλα τα έργα , έτσι και στα έργα που αφορούν πράσινο – μπλε σχεδιασμό , πολύ σημαντικό είναι να συμπεριληφθούν και οικονομικές κοινωνικές και περιβαλλοντικές παράμετροι. Με αυτό το τρόπο αξιολογείτε μια μελέτη περίπτωσης για οποιοδήποτε είδος. Σε γενικές γραμμές η κατασκευή και η λειτουργία αστικών υποδομών προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο εντάσσεται η έννοια της αστικής περιβαλλοντικής βιωσιμότητας , που αναπτύχθηκε για την αντιμετώπιση όλων αυτών των επιπτώσεων και την πρόβλεψη νέων. Στόχος είναι οι βιώσιμες πόλεις , η προστασία του περιβάλλοντος και η αειφορική διαχείριση, ώστε οι επόμενες γενιές να μπορούν να ευημερούν.

Η κατασκευή και η λειτουργία αστικών υποδομών έχουν εξ ορισμού αρνητικές συνέπειες σε κοινωνικό οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Η πληθυσμιακή συγκέντρωση , η βιομηχανία και η κατανάλωση ενέργειας είναι οι κύριες αιτίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και κατ' επέκταση αλλαγή του κλίματος. Η έννοια της βιωσιμότητας αποτελείται από το τρίπτυχο οικονομίας κοινωνίας και περιβάλλοντος.

Ως βιώσιμη πόλη ορίζεται βιώσιμη εφόσον έχει ως μοντέλο ανάπτυξης εκείνο που επιτρέπει την οικονομική ανάπτυξη , την κοινωνική ισότητα και την προστασία του περιβάλλοντος. Το κλίμα , οι υδατικοί πόροι , το πράσινο τοπίο , η ατμοσφαιρική ρύπανση , η χωροταξία , η πολεοδομία , η δόμηση των κτιρίων , ο σχεδιασμός των υπαίθριων χώρων είναι ορισμένοι παράμετροι που είναι αναγκαίο να συμπεριλαμβάνονται στις αστικές παρεμβάσεις που γίνονται.

Υπάρχουν περιβαλλοντικοί δείκτες που περιγράφουν την κατάσταση ενός φαινομένου και μπορούν να προσφέρουν συμπεράσματα που αφορούν αυτό ακριβώς. Με αυτό το τρόπο εκτιμώνται τα αποτελέσματα και οι επιπτώσεις της ανθρωπογενής δραστηριότητας στο φυσικό περιβάλλον. Παραδείγματα περιβαλλοντικών δεικτών είναι για παράδειγμα δείκτες ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα ή δείκτες που αφορούν το κλίμα.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν σε ένα σύστημα σχεδιασμού και ανάπτυξης που προσφέρει στο πολίτη το κατάλληλο περιβάλλον διαβίωσης με στόχο την βιωσιμότητα στο σήμερα και το αύριο (Εμβολιάδης, 2014).

5.1 Γενικά

5.1.1 Πεδίο μελέτης

Κάνοντας αναφορά στο χωρικό υποσύνολο προσδιορίζεται το πεδίο μελέτης για το εκάστοτε περιβαλλοντικό η και μη έργο. Για παράδειγμα το πολεοδομικό συγκρότημα , η

δημοτική ενότητα , το νομαρχιακό κέντρο αλλά και η γειτνίαση αυτών καθορίζουν τη κλίμακα και την εξέλιξη του έργου (Εμβολιάδης, 2014).

5.1.2 Γεωγραφική αναφορά και περιορισμοί

Η γεωγραφική θέση ορίζει την εξέλιξη του κάθε έργου καθώς ορίζει πολλές παραμέτρους σημαντικές για τις ανάγκες και την εξέλιξη αυτού. Κάθε περιοχή , κάθε πόλη χρίζει μοναδική αντιμετώπιση σύμφωνα με τις εκάστοτε συνθήκες που κρίνεται κανείς να αντιμετωπίσει (Εμβολιάδης,2014).

5.1.3 Ομάδα μελέτης

Κάθε εκπόνηση ενός έργου είναι αναγκαίο να απαρτίζεται από την κατάλληλη ομάδα επιστημόνων ώστε να έχει τη σωστή εξέλιξη και την κατάλληλη γνώση. Οι επαγγελματίες αυτοί θα πρέπει να ειδικεύονται στο εκάστοτε αντικείμενο. Ειδικότητες που μπορούν να συμπεριληφθούν σε τέτοιες ομάδες είναι τοπογράφοι μηχανικοί , αρχιτέκτονες μηχανικού , πολεοδόμοι , μελετητές, μετεωρολόγοι , χημικοί , βιολόγοι , κοινωνιολόγοι και οικονομολόγοι. Αρμοδιότητα κάθε μέλους είναι η αξιολόγηση του πεδίου μελέτης σύμφωνα με την ειδίκευση του καθενός.

Είναι πολύ σημαντικό να γίνεται σωστά σύμφωνα με όλα τα παραπάνω η αξιολόγηση των έργων πριν το τελικό στάδιο της κατασκευής. Για παράδειγμα , όπως ήδη έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια η Δανία με το παράδειγμα της Κοπενγχάγης δίνει το περιβαλλοντικό πρότυπο μιας βιώσιμης πόλης. Περιέχει πράσινες στέγες και κανάλια για την διαχείριση όμβριων υδάτων. Επιπλέον η Σιγκαπούρη με τους πράσινους τοίχους και το Βερολίνο με τα πάρκα και τις πράσινες διαδρομές.

5.2 Περιγραφή περιβαλλοντικών δεικτών

Υπάρχουν ορισμένοι περιβαλλοντικοί δείκτες που φανερώνουν πολλά χαρακτηριστικά για μια περιοχή, όπως ήδη έχουν αναλυθεί παραπάνω. Για παράδειγμα οι δείκτες ποιότητας του αέρα , του νερού και οι δείκτες θερμοκρασίας στα κέντρα των πόλεων αλλά και των γύρω περιαστικών περιοχών. Η ύπαρξη ΑΘΝ καθορίζει την εξέλιξη των έργων καθώς φανερώνει τις ανάγκες που υπάρχουν στην εκάστοτε περιοχή. Στόχος σε κάθε περίπτωση είναι οι βιώσιμες πόλεις.

5.3 Οικονομική αξιολόγηση

Σημαντική παράμετρος στην εκπόνηση έργων γενικής φύσεως αλλά και φυσικά στα περιβαλλοντικά αστικά έργα είναι και η οικονομική αξιολόγηση αυτών.

Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα πεδία που αφορούν την αξιολόγηση αυτή.

1. Κόστη και οφέλη

Σε πρώτη φάση η ανάλυση του κόστους αποτελεί πρωταρχικό ζήτημα , ωστόσο κρίνεται ανάλογα και με το όφελος που προσφέρει το κάθε έργο. Πολλές φορές το αρχικό κόστος είναι υψηλό αλλά το έργο σε βάθος χρόνου είναι ικανό να δώσει λύσεις και οφέλη που να ξεπερνούν το αρχικό κεφάλαιο. Για παράδειγμα ένα έργο μπορεί να βοηθάει στην αντιμετώπιση των πλημμυρών η στη βελτίωση της ποιότητας του νερού , με αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά οι δαπάνες αυτών(Boadway,2020).

2. Κόστος εγκατάστασης και συντήρησης

Είναι σημαντικό στο πεδίο της έρευνας να καταγράφεται το αρχικό κόστος εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης σε βάθος χρόνου (Boadway,2020).

3. Χρηματοδοτικά Εργαλεία και Πολιτικές Υποστήριξης

Επιπρόσθετα υπάρχουν εργαλεία και προγράμματα που υποστηρίζουν την υλοποίηση των έργων αυτών, καθώς προωθούν την βιώσιμη πόλη (Boadway,2020).

5.4 Οφέλη

1. Πολυλειτουργικότητα

Τα έργα που αφορούν τον πράσινο – μπλε σχεδιασμό με στόχο τη βιωσιμότητα παρέχουν λύσεις σε οικονομικά κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα. βελτιώνουν την βιοποικιλότητα ενώ ταυτόχρονα αναβαθμίζουν την ποιότητα ζωής και το τοπίο(Boadway,2020).

2. Ανθεκτικότητα

Τα έργα αυτά προσφέρουν ανθεκτικότητα στις πόλεις απέναντι στα περιβαλλοντικά ζητήματα που προκύπτουν λόγω της αστικοποίησης και των γκρι σχεδιασμών των έντονων καιρικών φαινομένων. Με αυτό το τρόπο η πόλη βελτιώνεται σε όλους τους τομείς αλλά και παρέχεται η δυνατότητα προσαρμογής (Boadway,2020).

5.5 Τηλεπισκόπηση και αστικές πράσινες-μπλε υποδομές

Οι έννοιες των πράσινων – μπλε σχεδιασμών έχουν ενσωματωθεί στην ανάπτυξη των

τοπίων , καθώς πλέον είναι απαραίτητο λόγω των περιβαλλοντικών ζητημάτων που προκύπτουν. Ωστόσο πρέπει να υπάρχει μια μεθοδολογία και μια περιβαλλοντική αξιολόγηση πάνω στα έργα αυτά (Zhang and Ramirez, 2019).

Η τεχνολογία της τηλεπισκόπησης είναι ικανή να δημιουργήσει αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα σύμφωνα με τα χωροχρονικά στοιχεία όπως για παράδειγμα είναι η τοποθεσία η βλάστηση η δομή το σχήμα και η κατανομή. Βοηθάει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων. Ως εκ τούτου, προσφέρει μια σταθερή και ολοκληρωμένη προσέγγιση για την επαρκή κατανόηση του σχεδιασμού τοπίου και του αστικού σχεδιασμού σε συνδυασμό με την πράσινη προσέγγιση.

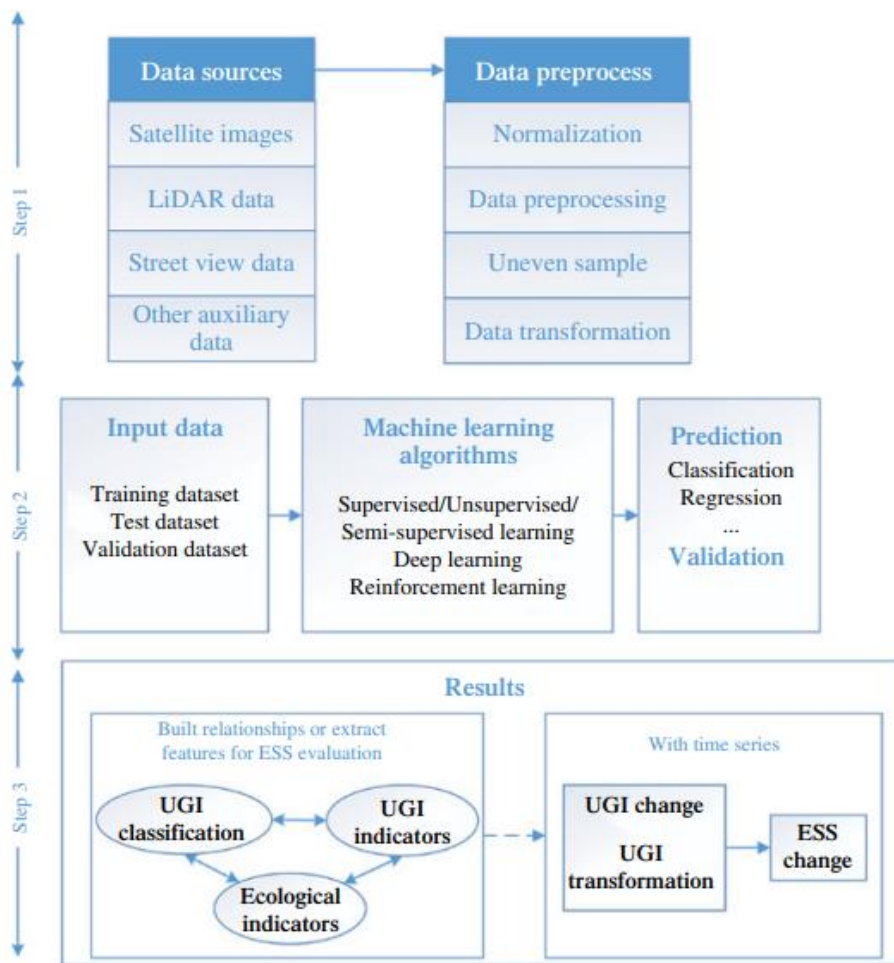
Τα τελευταία χρόνια τα δεδομένα τηλεπισκόπησης γίνονται ευκολότερα προσβάσιμα στο ευρύ κοινό. Ορισμένα δεδομένα είναι δορυφορικές εικόνες, εναέριας εικόνες και δεδομένα εναέριας ανίχνευσης φωτός και εμβέλεια. Η εξέλιξη των μεθόδων αυτών προσελκύουν σταδιακά μελετητές και επαγγελματίες σχεδιαστές. (Madureira and Andresen, 2014).

Για παράδειγμα, ο Δείκτης Κανονικής Διαφοράς Βλάστησης (NDVI) που εξάγεται από δορυφορικές εικόνες έχει προταθεί και χρησιμοποιείται ευρέως για την ποσοτικοποίηση και ανάλυση του UGI που υποστηρίζει το ESS τόσο σε τοπική όσο και σε περιφερειακή κλίμακα (Calderón and Quiroz, 2017).

Επιπλέον, με τη χρήση θερμικών υπέρυθρων εικόνων, οι θερμοκρασίες της επιφάνειας της γης μπορούν να ανιχνευθούν και να παρακολουθηθούν και τελικά να ενσωματωθούν με το NDVI για να διερευνηθεί πώς ο πράσινος και μπλε σχεδιασμός μπορεί να συμβάλει στον μετριασμό τη ΑΘΝ (Sun et al., 2015), και ταυτόχρονα να επηρεάσει την υδρολογία, το έδαφος, το ατμοσφαιρικό περιβάλλον, τις βιολογικές συνήθειες και την υγεία των κατοίκων (Sun et al 2019). Οπράσινος σχεδιασμός και γενικά τα δέντρα και η βλάστηση, μέσω της διαπνοής και της σκίασης μειώνουν αισθητά το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, όπως έχει ήδη αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

Ο δείκτης βλάστησης NDVI ανακτάται από εικόνες πολλαπλών και υπερφασματικών εικόνων, δίνει πληροφορίες για το τύπο βλάστησης και την έκταση αυτής. Σε γενικές γραμμές τα δεδομένα τηλεπισκόπησης χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε μελέτες για την παρακολούθηση της αλλαγής της θερμοκρασίας που προκαλούνται από αλλαγές στη διαμόρφωση μιας πόλης.

Μέσα από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει φαίνεται πως η τηλεπισκόπηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη χαρτογράφηση και την παρακολούθηση των οικοσυστημάτων. Για τα ακριβή βέβαια αποτελέσματα αυτών χρειάζονται κατάλληλα δεδομένα και κατάλληλες μέθοδοι. Παράλληλα η ανάπτυξη της μηχανικής μάθησης επιτρέπει σε πολλές τεχνολογίες να αντλούν δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις σε διάφορους τομείς. Επίσης μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα των δεδομένων και να χαρτογραφήσει την πράσινη κατανομή στις αστικές υποδομές.(Chen et al, 2021).



Εικόνα 39 Βασικό διάγραμμα ροής μηχανικής μάθησης που περιγράφει την αξιολόγηση της αστικής πράσινης υποδομής για υπηρεσίες οικοσυστήματος.

Πηγή: Chen, Yetal, 2021

Παραπάνω φαίνεται ένα διάγραμμα από την έρευνα των Chen και άλλων που περιγράφει τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης. Το διάγραμμα απεικονίζει τα βασικά βήματα ενός αλγορίθμου. Αρχικά αναφέρει στο βήμα 1 πηγές δεδομένων όπως είναι:

1. Οι δορυφορικές εικόνες
2. Τα δεδομένα lidar
3. Τα δεδομένα από streetviewή
4. Άλλα βοηθητικά αρχεία

Στη συνέχεια αναφέρει την επεξεργασία αυτών, που μπορεί να αφορά την

1. Ομαλοποίηση
2. Προ-επεξεργασία
3. Μετασχηματισμό των δεδομένων

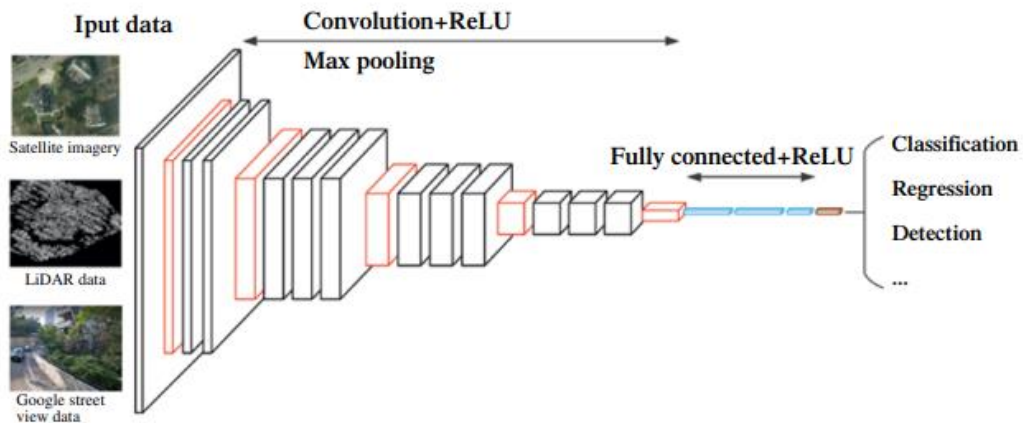
Στο δεύτερο βήμα γίνεται η εισαγωγή των δεδομένων στον αλγόριθμο ο οποίος μαθαίνει

να αναγνωρίζει μοτίβα και σχέσεις στα δεδομένα, τα οποία στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσει για να κάνει προβλέψεις και να φέρει αποτελέσματα.

Ο τύπος του αλγορίθμου μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το κάθε πρόβλημα που αντιμετωπίζεται. Μερικά κοινά είδη αλγορίθμων μηχανικής μάθησης περιλαμβάνουν την επιβλεπόμενη μάθηση, την μη επιβλεπόμενη μάθηση και την ενισχυτική μάθηση.

Στο τρίτο και τελευταίο βήμα γίνεται η αξιολόγηση και η ανάπτυξη. Η ανάπτυξη είναι μια συνεχής διαδικασία που περιλαμβάνει τη συλλογή νέων δεδομένων, την εκπαίδευση του μοντέλου σε αυτά τα δεδομένα και την αξιολόγηση της απόδοσης του μοντέλου.

Ένας τέτοιος αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ταξινόμηση της χρήσης γης, τον υπολογισμό δεικτών αστικής ανάπτυξης και την ανίχνευση αλλαγών στην αστική ανάπτυξη.



Εικόνα 40 Παράδειγμα αρχιτεκτονικής συνελκτικού νευρωνικού δικτύου

Πηγή: Chen et al, 2021

Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η διαδικασία που περιεγράφηκε. Από την εισαγωγή των δεδομένων μέχρι τα αποτελέσματα.

6 ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ

6.1 Σύνοψη

Η κλιματική αλλαγή και τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που προκύπτουν σε ένα αστικό περιβάλλον μας απασχολούν ολοένα και περισσότερο τα τελευταία χρόνια , καθώς επηρεάζουν την ποιότητα της ζωής του ανθρώπου. Η ύπαρξη της ΑΘΝ και οι τόσο υψηλές θερμοκρασίες που κυριαρχούν κατά τους θερινούς μήνες δημιουργούν ένα περιβάλλον μη υγιές για τον άνθρωπο επηρεάζοντας κοινωνικούς οικονομικούς και περιβαλλοντικούς τομείς.

Όπως ήδη έχει αναλυθεί η δομή των σύγχρονων αστικών πόλεων χαρακτηρίζεται από μια άναρχη διάταξη και από έντονα γκρι σχεδιασμούς. Τα κτήρια και το οδικό δίκτυο που δομούν την πόλη δημιουργούν το αίσθημα μη συνοχής. Η ποιότητα ζωής στις σύγχρονες πόλεις επηρεάζεται σημαντικά από τον συνδυασμό των παραπάνω παραγόντων. Η υπερβολική αύξηση του πληθυσμού, η αστικοποίηση , η εκμετάλλευση κάθε ελεύθερου χώρου και η πυκνή δόμηση έχουν δημιουργήσει αναξιόλογες περιβαλλοντικές συνθήκες, μακριά από τα περιβαλλοντικά πρότυπα. Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες και οι έντονες θερμοκρασιακές διαφορές δημιουργούν προβλήματα στο κλίμα

Σε αυτό το σημείο εισάγεται η έννοια των έξυπνων υποδομών. Οι υποδομές με πράσινο και μπλε σχεδιασμό διακατέχουν σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών.

Ουσιαστικά η αειφορική σχεδίαση μιας πόλης είναι αυτή που μπορεί να αναβαθμίσει την ποιότητα της ζωής στη πόλη. Οι πράσινες και μπλε υποδομές εντάσσονται σε αυτή τη διαχείριση.

6.2 Γενικά και Ειδικά Συμπεράσματα

Στη παρούσα διπλωματική εργασία αναλύθηκαν τα σύγχρονα προβλήματα που προκύπτουν από την ύπαρξη της ΑΘΝ αλλά και οι τρόποι αντιμετώπισης τους. Η βιωσιμότητα των πόλεων βρίσκεται πλέον στο επίκεντρο του σχεδιασμού τους.

Η σχεδίαση των πόλεων με βάση το πράσινο και το μπλε στοιχείο αποτελούν τις νέες στρατηγικές που βοηθούν στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος δημιουργώντας μια ανθεκτικότητα. Ο σχεδιασμός αυτός κρίνεται πλέον αναγκαίος για τη σύγχρονη πόλη αφού οι θερμοκρασίες χαρακτηρίζονται απαγορευτικές για τον οργανισμό του ανθρώπου. Μέσα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε καταλήγουμε σε συμπεράσματα που αφορούν την ανάγκη των πόλεων για αναδιαμόρφωση καθώς το γκρι αστικό τοπίο

κυριαρχεί. Οι θερμοκρασιακές διαφορές είναι εκείνες που ορίζουν την ύπαρξη και την ένταση της ΑΘΝ, ειδικότερα στα κέντρα των πόλεων κατά τους θερινούς μήνες. Έτσι δημιουργείται πλέον η ανάγκη για την ένταξη πράσινων και μπλε υποδομών. Ο σχεδιασμός με γνώμονα την εισαγωγή πρασίνου και βλάστησης αναβαθμίζει την εικόνα και την ποιότητα της ζωής στις πόλεις, καθώς μειώνει αισθητά την θερμοκρασία.

Η ανασκόπηση αυτή αρχικά δείχνει τα κύρια προβλήματα και τους κινδύνους που προκύπτουν για το κλίμα.

Εν κατακλείδι σημειώνεται η σημασία και η ανάγκη των πράσινων και μπλε υποδομών σε συνδυασμό με την αειφορική διαχείριση της ενέργειας που μας προσφέρεται, στις σύγχρονες αστικές πόλεις.

6.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας προτείνονται ιδέες για μελλοντική έρευνα που θα μπορούσαν να συνεισφέρουν στο συγκεκριμένο πεδίο.

Αρχικά θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν μελέτες για την βιωσιμότητα των αστικών περιοχών, την κλιματική αλλαγή, την ύπαρξη της ΑΘΝ αλλά και τον σχεδιασμό των πόλεων με πράσινα και μπλε στοιχεία, σε διάφορες πόλεις με διαφορετικά ενδεχομένως κλιματικά χαρακτηριστικά ώστε να οδηγηθούμε σε συμπεράσματα που αφορούν την γενικότητα των ευρημάτων.

Οι παραπάνω μελέτες προτείνεται να έχουν μακροχρόνιο χαρακτήρα με την ύπαρξη χρονοσειρών ώστε τα συμπεράσματα που προκύπτουν να είναι ακριβή. Για το λόγο αυτό, απαιτείται περαιτέρω ανάπτυξη στα δίκτυα σταθμών, και βέλτιστη χωροθέτηση των μετεωρολογικών σταθμών – καθώς μια έλλειψη που διαπιστώθηκε και στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας είναι ο περιορισμένος αριθμός περιπτώσεων πόλεων με εγκατεστημένο σταθμό ταυτόχρονα εντός και εκτός αστικού ιστού, για την ίδια περίοδο λειτουργίας. Θα μπορούσε να γίνει σύγκριση περιοχών με παρόμοιο κλίμα αλλά διαφορετικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού, μιας αστικής περιοχής με γαλαζοπράσινα στοιχεία με μια αντίστοιχη αστική περιοχή με γκρι χαρακτηριστικά και σε βάθος χρόνου θα φανούν οι διαφορές που θα υπάρχουν στο κλίμα και την ποιότητα ζωής στις πόλεις.

Οι νέες τεχνολογίες και τα νέα υλικά είναι μια ιδέα που μπορεί να συνδυαστεί σε τέτοιου είδους έρευνες και να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα των πράσινων και μπλε υποδομών.

Οι διεπιστημονική προσέγγιση όλων των ερευνών ενισχύει και διευρύνει τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα που προκύπτουν από μια μελέτη. Έτσι λοιπόν, η συσχέτιση και η συνεργασία με άλλα πανεπιστημιακά ιδρύματα αλλά και άλλες ειδικότητες προσφέρουν νέες ιδέες και νέες λύσεις. Η αρχιτεκτονική, η μηχανική μάθηση ο προγραμματισμός αλλά και η επιστήμη του περιβάλλοντος μπορούν συνδυαστικά με

γνώμονα την αειφορική ανάπτυξη και τη βιωσιμότητα να προσφέρουν νέα αποτελέσματα και να οδηγήσουν την έρευνα σε νέες διαστάσεις και με νέα πεδία ενδιαφέροντος.

Εν κατακλείδι όντας και κοινωνικό θέμα η βιωσιμότητα, σημαντικό είναι να υπάρχει σε όλους εμάς η συνείδηση της κοινωνικής συμμετοχής για θέματα που αφορούν την βιωσιμότητα και την ανάπτυξη των πράσινων – μπλε υποδομών, αλλά και την υιοθέτηση συμπληρωματικών καλών πρακτικών, όπως η βιώσιμη αστική μικρο-κινητικότητα και η προώθηση της ηλεκτροκίνησης, που συμβάλλουν με τη σειρά τους στη μείωση των εκπομπών και άρα στη βελτίωση των ατμοσφαιρικών συνθηκών εντός πόλης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ξενόγλωσσες

Almaaitah, T., Appleby, M., Rosenblat, H., Drake, J. and Joksimovic, D., 2021. The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: A systematic literature review. *Blue-Green Systems*, 3(1), pp.223-248.

Almaaitah, Tamer, et al. "The Potential of Blue-Green Infrastructure as a Climate Change Adaptation Strategy: A Systematic Literature Review." *Blue-Green Systems*, vol. 3, no. 1, 4 Dec. 2021, <https://doi.org/10.2166/bgs.2021.016>.

Sergey Kornienko, Ekaterina Dikareva, 2023. Analysis of the urban heat island using microclimate ... - researchgate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/369566016_ANALYSIS_OF_THE_URBAN_UR_HEAT_ISLAND_USING_MICROCLIMATE_SIMULATION_FOR_URBAN_U_QUARTER, DOI: 10.21869/2311-1518-2023-41-1-84-95.

Antoszewski, P., Świerk, D. and Krzyżaniak, M., 2020. Statistical review of quality parameters of blue-green infrastructure elements important in mitigating the effect of the urban heat island in the temperate climate (C) zone. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), p.7093.

Bartesaghi-Koc, C., Osmond, P. and Peters, A., 2019. Mapping and classifying green infrastructure typologies for climate-related studies based on remote sensing data. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, pp.154-167.

Birkenhead Park (no date) Visit Liverpool. Available at: <https://www.visitliverpool.com/listing/birkenhead-park/4421101>.

Blue-Green Infrastructure across Asian Countries. Edited by Shalini Dhyani et al., Singapore, Springer Singapore, 2022. Accessed 6 Jan. 2023.

Boadway, R. (2020). Economic Evaluation of Projects. In: Shah, A. (eds) Policy, Program and Project Evaluation. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48567-2_3.

Chen, X.L., Zhao, H.M., Li, P.X. and Yin, Z.Y., 2006. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover

changes. Remote sensing of environment, 104(2), pp.133-146.

Chen, Y., Sanesi, G., Li, X., Chen, W.Y. and Laforteza, R., 2021. Remote sensing and urban green infrastructure: A synthesis of current applications and new advances. Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis, and Modeling in the Urban Environment, pp.447-468.

Cumberland Park (no date) Nashville.gov. Available at: <https://www.nashville.gov/departments/parks/parks/cumberland-park>.

Farrelly, E. (2019a) One Central Park, Architectural Record RSS. Available at: <https://www.architecturalrecord.com/articles/7705-one-central-park>.

Giannopoulou, K., Livada, I., Santamouris, M., Saliari, M., Assimakopoulos, M. and Caouris, Y.G., 2011. On the characteristics of the summer urban heat island in Athens, Greece. Sustainable Cities and Society, 1(1), pp.16-28.

Heaviside, C., Macintyre, H. and Vardoulakis, S., 2017. The urban heat island: implications for health in a changing environment. Current environmental health reports, 4, pp.296-305.

Imhoff, M.L., Zhang, P., Wolfe, R.E. and Bounoua, L., 2010. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. Remote sensing of environment, 114(3), pp.504-513.

Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H. and Li, W., 2019. Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. Energy, 174, pp.407-419.

Nuruzzaman, M., 2015. Urban heat island: causes, effects and mitigation measures-a review. International Journal of Environmental Monitoring and Analysis, 3(2), pp.67-73.

Santamouris, M., 2007. Heat island research in Europe: the state of the art. Advances in building energy research, 1(1), pp.123-150.

Sarrat, C., Lemonsu, A., Masson, V. and Guédalia, D., 2006. Impact of urban heat island on regional atmospheric pollution. Atmospheric environment, 40(10), pp.1743-1758.

The People's Garden (2024) Birkenhead Park. Available at: <https://birkenhead->

park.org.uk/.

Thekkan, A.F., George, A., Prasad, P.R.C. and Joseph, S., 2022. Understanding blue-green infrastructure through spatial maps: Contribution of Remote Sensing and GIS Technology. *Blue-Green Infrastructure Across Asian Countries: Improving Urban Resilience and Sustainability*, pp.123-138.

Voogt, J.A. (2004) urban heat island hotter cities. *action bioscience*, North Port. - references - scientific research publishing. Available at: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1436823>.

Watersquare Benthemplein, Rotterdam (no date) DE URBANISTEN. Available at: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>.

Wilbers, G.J., de Bruin, K., Seifert-Dähnn, I., Lekkerkerk, W., Li, H. and Budding-Polo Ballinas, M., 2022. Investing in urban blue-green infrastructure—Assessing the costs and benefits of stormwater management in a Peri-urban catchment in Oslo, Norway. *Sustainability*, 14(3), p.1934.

Wu, C., Li, J., Wang, C., Song, C., Chen, Y., Finka, M. and La Rosa, D., 2019. Understanding the relationship between urban blue infrastructure and land surface temperature. *ScienceoftheTotalEnvironment*, 694, p.133742.

Ελληνικές

Εμβολιάδης Ανδρέας, 2014. Πρόταση Συστήματος Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης Σε Κλίμακα Αστικών Συνόλων. Διπλωματική Εργασία Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Πολυτεχνική Σχολή Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ειδίκευσης “Προστασία Περιβάλλοντος Και Βιώσιμη Ανάπτυξη” 2014.

Καρτάλης, Κ., Οικονόμου, Δ., Κοκκώσης, Χ. και Σανταμούρης, Μ., 2017. Οι Επιπτώσεις Της Κλιματικής Αλλαγής Στην Ελληνική Οικονομία, διαΝΕΟσις.

Καρτάλης, Κ., Κοκκώσης, Χ., Οικονόμου, Δ., Σανταμούρης, Μ., Αγαθαγγελίδης, Η., Πολύδωρος, Α., 2017. Οι Επιπτώσεις Της Κλιματικής Αλλαγής Στην Ανάπτυξη, διαΝΕΟσις.

Τσαλικίδης, Ι, et al. Πράσινες υποδομές και σύγχρονες τάσεις στο σχεδιασμό του αστικού και περιαστικού τοπίου. 2018.

Ιστότοποι

Avgi.gr (2022) Αστικοποίηση: Κινούμενη άμμος σε έναν πλανήτη που καταρρέει, Αυγή.
Available at: https://www.avgi.gr/diethni/419451_astikopoiisi-kinoymeni-ammos-se-enan-planiti-poy-katarreei.

admin_its and admin_its (no date) Blog, Υδάτινεςκατασκευέςστοεμπορικόκέντρο River West – Πισίνες Intelwater. Available at: <https://www.intelwater.gr/%CF%85%CE%B4%CE%AC%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%B5%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AD%CF%82-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%B5%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%BA%CE%AD%CE%BD/> (Accessed: 15 June 2024).

Cnn.gr., 2024. Η πιο ‘πράσινη’ πρωτεύουσα της Ευρώπης - Μεγάλες περιοχές πρασίνου στα 300 μέτρα, CNN.gr. Available at: <https://www.cnn.gr/perivallon/story/412263/i-pio-prasini-proteyousa-tis-evropis-megales-perioxes-prasinou-sta-300-metra> (Accessed: 15 June 2024).

Copernicus.eu, 2024. Demonstrating heat stress in European cities (no date) Home. Available at: <https://climate.copernicus.eu/demonstrating-heat-stress-european-cities>.

Documentonews.gr, 2024. “Έντυποσιακές εικόνες: Ο καύσωνας στην Αθήνα μέσα από θερμική κάμερα (Video) - Documento.” Www.documentonews.gr, 13 June 2024, www.documentonews.gr/article/entyposiakes-eikones-o-kaysonas-stin-athina-mesa-apo-thermiki-kamera-video/. Accessed 20 July 2024.

ECOPRESS, 2020. Αστικός ‘βελονισμός’ με μικρά πάρκα στην πόλη και αλλαγή ενεργειακού μοντέλου – 9 ειδικοί προτείνουν για την Αττική και την κλιματική αλλαγή (2020) ECOPRESS. Available at: <https://ecopress.gr/astikos-velonismos-me-mikra-parka-st/>.

Eco Garden (2014). Υδάτινες Δημιουργίες. Available at: <https://www.ecogarden.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AD%CF%82->

%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B5%CF%82/%
CF%85%CE%B4%CE%AC%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%B5%CF%82-
%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%
CE%AF%CE%B5%CF%82/ (Accessed: 15 June 2024).

Elladaparis.weebly.com, 2024.. Available at:
<https://elladaparis.weebly.com/sigmaiotakappaomicronupsilonalphannualpha.html>.

Ελληνική Εταιρεία Κινέζικης Ιατρικής (ΕΕΚΙ). Available at: <https://hccm.gr/>.

Esquire.com2024. “Η πιο πράσινη φουτουριστική πόλη της Ευρώπης.” Esquire,
[esquire.com.gr/lifestyle/taxidia-xenodoxeia/10939/i-pio-prasini-foutouristiki-polis-europis](https://www.esquire.com/gr/lifestyle/taxidia-xenodoxeia/10939/i-pio-prasini-foutouristiki-politis-europis).

Ecoraster Hellasm 2024.Τι είναι το ecoraster; Available at:
<https://www.ecorasterhellas.gr/ecoraster-kai-perivallon/ti-einai-to-ecoraster/>.

Efsyn.gr, 2021. Η αθήνα ως θερμική νησίδα - πτήση με ειδική κάμερα πάνω από την πόλη, ΕΦΣΥΝ. Available at: https://www.efsyn.gr/gallery/299931_i-athina-os-thermiki-nisida-ptisi-me-eidiki-kamera-pano-apo-tin-poli.

Envinow.gr, 2022.Βελτίωση του περ. Αποτυπώματος των Α/Γ μέσω της εναλλακτικής διαχείρισης στο τέλος του Κύκλου Ζωής, [envinow.gr](https://www.envinow.gr). Available at: <https://www.envinow.gr/post/veltiosi-tou-per-apatypomatos-ton-a-g-meso-tis-enallaktikis-diacheirisis-sto-telos-tou-kyklou-zois>.

Envinow.gr, 2022. Τι είναι η αστική θερμική νησίδα και πως μπορούμε να την αντιμετωπίσουμε;, [envinow.gr](https://www.envinow.gr). Available at: <https://www.envinow.gr/post/ti-einai-i-astiki-thermiki-nisida-kai-pos-boroume-na-tin-antimetopisoume>.

Esa - Eduspace_GR –Τι είναι η Τηλεπισκόπηση (2011) European Space Agency. Available at: https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_GR/SEM9G7WO1FG_0.html.

ΕΦΣΥΝ, 2024. Η δημιουργία χώρων πρασίνου μέσα στις πόλεις είναι επένδυση | ΕΦΣΥΝ. Available at: https://www.efsyn.gr/nisides/109346_i-dimioyrgia-horon-prasinoy-mesa-stis-poleis-einai-ependysi (Accessed: 15 June 2024).

ΗΙΔΕΑ, 2024. LifeASTI. Available at: <https://lifeasti.eu/el/the-project/the-idea-2/>.

Insider, 2022, 4 Jan. “Η Κοπεγχάγη επιλέχθηκε ως η πιο βιώσιμη πόλη στον κόσμο.”
www.insider.gr/sustainability/206673/i-kopeghagi-epilehthike-os-i-pio-biosimi-poli-ston-kosmo.

Ikee.lib.auth.gr. Available at:
https://ikee.lib.auth.gr/record/324664/files/THEODORIDOU_ELENI_876_EE.pdf.

Καρτάλης, 2018. Παρεμβάσεις από την Ημερίδα για την Κλιματική Αλλαγή που διοργάνωσε η Περιφέρεια Αττικής. <https://www.patt.gov.gr/6-%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7/6-1-%CE%B5%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CF%81%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%84%CF%8D%CF%80%CE%BF%CF%85/dt-perifereia-w-attikhw/paremvaseis-apo-tin-imerida-gia-tin-klimatiki-allagi-pou-diorganose-i-perifereia-attikis/>.

Northstarmetingsgroup.com , 2024. 5 fun facts about the Vancouver Convention Centre’s green roof | northstar meetings group. Available at:
<https://www.northstarmetingsgroup.com/Planning-Tips-and-Trends/Site-Selection/Meeting-event-Canada-Vancouver-convention-centre-sustainability>.

Ot.gr, 2023. Κλιματική Αλλαγή: ‘ένα με δύο λεπτά περιβαλλοντικής ενημέρωσης στο δελτίο καιρού αρκούν’ (2023) Οικονομικός Ταχυδρόμος - ot.gr. Available at:
<https://www.ot.gr/2023/03/14/green/klimatiki-allagi/klimatiki-allagi-ena-me-dyo-lepta-perivallontikis-enimerosis-sto-deltio-kairou-arkoun/>.

Παφτούνου, Σοφία. “Τι είναι τα “Πάρκα τσέπης” που ξεφυτρώνουν στην Αθήνα - Οικόπεδα-εστίες βρωμιάς, γίνονται μικρές “οάσεις” -Το πριν και το μετά [εικόνες].” Iefimerida.gr, 17 July 2021, www.iefimerida.gr/poli/parka-tsepis-oaseis-prasinoy-athina-anases-oxygonoy.

Ruf.rice.edu, 2024. Urban heat island. Available at:
<http://www.ruf.rice.edu/~sass/UHI.html>.

Team, E. (2021) ‘Αστικές θερμικές νησίδες’: ποια η σημασία του φαινομένου και πώς μπορεί να προληφθεί, Εναλλακτική Δράση. Available at:

<https://enallaktikidrasi.com/2021/07/astikes-thermikes-nisides-ti-einai-mporei-prolifthei/>.

Χατζηζήση, Κ., 2023. “Τα Δέντρα Σώζουν τις Πόλεις. Το Παράδειγμα της Σιγκαπούρης.”
αθηΝΕΑ, 6 Oct. 2023, [a8inea.com/ta-dentra-swzoun-tis-poleis-to-paradeigma-tis-sigapouris/](https://www.a8inea.com/ta-dentra-swzoun-tis-poleis-to-paradeigma-tis-sigapouris/).