

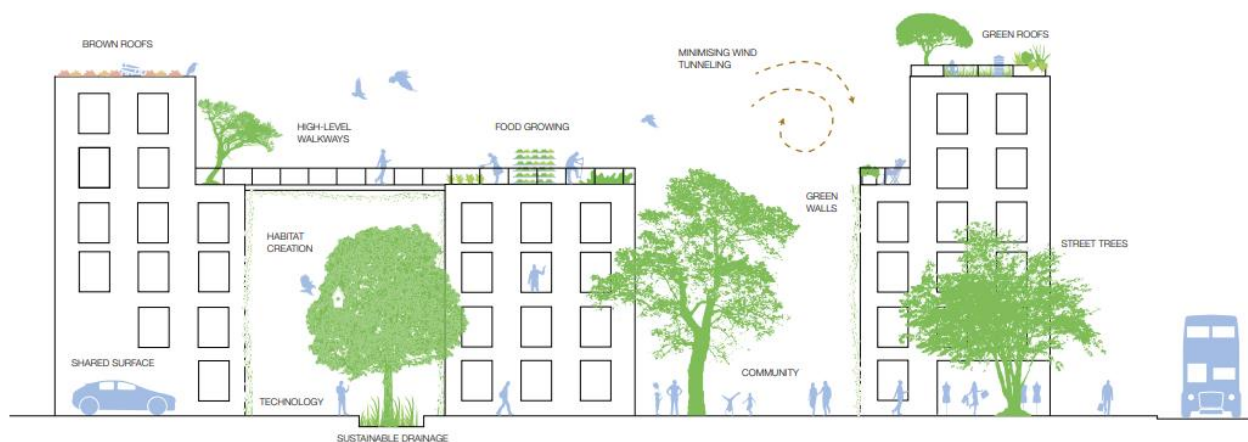


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

ΟΙ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ : ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΤΗΣ
ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΔΕΣΠΟΙΝΑ ΓΙΑΝΝΟΥΛΙΔΟΥ



Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

ΒΟΛΟΣ 2025

© 2025 Δέσποινα Γιαννουλίδου

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής [Δρ. Νικόλαος Μέλλιος](#)

(Επιβλέπων) [Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

Δεύτερος Εξεταστής [Δρ. Λάμπρος Βασιλειάδης](#)

[Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας](#)

Τρίτος Εξεταστής [Δρ. Μάριος – Ευστάθιος Σπηλιωτόπουλος](#)

[Ε.ΔΙ.Π., Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας](#)

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, κ. Μέλλιο Νικόλαο, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μου. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, Επίκουρο Καθηγητή Δρ. Λάμπρο Βασιλειάδη και Μέλος του Εργαστηριακού Διδακτικού Προσωπικού (Ε.ΔΙ.Π.) Δρ. Μάριο-Ευστάθιο Σπηλιωτόπουλο για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ευχαριστώ τους φίλους, τις φίλες μου και τους συγγενείς μου για την ηθική υποστήριξή τους και για την κατανόησή τους, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου. Πάνω απ' όλα, είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων στους γονείς μου, Παντελή και Ελένη, και στην αδερφή μου, Σοφία, για την ολόψυχη αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω αυτή την εργασία στην οικογένεια μου.

Δέσποινα Γιαννουλίδου

ΟΙ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΥΠΟ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ: ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Δέσποινα Γιαννουλίδου

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2025

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Νικόλαος Μέλλιος, Ε.ΔΙ.Π.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει σε βάθος τις οικοσυστημικές υπηρεσίες των αστικών πράσινων υποδομών υπό κλιματική αλλαγή. Επιδιώκεται η ανάδειξη των αστικών πράσινων υποδομών και των οικοσυστημικών υπηρεσιών τους ως ένα πολυλειτουργικό εργαλείο για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων στον αστικό ιστό, καθώς και για την επίτευξη της βιωσιμότητας και την ανθεκτικότητα των αστικών κέντρων. Για τη σφαιρική ανάλυση του θέματος παρατίθενται επίσης και περιπτωσιολογικές μελέτες στη λεκάνη της Μεσογείου. Η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν δευτερογενούς έρευνας, στο πλαίσιο της οποίας επιλέχθηκαν σύγχρονες δημοσιεύσεις από το 2010 έως σήμερα. Η πρωτοτυπία της έγκειται στη σύνδεση των αστικών οικοσυστημικών υπηρεσιών με επιμέρους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, παρουσιάζοντας τις αστικές πράσινες υποδομές ως πολλαπλώς ωφέλιμες σε περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο. Βασικό συμπέρασμα είναι ότι οι πράσινες υποδομές προσφέρουν ολιστικές λύσεις.

Λέξεις Κλειδιά: Αστικές πράσινες υποδομές, Λύσεις βασισμένες στη φύση (NBSs), Οικοσυστημικές Υπηρεσίες, Βιοποικιλότητα, Κλιματική Αλλαγή, Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

ECOSYSTEM SERVICES OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE UNDER CLIMATE CHANGE: CONNECTION WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Despoina Giannoulidou

University of Thessaly, Department of Civil Engineering, 2025

Supervisor: Dr. Nikolaos Mellios, Associate Professor

Abstract

This thesis explores in depth the ecosystem services provided by urban green infrastructure under the lens of climate change. It aims to highlight urban green infrastructure and its ecosystem services as a multifunctional tool for addressing environmental, social, and economic challenges within the urban fabric, as well as for promoting sustainability and resilience in urban centers. To provide a comprehensive analysis, case studies from the Mediterranean basin are also presented. This work is based on secondary research, drawing on contemporary publications from 2010 to the present. Its originality lies in linking urban ecosystem services with specific Sustainable Development Goals (SDGs), presenting urban green infrastructure as a source of multiple benefits across environmental, social, and economic dimensions. A key conclusion is that green infrastructure offers holistic solutions.

Keywords: *Urban Green Infrastructure, Nature-based Solutions, Ecosystem Services, Biodiversity, Climate Change, Sustainable Development Goals*

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	12
1.1	Κίνητρο και υπόβαθρο	12
1.2	Ερευνητικά ερωτήματα και σκοπός της διπλωματικής εργασίας	12
1.3	Οργάνωση διπλωματικής εργασίας	13
Κεφάλαιο 2	Ανάλυση αστικών οικοσυστημικών υπηρεσιών	15
2.1	Οικοσυστημικές υπηρεσίες	15
2.2	Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στις οικοσυστημικές υπηρεσίες	20
2.2.1	Ορισμός της βιοποικιλότητας	20
2.2.2	Ένταξη της βιοποικιλότητας στην έννοια των οικοσυστημικών υπηρεσιών	20
2.3	Απειλές για αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες	23
2.3.1	Αξιολόγηση του λόγου ζήτησης προς προσφορά	23
2.3.2	Παράγοντες που απειλούν τις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες	26
Κεφάλαιο 3	Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες	29
3.1	Κλίμα και κλιματική αλλαγή	29
3.2	Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής	30
3.2.1	Κοινές Κοινωνικοοικονομικές Πορείες (Shared Socioeconomic Pathways) με επίπεδα εκπομπών SSPX-Y	30
3.2.2	Επιμέρους ανάλυση των επιπτώσεων	33
3.3	Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις οικοσυστημικές υπηρεσίες	43
3.3.1	Οικοσυστημικές υπηρεσίες παροχής	44
3.3.2	Ρυθμιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες	46
3.3.3	Υποστηρικτικές υπηρεσίες	47
3.3.4	Πολιτιστικές Υπηρεσίες	48
Κεφάλαιο 4	Πράσινες Υποδομές και Λύσεις Βασισμένες στη Φύση	50
4.1	Ορισμός και σημασία των αστικών πράσινων υποδομών και των λύσεων βασισμένων στη φύση	50
4.1.1	Λύσεις βασισμένες στη φύση	50
4.1.2	Αστική Πράσινη Υποδομή	54

4.2	Αρχές σχεδιασμού και παραδείγματα αστικών πράσινων υποδομών	56
4.2.1	Αρχές σχεδιασμού αστικών πράσινων υποδομών	56
4.2.2	Παραδείγματα αστικών πράσινων και μπλε υποδομών	57
4.3	Αξιολόγηση των Οφελών κάθε Τύπου Πράσινης Υποδομής	63
4.3.1	Περιβαλλοντικά οφέλη	63
4.3.2	Κοινωνικά Οφέλη	69
4.3.3	Οικονομικά Οφέλη	74
Κεφάλαιο 5	Διασύνδεση των αστικών πράσινων υποδομών με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης	82
5.1	Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης	82
5.2	Διασύνδεση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης με τις αστικές πράσινες υποδομές και τις λύσεις βασισμένες στη φύση	83
5.3	Αξιολόγηση της συμβολής των πράσινων υποδομών στους SDGs	86
Κεφάλαιο 6	Μελέτες περίπτωσης και εφαρμογές	91
6.1	Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Μεσογείου	91
6.2	Επιτυχημένες πρακτικές σε Μεσογειακό επίπεδο	94
6.2.1	Περιπτωσιολογική μελέτη 1: Αναδάσωση της πράσινης ζώνης στη Μάλαγα, Ισπανία	94
6.2.2	Περιπτωσιολογική μελέτη 2: Στροφή στο πράσινο, Χαμάμ Σους, Τυνησία	96
6.2.3	Περιπτωσιολογική μελέτη 2: Προσαρμογή των υγροτόπων στην Περιφέρεια Αττικής, Ελλάδα	98
6.2.4	Περιπτωσιολογική μελέτη 4 : NBSs κατά των πλημμυρών, Αλεξάνδρεια, Αίγυπτος	100
6.2.5	Περιπτωσιολογική μελέτη 5 : ProGReg Living Lab, Ζάγκρεμπ, Κροατία	103
Κεφάλαιο 7	Συμπεράσματα και προτάσεις	107
7.1	Συμπεράσματα και συζήτηση	107
7.2	Πολιτικές Προτάσεις για την Ενίσχυση των Πράσινων Υποδομών	108
7.3	Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	109

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Το προτεινόμενο πλαίσιο κατηγοριοποίησης των απειλών για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες	24
Πίνακας 4.1: Αναλυτικά παραδείγματα αστικών πράσινων υποδομών	57
Πίνακας 5.1: Διασύνδεση των SDGs των αστικών πράσινων υποδομών και των NBSs	84

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Παραδείγματα οικοσυστημικών υπηρεσιών ανά κατηγορία σύμφωνα με την ταξινόμηση της Millennium Ecosystem Assessment	17
Εικόνα 3.1: Προβλεπόμενα χωρικά πρότυπα μεταβολής της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια του πλανήτη (°C) σε διαφορετικά επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη ...	34
Εικόνα 3.2: Συνοπτική σχηματική απεικόνιση των επιπτώσεων και των επακόλουθων συνεπειών της κλιματικής αλλαγής.....	41
Εικόνα 3.3: Παρατηρούμενες παγκόσμιες και περιφερειακές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα που αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή	43
Εικόνα 4.1: Ορίζοντας τις NBSs.....	51
Εικόνα 4.2: Οι NBSs συντελούν ένα όρο «ομπρέλα»	52
Εικόνα 4.3: Κατηγορίες αστικών πράσινων υποδομών με βάση τη χωρική κλίμακα.....	63
Εικόνα 5.1: Οι Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης	82
Εικόνα 5.2: Οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν το μόνο τύπο υποδομών που μπορεί να συμβάλει στην αμοιβαία, συνεργατική πρόοδο όσον αφορά τη βιώσιμη ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή και τη βιοποικιλότητα.....	84
Εικόνα 5.4: Στόχοι οι οποίοι μπορούν να επηρεαστούν μόνο από τις αστικές πράσινες υποδομές και όχι από τις γκρι υποδομές στους οκτώ τομείς υποδομών που εξετάζονται από τους Thacker et al. (2019).	88

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση διεργασιών και οικοσυστημικών υπηρεσιών	19
Σχήμα 3.1: Τα σενάρια και τα επίπεδα αύξησης της θερμοκρασίας δομούν την κατανόησή μας σε όλη την αλυσίδα αιτίου-αποτελέσματος από τις εκπομπές έως την κλιματική αλλαγή και τους κινδύνους.....	32
Σχήμα 3.2: Κλιματικές αιτίες της ξηρασίας, επιδράσεις στη διαθεσιμότητα νερού και επιπτώσει	38
Σχήμα 4.1: Φυλλοβόλα δέντρα το καλοκαίρι και το χειμώνα	80
Σχήμα 4.2: Εξέταση της σκίασης και της ηλιακής ακτινοβολίας στις θέσεις φύτευσης	81
Σχήμα 5.1: Η επιρροή των αστικών πράσινων υποδομών στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης σε σχέση με την αυτή των γκρι υποδομών σε σχέση με αυτή των υβριδικών υποδομών	87
Σχήμα 5.2: Ποσοστό των SDGs που επηρεάζεται από διαφορετικούς τύπους υποδομών	89
Σχήμα 6.1: Διάγραμμα αριθμημένων περιβαλλοντικών οφελών	102
Σχήμα 6.2: Διάγραμμα αριθμημένων κοινωνικοοικονομικών οφελών	103
Σχήμα 6.3: Τέσσερις υλοποιημένες NBSs στο ProGInreg Living Lab στο Ζάγκρεμπ	104
Σχήμα 6.4: Δομή διαχείρισης του ProGInreg Living Lab στο Ζάγκρεμπ	105

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Κίνητρο και υπόβαθρο

Στην εποχή που διανύουμε, η οποία χαρακτηρίζεται από φρενήρη αστικοποίηση και εντεινόμενη κλιματική αλλαγή, η περίπλοκη σχέση μεταξύ των αστικών οικοσυστημάτων και του διαρκώς μεταβαλλόμενου κλίματος έχει έρθει στο προσκήνιο της παγκόσμιας περιβαλλοντικής συζήτησης. Οι πόλεις, ως ενεργοί «πυρήνες» ανθρώπινης δραστηριότητας, οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις υπηρεσίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα που τις περιβάλλουν για τη διατήρηση και την ενίσχυση της ανθρώπινης ευημερίας. Με εφιαλτήριο τις μεγάλες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν στη σύγχρονη εποχή τα αστικά κέντρα, η επιστημονική κοινότητα επιχειρεί να αξιοποιήσει την πολυλειτουργικότητα των οικοσυστημικών υπηρεσιών ώστε να εξασφαλίσει βιώσιμες και ανθεκτικές πόλεις. Ουσιαστικά η στροφή στις αστικές πράσινες υποδομές και στις λύσεις βασισμένες στη φύση (NBSs) σηματοδοτεί τη μετάβαση σε μία νέα εποχή, στην οποία η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και σε λοιπές προκλήσεις γίνεται με σύγχρονες και φιλικές μεθόδους.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα και σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Στόχος των μηχανικών είναι η «οικοδόμηση» ενός αστικού περιβάλλοντος το οποίο είναι λειτουργικό και ανθεκτικό απέναντι σε ποικίλες προκλήσεις. Το ευρύ φάσμα των οικοσυστημικών υπηρεσιών που παρέχονται από τις πράσινες υποδομές αναδεικνύει τον αναπόσπαστο ρόλο τους στη δημιουργία βιώσιμων και ανθεκτικών αστικών χώρων (Kumar, 2024). Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να εμβαθύνει στην έννοια των αστικών πράσινων υποδομών και των οικοσυστημικών υπηρεσιών, διερευνώντας και επιβεβαιώνοντας τον ρόλο που επιτελούν στο πλαίσιο του αστικού ιστού, με έμφαση στις επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής και τη διασύνδεση τους με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs). Η εργασία επιδιώκει να αναδείξει τη σημασία του αστικού πρασίνου όχι μόνο ως περιβαλλοντικό εργαλείο προσαρμογής και μετριασμού των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, αλλά και ως καταλύτη για κοινωνική συνοχή, υγεία, ποιότητα ζωής και οικονομική ανθεκτικότητα στις

σύγχρονες πόλεις. Μέσω της σύνδεσης των οικοσυστημικών υπηρεσιών με συγκεκριμένους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης, επιχειρείται μια ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση της αστικής βιωσιμότητας.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που επιχειρεί να καλύψει η ακόλουθη εργασία συνοψίζονται στον παρακάτω κατάλογο:

1. Ποιες είναι οι οικοσυστημικές υπηρεσίες των αστικών πράσινων υποδομών και πως αυτές επηρεάζονται από την κλιματική αλλαγή;
2. Πως εντάσσεται η βιοποικιλότητα στις οικοσυστημικές υπηρεσίες των αστικών πράσινων υποδομών και ποιο ρόλο επιτελεί στο πλαίσιο αυτό;
3. Πως ωφελούν οι οικοσυστημικές υπηρεσίες το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία σε αστικό επίπεδο;
4. Με ποιους τρόπους συμβάλλουν οι αστικές πράσινες υποδομές στην προσαρμογή και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά και στην αντιμετώπιση και άλλων προκλήσεων;
5. Ποια είναι η διασύνδεση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης με τις αστικές πράσινες υποδομές και τις οικοσυστημικές υπηρεσίες τους;
6. Ποιες καλές πρακτικές ή εφαρμογές αστικών πράσινων υποδομών υφίστανται σε πόλεις που έχουν ενσωματώσει απτά την έννοια αυτή;

1.3 Οργάνωση διπλωματικής εργασίας

Το υπόλοιπο αυτής της διπλωματικής εργασίας χωρίζεται σε έξι ενότητες που καταλαμβάνουν τα Κεφάλαια 2 - 7, αντίστοιχα. Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 2 αρχικά αποδομείται η έννοια των αστικών οικοσυστημικών υπηρεσιών και στη συνέχεια αναλύεται ο ρόλος της βιοποικιλότητας σε αυτές. Στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου παρουσιάζονται οι απειλές που αντιμετωπίζουν οι αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες.

Στο Κεφάλαιο 3 αναλύεται η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι έννοιες του κλίματος και της κλιματικής αλλαγής και αναλύονται οι επιπτώσεις της τελευταίας. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την επιμέρους καταγραφή των επιπτώσεων σε καθεμία από τις κατηγορίες των αστικών οικοσυστημικών υπηρεσιών .

Στο Κεφάλαιο 4 αναπτύσσονται οι όροι «λύσεις βασισμένες στη φύση» και «αστική πράσινη υποδομή» και ακολούθως παρατίθενται οι αρχές σχεδιασμού και παραδείγματα των αστικών πράσινων υποδομών. Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου καταγράφονται τα οφέλη των αστικών πράσινων υποδομών σε τέσσερις κατηγορίες: τα περιβαλλοντικά, τα κοινωνικά, τα οικονομικά και τα ενεργειακά.

Στο Κεφάλαιο 5 ορίζεται η έννοια των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης και τεκμηριώνεται η διασύνδεση τους με τις αστικές πράσινες υποδομές. Επιπρόσθετα αναπτύσσεται το κομμάτι της διασύνδεσης και των συνεργειών με άλλους στόχους. Στην καταληκτική ενότητα του κεφαλαίου αξιολογείται η συμβολή των αστικών πράσινων υποδομών στην επίτευξη των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης.

Στο Κεφάλαιο 6 παρατίθενται επιτυχημένες πρακτικές εφαρμογής αστικών πράσινων υποδομών και λύσεων βασισμένων στη φύση σε Μεσογειακό επίπεδο.

Τα τελικά συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας και κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 7.

Κεφάλαιο 2 Ανάλυση αστικών οικοσυστημικών υπηρεσιών

2.1 Οικοσυστημικές υπηρεσίες

Η έκθεση αξιολόγησης της Millennium Ecosystem Assessment έχει ορίσει ως οικοσύστημα ένα δυναμικό σύμπλεγμα από κοινότητες φυτών, ζώων και μικροοργανισμών και το μη ζωντανό περιβάλλον που αλληλοεπιδρούν ως λειτουργική μονάδα (Reid et al., 2005). Σύμφωνα με το λεξικό της Οξφόρδης, ως οικοσύστημα ορίζεται «ένα βιολογικό σύστημα που αποτελείται από όλους τους οργανισμούς που βρίσκονται σε ένα συγκεκριμένο φυσικό περιβάλλον και αλληλοεπιδρούν με αυτό και μεταξύ τους. Επίσης σε εκτεταμένη χρήση: ένα πολύπλοκο σύστημα που μοιάζει με αυτό» (Oxford University Press, 2025). Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής θα μπορούσαμε απλουστευτικά να έχουμε κατά νου το οικοσύστημα ως το σύνολο των βιοτικών και μη βιοτικών παραγόντων .

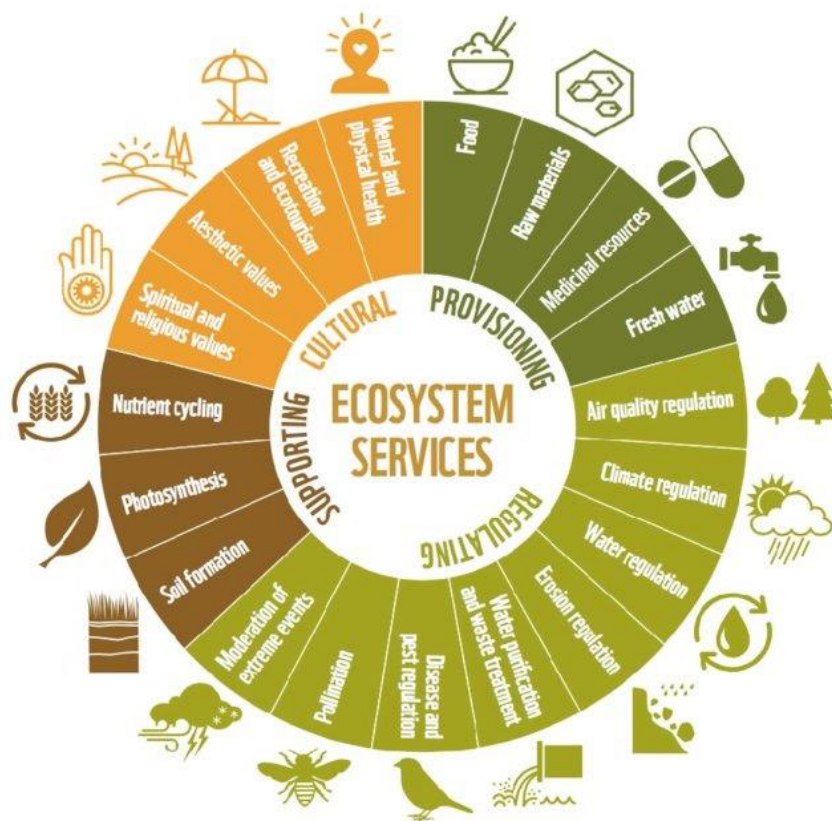
Στη συνέχεια, ως οικοσυστημικές υπηρεσίες, οι οποίες αρχικά ήταν γνωστές ως «φυσικό κεφάλαιο», ορίζουμε τα οφέλη που παρέχουν τα οικοσυστήματα (Reid et al., 2005). Ο όρος «Οικοσυστημικές Υπηρεσίες» εισήχθη σε μια έκθεση του 1970 για τη Μελέτη Κρίσιμων Περιβαλλοντικών Προβλημάτων, η οποία απαρίθμησε υπηρεσίες όπως η επικονίαση από έντομα, η αλιεία, η ρύθμιση του κλίματος και ο έλεγχος των πλημμυρών¹.

Αν και ο ορισμός των οικοσυστημικών υπηρεσιών είναι φαινομενικά απλός, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά την εφαρμογή της ιδέας αυτής παρουσιάστηκαν αρκετές δυσκολίες ως προς τον ακριβή προσδιορισμό τους. Έτσι η επιστημονική κοινότητα προχώρησε στην ταξινόμησή τους. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την ταξινόμηση της Millenium Ecosystem Assessment (Alcamo et al., 2003), που αποτελεί και την πιο δεδομένη έως και σήμερα, οι οικοσυστημικές υπηρεσίες διακρίνονται στις 4 ακόλουθες κατηγορίες, οι οποίες παρουσιάζονται και σχηματικά με παραδείγματα στην **Error! Reference source not found.** και **Εικόνα 2.1:**

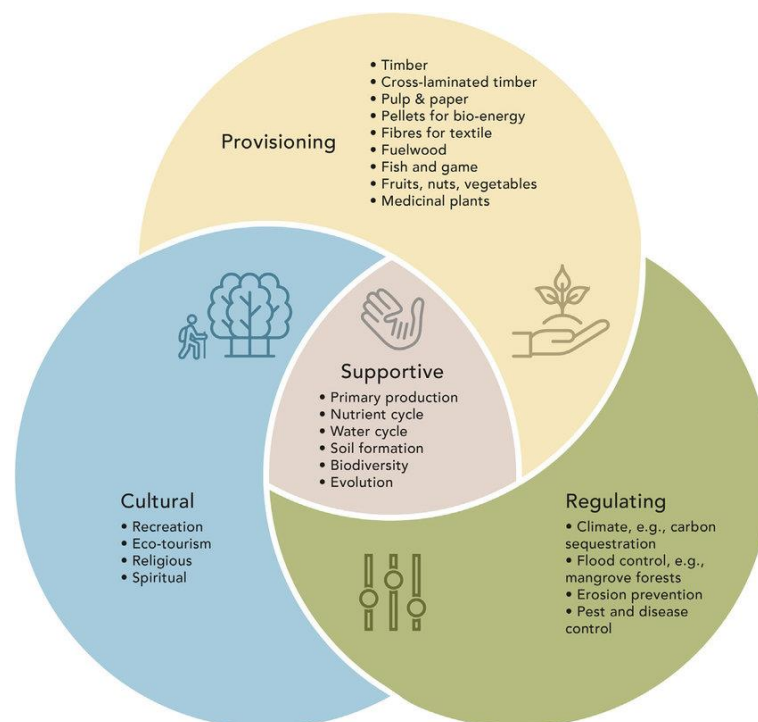
- i. Οικοσυστημικές υπηρεσίες παροχής (provisioning ecosystem services), οι οποίες ορίζονται ως τα προϊόντα που προέρχονται από τα οικοσυστήματα όπως τροφή, νερό, καύσιμη ύλη (π.χ. ξυλεία), ίνες, βιοχημικά προϊόντα, φυσικά φάρμακα και φαρμακευτικά προϊόντα και γενετικοί πόροι.

¹ Διάλεξη στο πλαίσιο του μαθήματος «Χημεία φυσικών και υδατικών συστημάτων και οικολογική μηχανική»

- ii. Ρυθμιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, δηλαδή τα οφέλη που προκύπτουν από τη ρύθμιση των οικολογικών διεργασιών, συμπεριλαμβανομένων της ρύθμισης του κλίματος, του νερού και ορισμένων ανθρώπινων ασθενειών, της διατήρησης της ποιότητας του αέρα, του περιορισμού της εδαφικής διάβρωσης, του ελέγχου βιολογικών διεργασιών, της επικοινωνίας κ.α.
- iii. Πολιτιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι τα μη υλικά οφέλη που λαμβάνουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα μέσω της πνευματικής ενδυνάμωσης, της γνωστικής ανάπτυξης, της αναψυχής και των αισθητικών εμπειριών. Ενδεικτικά οι πολιτιστικές υπηρεσίες περιλαμβάνουν την πολιτιστική ποικιλομορφία, τις πνευματικές και θρησκευτικές αξίες, τα συστήματα γνώσης, τις εκπαιδευτικές αξίες, την έμπνευση, την αισθητική αξία, τις κοινωνικές σχέσεις, την αντίληψη του χώρου, την αξία της πολιτιστικής κληρονομιάς, την αναψυχή και τον οικοτουρισμό.
- iv. Υποστηρικτικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την παραγωγή όλων των άλλων οικοσυστημικών υπηρεσιών. Μερικά παραδείγματα αποτελούν η πρωτογενής παραγωγή, η παραγωγή οξυγόνου, ο σχηματισμός και η συγκράτηση του εδάφους, η ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών, η ανακύκλωση του νερού και η παροχή ενδυνάμωσης (Alcamo et al., 2003).



Εικόνα 2.1: Παραδείγματα οικοσυστημικών υπηρεσιών ανά κατηγορία σύμφωνα με την ταξινόμηση της Millennium Ecosystem Assessment (Πηγή: (WWF, 2016))



Εικόνα 2.1: Σχηματική απεικόνιση των κατηγοριών οικοσυστημικών υπηρεσιών σύμφωνα με την ταξινόμηση της Millenium Ecosystem Assessment, η οποία αναδεικνύει το θεμελιώδη ρόλο των

υποστηρικτικών υπηρεσιών για τη λειτουργία και τη διατήρηση των υπόλοιπων κατηγοριών, με παραδείγματα ανά κατηγορία (Πηγή: (Kramer et al., 2022))

Οι επικαλύψεις και η αλληλεξάρτηση των παραπάνω κατηγοριών, καθώς και ο ερειστικός ρόλος των υποστηρικτικών υπηρεσιών, οδήγησαν σε ορισμένες βελτιώσεις. Αυτές οι βελτιώσεις επιτρέπουν την οικονομική αποτίμηση που απαιτεί τόσο το διαχωρισμό των τελικών οικοσυστημικών υπηρεσιών² που παρέχουν αγαθά³ και αξίες⁴ στον άνθρωπο από τις υποστηρικτικές οικολογικές και περιβαλλοντικές διεργασίες εντός των οικοσυστημάτων (Mace et al., 2012; Fisher et al., 2008; Fisher and Turner, 2008), όσο και την ανάδειξη της κρίσιμης διάκρισης μεταξύ των τελικών οικοσυστημικών υπηρεσιών και των αγαθών.

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων των οικοσυστημάτων περιλαμβάνουν οικολογικές και εξελικτικές διεργασίες και οδηγούν τελικά στα αποθέματα⁵ και τις ροές⁶ που στηρίζουν τις τελικές οικοσυστημικές υπηρεσίες. Αυτές παρέχονται από τα οικοσυστήματα, τα οποία συχνά διαχειρίζονται για το σκοπό αυτό (Mace et al., 2012).

Οι άνθρωποι, ωστόσο, χρησιμοποιούν αγαθά που προέρχονται από αυτές τις τελικές οικοσυστημικές υπηρεσίες και εξαρτώνται από αυτές, οι οποίες, όμως, σχεδόν πάντα απαιτούν πρόσθετες εισροές. Για παράδειγμα, η πρωτογενής παραγωγή (μια διαδικασία του οικοσυστήματος) είναι απαραίτητη για να υπάρξει καλλιέργεια σιταριού (μια τελική υπηρεσία), αλλά το αγαθό, το οποίο μπορεί να είναι αλεύρι, απαιτεί πολλές άλλες εισροές (καλλιέργεια, συγκομιδή, μεταφορά, προετοιμασία) πριν καταναλωθεί (Mace et al., 2012).

Η αναγνώριση των τελικών οικοσυστημικών υπηρεσιών ως των χαρακτηριστικών του οικοσυστήματος που οδηγούν άμεσα σε αγαθά και αξίες επιτρέπει τη χωρική ανάλυση εναλλακτικών καθεστώτων διαχείρισης των οικοσυστημάτων που μπορούν να

² Τελική οικοσυστημική υπηρεσία: μια οικοσυστημική υπηρεσία που στηρίζει άμεσα ένα αγαθό ή οδηγεί σε αυτό (Mace et al., 2012).

³ Αγαθό: Τα στοιχεία/αντικείμενα των οικοσυστημάτων που οι άνθρωποι εκτιμούν μέσω της εμπειρίας, της χρήσης ή της κατανάλωσης, ανεξάρτητα από το αν αυτή η αξία εκφράζεται οικονομικά, κοινωνικά ή προσωπικά. Σημειώστε ότι η χρήση αυτού του όρου εδώ υπερβαίνει κατά πολύ έναν στενό ορισμό των αγαθών απλώς ως φυσικά αντικείμενα που αγοράζονται και πωλούνται στις αγορές, και περιλαμβάνει αντικείμενα που δεν έχουν αγοραία τιμή (π.χ. υπαίθρια αναψυχή) (Mace et al., 2012; UK National Ecosystem Assessment, 2011).

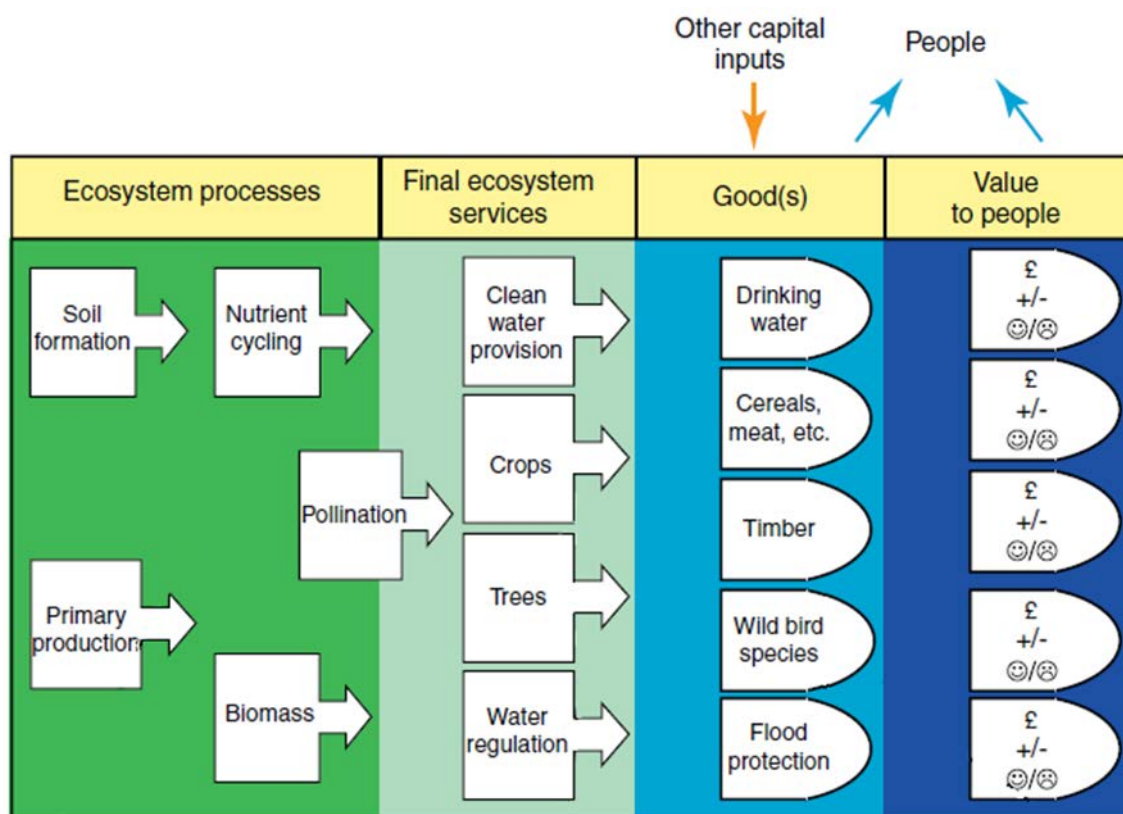
⁴ Αξία: το μέγεθος της βελτίωσης της ευημερίας που παρέχεται στους ανθρώπους μέσω της παροχής αγαθών. (Mace et al., 2012)

⁵ Απόθεμα : η ποσότητα ενός υλικού σε μια δεδομένη δεξαμενή, μορφή ή φάση σε ένα οικοσύστημα. (Mace et al., 2012)

⁶ Ροή: μεταφορά υλικών σε ένα οικοσύστημα από αποθέματα και μεταξύ δεξαμενών, μορφών ή φάσεων (Mace et al., 2012)

χαρτογραφηθούν μαζί με το οικονομικό κόστος και τα οφέλη τους (Mace et al., 2012; Bateman et al., 2011).

Συνεπώς, τα οικοσυστήματα αντιπροσωπεύουν ένα διακλαδισμένο δίκτυο που ξεκινά από τις θεμελιώδεις οικολογικές και εξελικτικές διεργασίες και οδηγεί μέσω των τελικών οικοσυστημικών υπηρεσιών στα συστατικά και τις εκροές του οικοσυστήματος από τα οποία οι άνθρωποι αντλούν άμεσα αγαθά και οφέλη, όπως φαίνεται στην *Σχήμα 2.1*. Οι τελικές οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι τα αποτελέσματα των οικοσυστημάτων που οδηγούν άμεσα σε αγαθό(-α) που εκτιμώνται από τους ανθρώπους. Η πλήρης αξία δεν προέρχεται μόνο από το οικοσύστημα, αλλά εξαρτάται από την προσθήκη εισροών από την κοινωνία (άλλες εισροές κεφαλαίου) και η αξία εξαρτάται συχνά από το πλαίσιο. Η τελική αξία του αγαθού (των αγαθών) οφείλεται επομένως τόσο στο οικοσύστημα όσο και στις ανθρώπινες εισροές. Οι αξίες μπορεί να είναι νομισματικές (£), ποσοτικές και μη νομισματικές (-/+) ή/και ποιοτικές. Συνήθως, η διαχείριση του περιβάλλοντος και των οικοτόπων επικεντρώνεται στις τελικές οικοσυστημικές υπηρεσίες και όχι στις βασικές διεργασίες ή στα αγαθά (Mace et al., 2012).



Σχήμα 2.1: Σχηματική απεικόνιση διεργασιών και οικοσυστημικών υπηρεσιών που αναδεικνύει πώς οι διεργασίες του οικοσυστήματος συνδέονται με τις τελικές οικοσυστημικές υπηρεσίες και τα αγαθά και τις αξίες που παράγουν για τους ανθρώπους. (Πηγή: (Mace et al., 2012))

2.2 Ο ρόλος της βιοποικιλότητας στις οικοσυστημικές υπηρεσίες

2.2.1 Ορισμός της βιοποικιλότητας

Σύμφωνα με τους Mace et al. (2012) υπάρχουν πολλοί ορισμοί και ακόμη περισσότερες προσεγγίσεις σχετικές με την αξιολόγηση της βιοποικιλότητας. Ωστόσο ένας περιεκτικός και ευρέως χρησιμοποιούμενος ορισμός είναι αυτός που υιοθετήθηκε από τα Μέλη της Σύμβασης του Ο.Η.Ε. για τη Βιολογική Ποικιλότητα: «η ποικιλομορφία μεταξύ ζωντανών οργανισμών από όλες τις πηγές προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και των οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία ανήκουν· αυτό περιλαμβάνει την ποικιλομορφία εντός των ειδών, μεταξύ των ειδών και των οικοσυστημάτων» (Mace et al., 2012).

2.2.2 Ένταξη της βιοποικιλότητας στην έννοια των οικοσυστημικών υπηρεσιών

Η βιοποικιλότητα εντάσσεται στην έννοια των οικοσυστημικών υπηρεσιών με πολύ διαφορετικούς τρόπους. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι δύο όροι (βιοποικιλότητα και οικοσυστημικές υπηρεσίες) χρησιμοποιούνται σχεδόν ως συνώνυμοι, υπονοώντας ότι πρόκειται ουσιαστικά για το ίδιο πράγμα, ενώ, η ίδια η βιοποικιλότητα θεωρείται μερικές φορές ως οικοσυστημική υπηρεσία. Οι δυο αυτές προσεγγίσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως προσέγγιση των οικοσυστημικών υπηρεσιών και προσέγγιση της διατήρησης αντίστοιχα. (Mace et al., 2012)

Στην περίπτωση της προσέγγισης των οικοσυστημικών υπηρεσιών, η εξίσωση της βιοποικιλότητας με τις οικοσυστημικές υπηρεσίες συνεπάγεται ότι η διαχείριση του ενός θα ενισχύσει αυτόματα το άλλο (Mace et al., 2012; TEEB, 2010). Σύμφωνα με αυτήν την προσέγγιση ο λειτουργικός ρόλος είναι αυτονόητος, αλλά στην πράξη δεν αντιπροσωπεύεται παρά μόνο με κάποια απλή μέτρηση των ροών των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Επίσης, η προοπτική αυτή δεν αντικατοπτρίζει τις αξίες της βιοποικιλότητας που δεν βασίζονται στο λειτουργικό της ρόλο στις διεργασίες του οικοσυστήματος (Mace et al., 2012).

Εναλλακτικά κατά την προσέγγιση της διατήρησης, η οποία θεωρεί την ίδια τη βιοποικιλότητα ως οικοσυστημική υπηρεσία, αντικατοπτρίζεται μια εγγενής αξία για τη βιοποικιλότητα, σύμφωνα με την οποία οι οργανισμοί έχουν αξία η οποία είναι εξ ορισμού μη

μετρήσιμη και συνεπώς μη εμπορεύσιμη. Ωστόσο η προσέγγιση διατήρησης, αγνοεί το ρόλο της βιοποικιλότητας στην υποστήριξη των οικοσυστημικών διεργασιών και συνήθως επικεντρώνεται σε ένα υποσύνολο της βιοποικιλότητας που περιλαμβάνει «χαρισματικά» είδη και είδη που θεωρούνται απειλούμενα.

Η σύγχυση δημιουργείται επειδή η βιοποικιλότητα είναι μια ενιαία λέξη που χρησιμοποιείται για ένα πολύπλοκο σύνολο μέτρων και εννοιών και επειδή επιτελεί πολλαπλούς ρόλους στις διεργασίες και τις υπηρεσίες του οικοσυστήματος. (Mace et al., 2012)

Σύμφωνα με τους Mace et al. (2012), η αμφισημία αυτή μπορεί να επιλυθεί με την αναγνώριση της ύπαρξης διαφορετικών σχέσεων στα διάφορα επίπεδα της ιεραρχίας των οικοσυστημικών υπηρεσιών. Η βιοποικιλότητα, πιο συγκεκριμένα, μπορεί να είναι ρυθμιστής θεμελιωδών διεργασιών του οικοσυστήματος, μια τελική οικοσυστημική υπηρεσία ή ένα αγαθό. Οι διακρίσεις αυτές παρατίθενται παρακάτω.

i. Η βιοποικιλότητα ως ρυθμιστής των διεργασιών του οικοσυστήματος:

Η βιοποικιλότητα είναι ένας παράγοντας που ελέγχει τις διεργασίες του οικοσυστήματος που στηρίζουν τις οικοσυστημικές υπηρεσίες. Για παράδειγμα, η δυναμική των κύκλων των θρεπτικών καθορίζεται από τη σύνθεση των μικροοργανισμών στο έδαφος (Mace et al., 2012; Bradford et al., 2002; Hector et al., 2000), η ανθεκτικότητα σε παράσιτα και περιβαλλοντικές αλλαγές αυξάνεται επίσης σε πιο ποικιλόμορφες βιολογικές κοινότητες (Mace et al., 2012; Cardinale et al., 2003) και, σε πολλές περιπτώσεις, η υψηλότερη βιοποικιλότητα συνδέεται με αυξημένες λειτουργίες του οικοσυστήματος (Mace et al., 2012; Balvanera et al., 2006; Hooper et al., 2005; Naeem and Wright, 2003; Srivastava and Bell, 2009; Worm and Duffy, 2003). Επομένως, η βιολογική σύνθεση των οικοσυστημάτων, που θεωρείται ως βιοποικιλότητα, επιτελεί βασικό ρόλο στην παροχή οικοσυστημικών υπηρεσιών (Mace et al., 2012; Diaz et al., 2006). Οι διεργασίες των οικοσυστημάτων εξαρτώνται γενικά από τους σωστούς συνδυασμούς ορισμένων βιοτικών ή/και αβιοτικών στοιχείων που υπάρχουν σε ένα οικοσύστημα. Ωστόσο, μερικές φορές αυτό που έχει σημασία δεν είναι μόνο η παρουσία ενός συγκεκριμένου στοιχείου ή η ποσότητά του, αλλά και η ποικιλία ή η ποικιλομορφία των τύπων του (δηλαδή η βιοποικιλότητα). Αυτοί οι ρόλοι της βιοποικιλότητας συγκλίνουν περισσότερο στην προσέγγιση των οικοσυστημικών υπηρεσιών που περιεγράφηκε παραπάνω, αλλά εδώ αναγνωρίζεται η συγκεκριμένη αλληλεπίδραση βιοποικιλότητας - διεργασίας, έτσι ώστε, αν

και η λειτουργική ποικιλότητα των οργανισμών του εδάφους μπορεί να είναι σημαντική για τις διεργασίες του οικοσυστήματος, ο πλούτος των ειδών μπορεί να μην είναι. (Mace et al., 2012)

ii. Η βιοποικιλότητα ως τελική οικοσυστημική υπηρεσία:

Η βιολογική ποικιλότητα σε επίπεδο γονιδίων και ειδών συμβάλλει άμεσα σε ορισμένα αγαθά και τις αξίες τους. Για παράδειγμα, η δυνητική αξία των φυσικών φαρμάκων και τα δυνητικά οφέλη από τη βιοεξερεύνηση αυξάνονται άμεσα με τον αριθμό και την εξελικτική ιδιαιτερότητα των ειδών. Η γενετική ποικιλομορφία των «άγριων» συγγενικών ειδών των καλλιεργειών είναι σημαντική για τη βελτίωση των στελεχών των καλλιεργειών, και το ίδιο θα ισχύει και για τις καλλιέργειες βιοκαυσίμων και το ζωικό κεφάλαιο. Επομένως, τόσο η γενετική ποικιλότητα (ή υποκατάστατα, όπως ο πλούτος άγριων ειδών ή η φυλογενετική ποικιλότητα) όσο και η ποικιλότητα άγριων ειδών (που εμμέσως περιλαμβάνει τη γενετική και φυλογενετική ποικιλότητα) είναι τελικές υπηρεσίες οικοσυστήματος που συμβάλλουν άμεσα στα αγαθά. Στην περίπτωση αυτών των τελικών οικοσυστημικών υπηρεσιών, τα οικοσυστήματα θα μπορούσαν να διαχειρίζονται ειδικά για την ποικιλομορφία των επιθυμητών συνιστωσών βιοποικιλότητας (Mace et al., 2012)

iii. Η βιοποικιλότητα ως αγαθό:

Εδώ, η ίδια η βιοποικιλότητα είναι το αντικείμενο που εκτιμάται από τους ανθρώπους και επομένως αυτός ο ρόλος της βιοποικιλότητας μοιάζει με την προοπτική διατήρησης που περιεγράφηκε παραπάνω. Πολλές συνιστώσες της βιοποικιλότητας έχουν πολιτιστική αξία, συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης της άγριας ζωής και των γραφικών τοπίων και των πνευματικών, εκπαιδευτικών, θρησκευτικών και ψυχαγωγικών αξιών. Οι άνθρωποι εκτιμούν τα μέρη με ποικιλία ειδών, ιδίως τα πιο χαρισματικά ζώα και φυτά, και η διατήρηση ενός πλήρους συνόλου άγριων ειδών είναι σημαντική για πολλούς. Επομένως, η βιοποικιλότητα είναι από μόνη της ένα αγαθό με ξεχωριστή αξία. Η διαχείριση των οικοσυστημάτων μπορεί να γίνεται για είδη που έχουν σημασία για τη διατήρηση και συχνά αυτός είναι ο πρωταρχικός στόχος- ωστόσο, η διαχείριση της διατήρησης μπορεί μερικές φορές να αποσκοπεί στη διατήρηση οικοσυστημάτων χαμηλής βιοποικιλότητας, είτε επειδή ένα είδος-στόχος ευνοεί συνθήκες που δεν υποστηρίζουν μια ποικιλόμορφη κοινότητα είτε λόγω χαρακτηριστικών του οικοσυστήματος που δεν σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα (π.χ. ερείπια στο Ηνωμένο

Βασίλειο). Συνεπώς, δεν μπορεί κανείς να υποθέσει ότι η υψηλή βιοποικιλότητα είναι πάντα ο στόχος της διατήρησης. (Mace et al., 2012)

Συνοψίζοντας η βιοποικιλότητα έχει πολλαπλούς ρόλους στην παροχή οικοσυστημικών υπηρεσιών, ως ρυθμιστής των διεργασιών του οικοσυστήματος, ως υπηρεσία από μόνη της και ως αγαθό. Η αποτελεσματική διαχείριση των οικοσυστημάτων τώρα, αλλά ακόμη περισσότερο στο μέλλον, καθώς οι πιέσεις εντείνονται, θα απαιτήσει τον προσδιορισμό και την ανάλυση όλων των ρόλων τόσο για τη βελτιστοποίηση της παροχής οικοσυστημικών υπηρεσιών όσο και για τη διατήρηση των ειδών, των οικοτόπων και των τοπίων. (Mace et al., 2012)

2.3 Απειλές για αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες

Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες εξ ορισμού υποστηρίζουν την ανθρώπινη ευημερία, αλλά σύμφωνα με τους Maron et al. (2017) δεν διαθέτουμε μια συνεκτική προσέγγιση για την κατηγοριοποίηση του βαθμού στον οποίο απειλούνται.

Τα τελευταία 20 χρόνια έχει σημειωθεί ραγδαία ανάπτυξη όσον αφορά την κατανόηση της σημασίας και της κρισιμότητας των οικοσυστημάτων για την ανθρώπινη ευημερία (Maron et al., 2017). Η Millennium Ecosystem Assessment (Reid et al., 2005) εδραίωσε την κατανόηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών και του τρόπου με τον οποίο οι ανθρώπινες δραστηριότητες τις επηρεάζουν (Maron et al., 2017; Cardinale, 2012) και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το 60% των οικοσυστημικών υπηρεσιών υποβαθμίζεται ή χρησιμοποιείται με μη βιώσιμο τρόπο. Μια πιο πρόσφατη ανάλυση ανέφερε σημαντικές απώλειες οικοσυστημικών υπηρεσιών σε παγκόσμιο επίπεδο (Maron et al., 2017; Costanza, 2009). Ο εντοπισμός και η βελτίωση των απειλών για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες είναι κεντρικής σημασίας για την αποφυγή δυνητικά μη αναστρέψιμων απωλειών (Maron et al., 2017).

2.3.1 Αξιολόγηση του λόγου ζήτησης προς προσφορά

Η παροχή οικοσυστημικών υπηρεσιών προκύπτει από την αλληλεπίδραση μεταξύ ανθρώπων και οικοσυστημάτων, επηρεαζόμενη τόσο από τη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων όσο και από παράγοντες όπως οι ανθρώπινες ανάγκες, αξίες και θεσμοί. Ενδεικτικά, η ρύθμιση των πλημμυρών εξαρτάται από την ύπαρξη κατάλληλων οικοσυστημάτων, αλλά και από την παρουσία ανθρώπινων πληθυσμών και υποδομών που επωφελούνται από αυτήν. Συνεπώς, το απόλυτο επίπεδο παροχής υπηρεσιών δεν αποτελεί το κατάλληλο μέτρο αξιολόγησης της απειλής, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη το λόγο της

προσφοράς προς τη ζήτηση. Αντίθετα, η εκτίμηση του κινδύνου πρέπει να βασίζεται στην επάρκεια της παροχής οικοσυστημικών υπηρεσιών σε σχέση με τη ζήτηση, δηλαδή στη δυνατότητα του φυσικού κεφαλαίου⁷ να προσφέρει οφέλη που ανταποκρίνονται στις ανθρώπινες ανάγκες (Maron et al., 2017).

Η έννοια της απειλής για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες διαφέρει από αυτήν της απειλής εξαφάνισης ενός είδους ή κατάρρευσης ενός οικοσυστήματος, καθώς σχετίζεται άμεσα με την αλληλεπίδραση της προσφοράς και της ζήτησης σε πολλαπλές χωρικές κλίμακες. Η απειλή μπορεί να αφορά όχι μόνο την παγκόσμια απώλεια μιας υπηρεσίας αλλά και τη μείωση ή αδυναμία παροχής της σε συγκεκριμένες περιοχές ή ομάδες πληθυσμού. Επιπλέον, η απώλεια μιας οικοσυστημικής υπηρεσίας μπορεί να είναι είτε αναστρέψιμη, μέσω αποκατάστασης, είτε μη αναστρέψιμη, όπως στην περίπτωση μόνιμων περιβαλλοντικών αλλαγών. Ως εκ τούτου, κάθε πλαίσιο αξιολόγησης απειλών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο τη σταδιακή υποβάθμιση όσο και τον κίνδυνο οριστικής απώλειας μιας υπηρεσίας, προκειμένου να δοθεί προτεραιότητα στις απαραίτητες δράσεις διατήρησης (Maron et al., 2017).

Έτσι οι Maron et al. (2017) καταλήγουν στην πρόταση ενός πλαισίου το οποίο φαίνεται παρακάτω στον Πίνακας 2.1. Η κατηγορία στην οποία εμπίπτει μια δεδομένη υπηρεσία σε ένα δεδομένο πλαίσιο αξιολόγησης καθορίζεται από την τρέχουσα αναλογία προσφοράς και ζήτησης, σε συνδυασμό με τις πρόσφατες ή αναμενόμενες τάσεις τόσο της προσφοράς όσο και της ζήτησης.

Πίνακας 2.1: Το προτεινόμενο πλαίσιο κατηγοριοποίησης των απειλών για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες (Πηγή: Προσαρμοσμένος πίνακας (Maron et al., 2017))

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΣΗΜΕΙΟ ΚΑΜΠΗΣ
Λειτουργικά εξαφανισμένη	Η οικοσυστημική υπηρεσία δεν παρέχεται πλέον στην περιοχή και είναι πρακτικά μη ανακτήσιμη.	Μη παρεχόμενη
Σε λανθάνουσα κατάσταση	Η οικοσυστημική υπηρεσία δεν παρέχεται πλέον στην περιοχή, αλλά είναι δυνητικά ανακτήσιμη.	

⁷ Φυσικό κεφάλαιο: το απόθεμα των φυσικών συστημάτων και διεργασιών από τα οποία προέρχονται οι υπηρεσίες του οικοσυστήματος (Maron et al., 2017).

Απειλούμενη σε κρίσιμο βαθμό	Τα τρέχοντα επίπεδα ζήτησης υπερβαίνουν την προσφορά και ο λόγος της προσφοράς προς τη ζήτηση μειώνεται ή αναμένεται να μειωθεί	Ανεπαρκής
Απειλούμενη	Τα σημερινά επίπεδα ζήτησης υπερβαίνουν την προσφορά: η αναλογία της προσφοράς προς τη ζήτηση είναι σταθερή, αλλά η προσφορά μειώνεται	
Σταθερή αλλά ανεπαρκής	Τα τρέχοντα επίπεδα ζήτησης υπερβαίνουν την προσφορά: ούτε η προσφορά ούτε ο λόγος προσφοράς προς ζήτηση μειώνονται	
Ευπαθής	Ο λόγος της προσφοράς προς τη ζήτηση μειώνεται ή αναμένεται να μειωθεί κατά τρόπο τέτοιο ώστε η προσφορά να μην επαρκεί για να καλύψει τη ζήτηση εντός συγκεκριμένου χρονικού ορίζοντα.	Σε κίνδυνο
Ελάχιστης ανησυχίας	Η προσφορά σήμερα καλύπτει ή υπερβαίνει τη ζήτηση και δεν πληροί τα κριτήρια των ευπαθών ομάδων.	Διασφαλισμένη
Ελλιπών δεδομένων	Δεν υπάρχουν επαρκείς πληροφορίες για την προσφορά και τη ζήτηση ή και για τις δύο για να εκτιμηθεί το επίπεδο της απειλής.	Δε διατίθεται

Το προτεινόμενο πλαίσιο αξιολόγησης των απειλών για τις οικοσυστημικές υπηρεσίες βασίζεται στο λόγο προσφοράς προς ζήτηση, καθώς και στις τάσεις που επηρεάζουν αυτή τη σχέση. Όταν η ζήτηση δεν υπερβαίνει την προσφορά, η οικοσυστημική υπηρεσία κατατάσσεται ως «ελάχιστης ανησυχίας» ή «ευπαθής», με τη διαφορά να έγκειται στις αναμενόμενες μεταβολές: μια υπηρεσία μπορεί να παραμένει στην κατηγορία ελάχιστης ανησυχίας ακόμη και αν η παροχή της μειώνεται, αρκεί η ζήτηση να μειώνεται αναλογικά, ενώ μια απότομη ή διαρκής μείωση μπορεί να την καταστήσει ευπαθή. Όταν η προσφορά δεν επαρκεί πλέον για να καλύψει τη ζήτηση, η υπηρεσία ταξινομείται ως «σταθερή αλλά ανεπαρκής» αν η αναλογία προσφοράς-ζήτησης παραμένει σταθερή, «απειλούμενη» αν τόσο η προσφορά όσο και η ζήτηση συνεχίζουν να μειώνονται, ή «απειλούμενη σε κρίσιμο βαθμό» αν η αναλογία συνεχώς

επιδεινώνεται. Εάν η προσφορά μιας υπηρεσίας μειωθεί σε σημείο που καθίσταται αμελητέα σε σχέση με τη ζήτηση, η υπηρεσία θεωρείται ουσιαστικά μη παρεχόμενη και κατηγοριοποιείται είτε «σε λανθάνουσα κατάσταση» αν υπάρχει δυνατότητα αποκατάστασης είτε ως «λειτουργικά εξαφανισμένη» αν η ανάκαμψη είναι αδύνατη. Η λειτουργική εξαφάνιση μιας υπηρεσίας μπορεί να συμβεί σε περιπτώσεις όπως η σοβαρή υποβάθμιση του εδάφους, η μόνιμη αντικατάσταση της κάλυψης γης με άλλη χρήση ή η διαρκής ξήρανση ενός υδάτινου σώματος (Maron et al., 2017).

2.3.2 Παράγοντες που απειλούν τις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες

Η έκθεση αξιολόγησης του IPBES (2018) για την Ευρώπη και την Κεντρική Ασία αναφέρει τους παρακάτω πέντε άμεσους παράγοντες που επηρεάζουν τις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες :

- i. Αλλαγή των χρήσεων γης: Οι αλλαγές στη χρήση της γης επηρεάζουν σημαντικά τα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητα. Οι κύριες μορφές αλλαγής περιλαμβάνουν τη γεωργία, τη δασοκομία, την επέκταση των προστατευόμενων περιοχών, τη διατήρηση παραδοσιακών χρήσεων γης και την αστική ανάπτυξη. Η αποψίλωση των δασών, η μετατροπή φυσικών εκτάσεων σε καλλιεργήσιμες περιοχές και η επέκταση των πόλεων συχνά οδηγούν σε απώλεια ενδιαιτημάτων και μείωση της ποικιλότητας των ειδών.
- ii. Υπερεκμετάλλευση φυσικών πόρων: Η ανθρώπινη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων περιλαμβάνει τόσο τους βιοτικούς όσο και τους αβιοτικούς πόρους. Στους βιοτικούς πόρους ανήκουν η αλιεία και το κυνήγι, ενώ στους αβιοτικούς περιλαμβάνονται η χρήση νερού και η αφαλάτωση, καθώς και η εξόρυξη ορυκτών και ορυκτών καυσίμων. Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να οδηγήσουν σε εξάντληση πόρων, διαταραχές στα οικοσυστήματα και μείωση των πληθυσμών των ειδών.
- iii. Ρύπανση: Η ρύπανση αποτελεί σοβαρή απειλή για τη βιοποικιλότητα. Οι βασικές κατηγορίες είναι η ρύπανση από θρεπτικά στοιχεία, η οργανική ρύπανση, η οξίνιση, η ρύπανση από ξενοχημικά και βαρέα μέταλλα, καθώς και άλλες μορφές ρύπανσης, όπως η φωτορύπανση και η ρύπανση από πλαστικά. Αυτές οι επιπτώσεις μπορούν να υποβαθμίσουν τα οικοσυστήματα, να επηρεάσουν την υγεία των ειδών και να διαταράξουν τις τροφικές αλυσίδες.
- iv. Κλιματική αλλαγή: Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τόσο τα χερσαία όσο και τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Αλλάζει τη θερμοκρασία, τα πρότυπα βροχοπτώσεων, και

αυξάνει τη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων (π.χ. ξηρασίες, πλημμύρες, πυρκαγιές), με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η σταθερότητα, η λειτουργία και η παροχή υπηρεσιών από τα οικοσυστήματα (Reid et al., 2005). Ο συγκεκριμένος παράγοντας θα αναλυθεί εκτενώς παρακάτω, στην *Ενότητα 3.3*.

- v. Επεμβατικά είδη: Τα επεμβατικά είδη αποτελούν μία από τις μεγαλύτερες απειλές για τη βιοποικιλότητα και κατ' επέκταση τις οικοσυστημικές υπηρεσίες, καθώς μπορούν να ανταγωνίζονται τα εγχώρια είδη, να αλλοιώνουν τα οικοσυστήματα και να διαταράσσουν τις οικολογικές ισορροπίες. Αυτά τα είδη διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: χερσαία, είδη γλυκού νερού (συμπεριλαμβανομένων των υφάλμυρων υδάτων) και θαλάσσια. Η εξάπλωσή τους συχνά οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως το εμπόριο, οι μεταφορές και η κλιματική αλλαγή.
- vi. Αστικοποίηση: Επιπλέον σημαντική απειλή για τις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες συντελεί και η αστικοποίηση, επηρεάζοντάς τις σε όλο τους το φάσμα. Πιο συγκεκριμένα επηρεάζει αρνητικά τη ρύθμιση του νερού, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, τη γονιμότητα του εδάφους, την παροχή φυσικών πόρων κ.α. Η αστικοποίηση επιφέρει την αντικατάσταση των φυσικών οικοτόπων από δομημένες επιφάνειες (Filazzola et al., 2019).

Η στεγανοποίηση του εδάφους λόγω της αστικής ανάπτυξης και των συνεπαγόμενων κατασκευών μειώνει τη διήθηση του νερού, αυξάνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών και ρύπανσης των υπόγειων υδροφορέων (Nakayama et al. 2007). Παράλληλα, η εντατική χρήση και η ρύπανση των υδάτινων πόρων από λύματα διαταράσσουν τον υδρολογικό κύκλο (Kennedy et al. 2007). Η αποψίλωση γόνιμων εδαφών για σκοπούς αστικής ανάπτυξης αυξάνει την εξάρτηση από εξωτερικές πηγές τροφίμων, επιβαρύνοντας περαιτέρω το οικολογικό αποτύπωμα των πόλεων (Foley et al. 2005).

Ακόμη η κατασκευή γκρίζων υποδομών οδηγεί στην απώλεια, τη μεταβολή ή τον κατακερματισμό οικοσυστημάτων, τα οποία φιλοξενούσαν τοπικά είδη πανίδας και χλωρίδας (Filazzola et al., 2019; Aronson et al., 2014). Οι πόλεις φιλοξενούν επίσης είδη ιδιαίτερης οικολογικής αξίας, τα οποία κινδυνεύουν να εξαφανιστούν λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης (Filazzola et al., 2019; Ives et al., 2016). Οι αλλαγές στα φυσικά οικοσυστήματα περιορίζουν τη μετακίνηση των ζωικών ειδών, μειώνοντας τη

γενετική ποικιλομορφία και διαταράσσοντας την οικολογική ισορροπία (Kuehn et al., 2007). Τέλος, η κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με την αστική επέκταση, μπορεί να μειώσει την αγροτική παραγωγικότητα, επιδεινώνοντας την επισιτιστική ανασφάλεια (Parry et al., 2004). Συνολικά, η αστικοποίηση επηρεάζει όλες τις κατηγορίες οικοσυστημικών υπηρεσιών, εντείνοντας τις πιέσεις στο φυσικό περιβάλλον και υπονομεύοντας τη βιωσιμότητα των ανθρώπινων κοινωνιών.

Κεφάλαιο 3 Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις αστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες

3.1 Κλίμα και κλιματική αλλαγή

Σύμφωνα με την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) το κλίμα ορίζεται συνήθως «ως ο μέσος καιρός -ή πιο αυστηρά ως η στατιστική περιγραφή από την άποψη του μέσου όρου και της μεταβλητότητας των σχετικών μεγεθών- για μια χρονική περίοδο που κυμαίνεται από μήνες έως χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια. Η κλασική περίοδος για τη μέση τιμή αυτών των μεταβλητών είναι τα 30 έτη, όπως ορίζεται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO). Οι σχετικές ποσότητες είναι συνήθως επιφανειακές μεταβλητές όπως η θερμοκρασία, η βροχόπτωση και ο άνεμος. Το κλίμα με την ευρύτερη έννοια είναι η κατάσταση, συμπεριλαμβανομένης μιας στατιστικής περιγραφής, του κλιματικού συστήματος» (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022).

Ακολουθώντας η IPCC καθορίζει την κλιματική αλλαγή «ως αλλαγή στην κατάσταση του κλίματος η οποία μπορεί να προσδιοριστεί (π.χ. με τη χρήση στατιστικών δοκιμών) από τις αλλαγές στη μέση τιμή ή/και τη μεταβλητότητα των ιδιοτήτων του και η οποία επιμένει για παρατεταμένη περίοδο, συνήθως δεκαετίες ή περισσότερο. Η κλιματική αλλαγή μπορεί να οφείλεται σε φυσικές εσωτερικές διεργασίες ή σε εξωτερικές επιδράσεις, όπως οι διαφοροποιήσεις των ηλιακών κύκλων, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι επίμονες ανθρωπογενείς αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας ή στη χρήση γης». Αξίζει να σημειωθεί ότι η κλιματική αλλαγή σύμφωνα με το Άρθρο 1 της Σύμβασης-Πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC) είναι «μια αλλαγή του κλίματος που αποδίδεται άμεσα ή έμμεσα στην ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία μεταβάλλει τη σύνθεση της παγκόσμιας ατμόσφαιρας και η οποία προστίθεται στη φυσική κλιματική μεταβλητότητα που παρατηρείται σε συγκρίσιμες χρονικές περιόδους». Συνεπώς, η διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω ορισμών προκύπτει από τον διαχωρισμό που κάνει η UNFCCC ανάμεσα στην κλιματική αλλαγή που αποδίδεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες που μεταβάλλουν τη σύνθεση της ατμόσφαιρας και της κλιματικής μεταβλητότητας που οφείλεται σε φυσικά αίτια (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022). Η διαφοροποίηση των δύο

παραπάνω ορισμών είναι αξιοσημείωτη καθώς στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής θα ασχοληθούμε κατά βάση με την κλιματική αλλαγή που συνδέεται και προκύπτει από την ανθρωπογενή δραστηριότητα.

3.2 Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μία από τις πλέον κρίσιμες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής, επηρεάζοντας την ατμόσφαιρα, τα οικοσυστήματα, την ανθρώπινη υγεία, την οικονομία και την παγκόσμια κοινωνία (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021). Σύμφωνα με την έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή, η θερμοκρασία της γης έχει ήδη αυξηθεί κατά 1.1°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, με σαφείς ενδείξεις επιτάχυνσης αυτής της αύξησης (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021).

Η κλιματική αλλαγή δεν αποτελεί απλώς ένα περιβαλλοντικό ζήτημα, αλλά επηρεάζει σημαντικά την ανθρώπινη ευημερία, τις οικονομικές δραστηριότητες και τις πολιτικές στρατηγικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).

3.2.1 Κοινές Κοινωνικοοικονομικές Πορείες (Shared Socioeconomic Pathways) με επίπεδα εκπομπών SSPX-Y

Η έκτη έκθεση αξιολόγησης της IPCC (2021) παρουσιάζει πέντε πιθανά μελλοντικά σενάρια, βάσει της φυσικής νομοτέλειας, για την επιστημονική εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής. Τα σενάρια αυτά βασίζονται σε σύνθετα μοντέλα της IPCC, τα οποία εξετάζουν τον ρυθμό με τον οποίο ο άνθρωπος μειώνει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο, τα μοντέλα της IPCC ενσωματώνουν επίσης κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες, όπως η αύξηση του πληθυσμού, η αστικοποίηση, η εκπαίδευση, η χρήση γης και η κατανομή του πλούτου. Για παράδειγμα, η IPCC προβλέπει ότι η αύξηση του πληθυσμού μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες απαιτήσεις σε ορυκτά καύσιμα και νερό, ενώ η εκπαίδευση μπορεί να επιταχύνει την τεχνολογική πρόοδο. Κάθε σενάριο κατηγοριοποιείται με βάση το επίπεδο εκπομπών και την αντίστοιχη κοινή κοινωνικοοικονομική πορεία (SSP- Shared Socioeconomic Pathways)⁸. Αναλυτικότερα τα σενάρια αυτά είναι:

⁸ <https://www.anthesisgroup.com/insights/five-future-scenarios-ar6-ipcc/>

- Σενάριο 1: Βιωσιμότητα (1.5°C μέχρι το 2025) - SSP1-1.9

Αυτό το σενάριο απεικονίζει έναν κόσμο στον οποίο επιτυγχάνονται καθαρά μηδενικές παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα γύρω στο 2050. Η κοινωνία μεταβαίνει σε βιώσιμες πρακτικές, δίνοντας προτεραιότητα στην ευημερία έναντι της οικονομικής ανάπτυξης. Οι επενδύσεις στην εκπαίδευση και την υγεία αυξάνονται, ενώ η ανισότητα μειώνεται. Αν και τα ακραία καιρικά φαινόμενα γίνονται συχνότερα, οι χειρότερες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής αποτρέπονται. Αυτό είναι το μόνο σενάριο που ευθυγραμμίζεται με το όριο αύξησης της θερμοκρασίας των 1,5°C της Συμφωνίας του Παρισιού, με τη αύξηση να κορυφώνεται στους 1,5°C πριν μειωθεί στους 1,4°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

- Σενάριο 2: Βιωσιμότητα (1.8°C μέχρι το 2025) - SSP1-2.6

Σε αυτό το σενάριο, οι παγκόσμιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται σημαντικά, αλλά με βραδύτερο ρυθμό, φθάνοντας στο καθαρό μηδέν μετά το 2050. Οι κοινωνικοοικονομικές μεταστροφές προς τη βιωσιμότητα μοιάζουν με εκείνες του Σεναρίου 1, αλλά οι θερμοκρασίες σταθεροποιούνται στους 1,8°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

- Σενάριο 3: Στη μέση της διαδρομής (2.7°C μέχρι το 2100) - SSP2-4.5

Αυτό το σενάριο περιλαμβάνει εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που κυμαίνονται κοντά στα σημερινά επίπεδα πριν μειωθούν στα μέσα του αιώνα, χωρίς να φτάσουν στο καθαρό μηδέν μέχρι το 2100. Οι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες ακολουθούν τις ιστορικές τάσεις με σταδιακή πρόοδο προς τη βιωσιμότητα και ανομοιόμορφη ανάπτυξη. Η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 2.7°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

- Σενάριο 4: Περιφερειακή αντιπαράθεση (3.6 °C μέχρι το 2100) - SSP3-7.0

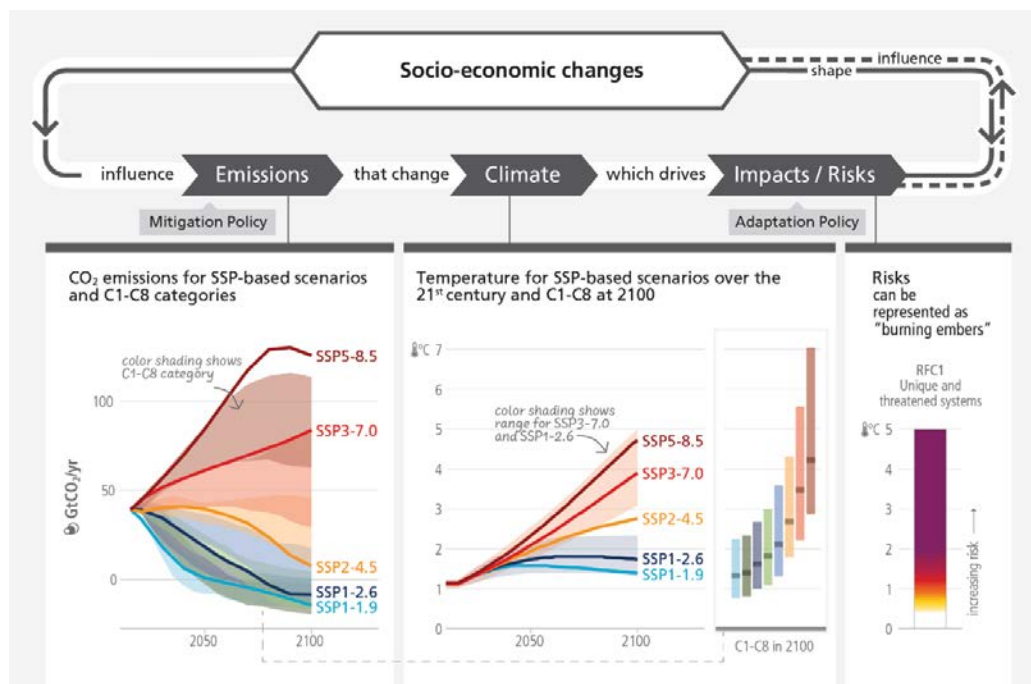
Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και οι θερμοκρασίες αυξάνονται σταθερά σε αυτό το σενάριο, με τις εκπομπές να διπλασιάζονται σε σχέση τα σημερινά επίπεδα μέχρι το 2100. Οι χώρες θέτουν ως προτεραιότητα την εθνική ασφάλεια και τον εφοδιασμό σε τρόφιμα, ενισχύοντας τον ανταγωνισμό. Η μέση θερμοκρασία αυξάνεται κατά 3.6°C μέχρι το τέλος του αιώνα.

- Σενάριο 5: Ανάπτυξη με χρήση ορυκτών καυσίμων (4.4°C μέχρι το 2100) - SSP5-8.5

Αυτό το δυσμενέστερο σενάριο, όπως περιγράφεται από την IPCC, συνεπάγεται διπλασιασμό των σημερινών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα έως το 2050. Η ταχεία

οικονομική ανάπτυξη τροφοδοτείται από τα ορυκτά καύσιμα και τον ενεργοβόρο τρόπο ζωής. Η IPCC προβλέπει ότι η μέση παγκόσμια θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 4.4°C μέχρι το 2100.⁸

Τα σενάρια, μαζί με τα αντίστοιχα επίπεδα αύξησης της θερμοκρασίας, δομούν την κατανόησή μας σε όλη την αλυσίδα αιτίου-αποτελέσματος από τις εκπομπές έως την κλιματική αλλαγή και τους κινδύνους, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.1 (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023). Επιπλέον η κατανόηση αυτών των σεναρίων είναι ζωτικής σημασίας για τη διαμόρφωση πολιτικών που μπορούν να περιορίσουν την υπερθέρμανση του πλανήτη και να μετριάσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (European Commission, 2021).



Σχήμα 3.1: Τα σενάρια και τα επίπεδα αύξησης της θερμοκρασίας δομούν την κατανόησή μας σε όλη την αλυσίδα αιτίου-αποτελέσματος από τις εκπομπές έως την κλιματική αλλαγή και τους κινδύνους (Πηγή: (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2023))

Αν και δεν είναι δυνατό να προβλεφθεί με ακρίβεια ποιο από τα παραπάνω σενάρια θα επικρατήσει -καθώς αυτό εξαρτάται και από «αστάθμητους» παράγοντες, όπως οι κυβερνητικές πολιτικές- η έκθεση της IPCC παρουσιάζει με σαφήνεια τις πιθανές συνέπειες που συνεπάγεται το καθένα από αυτά. Τα ευρήματα της IPCC δείχνουν ότι όλα τα σενάρια

συνεπάγονται συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας για δεκαετίες, άνοδο της στάθμης της θάλασσας για αιώνες έως χιλιετίες και καλοκαιρία χωρίς πάγο στην Αρκτική σε διάρκεια 30 ετών. Ο ρυθμός ανόδου της στάθμης της θάλασσας και η ένταση των καιρικών φαινομένων θα διαφέρουν ανάλογα με το εκάστοτε σενάριο. Η επιτάχυνση της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι ζωτικής σημασίας, όπως τονίζει η IPCC, για τον μετριασμό των δυσχερέστερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής ⁸.

3.2.2 Επιμέρους ανάλυση των επιπτώσεων

3.2.2.1 Αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας

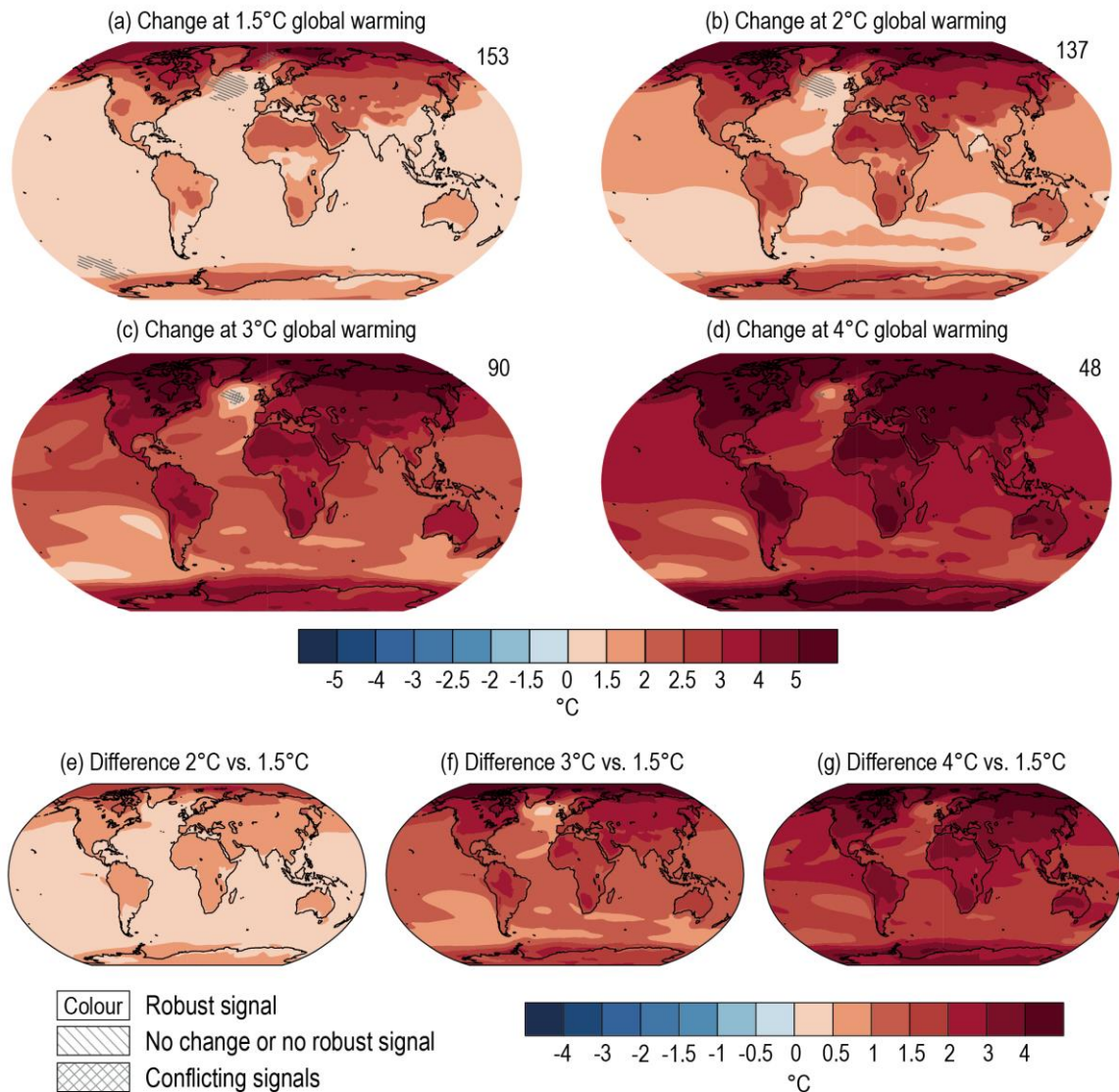
Η αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας αποτελεί μια από τις σημαντικότερες και ποσοτικά μετρήσιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σύμφωνα με την έκτη έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η θερμοκρασία της γης έχει ήδη αυξηθεί κατά 1.1°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, με τον ρυθμό αύξησης να επιταχύνεται σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021).

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής αξίζει να υπογραμμιστεί πως οι υψηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται σε αστικές περιοχές, όπου το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας υποθάλπει την περεταίρω αύξηση της θερμοκρασίας (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021). Παράλληλα, οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει περίπου 90% της επιπλέον θερμότητας, γεγονός που επηρεάζει τα θαλάσσια οικοσυστήματα και συμβάλλει στην επιτάχυνση της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, όπως θα αναλυθεί παρακάτω ⁹. Γενικότερα οι επακόλουθες επιπτώσεις της αύξησης της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας περιλαμβάνουν εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα, επιδείνωση των ξηρασιών και των καυσώνων, καθώς και σημαντικές αλλαγές στη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα (Reid et al., 2005).

Όσον αφορά τις μελλοντικές προβλέψεις, τα 5 σενάρια της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), που αναλύθηκαν στην *Ενότητα 3.2.1*, περιγράφουν διαφορετικές εκβάσεις για τη προβλεπόμενη μελλοντική αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας. Ωστόσο, το κοινό σημείο και των 5 σεναρίων είναι η αδιάκοπη

⁹ https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/09/SROCC_FinalDraft_FAQs.pdf

αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας τουλάχιστον μέχρι το τέλος του αιώνα, όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 3.1*.



Εικόνα 3.1: Προβλεπόμενα χωρικά πρότυπα μεταβολής της ετήσιας μέσης θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια του πλανήτη (°C) σε διαφορετικά επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη (Πηγή: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/chapter-4/figure-4-31>)

Συνοπτικά, τα τελευταία δεδομένα καταδεικνύουν την αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας και τα μελλοντικά σενάρια καταδεικνύουν το γεγονός ότι η αύξηση αυτή θα συνεχιστεί. Έτσι, η ανάγκη για άμεση δράση είναι επιτακτική, καθώς τα δεδομένα καταδεικνύουν ότι η ανθρωπότητα βρίσκεται σε ένα σημείο καμπής, όπου οι

πολιτικές μετριασμού και προσαρμογής θα καθορίσουν την εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής τις επόμενες δεκαετίες (UNDRR, 2020).

3.2.2.2 Μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο

Σύμφωνα με τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) (2021) ο ανθρώπινος παράγοντας έχει προκαλέσει ορατές αλλαγές στον παγκόσμιο υδρολογικό κύκλο από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, με τις επιπτώσεις να εντείνονται κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

3.2.2.2.1 Εντατικοποίηση του υδρολογικού κύκλου

Σύμφωνα με την έκτη έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) (2021) παρατηρείται αύξηση της υγρασίας στην ατμόσφαιρα και πιο συγκεκριμένα για κάθε 1°C αύξησης της θερμοκρασίας, η ατμόσφαιρα συγκρατεί 7% περισσότερο υδρατμό, γεγονός που οδηγεί σε εντονότερες βροχοπτώσεις. (IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 8 – Water Cycle Change)

Επιπλέον καταδεικνύεται η ενίσχυση των φαινομένων της εξάτμισης και της διαπνοής. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες επιταχύνουν την εξάτμιση του νερού από τις επιφάνειες της ξηράς και των ωκεανών, καθώς και τη διαπνοή των φυτών. (IPCC AR6 WG1, 2021, Technical Summary – TS.2.5, TS.3.3)

3.2.2.2.2 Μεταβολές στα πρότυπα βροχοπτώσεων

Η κλιματική αλλαγή ενισχύει τις υφιστάμενες τάσεις, με αύξηση των βροχοπτώσεων σε ήδη υγρές περιοχές και μείωση σε ξηρές. Ουσιαστικά παρατηρούμε τις υγρές περιοχές να γίνονται υγρότερες και τις ξηρές ξηρότερες. [IPCC AR6 WG1, 2021, Summary for Policymakers (SPM), Statement B.2.3]

Οι μουσώνες γίνονται πιο μεταβλητοί, με κάποιες περιοχές να δέχονται περισσότερες βροχές και άλλες λιγότερες. [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 8 – Monsoon Systems]

Τέλος σε ψυχρότερες περιοχές, οι βροχοπτώσεις εκδηλώνονται ολοένα και περισσότερο ως βροχή αντί για χιόνι, επηρεάζοντας τη χιονοκάλυψη και την αποθήκευση νερού. [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 9 – Cryosphere]

3.2.2.2.3 Επιπτώσεις στους Υδάτινους Πόρους

Η τήξη των παγετώνων και η φθίνουσα σε ποσότητα χιονόπτωση μειώνουν τη διαθεσιμότητα γλυκού νερού σε περιοχές που εξαρτώνται άμεσα από αυτές. Στη συνέχεια καθώς το χιόνι λιώνει νωρίτερα την άνοιξη, μεταβάλλει την εποχικότητα των ροών των ποταμών. [IPCC AR6 WG2, 2022, Chapter 4 – Water]

Καταληκτικά πολλές περιοχές αντιμετωπίζουν αυξανόμενη συχνότητα και ένταση ξηρασιών, γεγονός που διακυβεύει την ασφάλεια νερού. [IPCC AR6 WG2, 2022, Summary for Policymakers, Statement B.3.1]

3.2.2.2.4 Μεταβολές στην Εδαφική Υγρασία και την Απορροή

Η αυξημένη εξάτμιση και οι μεταβολές στις βροχοπτώσεις μειώνουν την υγρασία του εδάφους. Παράλληλα παρατηρούνται και αλλαγές στην απορροή του νερού, με τις διαφοροποιήσεις στις βροχοπτώσεις και το χιόνι να επηρεάζουν τον όγκο και τον χρόνο της απορροής, με ακόλουθες επιπτώσεις στην αποθήκευση και τη διανομή του νερού. [IPCC AR6 WG2, 2022, Chapter 4 – Water, Section 4.2.2 & 4.3.1]

3.2.2.2.5 Αύξηση της Συχνότητας Ακραίων Καιρικών Φαινομένων

Παρατηρούνται εντονότερες καταιγίδες και πλημμύρες και αυξάνονται τα σύνθετα ακραία φαινόμενα όπως θα αναλυθεί στην παρακάτω υποενότητα.

Η ενίσχυση του υδρολογικού κύκλου προκαλεί ισχυρότερα φαινόμενα βροχόπτωσης και υψηλότερους κινδύνους πλημμυρών. [IPCC AR6 WG1, 2021, SPM, Statement B.3.2 και Chapter 11 – Extremes]

Συνολικά, σε όλα τα μελλοντικά σενάρια της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), ο κύκλος του νερού θα καταστεί πιο ασταθής, με αυξανόμενες επιπτώσεις στις υδατικές αποθέσεις, στη γεωργία και στην ανθρώπινη διαβίωση. [IPCC AR6 Synthesis Report, 2023, Summary for Policymakers – B.4]

3.2.2.3 Ακραία Καιρικά Φαινόμενα

Τα ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καύσωνες, πλημμύρες και τυφώνες, έχουν αυξηθεί τόσο σε ένταση όσο και σε συχνότητα τις τελευταίες δεκαετίες [IPCC SRCCL, 2019, Chapter 2; IPCC AR6 WG1, 2021, SPM – Statement B.3]

3.2.2.3.1 Ακραία θερμικά φαινόμενα

Η IPCC αναφέρει ότι είναι «σχεδόν βέβαιο» (virtually certain) πως η συχνότητα και η ένταση των ακραίων θερμικών φαινομένων, συμπεριλαμβανομένων των καυσώνων, έχουν αυξηθεί σε παγκόσμια κλίμακα από το 1950¹⁰. Μάλιστα, στο πιο «ήπιο» σενάριο SSP1-1.9, δηλαδή σε επίπεδο αύξησης της θερμοκρασίας κατά 1.5°C, τα ακραία θερμικά φαινόμενα που συνέβαιναν μία φορά κάθε 10 χρόνια στο παρελθόν, αναμένεται να συμβαίνουν 4.1 φορές πιο συχνά και να είναι κατά 1.9°C θερμότερα. Για τα πιο σπάνια ακραία θερμικά φαινόμενα (μία φορά κάθε 50 χρόνια), η συχνότητα αυξάνεται κατά 8.6 φορές και η ένταση κατά 2.0°C¹¹.

3.2.2.3.2 Έντονες βροχοπτώσεις και πλημμύρες

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 3.2.2.2.1 η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μεγαλύτερη συγκέντρωση υδρατμών στην ατμόσφαιρα (~7% ανά 1°C), προκαλώντας εντονότερες βροχοπτώσεις, ιδιαίτερα σε περιοχές της Ευρώπης, Βόρειας Αμερικής και Ασίας. Οι καταιγίδες και τα φαινόμενα υπερχειλίσης είναι πιο ισχυρά και πιο καταστροφικά σε σύγκριση με παλαιότερες δεκαετίες. Επιπλέον σύμφωνα με το «ηπιότερο» σενάριο SSP1-1.9, δηλαδή αύξησης της θερμοκρασίας κατά 1.5°C, τα ακραία επεισόδια έντονων βροχοπτώσεων που συνέβαιναν μία φορά κάθε 10 χρόνια, αναμένεται να συμβαίνουν 1.5 φορές πιο συχνά και να είναι κατά 10.5% πιο έντονα. [IPCC AR6 WG1, 2021, Table SPM.1; Chapter 11 – Extreme Precipitation Events]

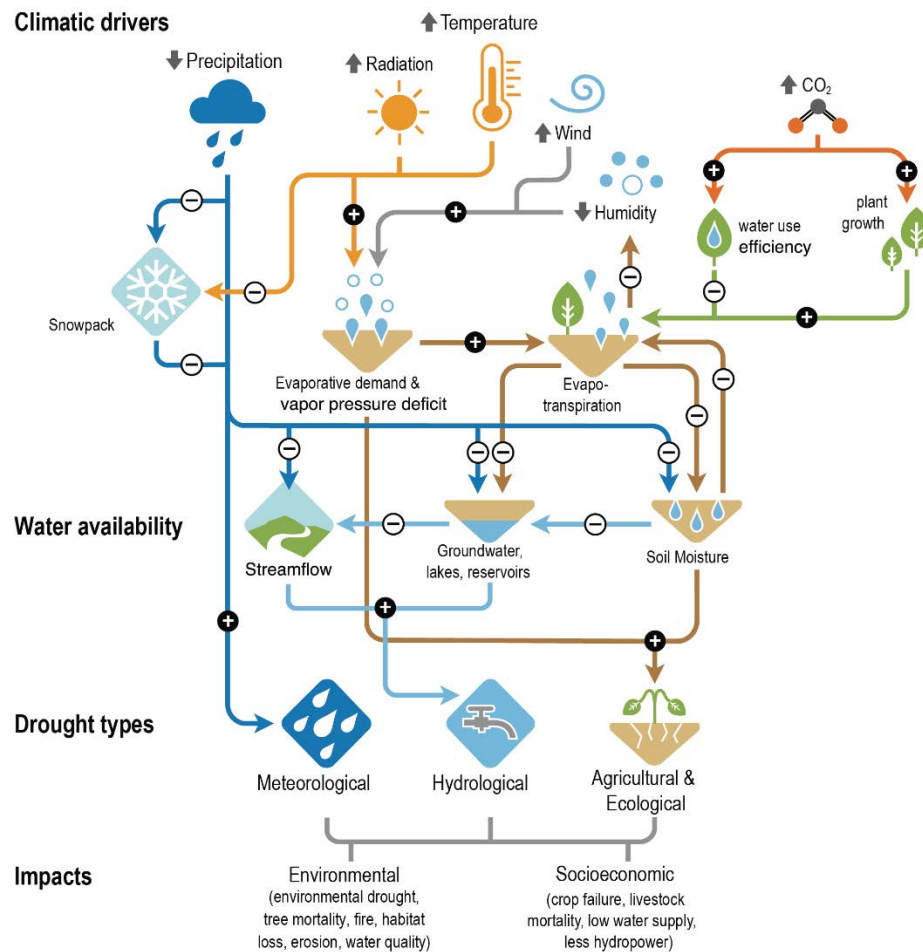
3.2.2.3.3 Ξηρασίες

Σύμφωνα με την έκτη έκθεση αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) η ανθρώπινη επίδραση έχει συμβάλει στην αύξηση της συχνότητας και της έντασης των ξηρασιών σε ορισμένες περιοχές. Επιπλέον η ξηρασία επηρεάζεται από παράγοντες όπως η αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, κάποιες μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο, η αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κ.α., όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3.2 (τα σύμβολα συν και πλην υποδηλώνουν την κατεύθυνση της αλλαγής που έχουν οι παράγοντες που προκαλούν την ξηρασία σε παράγοντες όπως η χιονοκάλυψη, η εξατμισοδιαπνοή, η εδαφική υγρασία και η αποθήκευση νερού. Παρατίθενται οι τρεις κύριοι τύποι ξηρασίας, καθώς και ορισμένες πιθανές περιβαλλοντικές και

¹⁰ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

¹¹ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf

κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις της ξηρασίας (κάτω μέρος)). Επιπρόσθετα σύμφωνα με το σενάριο SSP1-1.9, οι ξηρασίες (1 ανά 10 χρόνια) αναμένεται να γίνονται 2 φορές συχνότερες και πιο έντονες κατά 0.5 μονάδες τυπικής απόκλισης. [IPCC AR6 WG1, 2021, Table SPM.1; Chapter 11 – Droughts]+ [IPCC SRCCL, 2019, Chapter 2 – Land-Climate Interactions]



Σχήμα 3.2: Κλιματικές αιτίες της ξηρασίας, επιδράσεις στη διαθεσιμότητα νερού και επιπτώσεις. (Πηγή: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/chapter-8/figure-8-6>)

3.2.2.3.4 Τροπικοί Κυκλώνες και Θύελλες

Οι τυφώνες και οι τροπικοί κυκλώνες έχουν γίνει πιο ισχυροί, με αυξημένη ένταση ανέμων και υψηλότερα επίπεδα κατακρημνίσεων [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 11 – Tropical Cyclones; SPM Statement B.3.2]

3.2.2.3.5 Σύνθετα ακραία καιρικά φαινόμενα

Αυξάνεται η πιθανότητα διαδοχικών ή ταυτόχρονων φαινομένων (π.χ. ξηρασία ακολουθούμενη από πλημμύρα), δυσχεραίνοντας έτσι τη διαχείριση κρίσεων. [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 12 – Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment; SPM Statement B.4.3]

Κατά τα μελλοντικά σενάρια της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η τάση αύξησης της συχνότητας και της έντασης των ακραίων καιρικών φαινομένων θα συνεχιστεί, με το σενάριο SSP3-7.0 να προβλέπει αυξημένη συχνότητα και ένταση καυσώνων, με ορισμένες περιοχές να βιώνουν καύσωνες που διαρκούν έως και 50% περισσότερο από τις σημερινές μέσες τιμές [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 12, Section 12.4.1.3; Table 12.5; Box TS.5]. Το σενάριο SSP2-4.5 υποδεικνύει το γεγονός ότι οι πλημμύρες αναμένεται να γίνουν πιο συχνές, με αυξημένες βροχοπτώσεις ιδιαίτερα σε τροπικές και εύκρατες περιοχές [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 11, Section 11.4.1; SPM Table SPM.1 και Statement B.3.2]

Αυτές οι προβλέψεις καθιστούν επιτακτική την ανάγκη για πολιτικές προσαρμογής και μέτρα μετριασμού που θα επιτρέψουν στις κοινωνίες να μειώσουν την ευπάθειά τους απέναντι στις ακραίες καιρικές συνθήκες [UNDRR, 2020. GAR Special Report on Drought 2021, United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva].

3.2.2.4 Άνοδος της Στάθμης της Θάλασσας

Η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας έχει αυξηθεί κατά 0.2 m από το 1901 έως το 2018 (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022). Μάλιστα η ταχύτητα ανόδου έχει επιταχυνθεί από 1.3 mm/yr μεταξύ 1901–1971, σε 1.9 mm/yr μεταξύ 1971–2006, και σε 3.7 mm/yr μεταξύ 2006–2018 (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2022). Η άνοδος αυτή αποδίδεται κυρίως στη θερμική διαστολή των ωκεανών, όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα 3.2.2.1, και στη τήξη των παγετώνων και των πολικών πάγων. Οι παράκτιες περιοχές επηρεάζονται ήδη από τις επακόλουθες επιπτώσεις όπως η διάβρωση των ακτών, η εισχώρηση αλμυρού νερού και η συχνότερη εμφάνιση πλημμυρών (IPCC, 2019).

Σύμφωνα με το σενάριο βιωσιμότητας SSP1-1.9, η μέση παγκόσμια στάθμη της θάλασσας αναμένεται να αυξηθεί από 0.28 m έως 0.55 m μέχρι το τέλος του αιώνα (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021).

3.2.2.5 Μεταβολές στους Ωκεανούς

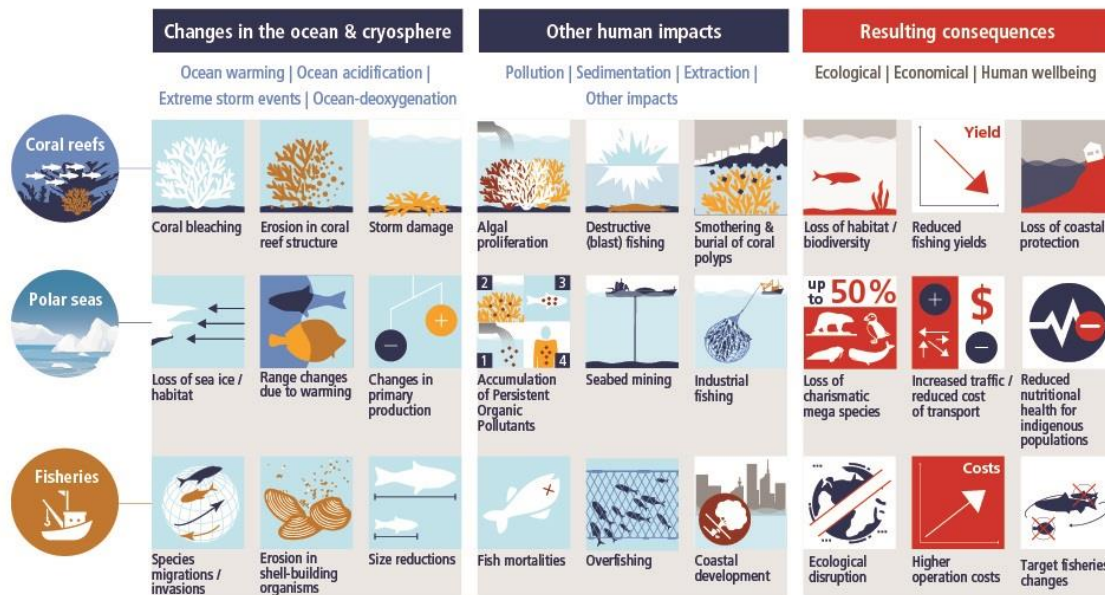
Οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει περίπου 90% της επιπλέον/υπερβάλλουσας θερμότητας όπως έχει ήδη αναφερθεί στην υποενότητα 3.2.2.1. Αυτή η απορροφούμενη επιπλέον θερμότητα έχει οδηγήσει σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας των ωκεανών, με επιπτώσεις στη θερμοκρασιακή κατανομή, τη θαλάσσια ζωή και τα οικοσυστήματα [IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC), 2019, Chapter 5; Summary for Policymakers (SPM), A.1.3].

Παράλληλα, η απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα από τους ωκεανούς έχει αυξήσει την οξίνιση των υδάτων, μειώνοντας το pH και επηρεάζοντας τη βιοποικιλότητα και τους κοραλλιογενείς υφάλους [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 5, Section 5.4.2.3; Technical Summary, Box TS.7].

Σύμφωνα με όλα τα μελλοντικά σενάρια SSPs της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), οι ωκεανοί θα συνεχίσουν να θερμαίνονται. Μάλιστα η αύξηση αυτή θα μη αντιστρέψιμη σε χρονική κλίμακα αιώνων έως και χιλιετιών λόγω της θερμικής αδράνειας των ωκεανών [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 9, Section 9.2.1; Summary for Policymakers, Statement B.5.2]. Επιπλέον η οξίνιση των ωκεανών θα συνεχιστεί, ιδίως στα σενάρια υψηλών εκπομπών [IPCC AR6 WG1, 2021, Chapter 5, Section 5.4.2.3].

Οι μεταβολές στους ωκεανούς θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα παγκόσμια αλιευτικά αποθέματα, την κυκλοφορία των ρευμάτων και τις καιρικές συνθήκες [European Commission, 2021, *The EU Blue Economy Report 2021*, Chapter 4 – Climate Change and the Ocean]. Όλες οι παραπάνω μεταβολές και επιπτώσεις απεικονίζονται και σχηματικά στην *Εικόνα 3.2*.

How is **life in the sea** affected by climate change?



Εικόνα 3.2: Συνοπτική σχηματική απεικόνιση των επιπτώσεων και των επακόλουθων συνεπειών της κλιματικής αλλαγής

(Πηγή: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/09/SROCC_FinalDraft_FAQs.pdf)

Αυτό καθιστά αναγκαία την προσαρμογή των θαλάσσιων και αλιευτικών πολιτικών, καθώς και τη βελτίωση της παρακολούθησης των ωκεάνιων αλλαγών [UNDRR, 2020, GAR Special Report on Drought 2021, Sendai Framework Progress Report 2020, United Nations Office for Disaster Risk Reduction].

3.2.2.6 Επιπτώσεις στην βιοποικιλότητα

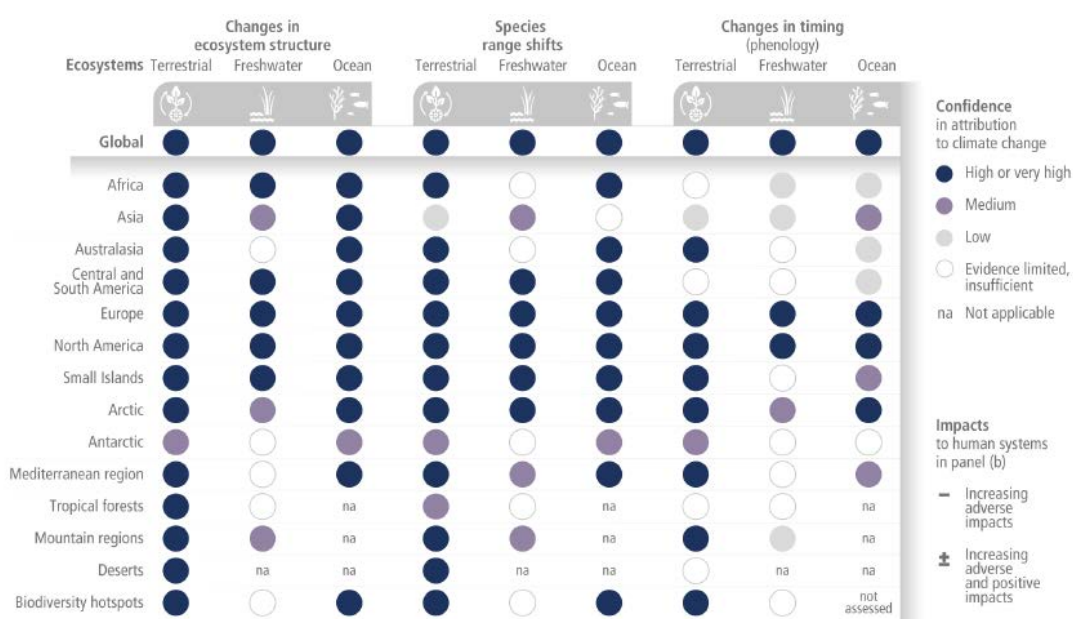
Η βιοποικιλότητα παγκοσμίως βρίσκεται υπό σημαντική πίεση λόγω της κλιματικής αλλαγής. Το ποσοστό των ειδών που απειλούνται επί του παρόντος με εξαφάνιση, σύμφωνα με τα κριτήρια του καταλόγου Red List της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) ανέρχεται κατά μέσο όρο σε περίπου 25% μεταξύ των πολυάριθμων χερσαίων, γλυκού νερού και θαλάσσιων σπονδυλωτών, ασπόνδυλων και φυτικών ομάδων που έχουν μελετηθεί με επαρκή λεπτομέρεια ώστε να υποστηρίζεται μια αξιόπιστη συνολική εκτίμηση ¹².

¹² <https://zenodo.org/records/6417333>

Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) δηλώνει με πολύ υψηλή εμπιστοσύνη («very high confidence») ότι η κλιματική αλλαγή έχει μεταβάλει τα θαλάσσια και χερσαία οικοσυστήματα, καθώς και τα οικοσυστήματα του γλυκού νερού σε όλο τον κόσμο, όπως φαίνεται και στην *Εικόνα 3.3*. Επιπλέον καταδεικνύει πως η κλιματική αλλαγή έχει προκαλέσει τοπικές απώλειες ειδών, αύξηση των ασθενειών (υψηλή εμπιστοσύνη) και μαζική θνησιμότητα φυτών και ζώων (πολύ υψηλή εμπιστοσύνη), με αποτέλεσμα τις πρώτες εξαφανίσεις λόγω του κλίματος (μέτρια εμπιστοσύνη), αναδιάρθρωση των οικοσυστημάτων, αύξηση των εκτάσεων που καταστρέφονται από πυρκαγιές (υψηλή εμπιστοσύνη) και μείωση των βασικών υπηρεσιών του οικοσυστήματος (υψηλή εμπιστοσύνη).

Οι κλιματικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα έχουν προκαλέσει μετρήσιμες οικονομικές απώλειες και απώλειες μέσων διαβίωσης και έχουν μεταβάλει τις πολιτιστικές πρακτικές και τις δραστηριότητες αναψυχής σε όλο τον κόσμο (υψηλή εμπιστοσύνη). Τα ακραία κλιματικά φαινόμενα που περιλαμβάνουν συνθήκες πέρα από τις οποίες πολλά είδη είναι προσαρμοσμένα συμβαίνουν σε όλες τις ηπείρους, με σοβαρές επιπτώσεις (πολύ υψηλή εμπιστοσύνη). Οι πιο σοβαρές επιπτώσεις συμβαίνουν στα πιο ευαίσθητα/επιρρεπή στο κλίμα είδη και οικοσυστήματα, που χαρακτηρίζονται από στοιχεία που περιορίζουν τις ικανότητές τους να αναγεννώνται μεταξύ των γεγονότων ή να προσαρμόζονται, και εκείνα που είναι περισσότερο εκτεθειμένα στους κλιματικούς κινδύνους (υψηλή εμπιστοσύνη).¹³

¹³https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet_Biodiversity.pdf



Εικόνα 3.3: Παρατηρούμενες παγκόσμιες και περιφερειακές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα που αποδίδονται στην κλιματική αλλαγή

(Πηγή: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet_Biodiversity.pdf)

Καταληκτικά οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής ποικίλλουν και δεν αποτελούν μεμονωμένα φαινόμενα που δεν «αλληλοεπιδρούν» μεταξύ τους. Αντιθέτως η κλιματική αλλαγή πυροδοτεί μια σειρά αλυσίδα (cascading effect) αλληλένδετων επιπτώσεων που υποθάλπουν η μία την άλλη και επιπλέον υποθάλπουν και τις περιβαλλοντικές κρίσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αύξηση της παγκόσμιας μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, η οποία συνδέεται άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας και της στάθμης της θάλασσας, τα εντονότερα ακραία καιρικά φαινόμενα και την επιδείνωση των ξηρασιών, όπως για παράδειγμα έχει ήδη απεικονιστεί επεξηγηματικά και στο Σχήμα 3.2, των καυσώνων κ.α. Ουσιαστικά οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής σχηματίζουν έναν φαύλο κύκλο που δεν διακόπτεται παρά μόνο με πολυλειτουργικά μέτρα προσαρμογής και μετριασμού στην κλιματική αλλαγή, όπως για παράδειγμα οι λύσεις βασισμένες στη φύση και οι αστικές πράσινες υποδομές.

3.3 Επίδραση της κλιματικής αλλαγής στις οικοσυστημικές υπηρεσίες

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί μια διάχυτη και κλιμακούμενη παγκόσμια απειλή για τη βιοποικιλότητα και τα οικοσυστήματα (Weiskopf et al., 2020; Diaz et al., 2019). Η κλιματική

αλλαγή επηρεάζει τα μεμονωμένα είδη και τον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούν με άλλους οργανισμούς και τους βιοτόπους τους, γεγονός που μεταβάλλει τη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, καθώς και τα αγαθά και τις υπηρεσίες που τα φυσικά συστήματα παρέχουν στην κοινωνία (Weiskopf et al., 2020; Diaz et al., 2019).

Αν και οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι ευρέως διαδεδομένες, δεν είναι ομοιόμορφες και τα συσσωρευμένα στοιχεία δείχνουν ότι οι αντιδράσεις στην κλιματική αλλαγή ποικίλλουν ως συνάρτηση της σχετικής ευπάθειας λόγω των διαφορών στην έκθεση, την ευαισθησία και την ικανότητα προσαρμογής (Weiskopf et al., 2020; Beever et al., 2016- Foden and Young, 2016- Glick et al., 2011- Kovach et al., 2019). Ωστόσο η κατανόηση της «κατεύθυνσης» και του μεγέθους των οικολογικών αντιδράσεων επιτρέπει στις ανθρώπινες κοινότητες να προβλέπουν καλύτερα αυτές τις αλλαγές και να προσαρμόζονται ανάλογα με τις ανάγκες (Weiskopf et al., 2020).

Σύμφωνα με τις διεξαγόμενες μελέτες οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με τον αποδέκτη των συνεπειών και το αν η επίδραση ασκείται άμεσα ή έμμεσα. Αυτές οι κατηγορίες είναι οι άμεσες επιπτώσεις στους ανθρώπους, τις επιχειρήσεις και τα περιουσιακά τους στοιχεία, οι επιπτώσεις στα φυσικά συστήματα και οι επιπτώσεις στους ανθρώπους μέσω των φυσικών συστημάτων. Οι «οικοσυστημικές υπηρεσίες» εμπίπτουν στην τελευταία ομάδα (Scholes, 2016).

3.3.1 Οικοσυστημικές υπηρεσίες παροχής

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει αρνητικά τις υπηρεσίες που παρέχουν τα οικοσυστήματα, τα υλικά αγαθά και τη βιοποικιλότητα, με άμεσες συνέπειες στην ανθρώπινη ευημερία και την οικονομία (Weiskopf et al., 2020). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τροποποίηση της παραγωγής πρώτων υλών, ειδικά της τροφής, επηρεάζοντας έτσι την επισιτιστική ασφάλεια. Η γεωργική παραγωγή δέχεται επιπτώσεις άμεσες και έμμεσες (Scholes, 2016; Porter et al., 2014), οι οποίες διαφέρουν χωρικά και χρονικά. Ωστόσο, είναι σαφές πως η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας γενικά υποβαθμίζει την παραγωγή τροφίμων (Scholes, 2016).

Σε μεσαία και υψηλά γεωγραφικά πλάτη, η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να ενισχύσει τις καλλιέργειες (A Well-fed World, 2014; Easterling et al., 2007; Olesen et al., 2007; Tuck et al., 2006; Maracchi et al., 2005), όμως σε τροπικές και εποχικά ξηρές περιοχές είναι πιθανό να υπάρξουν αρνητικές συνέπειες. Οι ξηρές υποτροπικές ζώνες (25°–35° γεωγραφικού

πλάτους) αναμένεται να γίνουν ακόμη ξηρότερες, με πτώση στις αποδόσεις (Scholes, 2016). Ξηρασίες και ακραία καιρικά φαινόμενα μειώνουν την ποιότητα και την ποσότητα των καλλιεργειών (Weiskopf et al., 2020; Gowda et al., 2018; Zhao et al., 2017), ενώ η μετεωρολογική ξηρασία αναμένεται να ενταθεί (Burke and Brown, 2008; Burke et al., 2006). Περίπου 700 εκατομμύρια άνθρωποι που ζουν ήδη σε ημίξηρες περιοχές πλήττονται περισσότερο (UNDP/EEG and UNCCD, 2010).

Ακραίες θερμοκρασίες (μία φορά ανά 20 έτη) αναμένεται να γίνουν πιο συχνές και να συμπίπτουν χρονικά με κρίσιμα στάδια ανάπτυξης καλλιεργειών, επηρεάζοντας αρνητικά την παραγωγή (Wollenweber et al., 2003; Wheeler et al., 1996; Porter and Gawith, 1999). Επιπλέον, παρά την προβλεπόμενη παγκόσμια αύξηση των βροχοπτώσεων, οι περιφερειακές διακυμάνσεις είναι αβέβαιες (Meehl et al., 2007) και περιοχές που εξαρτώνται από εποχικές βροχές, όπως όσες εφαρμόζουν βροχοτροφοδοτούμενη γεωργία, είναι ιδιαίτερα ευάλωτες (A Well-fed World, 2014).

Η αύξηση των έντονων βροχοπτώσεων ενδέχεται να προκαλέσει πλημμύρες, με απώλειες καλλιεργειών, καταστροφή αποθηκευμένων τροφίμων και γεωργικής γης (Held and Soden, 2006; Falloon and Betts, 2010). Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας απειλεί γεωργικές περιοχές μέσω πλημμυρών και υφαλμύρωσης υπόγειων υδάτων, ενισχύοντας την επίδραση καταιγίδων (Adams, 1989).

Οι τροπικοί κυκλώνες, ενώ συνεισφέρουν στις βροχές σε τροπικές ξηρές περιοχές, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές καταστροφές (Gray, 1990). Υπάρχουν ενδείξεις ότι στο μέλλον θα γίνουν εντονότεροι, αν και η γεωγραφική τους κατανομή παραμένει αβέβαιη (Gualdi et al., 2008; Meehl et al., 2007; Bengtsson et al., 2007; McDonald et al., 2005).

Παράλληλα, στα θαλάσσια οικοσυστήματα, η αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών, η οξίνιση και η μείωση του οξυγόνου οδηγούν σε αλλαγές στην κατανομή, τη διαθεσιμότητα και το μέγεθος των αλιευτικών αποθεμάτων. Εκτιμάται ότι το μέσο μέγεθος του σώματος των ψαριών μπορεί να μειωθεί κατά 14–24% έως το 2050 (Cheung et al., 2013· Kleisner et al., 2016· Pershing et al., 2015).

Οι δασικές λεκάνες απορροής επηρεάζονται επίσης μέσω υψηλότερων θερμοκρασιών, αλλαγών στις βροχοπτώσεις και πυρκαγιών, μειώνοντας την παροχή γλυκού νερού για αστικά και γεωργικά συστήματα (Barnett et al., 2008; Stewart et al., 2005). Σε ξηρές χρονιές αναμένονται ελλείψεις στα επιφανειακά ύδατα (Li et al., 2017), ενώ οι υψηλές θερμοκρασίες των ρευμάτων επιβαρύνουν την ποιότητα του νερού (Warziniack et al., 2018). Οι πυρκαγιές

αυξάνουν τα ιζήματα σε υδάτινα σώματα, επιβαρύνοντας τις υποδομές και αυξάνοντας το κόστος επεξεργασίας (Luce et al., 2012; Warziniack et al., 2018).

Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή έχει επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του γλυκού νερού. Οι μεταβολές στον υδρολογικό κύκλο, η μείωση του χιονιού και η αύξηση της θερμοκρασίας των ρευμάτων οδηγούν σε υδατικές ελλείψεις και οδηγούν στην αύξηση του κόστους επεξεργασίας του (Barnett et al., 2008· Warziniack et al., 2018· Weiskopf et al., 2020).

Η παραγωγή ξυλείας και άλλων δασικών προϊόντων πλήττεται επίσης από την αυξημένη συχνότητα πυρκαγιών, παθογόνων και ακραίων καιρικών φαινομένων, τα οποία επηρεάζουν την παραγωγικότητα των δασών και αυξάνουν τη θνησιμότητα των δέντρων (Anderegg et al., 2013). Επιπλέον, η απώλεια της βιοποικιλότητας λόγω της αλλαγής των κλιματικών συνθηκών περιορίζει τους φαρμακευτικούς και γενετικούς πόρους που προέρχονται από φυσικά οικοσυστήματα (Reid et al., 2005)

Συνολικά, η κλιματική αλλαγή υποβαθμίζει την ικανότητα των οικοσυστημάτων να παρέχουν βασικά υλικά αγαθά, γεγονός που εντείνει τις πιέσεις στην ανθρώπινη ευημερία και την οικονομική σταθερότητα, ιδίως σε περιοχές που είναι ήδη ευάλωτες.

3.3.2 Ρυθμιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες

Οι ρυθμιστικές υπηρεσίες είναι η κατηγορία οικοσυστημικών υπηρεσιών που θεωρείται ότι εξαρτάται περισσότερο από τη βιολογική ποικιλομορφία και την ακεραιότητα των οικοσυστημάτων και, ως εκ τούτου, είναι πιο ευάλωτη στην απώλεια ποικιλομορφίας και στην αναδιοργάνωση των κοινοτήτων ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής που λειτουργεί παράλληλα με τις πολλές άλλες αιτίες διαταραχής των οικοσυστημάτων στη σύγχρονη εποχή (Scholes, 2016).

Τα οικοσυστήματα, όπως έχει προαναφερθεί στην *Ενότητα 2.1*, παρέχουν σημαντικές ρυθμιστικές υπηρεσίες, όπως η δέσμευση άνθρακα, ο περιορισμός των επιπτώσεων των ακραίων καιρικών φαινομένων, η διατήρηση της ποιότητας του εδάφους και του αέρα και ο έλεγχος της εξάπλωσης ασθενειών (Weiskopf et al., 2020). Οι υπηρεσίες αυτές είναι θεμελιώδεις για τη σταθερότητα των οικοσυστημάτων και την ευημερία του ανθρώπου, ωστόσο απειλούνται σημαντικά από την κλιματική αλλαγή και ιδιαίτερα από τις επιδράσεις της μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας, των ακραίων καιρικών φαινομένων και της απώλειας της βιοποικιλότητας.

Η ικανότητα των οικοσυστημάτων να ρυθμίζουν το κλίμα υποβαθμίζεται. Τα δάση, οι ωκεανοί και τα εδάφη δρουν ως φυσικές δεξαμενές απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα, όμως η αύξηση της θερμοκρασίας, η αποψίλωση και η αυξημένη συχνότητα πυρκαγιών μειώνουν αυτή τους την ικανότητα (IPCC, 2021; Anderegg et al., 2020). Ως αποτέλεσμα, περιορίζεται η συμβολή των φυσικών συστημάτων στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Επιπλέον, οι αλλαγές στις βροχοπτώσεις, το λιώσιμο των πάγων και η μείωση των χιονοπτώσεων διαταράσσουν τον υδρολογικό κύκλο, όπως έχει ήδη αναλυθεί στην υποενότητα 3.2.2.2. Αυτό περιορίζει την ικανότητα των οικοσυστημάτων να ρυθμίζουν τη ροή και τη διαθεσιμότητα του γλυκού νερού, οδηγώντας σε φαινόμενα πλημμυρών ή παρατεταμένων ξηρασιών (Weiskopf et al., 2020; IPBES, 2019).

Η ποιότητα του αέρα επηρεάζεται επίσης, καθώς η μεταβολή της θερμοκρασίας και η αλλαγή στη σύσταση της βλάστησης περιορίζουν τη δυνατότητα των φυτών να απορροφούν αέριους ρύπους και σωματίδια (Baró et al., 2014). Αυτό μπορεί να επιβαρύνει την ανθρώπινη υγεία, ειδικά στις αστικές περιοχές.

Οι κλιματικές μεταβολές συμβάλλουν επίσης στη γεωγραφική μετατόπιση ειδών, επηρεάζοντας τις οικολογικές ισορροπίες. Η διατάραξη αυτών των ισορροπιών μπορεί να οδηγήσει σε έξαρση παρασίτων και ασθενειών, τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα οικοσυστήματα (IPCC, 2021; WHO, 2018).

Τέλος, η αυξημένη ένταση των βροχοπτώσεων και των κυμάτων καύσωνα επιταχύνει τη διάβρωση των εδαφών, μειώνοντας τη γονιμότητά τους και την ικανότητά τους να λειτουργούν ως φίλτρα και αποθέματα θρεπτικών συστατικών (FAO, 2019; IPBES, 2019). Η εδαφική υποβάθμιση αποτελεί σημαντικό κίνδυνο για τη βιωσιμότητα της γεωργίας και την επισιτιστική ασφάλεια.

Συνολικά, η κλιματική αλλαγή μεταβάλλει τη λειτουργικότητα των οικοσυστημάτων και περιορίζει την ικανότητά τους να παρέχουν ρυθμιστικές υπηρεσίες, εντείνοντας τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, την οικονομία και τη βιωσιμότητα του πλανήτη γενικότερα.

3.3.3 Υποστηρικτικές υπηρεσίες

Η κλιματική αλλαγή έχει σημαντικές επιπτώσεις στις υποστηρικτικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, μεταβάλλοντας θεμελιώδεις βιογεωχημικές και οικολογικές διεργασίες που είναι κρίσιμες για τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Η αύξηση της θερμοκρασίας, οι μεταβολές

στα πρότυπα των βροχοπτώσεων και τα ακραία καιρικά φαινόμενα επηρεάζουν τη γόνιμη ικανότητα των εδαφών, την πρωτογενή παραγωγή, τη διασπορά των ειδών και την εξέλιξη των οικοτόπων (IPCC, 2021; Weiskopf et al., 2020).

Η μεταβολή της θερμοκρασίας και της υγρασίας του εδάφους επιδρά άμεσα στον κύκλο του αζώτου και του άνθρακα, μεταβάλλοντας τη μικροβιακή δραστηριότητα και, κατά συνέπεια, τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στα φυτά (Singh et al., 2010). Παράλληλα, η απώλεια οργανικής ύλης λόγω διάβρωσης και αποδόμησης επηρεάζει τη μακροπρόθεσμη παραγωγικότητα του εδάφους (FAO, 2019).

Η πρωτογενής παραγωγή (παραγωγή βιομάζας μέσω φωτοσύνθεσης) είναι επίσης ευάλωτη, καθώς η μεταβολή των καιρικών συνθηκών οδηγεί σε μείωση της φυτικής κάλυψης, ιδιαίτερα σε ευαίσθητα οικοσυστήματα όπως οι σαβάνες, τα αλπικά οικοσυστήματα και τα κοραλλιογενή οικοσυστήματα (Peñuelas et al., 2013).

Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή προκαλεί γεωγραφική μετατόπιση ειδών, γεγονός που επηρεάζει τη σύνθεση των οικοσυστημάτων και τον τρόπο με τον οποίο αυτά λειτουργούν (Walther et al., 2002). Η μείωση της βιοποικιλότητας, ιδίως σε μικρά, απομονωμένα ή ευάλωτα οικοσυστήματα, διαταράσσει τους τροφοδοτικούς ιστούς και επηρεάζει τη διατήρηση των οικολογικών ισορροπιών (IPBES, 2019).

Τέλος, η μεταβολή των περιβαλλοντικών συνθηκών επηρεάζει τη σχηματοποίηση και σταθερότητα των οικοτόπων, μειώνοντας τη δυνατότητα παροχής κατάλληλου χώρου και συνθηκών για την επιβίωση και την αναπαραγωγή των ειδών (Reid et al., 2005).

Συνολικά, η κλιματική αλλαγή διαταράσσει τις υποστηρικτικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, περιορίζοντας τη βάση πάνω στην οποία στηρίζονται οι παροχές υλικών ρυθμιστικών και πολιτιστικών υπηρεσιών, με σοβαρές επιπτώσεις για τη βιωσιμότητα της ζωής στον πλανήτη.

3.3.4 Πολιτιστικές Υπηρεσίες

Παρά τη σημασία τους για την ανθρώπινη ευημερία, οι πολιτιστικές υπηρεσίες έχουν μελετηθεί ελάχιστα σε σύγκριση με άλλες οικοσυστημικές υπηρεσίες (Weiskopf et al., 2020; Runting et al., 2017). Η κλιματική αλλαγή απειλεί τις πολιτιστικές οικοσυστημικές υπηρεσίες, μεταβάλλοντας ή καταστρέφοντας τα φυσικά τοπία και τα οικοσυστήματα στα οποία βασίζονται αυτές οι υπηρεσίες. Οι μεταβολές στη θερμοκρασία, οι πυρκαγιές, οι πλημμύρες

και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας οδηγούν στην απώλεια περιοχών ιδιαίτερης αισθητικής, πολιτιστικής ή πνευματικής σημασίας (Reid et al., 2005); IPCC, 2022).

Για παράδειγμα, το λιώσιμο των παγετώνων και οι μεταβολές σε αλπικά και πολικά τοπία επηρεάζουν παραδοσιακούς τρόπους ζωής και πνευματικές αξίες ιθαγενών πληθυσμών (UNESCO, 2008). Παρόμοια, η απώλεια κοραλλιογενών υφάλων και ακτών λόγω της άνοδου της στάθμης της θάλασσας επηρεάζει τόσο την τουριστική αναψυχή όσο και την πολιτιστική ταυτότητα των τοπικών κοινοτήτων (Bindoff et al., 2022).

Η μείωση της βιοποικιλότητας και η υποβάθμιση φυσικών περιοχών περιορίζουν τις δυνατότητες των ανθρώπων να «βιώσουν» τη φύση, να ασχοληθούν με υπαίθριες δραστηριότητες ή να απολαύσουν αισθητικά το τοπίο (Chan et al., 2012). Επιπλέον, η απώλεια οικοτόπων με συμβολικό ή ιστορικό ρόλο μπορεί να οδηγήσει σε διάβρωση της πολιτιστικής κληρονομιάς και της κοινωνικής συνοχής (Daniel et al., 2012).

Επομένως, η κλιματική αλλαγή δεν επηρεάζει μόνο τις υλικές παροχές των οικοσυστημάτων αλλά και τις βαθύτερες ανθρώπινες σχέσεις με τη φύση, τον πολιτισμό και την ταυτότητα.

Κεφάλαιο 4 Πράσινες Υποδομές και Λύσεις Βασισμένες στη Φύση

4.1 Ορισμός και σημασία των αστικών πράσινων υποδομών και των λύσεων βασισμένων στη φύση

Η ραγδαία αστικοποίηση των τελευταίων 100 ετών είναι πρωτοφανής στην ανθρώπινη ιστορία. Το 1900 μόνο το 14% του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσε σε πόλεις, ενώ στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, το 47.5% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικούσε σε αστικά κέντρα (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Επί του παρόντος, το 56% (4.4 δισεκατομμύρια) του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικεί σε αστικές περιοχές, ενώ αναμένεται να φτάσει σχεδόν τους 7 στους 10 μέχρι το 2050 (Pandeï and Ghosh, 2023; World Bank, 2023). Καθώς προοδευτικά ενισχύεται η πληθυσμιακή συσσώρευση στα αστικά κέντρα, πληθαίνουν και οι προκλήσεις που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία, την περιβαλλοντική υποβάθμιση και την οικολογική βιωσιμότητα (Pinto et al., 2023). Ως απάντηση σε αυτές τις προκλήσεις, η υιοθέτηση λύσεων βασισμένων στη φύση και η εδραίωση των πράσινων και μπλε υποδομών καθιερώνονται σταδιακά, αποκτώντας συνεχώς ευρύτερη απήχηση.

4.1.1 Λύσεις βασισμένες στη φύση

Για την καθολική κατανόηση του όρου «αστικές πράσινες υποδομές» οφείλουμε πρώτα να αναλύσουμε τον όρο «Λύσεις Βασισμένες στη Φύση» (Nature-Based Solutions-NBSs). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (Κομισιόν) ορίζει τις λύσεις που βασίζονται στη φύση ως λύσεις που εμπνέονται και υποστηρίζονται από τη φύση, οι οποίες είναι οικονομικά αποδοτικές, παρέχουν ταυτόχρονα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη και συμβάλλουν στην οικοδόμηση της ανθεκτικότητας (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021). Τέτοιες λύσεις ενισχύουν την ποσότητα και την ποικιλομορφία της φύσης σε αστικά και μη τοπία, καθώς και το πλήθος των φυσικών χαρακτηριστικών και διεργασιών στις πόλεις μέσω τοπικά προσαρμοσμένων, αποδοτικών ως προς τους πόρους και συστημικών παρεμβάσεων (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).

Η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) θεωρεί τις NBSs ως δράσεις για την προστασία, τη βιώσιμη χρήση, την αξιοποίηση και την αποκατάσταση φυσικών ή τροποποιημένων οικοσυστημάτων, οι οποίες αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά και προσαρμοστικά τις κοινωνικές προκλήσεις, παρέχοντας οφέλη για την ανθρώπινη ευημερία και τη βιοποικιλότητα, όπως φαίνεται και παρακάτω στην *Εικόνα 4.1* (Pinto et al., 2023; ARUP, 2022). Ουσιαστικά πρόκειται για παρεμβάσεις που αξιοποιούν τη φύση ή μιμούνται φυσικές διεργασίες για να ανταποκριθούν στις αστικές προκλήσεις (Pinto et al., 2023).

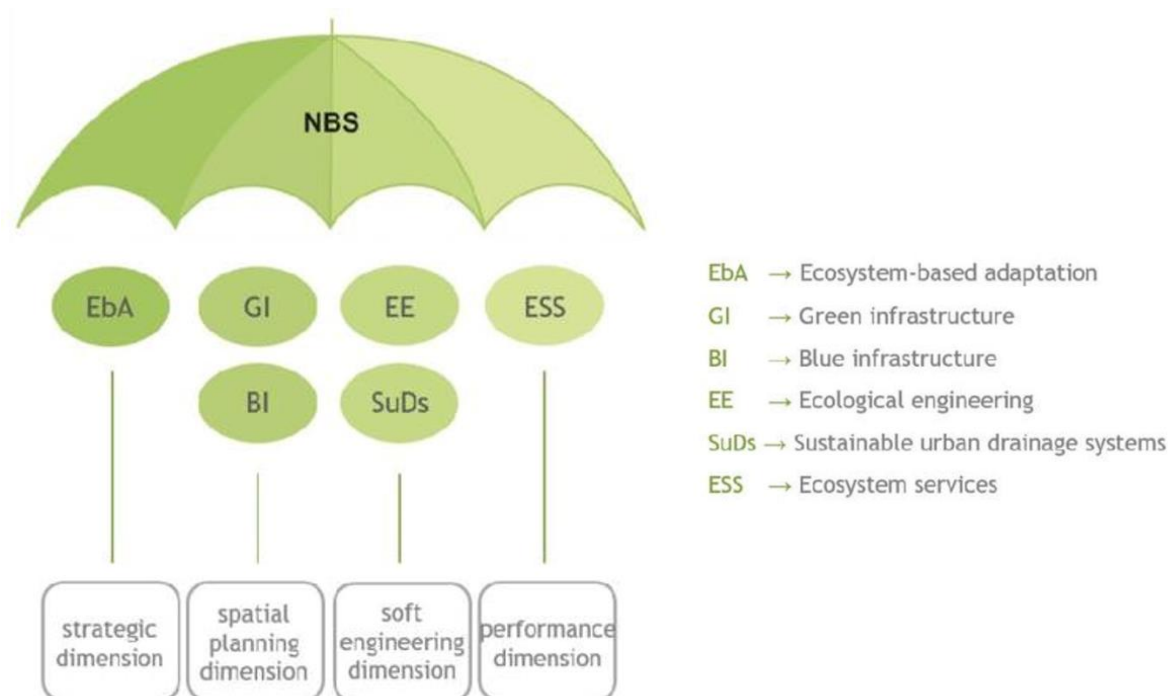


Εικόνα 4.1: Ορίζοντας τις NBSs

(Πηγή: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-En.pdf>)

Πρακτικά οι NBSs συντελούν ένα όρο «ομπρέλα», που περιλαμβάνει πολυάριθμες έννοιες, όπως η προσαρμογή βασισμένη σε οικοσυστήματα (ecosystem-based adaptation), η μείωση των καταστροφών βασισμένη σε οικοσυστήματα (ecosystem-based disaster reduction), οι πράσινες υποδομές (green infrastructure) και οι φυσικές λύσεις για το κλίμα (natural climate solutions – NCSs) (United Nations Environment Programme, 2023). Στα αστικά περιβάλλοντα, οι NBSs αναφέρονται συγκεκριμένα σε διάφορες τυπολογίες πράσινων και μπλε υποδομών που

χρησιμοποιούν τους τοπικούς πόρους της ίδιας της φύσης όπως η βλάστηση, το νερό και το έδαφος¹⁴



Εικόνα 4.2: Οι NBSs συντελούν ένα όρο «ομπρέλα» (Πηγή: (Eisenberg and Porcher, 2019))

Ανά την βιβλιογραφία διευκρινίζεται ότι οι NBSs δεν περιλαμβάνουν λύσεις που απλά αντλούν στοιχεία από τη φύση (π.χ. βιομιμητική) ή λύσεις που προέρχονται από τη φύση (όπως η αιολική, η υδροηλεκτρική και η ηλιακή ενέργεια, ή τα υλικά που παράγονται από το ξύλο) (United Nations Environment Programme, 2023). Ενώ οι τελευταίες σχετίζονται με τη φύση ή αντλούν από αυτήν, δεν αποτελούν λύσεις που προσφέρουν ταυτόχρονα οφέλη για τους ανθρώπους και για τη βιοποικιλότητα (Pinto et al., 2023). NBSs θεωρούνται αν και μόνο αν παρέχουν οφέλη τόσο για τον άνθρωπο όσο και για τη βιοποικιλότητα (United Nations Environment Programme, 2023).

Αυτό που καθιστά τις NBSs στοιχεία νευραλγικής σημασίας στο πλαίσιο του αστικού ιστού είναι η ικανότητα τους να ανταποκρίνονται στην πλειοψηφία των σύγχρονων προκλήσεων των πόλεων, ενώ παράλληλα προσφέρουν πληθώρα οικοσυστημικών υπηρεσιών και επιπρόσθετων οφελών. Πιο συγκεκριμένα στα σύγχρονα αστικά κέντρα αναδύεται ένα ευρύ

¹⁴ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas>

φάσμα ζητημάτων που σχετίζονται με την περιβαλλοντική υποβάθμιση, την κλιματική αλλαγή, τον υποβιβασμό και την απώλεια της βιοποικιλότητας και την ανθρώπινη ευημερία γενικότερα. Οι NBSs μέσω της ενσωμάτωσης εδραιωμένων προσεγγίσεων -όπως οι αστικές πράσινες υποδομές- που χρησιμοποιούνται για την προστασία της βιοποικιλότητας και τη διατήρηση των υπηρεσιών του οικοσυστήματος δύνανται να αντιμετωπίσουν σφαιρικά τα διάφορα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, ενισχύοντας παράλληλα την ανθεκτικότητα σε μελλοντικές απειλές (CEEweb for Biodiversity, 2020).

Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα των NBSs, η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) προχώρησε στην ανάπτυξη ενός παγκόσμιου προτύπου. Αυτό το παγκόσμιο πρότυπο επιδιώκει την ύπαρξη ενός συμπαγούς αλλά και ευέλικτου πλαισίου για τον σχεδιασμό και την διασφάλιση ότι ένα έργο NBS θα αποδώσει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αναλυτικότερα σύμφωνα με τη Διεθνή Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) τα κριτήρια μιας αναγνωρισμένης NBS περιλαμβάνουν αδρομερώς τις παρακάτω αρχές (CEEweb for Biodiversity, 2020):

- Η NBS είναι επαρκούς μεγέθους και πεδίου εφαρμογής ώστε να διεκπεραιώνει επιτυχώς το στόχο της.
- Η NBS πρέπει να είναι κοινωνικά δίκαιη, οικονομικά και περιβαλλοντικά βιώσιμη.
- Η διαχείριση της NBS πρέπει να γίνεται με προσαρμοστικό τρόπο και να επαναπροσδιορίζεται διαρκώς βάσει των επιδράσεων της, οι οποίες βρίσκονται υπό συνεχή παρακολούθηση.
- Η NBS πρέπει να είναι ενσωματωμένη σε ρυθμιστικά πλαίσια και διασυνδεδεμένη με τη διεθνή πολιτική και τις εθνικές δεσμεύσεις ενός κράτους σε τομείς όπως η μείωση των εκπομπών ή η διατήρηση της βιοποικιλότητας (CEEweb for Biodiversity, 2020).

Οι NBSs αποτελούν ιδιαίτερα αποδοτικά εργαλεία υπό τον όρο ότι έχουν ενταχθεί κατάλληλα στον αστικό σχεδιασμό και έχουν υλοποιηθεί σωστά. Για την επιτυχή εφαρμογή των NBSs σε αστικές περιοχές είναι σημαντικό να ακολουθηθούν τα παρακάτω (CEEweb for Biodiversity, 2020):

- Διερεύνηση με πολλαπλά κριτήρια για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της αστικής περιοχής και των συγκεκριμένων προβλημάτων που πιθανόν μια NBS να μπορεί να επιλύσει, π.χ. πλημμύρες ή φαινόμενο της θερμικής νησίδας.

- Η ανάμειξη των ενδιαφερόμενων και των πολιτών στο συμμετοχικό σχεδιασμό που επιτρέπει την από κοινού διαμόρφωση της NBS. Αυτό είναι καίριο για την αποδοχή και την εφαρμογή της NBS από την ευρύτερη κοινωνία.
- Η διαρκής αξιολόγηση της απόδοσης της NBS, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θετικές όσο και τις αρνητικές επιδράσεις και η διαρκής αναπροσαρμογή του τρόπου διαχείρισης της NBS. Οι πολίτες μπορούν να θεωρηθούν ως αισθητήρες καταγραφής της επίδοσης της NBS όσον αφορά την κοινωνική εμπλοκή.
- Σωστή επιμόρφωση, επικοινωνία και διάδοση πληροφοριών στους πολίτες (CEEweb for Biodiversity, 2020).

Επιπλέον η επιτυχής εφαρμογή των NBSs απαιτεί τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων διοικητικών φορέων, το κατάλληλο οικονομικό κίνητρο και ένα υποστηρικτικό νομικό πλαίσιο (CEEweb for Biodiversity, 2020).

4.1.2 Αστική Πράσινη Υποδομή

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας η έννοια «αστική πράσινη υποδομή» συμπεριλαμβάνει και την μπλε υποδομή ως συνιστώσα της. Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει καθολικός ορισμός του όρου «αστική πράσινη υποδομή» (Pinto et al., 2023). Αναλυτικότερα, σύμφωνα με τις Γιαννακού και Σαλάτα (2018) προκύπτει ότι υπάρχουν ορισμοί που αντιμετωπίζουν τις αστικές πράσινες υποδομές ως στοιχείο του ευρύτερου φυσικού και αστικού οικοσυστήματος, ενώ άλλοι δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη συσχέτισή τους με το δομημένο περιβάλλον αναδεικνύοντας έτσι την ανάγκη σχεδιασμού και υλοποίησης τους στο πλαίσιο πολιτικών βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, συνδυάζοντας τις προαναφερθείσες προσεγγίσεις, με τον όρο «αστική πράσινη υποδομή» περιγράφουμε ένα στρατηγικά σχεδιασμένο δίκτυο φυσικών και ημιφυσικών περιοχών, συμπεριλαμβανομένων των «πράσινων» και «μπλε» χώρων και άλλων οικοσυστημάτων, σχεδιασμένο και διαχειριζόμενο για να παρέχει ένα ευρύ φάσμα οικοσυστημικών υπηρεσιών σε διάφορες κλίμακες στο αστικό τοπίο (Monteiro et al., 2020).

Πρακτικά οι αστικές πράσινες υποδομές περιλαμβάνουν την ενσωμάτωση χώρων πρασίνου, όπως πάρκα και δάση και την ενσωμάτωση υδάτινων στοιχείων, όπως ποταμοί και υδροβιότοποι, στο αστικό τοπίο (Pinto et al., 2023). Στη συνέχεια του κεφαλαίου, και συγκεκριμένα στην *Ενότητα 4.2* θα παρατεθούν αναλυτικά οι αρχές σχεδιασμού των αστικών πράσινων υποδομών, καθώς και ένας αναλυτικός πίνακας παραδειγμάτων .

Οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν στοιχείο μείζονος σημασίας στο πλαίσιο του αστικού ιστού, καθώς μέσω της παροχής οικοσυστημικών υπηρεσιών και πληθώρας επιπρόσθετων οφελών, προσφέρουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης προόδου όσον αφορά την βιώσιμη ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή, τη βιοποικιλότητα (United Nations Environment Programme, 2023) και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας σε μελλοντικές απειλές. Αναλυτικότερα μελέτες έχουν επισημάνει την ικανότητα των αστικών πράσινων υποδομών να παρέχουν υπηρεσίες σχετικές με τις υποδομές και τα αποτελέσματα της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως η παροχή γλυκού νερού, το φιλτράρισμα της ρύπανσης, η ρύθμιση των πλημμυρών, ο αστικός δροσισμός και η ρύθμιση της διάβρωσης του εδάφους (π.χ. Kapos et al. 2019, Vogl et al. 2016, Guannel et al. 2016, Faivre et al. 2017; (United Nations Environment Programme, 2023)). Επιπλέον οι πράσινες υποδομές αναγνωρίζονται ρητά από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως σχετικές προσεγγίσεις για το μετριασμό και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (π.χ. δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα, αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας), ενώ παράλληλα αποτελούν προσοδοφόρο έδαφος για την ανάπτυξη και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας (United Nations Environment Programme, 2023). Όπως ισχύει και για τις NBSs έτσι και για τις πράσινες υποδομές τα οφέλη που αφορούν στη βιοποικιλότητα αποτελούν θεμελιώδη ιδιότητα και όχι απλώς ένα πρόσθετο παράπλευρο όφελος (United Nations Environment Programme, 2023).

Επιπλέον οι πράσινες υποδομές έχουν και επιπρόσθετα οφέλη που εκτείνονται πέρα από τον πρωταρχικό τους σκοπό. Ενδεικτικά, τα πάρκα και τα υδάτινα σώματα μπορούν να βελτιώσουν την αισθητική μιας πόλης. Τα χαρακτηριστικά των αστικών πράσινων υποδομών στο αστικό τοπίο μπορούν να συμβάλλουν στην επίτευξη πληθώρας οφελών σχετιζόμενων με την υγεία των κατοίκων του. Αυτά περιλαμβάνουν τον καθαρό αέρα και τη βελτιωμένη ποιότητα του νερού. Οι πράσινες υποδομές δύνανται επίσης να συνεισφέρουν στην βελτιστοποίηση του επιπέδου της ψυχικής υγείας των κατοίκων, υποβοηθώντας στη σύσφιξη των κοινοτήτων και στην καταπολέμηση του κοινωνικού αποκλεισμού και απομόνωσης, ενώ παράλληλα χρησιμεύουν ως χώροι αναψυχής, προωθώντας την ψυχική και σωματική ευεξία (Climate-ADAPT, 2025; Nilsson and Johansson, 2021). Συνεπώς οι πράσινες υποδομές παρέχουν την ευκαιρία σχεδιασμού ενός αστικού-φυσικού πλέγματος, το οποίο καθιστά τις αστικές περιοχές περισσότερο ελκυστικούς τόπους διαβίωσης με υψηλότερο επίπεδο ποιότητας ζωής.

4.2 Αρχές σχεδιασμού και παραδείγματα αστικών πράσινων υποδομών

4.2.1 Αρχές σχεδιασμού αστικών πράσινων υποδομών

Οι αρχές σχεδιασμού των αστικών πράσινων υποδομών συντελούν έναν οδηγό για την σύλληψη και τη σχεδίαση ενός ολοκληρωμένου και αποδοτικού χώρου πρασίνου. Κατόπιν δευτερογενούς έρευνας, παρατίθενται οι αρχές σχεδιασμού του Frederick Law Olmsted (Beveridge, 2023). Αναλυτικότερα τα βασικά στοιχεία σχεδιασμού είναι :

- Ευφυής Αξιοποίηση του χώρου

Ο σχεδιασμός πρέπει να εκμεταλλεύεται τα μοναδικά χαρακτηριστικά του τόπου, ακόμη και τα μειονεκτήματά του. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να αναπτύσσεται και να τελειοποιείται με βαθιά γνώση του τόπου .

- Ολοκληρωμένη προσέγγιση

Η σύνθεση μιας αστικής πράσινης υποδομής θα πρέπει να είναι ολοκληρωμένη και να επιδιώκει να έχει υγιή επιρροή και πέρα από τα όριά της. Κατά τον ίδιο τρόπο, ο σχεδιασμός πρέπει να αναγνωρίζει και να λαμβάνει υπόψη του ό,τι περιβάλλει τον χώρο ενδιαφέροντος. Οι δημόσιοι αστικοί πράσινοι χώροι, όταν είναι εφικτό, θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους με δρόμους πρασίνου και λεωφόρους, ώστε να επεκτείνονται και να μεγιστοποιούνται οι χώροι αστικού πρασίνου. Ουσιαστικά θα πρέπει να συντάσσονται με την προοπτική μιας πιθανής επικοινωνίας-διασύνδεσης με άλλους χώρους αστικού πρασίνου.

- Βιώσιμος σχεδιασμός και διατήρηση του περιβάλλοντος

Ο σχεδιασμός θα πρέπει να επιτρέπει τη μακροπρόθεσμη συντήρηση και να εξασφαλίζει την υλοποίηση και τη διαιώνιση της πρόθεσης του σχεδιασμού. Τα φυτικά υλικά θα πρέπει να ευδοκιμούν, να μην είναι επεμβατικά και να απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να διατηρεί τα φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής στο μέγιστο δυνατό βαθμό και να προβλέπει τη συνεχή οικολογική υγεία της περιοχής.

- Ενιαία σύνθεση

Όλα τα στοιχεία του σχεδιασμού του τοπίου πρέπει να υποτάσσονται σε έναν γενικότερο σκοπό σχεδιασμού. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να αποφεύγει τη διακοσμητική επεξεργασία των φυτεύσεων και των κατασκευών, ώστε η εμπειρία του τοπίου να είναι οργανική και αληθινή.

- Ενορχήστρωση της κίνησης

Η σύνθεση πρέπει να κατευθύνει διακριτικά την κίνηση μέσα στο τοπίο. Θα πρέπει να υπάρχει διαχωρισμός των δρόμων, όπως στα πάρκα και τα πράσινα μονοπάτια, για την αποτελεσματικότητα και την άνεση της κίνησης και για την αποφυγή σύγκρουσης ή την εντύπωση της σύγκρουσης, μεταξύ διαφορετικών ειδών κυκλοφορίας.

- Οργάνωση της χρήσης

Η σύνθεση των στοιχείων μιας πράσινης υποδομής θα πρέπει να εισάγει έντεχνα μια ποικιλία χρήσεων (πολυλειτουργικότητα) σε λογικές περιοχές, εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή θέση για κάθε χρήση και αποτρέποντας τον ανταγωνισμό μεταξύ των χρήσεων. (Beveridge, 2023)

4.2.2 Παραδείγματα αστικών πράσινων και μπλε υποδομών

Στον Πίνακα 4.1: Αναλυτικά παραδείγματα αστικών πράσινων υποδομών (Πηγή: Προσαρμοσμένος πίνακας ()παράτιθενται κάποια παραδείγματα αστικών πράσινων και μπλε υποδομών.

Πίνακας 4.1: Αναλυτικά παραδείγματα αστικών πράσινων υποδομών (Πηγή: Προσαρμοσμένος πίνακας ((Pinto et al., 2023))

Τύπος Αστικής Πράσινης Υποδομής	Περιγραφή
	Κοινόχρηστοι χώροι όπου άτομα ή ομάδες μπορούν να νοικιάσουν ή να καλλιεργήσουν μικρά οικόπεδα και να καλλιεργήσουν φυτά και λαχανικά. Προωθούν την αλληλεπίδραση της κοινότητας, την πρόσβαση σε φρέσκα προϊόντα και τη σύνδεση με τη φύση.
	Φιλικά προς το περιβάλλον στοιχεία που αποτελούνται από μια αποστραγγιστική τάφρο γεμάτη με βλάστηση, κομπόστ ή/και βραχώδη πλήρωση, σχεδιασμένα ως φυσικά συστήματα φιλτραρίσματος για την απομάκρυνση της ρύπανσης των υδάτων που απορρέουν, βελτιώνοντας την ποιότητα των υδάτων σε αστικές περιοχές.

	Εγκαταλελειμμένες ή ανεκμετάλλευτες βιομηχανικές ή εμπορικές περιοχές που μπορεί να είναι ρυπασμένες με επικίνδυνες ουσίες. Οι περιοχές αυτές συχνά απαιτούν αποκατάσταση πριν αναπτυχθούν με ασφάλεια, θέτοντας κινδύνους για το περιβάλλον και την υγεία των κοινοτήτων. Μπορούν να συμβάλουν στη ρύθμιση των πλημμυρών, στη συγκράτηση θρεπτικών ουσιών και στην αναψυχή.
	Οι πράσινοι αυτοί χώροι μπορούν να παρέχουν τοπικά παραγόμενη τροφή, ενώ παράλληλα βελτιώνουν την αστική βιοποικιλότητα, την ποιότητα του αέρα και ενισχύουν την αίσθηση της οικολογικής βιωσιμότητας στα αστικά περιβάλλοντα.
	Σύνολο κομποστοποιητών οργανικών στερεών αποβλήτων που επιτρέπουν την αποτελεσματική διαχείριση των οργανικών αποβλήτων και την ταυτόχρονη παραγωγή λιπασμάτων για την τοπική κοινότητα και τους οργανισμούς που καλλιεργούν.
	Ανυψωμένες όχθες που κατασκευάζονται για τον έλεγχο της ροής των υδάτων σε ποτάμια. Παρέχουν ποικίλες οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως προστασία από πλημμύρες, έλεγχο της διάβρωσης, ενδιαιτήματα για πολλά υδρόβια και χερσαία είδη. Επιπλέον συνεισφέρουν στον καθαρισμό των υδάτων, στη δέσμευση του άνθρακα και παρέχουν οφέλη αναψυχής και αισθητικής.
	Καθορισμένες διαδρομές ή περιοχές που δίνουν προτεραιότητα και προωθούν την οικολογική συνδεσιμότητα, τη διατήρηση και τη βιώσιμη ανάπτυξη, διευκολύνοντας τη μετακίνηση της άγριας ζωής και των φυτών.
	Κάθετες εγκαταστάσεις φυτών σε εξωτερικούς ή εσωτερικούς τοίχους κτιρίων που συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, στη θερμορύθμιση, στη μείωση του θορύβου και στην αισθητική αξία.
	«Ζωντανή» βλάστηση που εγκαθίσταται στις οροφές των κτιρίων, παρέχοντας πολλαπλά οφέλη, όπως συγκράτηση των όμβριων υδάτων, μόνωση, βελτίωση της ποιότητας του αέρα, μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και δημιουργία οικοτόπων.

	Χώροι συλλογής και επεξεργασίας οικιακών ή εμπορικών γκριζών υδάτων, εκτός από τα λύματα των νοικοκυριών. Τα γκρι ύδατα φιλτράρονται και αποδομούνται, επιτρέποντας τη χρήση τους για σκοπούς όπως η άρδευση, μείωση της καταπόνησης των πόρων γλυκού νερού και προώθηση της αειφορίας.
	Οι πυκνότερες συστάδες θάμνων, δέντρων και φυτών χρησιμεύουν ως εμπόδια ή όρια. Παρέχουν οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως είναι τα ενδιαιτήματα της άγριας ζωής, η υποστήριξη της βιοποικιλότητας, ο έλεγχος της διάβρωσης, η δέσμευση του άνθρακα και η διάσπαση των ανέμων. Οι θάμνοι βελτιώνουν τη διήθηση του νερού, την επικοινωνία και την οπτική αισθητική του τοπίου.
	Μεγάλα υδάτινα σώματα που παρέχουν σημαντικές οικοσυστημικές υπηρεσίες. Προσφέρουν ενδιαιτήματα σε ποικίλα υδρόβια είδη, ρυθμίζουν τη ροή των υδάτων, υποστηρίζουν την ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών και συμβάλλουν στη σταθεροποίηση του τοπικού κλίματος. Οι λίμνες προσφέρουν ευκαιρίες αναψυχής, χρησιμεύουν ως πηγές νερού και συμβάλλουν στην πολιτιστική και αισθητική αξία.
	Τα μαγκρόβια είναι παράκτια δέντρα και θάμνοι που αναπτύσσονται σε λασπώδη και υψηλής αλατότητας περιβάλλοντα. Αυτά τα μοναδικά οικοσυστήματα παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες, συμπεριλαμβανομένης της προστασίας των ακτών από καταιγίδες, της πρόληψης της διάβρωσης, της διήθησης του νερού, της δέσμευσης του άνθρακα και την παροχή κρίσιμων ενδιαιτημάτων για ποικίλα είδη θαλάσσιων ειδών, υποστηρίζοντας την αλιεία σε τοπικό επίπεδο και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.
	Ενισχύουν τη βιοποικιλότητα υποστηρίζοντας είδη φυτών και ζώων, βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα μέσω της παραγωγής οξυγόνου και της απορρόφησης κάποιων ατμοσφαιρικών ρυπαντών, ρυθμίζουν τη θερμοκρασία, προσφέρουν δραστηριότητες αναψυχής και συμβάλλουν στην κοινωνική, ψυχική και σωματική ευεξία των κοινοτήτων.

	Οι υγροβιότοποι με αποσυντιθέμενη βλάστηση χρησιμεύουν ως δεξαμενές άνθρακα, αποθηκεύοντας μεγάλες ποσότητες άνθρακα και μετριάζοντας την κλιματική αλλαγή. Παρέχουν επίσης ενδιαιτήματα για μοναδικά είδη φυτών και ζώων, ρυθμίζουν τη ροή και την ποιότητα των υδάτων και προσφέρουν ευκαιρίες για ερευνητικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες.
	Μικρά υδάτινα σώματα, φυσικά ή τεχνητά. Οι φυσικές μικρές λίμνες προέρχονται από αλλουβιακές πεδιάδες, από την πλευρά ποταμού ή από μια απομονωμένη κοιλάδα. Παρέχουν υπηρεσίες όπως η δέσμευση άνθρακα, η ρύθμιση των πλημμυρών, η ρύθμιση του κλίματος, η συγκράτηση θρεπτικών ουσιών, ο καθαρισμός του νερού, ο εμπλουτισμός των υπόγειων υδάτων, η παροχή τροφής, η αναψυχή και η αισθητική αξία του τοπίου.
	Αναπτύσσονται σε εκσκαμμένους λάκκους εξόρυξης, μετά την παύση των εργασιών εξόρυξης. Συμπληρώνονται φυσικά ή τεχνητά και μπορεί να έχουν μοναδικά οικολογικά χαρακτηριστικά. Μπορούν να παρέχουν πολύτιμες οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως η αποθήκευση νερού, η ρύθμιση των πλημμυρών, η διατήρηση της βιοποικιλότητας και ευκαιρίες αναψυχής.
	Διαχειριζόμενες εδαφικές εκτάσεις με διαμορφωμένες κοιλότητες που συλλαμβάνουν και απορροφούν τα βρόχινα ύδατα, μειώνοντας την απορροή των όμβριων υδάτων, αποτρέποντας τη ρύπανση των υδάτων, εμπλουτίζοντας τα υπόγεια ύδατα και δημιουργώντας ενδιαιτήματα για τα φυτά και τα έντομα που είναι υδρόφιλα.
	Δομές που έχουν σχεδιαστεί για τη συλλογή και την αποθήκευση της περίσσειας των απορροών των όμβριων υδάτων. Μπορούν να είναι φυσικές ή/και τεχνητές υποδομές αποχέτευσης. Συμβάλλουν στη ρύθμιση της ροής των υδάτων, στον μετριασμό των κινδύνων πλημμύρας και στη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων μέσω του φιλτραρίσματος των ρύπων πριν από τη διάθεσή τους στα φυσικά ύδατα.

	Υδατογραμμές, συμπεριλαμβανομένων των περιθωρίων των ποταμών και της παρόχθιας βλάστησης. Συμβάλλουν στη ρύθμιση των υδάτων, παρέχουν ενδιαιτήματα για τα υδρόβια φυτά και τα ζώα, συμβάλλουν στην ανακύκλωση των θρεπτικών συστατικών και παρέχουν νερό για πόση, άρδευση και βιομηχανική χρήση, προσφέρουν ευκαιρίες αναψυχής και αποτελούν διαδρόμους μεταφοράς.
	Χερσαίες μορφές δυναμικής ισορροπίας που διαμορφώνονται από τον άνεμο. Παρέχουν οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως προστασία των ακτών από καταιγίδες, ενδιαιτήματα για ιδιαίτερη αμμοθινική βλάστηση, υποστήριξη της βιοποικιλότητας, πρόληψη της διάβρωσης και των πλημμυρών και ευκαιρίες αναψυχής.
	Δυναμική διεπιφάνεια μεταξύ της ξηράς και του ωκεανού. Παρέχει προστασία στις ακτές από καταιγίδες, διάβρωση και πλημμύρες, υποστηρίζει ποικίλους οικοτόπους και είδη, παρέχει τουριστικές και ψυχαγωγικές ευκαιρίες και χρησιμεύει ως πηγή τροφίμων, μεταφορών και οικονομικών δραστηριοτήτων όπως η αλιεία και η ναυτιλία.
	Δέντρα που φυτεύονται κατά μήκος των οδών, παρέχοντας σκιά, βελτιώνοντας την ποιότητα της ατμόσφαιρας μέσω της μείωσης της ρύπανσης, μετριάζοντας την επίδραση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και βελτιώνοντας την αισθητική των γειτονιών.
	Τα συστήματα βιώσιμης αποστράγγισης (SuDS) είναι ολοκληρωμένες προσεγγίσεις για τη διαχείριση των επιφανειακών υδάτων, συμπεριλαμβανομένων χαρακτηριστικών όπως οι τάφροι, οι λίμνες, τα διαπερατά οδοστρώματα και οι πράσινες στέγες, για τη μείωση των πλημμυρών, τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας.
	Τα μεγάλης κλίμακας δέντρα καλύπτουν τις πόλεις και τους χώρους πρασίνου, προσφέροντας οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως διήθηση του αέρα και των υδάτων, η δέσμευση του άνθρακα, η διαχείριση των όμβριων υδάτων, η μείωση της θερμοκρασίας, η διαβίωση άγριων ζώων, καθώς και χώρους αναψυχής για τους κατοίκους και συμβάλλουν στην

	ψυχική και σωματική ευεξία, καθιστώντας τις πόλεις βιώσιμες και αειφόρες.
	Τεχνητά κανάλια που μεταφέρουν και διανέμουν το νερό για διάφορους σκοπούς, όπως άρδευση, ναυσιπλοΐα και παροχή πόσιμου νερού. Παρέχουν οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως η δημιουργία ενδιαιτημάτων, η αποθήκευση νερού και η ρύθμιση των πλημμυρών και του κλίματος. Υποστηρίζουν επίσης τη γεωργία, τη βιοποικιλότητα και τις δραστηριότητες αναψυχής.
	Τεχνητά συντριβάνια νερού που τοποθετούνται σε αστικές περιοχές. Διαφέρουν σε σχεδιασμό και μέγεθος, από μικρές διακοσμητικές κατασκευές έως μεγάλες κατασκευές νερού που καταρρέει, αποτελώντας συχνά σημεία εστίασης και χώρους συγκέντρωσης μέσα σε αστικές περιοχές. Παρέχουν οφέλη για την αναψυχή και τον έλεγχο του μικροκλίματος.
	Οικοσύστημα που κατακλύζεται από νερό, είτε εποχιακά είτε μόνιμα. Μπορεί να περιλαμβάνει π.χ. μαγκρόβια ή έλη. Παρέχουν πολύτιμες οικοσυστημικές υπηρεσίες, όπως η διήθηση του νερού, ο έλεγχος των πλημμυρών, η αποθήκευση άνθρακα, τα ενδιαιτήματα για πολλά είδη, οι ευκαιρίες αναψυχής και η αισθητική αξία του τοπίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν επίσης ανάλογα και με τη χωρική κλίμακα στην οποία υπάγονται. Ο διαχωρισμός αυτός αποτελεί σημαντικό βήμα για την καλύτερη ένταξη τους στο χωρικό σχεδιασμό. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.3: Κατηγορίες αστικών πράσινων υποδομών με βάση τη χωρική κλίμακα (Πηγή: Προσαρμοσμένο από Landscape Institute, 2009 ,) *Εικόνα 4.3*, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: τοπικής κλίμακας, κλίμακας πόλης και εθνικής/περιφερειακής κλίμακας. Αξιοσημείωτο είναι ότι το ίδιο στοιχείο μπορεί να εμφανίζεται και στις τρεις κατηγορίες (π.χ. πάρκα τσέπης, πάρκα πόλης, περιφερειακά πάρκα), ωστόσο ανάλογα με την χωρική του έκταση επιτελεί διαφορετικές λειτουργίες και έχει διαφορετική ακτίνα επιρροής.



Εικόνα 4.3: Κατηγορίες αστικών πράσινων υποδομών με βάση τη χωρική κλίμακα (Πηγή: Προσαρμοσμένο από Landscape Institute, 2009 , (Γιαννακού και Σαλάτα, 2018))

4.3 Αξιολόγηση των Οφελών κάθε Τύπου Πράσινης Υποδομής

Οι αστικές πράσινες υποδομές δεν αποτελούν απλώς ένα διακοσμητικό στοιχείο σε μια πόλη (Yfantidou & Anthopoulos, 2017), αλλά πηγές πολλαπλών οφελών. Σύμφωνα με τους Van Oijstaeijen et al. (2020) η αστική πράσινη υποδομή μπορεί να οριστεί και ως «τα χαρακτηριστικά τοπίου που ωφελούν ταυτόχρονα την κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία». Τα πολύπλευρα πλεονεκτήματα των αστικών πράσινων υποδομών διακρίνονται συχνά στην βιβλιογραφία στις τρεις ακόλουθες βασικές κατηγορίες: τα περιβαλλοντικά, τα κοινωνικά και τα οικονομικά οφέλη.

4.3.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

- Εξασφάλιση και βελτίωση της ποιότητας του αέρα

Τα δέντρα και γενικότερα η βλάστηση των αστικών πράσινων υποδομών έχουν την ικανότητα να απορροφούν αέριους ρύπους μέσω της επιφάνειας των φύλλων τους και να φιλτράρουν τους ατμοσφαιρικούς ρύπους συμπεριλαμβανομένων των αιωρούμενων σωματιδίων (PM), του διοξειδίου του αζώτου και του διοξειδίου του θείου (Kumar, 2024). Αυτό μειώνει τη συγκέντρωση των επιβλαβών ρύπων στον αέρα, οδηγώντας στη βελτίωση της

ποιότητας του (Kumar, 2024). Στις πόλεις, τα αστικά πάρκα φέρονται να φιλτράρουν έως και το 85% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (United Nations Environment Programme, 2023; Browder et al. 2019).

- Δέσμευση του άνθρακα και εξασφάλιση οξυγόνου

Ανάλογα με παράγοντες όπως ο τύπος του οικοσυστήματος, τα είδη και οι πρακτικές διαχείρισης, οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να δεσμεύσουν και να αποθηκεύσουν διοξείδιο του άνθρακα. Οι χορτολιβαδικές εκτάσεις αποθηκεύουν πάνω από το 10% του άνθρακα που περιέχεται στη χερσαία βιομάζα και θα μπορούσαν να δεσμεύουν 1 δισεκατομμύριο τόνους άνθρακα ετησίως, εάν διαχειρίζονταν με βιώσιμο τρόπο (United Nations Environment Programme, 2023; Chausson et al. 2020). Οι τυρφώνες αποθηκεύουν περισσότερους από 30 Gt άνθρακα παγκοσμίως- δηλαδή την υπερδιπλάσια ποσότητα άνθρακα από αυτή που αποθηκεύεται στα δάση όλου του κόσμου (United Nations Environment Programme, 2023; UNEP 2021). Τα μαγκρόβια δεσμεύουν περίπου 3 έως 5 φορές περισσότερο άνθρακα ανά μονάδα επιφάνειας σε σύγκριση με τα χερσαία δάση (United Nations Environment Programme, 2023; Opperman et al. 2021). Οι βελτιωμένες γεωργικές πρακτικές διαχείρισης έχει επίσης διαπιστωθεί ότι έχουν δυνατότητες μετριασμού (United Nations Environment Programme, 2023; IPCC 2019).

Παράλληλα με τη δέσμευση του άνθρακα, η βλάστηση των αστικών πράσινων υποδομών παράγει οξυγόνο. Αναλυτικότερα τα στοιχεία πρασίνου κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, με τη βοήθεια κυρίως της χλωροφύλλης, υπό το φως του ήλιου και την υγρασία, απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, συγκρατώντας τον άνθρακα και εκπέμπουν οξυγόνο και όζον. Αν υπολογίσουμε ότι ένας άνθρωπος καταναλώνει 250 kg οξυγόνο το χρόνο, τότε 10 στρ δάσους εξασφαλίζουν την αναπνοή 10 ατόμων, παράγοντας 0.2499 tn/στρ (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Μελέτες έχουν δείξει ότι 25 έως 30 φυτά παράγουν την ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την αναπνοή περίπου 2 ανθρώπων (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Επίσης, είναι αξιοσημείωτο ότι το αστικό πράσινο απορροφά αρκετό διοξείδιο του άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως, ώστε να εξισορροπεί την ποσότητα που παράγει ένας οδηγός αυτοκινήτου διανύοντας απόσταση 41.600 km. Οι αστικοί χώροι πρασίνου συμβάλλουν στη δέσμευση του άνθρακα και βοηθούν στην αντιστάθμιση των εκπομπών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

- Αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου

Η θερμότητα που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα, λόγω των υψηλών επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η απελευθέρωσή της στο διάστημα και να προκαλείται το γνωστό «φαινόμενο του θερμοκηπίου» (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Όπως αναλύθηκε παραπάνω η βλάστηση των αστικών πράσινων υποδομών λειτουργεί ως απορροφητής του διοξειδίου του άνθρακα και στη συνέχεια ως αποταμιευτής του άνθρακα. Υπογραμμίζεται ότι 10 στρ υγιών δέντρων αποθηκεύει περίπου 2.6 t. άνθρακα κάθε χρόνο (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Αξίζει να σημειωθεί πως ο περιορισμός της αποψίλωσης και της υποβάθμισης των δασών, αστικών και μη, θεωρείται σημαντική στρατηγική για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (United Nations Environment Programme, 2023; IPCC 2019).

Επίσης χρήζει ιδιαίτερης μνείας το γεγονός ότι τα αστικά δέντρα συμβάλλουν και με έμμεσο τρόπο στην ανακούφιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς σκιάζουν οικοδομικά τετράγωνα και δημόσια κτήρια, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για κλιματισμό κατά 30% και συνεπώς περιορίζοντας την ποσότητα των ορυκτών καυσίμων που καταναλώνονται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλων μορφών ενέργειας. Ο συνδυασμός της απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, με την αποθήκευση του και τη μείωση της θερμοκρασίας καθιστά τα δέντρα αποτελεσματικά εργαλεία για την καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Yfantidou & Anthopoulos, 2017).

- Βελτιωμένη ποιότητα και διαχείριση των υδάτων

Καθώς οι πόλεις επεκτείνονται, οι φυσικοί οικότοποι συχνά αντικαθίστανται από αδιαπέραστες επιφάνειες (Kumar, 2024) (π.χ. δρόμοι, πεζοδρόμια), γεγονός που οδηγεί σε πλήθος περιβαλλοντικών ζητημάτων όπως παραδείγματος χάριν οι πλημμύρες. Τα στοιχεία των αστικών πράσινων υποδομών, όπως τα διαπερατά πεζοδρόμια και τα βιολογικά φρεάτια, επιτρέπουν στο νερό της βροχής να διεισδύσει στο έδαφος, μειώνοντας την επιφανειακή απορροή και τον κίνδυνο πλημμύρας (Kumar, 2024). Τα συστήματα αυτά συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των ομβρίων υδάτων, ανακουφίζοντας την πίεση από τα συμβατικά αστικά συστήματα αποχέτευσης.

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Yfantidou & Anthopoulos (2017), ορισμένα στοιχεία των αστικών πράσινων υποδομών, όπως τα δέντρα για παράδειγμα, συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των πλημμυρικών φαινομένων και μέσω της έμμεσης δημιουργίας ενός

οργανικού υλικού στην επιφάνεια των πεσμένων φύλλων, ενώ οι ρίζες τους αυξάνουν τη διαπερατότητα του εδάφους. Έτσι μειώνεται η ροή των επιφανειακών υδάτων μετά από περιόδους έντονων βροχοπτώσεων, αποτρέπονται οι πλημμύρες και παράλληλα αυξάνονται τα υπόγεια αποθέματα νερού.

Ακόμη συνδυάζοντας τις πράσινες υποδομές με πιο συμβατικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την προστασία των πόλεων από τις πλημμύρες, η αύξηση των παράκτιων υγροτόπων στην περιοχή μπορεί όχι μόνο να χρησιμεύσει ως καλό ανάχωμα, αλλά μπορεί επίσης να παρέχει ενδιαιτήματα για τη χλωρίδα και την πανίδα, να λειτουργήσει ως φίλτρο των υδάτων και να έχει ψυχαγωγικές χρήσεις (Costanza et al., 2008).

Συμπληρωματικά, η βλάστηση και το έδαφος των αστικών πράσινων υποδομών λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα, απομακρύνοντας ρύπους και ιζήματα από τα όμβρια ύδατα πριν αυτά καταλήξουν/απορρεύσουν στα υδάτινα σώματα (Kumar, 2024). Αυτό βελτιώνει την ποιότητα των υδάτων σε ποτάμια, λίμνες και υδροφόρους ορίζοντες, καταπολεμώντας έτσι τη ρύπανσή των υδάτων και ωφελώντας τα υδάτινα οικοσυστήματα (Kumar, 2024).

Τέλος οι πράσινες υποδομές υποβοηθούν το μετριασμό της ξηρασίας. Πιο αναλυτικά μπορούν να συμβάλουν στη συγκράτηση του νερού κατά τη διάρκεια ξηρών περιόδων, παρέχοντας μια ασπίδα προστασίας από τις συνθήκες ξηρασίας. Έτσι εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα νερού για την αστική βλάστηση και μειώνεται ο αντίκτυπος της λειψυδρίας στις αστικές περιοχές. (Yfantidou & Anthopoulos, 2017)

- Αντιμετώπιση της ρύπανσης του εδάφους

Η εφαρμογή έργων αστικών πράσινων υποδομών μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ρύπανσης του τοπικού χερσαίου περιβάλλοντος που προέρχεται από τα συστήματα υποδομής. Για παράδειγμα, η βλάστηση (όπως αυτή των υγροβιότοπων) μπορεί να απορροφήσει ρύπους και τοξίνες. Η χρήση φυτοκάλυψης στους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων στον τομέα των στερεών αποβλήτων μπορεί να αποτρέψει τους ρύπους από τους χώρους υγειονομικής ταφής να μετακινηθούν στο τοπικό περιβάλλον μέσω της διήθησης (United Nations Environment Programme, 2023; Lamb et al. 2019- Khapre et al. 2019).

- Μετριασμός του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας είναι το φαινόμενο κατά το οποίο οι κεντρικές περιοχές των πόλεων είναι κατά αρκετούς βαθμούς θερμότερες σε σχέση με τα περίχωρα. Αυτό συμβαίνει λόγω της απουσίας βλάστησης και πράσινων στοιχείων στις περιοχές αυτές και την αφθονία των σκουρόχρωμων ασφάλτινων επιφανειών που αυξάνουν την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας. Κατά τον Kumar (2024) οι φυτεύσεις των αστικών πράσινων υποδομών παρέχουν σκιά και απελευθερώνουν υγρασία μέσω της διαπνοής, μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία των αστικών κέντρων.

Προσθετικά υποδομές όπως οι πράσινες ταράτσες και οι ψυχρές ταράτσες αντανακλούν το ηλιακό φως και παρέχουν μόνωση, μειώνοντας την απορρόφηση θερμότητας από τα κτίρια (Kumar, 2024). Αναφέρεται από το Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (TIESS) ότι η εσωτερική θερμοκρασία των κτιρίων μειώνεται από 15% έως 50%, με τη φύτευση φυλλοβόλων δέντρων σε ταράτσες, κήπους, πεζοδρόμια κ.λπ. (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Γενικά οι αστικές πράσινες υποδομές συμβάλλουν στη διαμόρφωση δροσερότερων αστικών περιβαλλόντων.

- Διατήρηση και ενίσχυση της βιοποικιλότητας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην *υποενότητα 2.3.2* η αστικοποίηση αποτελεί μια από τις βασικές απειλές των οικοσυστημικών υπηρεσιών, καθώς υπονομεύει σε μεγάλο βαθμό τη βιοποικιλότητα. Ένα από τα πλεονεκτήματα των αστικών πράσινων υποδομών είναι ότι δύνανται όχι μόνο να υποστηρίξουν την βιοποικιλότητα αλλά και να μετριάσουν τις επιπτώσεις της αστικοποίησης σε αυτήν.

Σύμφωνα με τους Filazzola et al. (2019) οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να υποστηρίξουν την αστική βιοποικιλότητα παρέχοντας καταλληλότερους βιότοπους για τα είδη σε σχέση με τις συμβατικές, αδιαπέραστες γκρίζες υποδομές. Στην ίδια κατεύθυνση, ο Kumar (2024) υπογραμμίζει πως οι αστικές πράσινες υποδομές συντελούν βιότοπους για πληθώρα φυτικών και ζωικών ειδών, προωθώντας τη βιοποικιλότητα στις αστικές περιοχές. Τα αστικά πάρκα, οι πράσινες στέγες και οι κοινοτικοί κήποι, αποτελούν κάποιες από τις αστικές πράσινες υποδομές, που παρέχουν καταφύγιο στην άγρια ζωή και υποστηρίζουν τα διάφορα οικολογικά δίκτυα (Kumar, 2024).

Οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να παρέχουν ενδιατήματα για διάφορα είδη με πολλούς τρόπους, όπως η παροχή υποστρώματος για φυτά και μύκητες (Filazzola et al., 2019; Fulthorpe et al., 2018; Thuring & Dunnett, 2014), η παροχή υδάτινων πόρων για υδρόβια ζώα

(Filazzola et al., 2019; Lewis et al., 2010), δρώντας ως καταφύγιο λόγω της μειωμένης εφαρμογής φυτοφαρμάκων (Filazzola et al., 2019; Lepczyk et al., 2017) και παρέχοντας τροφικούς πόρους, όπως λουλούδια για επικονιαστές (Filazzola et al., 2019; MacIvor et al., 2015) ή αποσυντιθέμενη βλάστηση για αποπαρασιτικά έντομα (Filazzola et al., 2019; Starry et al., 2018). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η υποστήριξη των πληθυσμών των επικονιαστών ενισχύει την αστική βιοποικιλότητα και συμβάλλει στην επισιτιστική ασφάλεια (Kumar, 2024).

Καταληκτικά πρέπει να τονιστεί πως καθώς τα αστικά περιβάλλοντα συνεχίζουν να επεκτείνονται, καθίσταται όλο και πιο σημαντικό οι προσπάθειες για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας να περιλαμβάνουν τη συνύπαρξη των αστικών οικοτόπων, που εξυπηρετούν τον άνθρωπο, με τα φυσικά συστήματα (Filazzola et al., 2019; Lin and Fuller, 2013). Το παραπάνω ζητούμενο ικανοποιείται εξ ορισμού από τις αστικές πράσινες υποδομές.

- Καταπολέμηση της ηχορύπανσης

Κατά τους Yfantidou & Anthopoulos (2017) η φύτευση δέντρων κατά μήκος των δρόμων μειώνει το αυξημένο επίπεδο θορύβου που προκαλείται από την κυκλοφορία κατά 20-25 dB. Τονίζουν μάλιστα έρευνες που έχουν δείξει ότι η μείωση αυτή είναι ανάλογη της πυκνότητας φύτευσης. Μελέτες της έντασης του θορύβου σε τρεις διαφορετικές συνοικίες μιας πόλης με διαφορετικές δομές και μεθόδους για την επίτευξη της μείωσης του θορύβου, χρησιμοποιώντας φυτικές «ασπίδες» με διακριτές διατάξεις, έδειξαν ότι η φύτευση δέντρων σε μια γειτονιά μειώνει το θόρυβο κατά 4-6 φορές (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Επιπλέον η έρευνα κατέδειξε ότι ο θόρυβος της κυκλοφορίας μειώνεται όταν τα ακουστικά κύματα φιλτράρονται από ζώνες πρασίνου, η ύπαρξη θάμνων μεταξύ ψηλών δέντρων με πλατιά φύλλα οδηγεί σε καλύτερα αποτελέσματα και η «τυχαία» κατανομή/τοποθέτηση των δέντρων έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη μείωση του θορύβου.

- Οικοδόμηση της κλιματικής ανθεκτικότητας

Οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν κρίσιμο εργαλείο για την ενίσχυση της κλιματικής ανθεκτικότητας των πόλεων. Αρχικά συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα μέσω της απορρόφησης ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων, ενώ παράλληλα δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα, μειώνοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Kumar, 2024; United Nations Environment Programme, 2023). Επιπλέον, τα στοιχεία πρασίνου παράγουν οξυγόνο και δημιουργούν δροσερότερα μικροκλίματα μειώνοντας το φαινόμενο της αστικής

θερμικής νησίδας, ενώ βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας με τη σκίαση κτιρίων (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Ταυτόχρονα, οι αστικές πράσινες υποδομές βελτιώνουν τη διαχείριση των υδάτων μέσω της αύξησης της διαπερατότητας και της μείωσης των πλημμυρών, προστατεύοντας ταυτόχρονα το έδαφος από ρύπανση και ενισχύοντας τη βιοποικιλότητα παρέχοντας καταφύγια και τροφικούς πόρους για πλήθος ειδών (Kumar, 2024; Filazzola et al., 2019). Επιπλέον, οι πράσινες ζώνες μειώνουν σημαντικά την ηχορύπανση (Yfantidou & Anthopoulos, 2017).

Συνολικά, η ενσωμάτωση των αστικών πράσινων υποδομών στις πόλεις λειτουργεί πολλαπλά ως φυσικό εργαλείο προστασίας του περιβάλλοντος και βελτίωσης της ποιότητας ζωής, καθιστώντας τις πιο ανθεκτικές απέναντι στις κλιματικές και περιβαλλοντικές προκλήσεις (United Nations Environment Programme, 2023; Kumar, 2024).

4.3.2 Κοινωνικά Οφέλη

- Αισθητική Αξία

Η ύπαρξη των πράσινων υποδομών στα αστικά κέντρα μπορεί να αναδιαμορφώσει την εικόνα τους και να προσφέρει μια «όαση» πρασίνου και φύσης μέσα στον πυκνό αστικό πυρήνα.

Κατά μήκος δικτύων υποδομής, όπως οι σιδηροδρομικές γραμμές, μπορούν να παρέχουν ένα φυσικό σκίαστρο γύρω από τις δομημένες υποδομές, το οποίο παρέχει αισθητική αξία (United Nations Environment Programme, 2023; et al. 2022, Anderson et al. 2022). Οι πράσινες στέγες και οι τοίχοι μπορούν να προστατεύσουν τις υποδομές στις πόλεις από τις πλημμύρες και τη θερμότητα, ενώ παράλληλα παρέχουν αισθητικά οφέλη στους κατοίκους της περιοχής (Choi et al. 2021). Αυτό μπορεί να καταστήσει τις περιοχές πιο ελκυστικές για τους κατοίκους (Παγκόσμια Τράπεζα 2021) και να αυξήσει την αποδοχή των υποδομών από το κοινό (Anderson et al. 2022- Browder et al. 2019).

- Ψυχική και σωματική υγεία

Ένα από τα θεμελιώδη κοινωνικά οφέλη των αστικών πράσινων υποδομών είναι η δυνατότητα της ανάπτυξης κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Οι χώροι πρασίνου, όπως τα πάρκα, τα αστικά δάση, οι πράσινες ταράτσες κ.α. λειτουργούν ως σημεία συνάντησης, όπου οι άνθρωποι επικοινωνούν, συγκροτούν ομάδες (π.χ. ομάδες περιπάτων), ανταλλάσσουν ιδέες και εμπειρίες, συμβάλλοντας στην ενδυνάμωση των κοινωνικών δεσμών. Έτσι οι αστικές πράσινες

υποδομές συνεισφέρουν στην κάλυψη της ανάγκης κοινωνικοποίησης του ατόμου και συμβάλλουν στην καταπολέμηση του κοινωνικού αποκλεισμού και απομόνωσης. Ουσιαστικά κατ' αυτόν τον τρόπο οι πράσινες υποδομές προάγουν τη βελτιστοποίηση και τη διατήρηση της καλής ψυχικής υγείας των ανθρώπων. Επιπλέον ένας ακόμη τρόπος συμβολής του αστικού πρασίνου στην ψυχική ευημερία των κατοίκων ενός αστικού κέντρου είναι μέσω της μείωσης και της καταπολέμησης του άγχους. Τα επίπεδα του άγχους και των παρεμφερών διαταραχών στα σύγχρονα αστικά κέντρα είναι πρωτοφανή, ενώ μάλιστα από τις αρχές της χιλιετίας γίνονται αναφορές που αναγνωρίζουν το άγχος ως σοβαρό παράγοντα θνησιμότητας για τους ανθρώπους που ζουν στις σύγχρονες βιομηχανικές κοινωνίες (Rainford et al., 2000). Υπάρχουν πολλές έρευνες που τεκμηριώνουν ότι η φύση και η επαφή με το «πράσινο» παρέχουν ένα περιβάλλον ηρεμίας ιδανικό για χαλάρωση, αποκατάσταση του άγχους και άμβλυνση της κατάθλιψης. Οι πράσινοι χώροι στη σημερινή εποχή στα μεγάλα αστικά κέντρα έχουν ως πρωταρχικό στόχο να προσφέρουν μια διαφυγή από το στρεσογόνο, αφύσικο και πυκνοδομημένο περιβάλλον σε μια περιοχή με διαφορετικά χρώματα, σχήματα, ήχους και αισθητική, με καθαρότερο αέρα και ηπιότερους θορύβους. Συμπληρωματικά υπάρχουν και συγκεκριμένες περιπτώσεις αστικού πρασίνου, όπως τα μισθωμένα αγροτεμάχια, οι κοινοτικοί κήποι ή οι αστικοί μπαχτσέδες, όπου τα άτομα ικανοποιούν και το αίσθημα της δημιουργίας μέσω δραστηριοτήτων όπως η κηπουρική.

Οι αστικές πράσινες υποδομές συμβάλλουν αποδεδειγμένα στην πρόληψη προβλημάτων σωματικής υγείας, μεταξύ άλλων των καρδιακών παλμών και της αρτηριακής πίεσης, της παχυσαρκίας, του διαβήτη τύπου 2, των καρδιαγγειακών παθήσεων και της βελτίωσης της ανοσολογικής απόκρισης (United Nations Environment Programme, 2023; World Bank, 2021). Γενικότερα τα πάρκα, τα πράσινα μονοπάτια στην πόλη και άλλοι χώροι πρασίνου επιτρέπουν έναν δραστήριο τρόπο ζωής (Yfantidou & Anthopoulos, 2017; Frank & Engelke 2001- Maller et al.2006- Coen & Ross 2006- Reynolds et. al. 2007) που προλαμβάνει ζητήματα σωματικής υγείας. Μάλιστα υπάρχουν έρευνες που επισημαίνουν ότι η άσκηση στη φύση έχει θετικότερα αποτελέσματα σε σχέση με την άσκηση σε ένα συμβατικό αστικό τοπίο. Ενδεικτικά η Pretty (2004) δείχνει ότι η άσκηση σε ένα ευχάριστο φυσικό περιβάλλον έχει καλύτερα αποτελέσματα στην αρτηριακή πίεση του ατόμου σε σύγκριση με την άσκηση σε ένα τεχνητό τοπίο, που χαρακτηρίζεται από την απουσία βλάστησης.

Μια ακόμη πτυχή των πλεονεκτημάτων στον τομέα της υγείας αφορά το συμπληρωματικό ρόλο των παροχών των αστικών πράσινων υποδομών στις υπηρεσίες της γκρι

υποδομής στον τομέα της υγείας. Για παράδειγμα, οι θεραπευτικοί κήποι μπορούν να επιταχύνουν τον χρόνο ανάρρωσης και να μειώσουν τη διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο (United Nations Environment Programme, 2023; Viray 2018- Newman 2018- Raanaas et al. 2011- Ulrich et al. 1984), να οδηγήσουν σε μείωση του άγχους στις αίθουσες αναμονής των νοσοκομείων (United Nations Environment Programme, 2023; Beukeboom et al. 2012) και να παρέχουν αναζωογονητικές ιδιότητες στους χώρους διαλειμμάτων των νοσοκομείων (United Nations Environment Programme, 2023; Nejati et al. 2016). Ακόμη οι πράσινες υποδομές δύνανται να αποτελέσουν εξαιρετικούς χώρους μετεγχειρητικής αποκατάστασης των ασθενών.

- Κοινωνική συνοχή και σύσφιξη των κοινοτήτων

Η εμπλοκή των τοπικών κοινοτήτων σε όλο τον κύκλο ζωής των «έργων» πράσινων υποδομών, μέσω του σχεδιασμού, της υλοποίησης και της συντήρησης τους, μπορεί να αυξήσει τη συνοχή της κοινότητας (United Nations Environment Programme, 2023; World Bank, 2021). Οι χώροι πρασίνου μπορούν επίσης να βελτιώσουν την κοινωνική συνοχή μέσω της παροχής χώρων για κοινωνικές συγκεντρώσεις. Αυτό μπορεί να αυξήσει την ικανότητα των κατοίκων να αλληλεπιδρούν θετικά και να ενισχύσει την αίσθηση της κοινότητας (United Nations Environment Programme, 2023; Cohen et al. 2008- Kim and Kaplan 2004). Ουσιαστικά η κοινωνικοποίηση και η κοινωνική σύσφιξη ενισχύουν το συναίσθημα της αλληλεγγύης και προωθούν την πνευματική καλλιέργεια με την ανάπτυξη των προσωπικών και κοινωνικών αξιών. Παράλληλα δημιουργείται συμπαγής κοινωνικός ιστός που επιτρέπει την προστασία της γειτονιάς και την ανάπτυξη αισθήματος ασφάλειας και κατ' επέκταση τη μείωση των περιστατικών παραβατικότητας. Καταληκτικά αναπτύσσεται η αλληλοβοήθεια και η υποστήριξη μεταξύ των κατοίκων με αποτέλεσμα την πιο καλύτερη αντιμετώπιση έκτακτων συμβάντων και κινδύνων (π.χ. πυρκαγιά).

- Ψυχαγωγία και αναψυχή

Ένα ακόμη σημαντικό όφελος για το κοινωνικό σύνολο είναι η δυνατότητα ψυχαγωγίας και αναψυχής που προσφέρουν οι χώροι πρασίνου. Η ανάγκη του ανθρώπου για χαλάρωση, διασκέδαση, κοινωνική αλληλεπίδραση και παιχνίδι μπορεί να ικανοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό μέσα σε τέτοιους χώρους. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Μεξικό αναφέρει ότι το πάρκο Chapultepec στην Πόλη του Μεξικού προσελκύει έως και τρία εκατομμύρια

επισκέπτες εβδομαδιαίως, οι οποίοι απολαμβάνουν ποικίλες δραστηριότητες (Sadeghian and Vardanyan, 2013)

Τα πάρκα και οι πλατείες αποτελούν ιδανικούς χώρους για τη διεξαγωγή πολιτιστικών, αθλητικών και ψυχαγωγικών δράσεων, ενισχύοντας την κοινωνική ζωή και τη σύνδεση των πολιτών με το φυσικό περιβάλλον. Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί ότι όλες οι κοινωνικές εκδηλώσεις σε χώρους αστικού πρασίνου πρέπει να γίνονται πάντα με σεβασμό προς το χώρο και τη βιοποικιλότητα του. Έτσι προτείνεται από τους Kumar et al. (2024) οι προσβάσιμοι δημόσιοι χώροι πρασίνου με μικρή λειτουργική ένταση να προωθούν τις κοινωνικές δραστηριότητες, αυξάνοντας έτσι την κοινωνική συνοχή, ενώ οι λιγότερο διαχειριζόμενοι χώροι πρασίνου μπορεί να επιτρέπουν μεγαλύτερη βιοποικιλότητα και παρατήρηση ζώων, οδηγώντας σε καλύτερη γνώση των βιολογικών διαδικασιών, όπως η ανάπτυξη των φυτών.

Στη συνέχεια αξίζει να αναφερθεί ότι οι ίδιοι χώροι πρασίνου μπορούν να είναι πηγές ψυχαγωγίας, χωρίς τη διοργάνωση επιπρόσθετων δραστηριοτήτων ή γεγονότων. Ειδικότερα πέρα από τα στοιχεία των γκρι υποδομών, όπως τα μουσεία και οι γκαλερί τέχνης, ο τομέας του πολιτισμού και της αναψυχής περιλαμβάνει τα καταφύγια, τα αστικά πάρκα, τους βοτανικούς κήπους, τα μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς (συμπεριλαμβανομένης της φυσικής κληρονομιάς) και τις παραλίες κολύμβησης (United Nations Environment Programme, 2023; OHE, 2008). Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη των αστικών πράσινων υποδομών μπορεί να προσφέρει άμεσα ψυχαγωγικές πολιτιστικές υπηρεσίες.

- Ισότητα και ποιοτική εκπαίδευση και περιβαλλοντική παιδεία

Οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να παρέχουν διάφορες υπηρεσίες που ενισχύουν τα θετικά εκπαιδευτικά αποτελέσματα, όπως η ανάπτυξη της δημιουργικότητας, η αύξηση της προσοχής, η αύξηση της γνωστικής λειτουργίας και η γνωστική ανάπτυξη (United Nations Environment Programme, 2023; Stenfors 2019- Bratman 2015). Μελέτες αναφέρουν ότι οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να οδηγήσουν σε βελτιωμένη πρόοδο στη μνήμη εργασίας και σε μειωμένη απροσεξία (United Nations Environment Programme, 2023; Dadvand et al. 2015). Για παράδειγμα, στην Ολλανδία τα παιδιά σε τάξεις με πράσινους τοίχους σημείωσαν καλύτερη βαθμολογία σε ένα τεστ επιλεκτικής προσοχής από ό,τι τα παιδιά σε τάξεις χωρίς πράσινους τοίχους (United Nations Environment Programme, 2023; Van de Berg et al. 2016). Η ενασχόληση με χώρους πρασίνου συνδέεται με τη βελτίωση της ανάπτυξης της

συμπεριφοράς, τη μείωση των συναισθηματικών συμπτωμάτων και των προβλημάτων στις σχέσεις με τους συνομηλίκους και τη μείωση του ποσοστού της Διαταραχής Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) στα παιδιά (United Nations Environment Programme, 2023; Amoly et al. 2014). Οι εκπαιδευτικοί κήποι μπορούν να παρέχουν ευκαιρίες σε μαθητές με αναπηρία και ειδικές ανάγκες έτσι ώστε να συνδεθούν με τη φύση μέσω αισθητηριακών ερεθισμάτων και να λάβουν διαδραστική μάθηση (United Nations Environment Programme, 2023; Hussein 2010- Hussein 2012). Οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν επίσης να διευκολύνουν την εκπαίδευση των μαθητών σχετικά με τη φύση και το περιβάλλον, να αυξήσουν τις συνδέσεις με τη φύση και να ενισχύσουν τις φιλοπεριβαλλοντικές συμπεριφορές, γεγονός που έχει μεγάλη σημασία δεδομένης της σημερινής κρίσης του κλίματος και της βιοποικιλότητας (United Nations Environment Programme, 2023; Kuo et al. 2019).

- **Επισιτιστική Ασφάλεια**

Σε πολλές περιπτώσεις, οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να υποστηρίξουν την παροχή διατροφικών πόρων στις τοπικές κοινότητες. Παραδείγματος χάριν η αποκατάσταση και η βελτιωμένη διαχείριση των αστικών και περιαστικών δασών μπορεί να διαδραματίσει βασικό ρόλο στην παροχή φυσικών διατροφικών πόρων, όπως φρούτα, μανιτάρια και ζώα (United Nations Environment Programme, 2023; World Bank 2021, IPCC 2019). Αναφέρεται ότι το κρέας και τα ψάρια του γλυκού νερού που συλλέγονται στη φύση παρέχουν μεταξύ 30% και 80% της πρόσληψης πρωτεϊνών για πολλές αγροτικές κοινότητες (United Nations Environment Programme, 2023; IPCC 2019).

Συν τοις άλλοις οι πράσινες ταράτσες μπορούν να υποστηρίξουν την παροχή τροφίμων, τα οποία μπορούν να προσφέρουν και δευτερεύοντα οφέλη μέσω της ενίσχυσης των μικρών γεωργικών επιχειρήσεων και της μείωσης της απόστασης που πρέπει να διανύσουν τα τρόφιμα από τους παραγωγούς στους καταναλωτές (United Nations Environment Programme, 2023; Παγκόσμια Τράπεζα, 2021). Έτσι τα εγχειρήματα αυτά αναδεικνύουν και το κενό ανάμεσα στην παραγωγή και την κατανάλωση τροφής. Μέσω της ανάπτυξης των αστικών πράσινων υποδομών, οι επαγγελματίες που ειδικεύονται σε θέματα των υποδομών δύνανται να συμβάλουν στη διατήρηση της ποικιλίας των επικονιαστών, η οποία με τη σειρά της μπορεί να διασφαλίσει την επικονίαση των καλλιεργειών, από την οποία εξαρτάται το 35% της

παγκόσμιας παραγωγής τροφίμων (United Nations Environment Programme, 2023; Blicharska et al. 2016, Karpos et al. 2021- Παγκόσμια Τράπεζα 2021).

Λόγω του σημαντικού ρόλου που διαδραματίζουν στην παραγωγή τροφίμων σε αναπτυσσόμενες οικονομίες, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι εισροές και οι γνώσεις των γυναικών όταν εξετάζονται οι επιπτώσεις των αστικών πράσινων υποδομών στην τοπική παραγωγή τροφίμων.

Οι αστικές πράσινες υποδομές δύνανται να παρέχουν τρόφιμα και άλλους φυσικούς πόρους που μπορούν να λειτουργήσουν ως δίκτυ ασφαλείας σίτισης για τις κοινότητες ενόψει της αυξημένης κλιματικής μεταβλητότητας (United Nations Environment Programme, 2023; Blicharska et al. 2016), και κατά τη διάρκεια περιόδων επισιτιστικής ανασφάλειας (United Nations Environment Programme, 2023; IPCC 2019).

- Κοινωνική Ανθεκτικότητα

Υποστηρίζοντας την παροχή βασικών υπηρεσιών, όπως η ενέργεια, το νερό, η εκπαίδευση, η υγεία και η ευημερία, και δημιουργώντας πολλαπλά συνεπακόλουθα οφέλη, οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να προσφέρουν επιπρόσθετα οφέλη που δύνανται να ενισχύσουν την κοινωνική ανθεκτικότητα. Τα οφέλη των αστικών πράσινων υποδομών για την κοινωνική ανθεκτικότητα είναι ιδιαίτερα σημαντικά στον παγκόσμιο Νότο, όπου η εξάρτηση από τους τοπικούς φυσικούς πόρους για τρόφιμα και εισόδημα είναι μεγάλη, καθώς και για τις γυναίκες και τα ευάλωτα τμήματα του πληθυσμού (United Nations Environment Programme, 2023)

4.3.3 Οικονομικά Οφέλη

- Οικονομική Ανθεκτικότητα

Οι αστικές πράσινες υποδομές προωθούν την οικονομική ανθεκτικότητα καθώς συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση κόστους δικτύων υποδομών που αφορούν στην αντιμετώπιση και το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με έρευνα που διεξήχθη στο Σικάγο το 1991, ο έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ένα αστικό δάσος 2.100 εκταρίων, ισοδυναμούσε με την εφαρμογή τεχνικών μέτρων για τον περιορισμό της ρύπανσης, με κόστος 136 δολάρια ανά (Yfantidou & Anthopoulos, 2017; McPherson, 1991). Σε μια άλλη μελέτη, εκτιμήθηκε ότι η μείωση των ρύπων από τα αστικά δάση παρείχε σημαντικά οφέλη, τα οποία κυμαίνονταν από 8 εκατομμύρια δολάρια στο

Μιλγουόκι έως 30 εκατομμύρια δολάρια στο Όστιν, σε ετήσια βάση (Yfantidou & Anthopoulos 2017; American Forests 1997). Επιπλέον σε μελέτη που διεξήχθη στις ΗΠΑ, υπολογίστηκε ότι η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, λόγω των δασών, συμβάλλει σε εθνικό επίπεδο στην εξοικονόμηση 400 δισεκατομμυρίων δολαρίων (Yfantidou & Anthopoulos, 2017; American Forests 1997). Οι Yfantidou & Anthopoulos (2017) έδειξαν επίσης ότι χωρίς την ύπαρξη δέντρων στις πόλεις, θα ήταν απαραίτητη η αύξηση των αποχετεύσεων και των καναλιών αποστράγγισης (απορροής) για να συγκρατηθεί το ορμητικό νερό (των καταιγίδων κλπ), με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους παραγωγής και την επέκταση των έργων αποχέτευσης.

Επιπλέον οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να δημιουργήσουν και με έμμεσο τρόπο οικονομικά οφέλη. Επεξηγηματικά, όπως έχει ήδη αναφερθεί οι αστικές πράσινες υποδομές ενισχύουν την κλιματική ανθεκτικότητα των αστικών κέντρων, καθιστώντας τα πιο ανθεκτικά σε περιβαλλοντικές καταστροφές. Κατά συνέπεια όσο περισσότερο περιορίζονται/αποφεύγονται οι ζημιές οφειλόμενες σε καταστροφές τόσο μειώνεται/περιορίζεται και το κόστος που σχετίζεται με την αποκατάστασή τους. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι τα μαγκρόβια έλη και οι ύφαλοι στις Φιλιππίνες αποτρέπουν ετήσιες απώλειες από καταστροφές ύψους άνω του 1 δισεκατομμυρίου δολαρίων ΗΠΑ (United Nations Environment Programme, 2023; Hallegatte et al. 2019). Το αεροδρόμιο O'Hare του Σικάγο δημιούργησε περισσότερα από 338.000 ft² πράσινων στεγών σε 12 κτίρια του αεροδρομίου - αυτά είναι σε θέση να συγκρατούν έως και το 90% των κατακρημνισμάτων (2 εκατομμύρια γαλόνια όμβριων υδάτων ετησίως), τα οποία συμβάλλουν στον διπλασιασμό της διάρκειας ζωής των στεγών και εξοικονομούν στο αεροδρόμιο 1.5 εκατ. δολάρια ΗΠΑ σε δαπάνες επαναστέγασης (AT 2016). Τα μαγκρόβια έλη κοστίζουν περίπου 1 εκατομμύριο δολάρια ΗΠΑ ετησίως, αλλά εκτιμάται ότι εξοικονομούν 7 εκατ. δολάρια ΗΠΑ από την ετήσια συντήρηση των αναχωμάτων (United Nations Environment Programme, 2023; UNEP 2014).

- Ενίσχυση της τοπικής οικονομίας

Τουρισμός

Τα οφέλη που μπορούν να προσφέρουν οι αστικές πράσινες υποδομές από άποψη αισθητικής αξίας, βιοποικιλότητας και αναψυχής δύνανται να οδηγήσουν σε οικονομικά οφέλη μέσω του τουρισμού. Ενδεικτικά, σύμφωνα με την World Bank (2021) ενώ τα αστικά δέντρα μπορούν να προσφέρουν οφέλη στους δρόμους λειτουργώντας ως ρυθμιστικό στοιχείο μεταξύ

οχημάτων και πεζών, εκείνα που ανθίζουν εποχιακά μπορούν επίσης να προσελκύσουν εποχικό τουρισμό, όπως αποδεικνύεται στην περίπτωση των ιαπωνικών ανθισμένων κερασιών. Επιπλέον οι κοραλλιογενείς ύφαλοι μπορούν να προστατεύσουν τις υποδομές από παράκτιους κινδύνους και ταυτόχρονα να αυξήσουν τον αριθμό των τουριστών που ταξιδεύουν σε χώρες για καταδύσεις (United Nations Environment Programme, 2023; Spalding et al. 2017). Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί η εκτίμηση του United Nations Environment Programme (2023) όπως αναφέρεται στο Spalding et al. (2017) ότι οι κοραλλιογενείς ύφαλοι παρέχουν οικονομική αξία 36 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ ετησίως μέσω υπηρεσιών στον τουρισμό. Τα μαγκρόβια δάση μπορούν να αποτρέψουν την παράκτια διάβρωση και ταυτόχρονα να αυξήσουν τις ευκαιρίες για οικοτουρισμό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα μαγκρόβια έλη/δάση στην Κένυα, τα οποία βρίσκονται κυρίως στη χώρα Lamu και στο Δέλτα του ποταμού Tana, και τα οποία παρέχουν οικοτουριστικά οφέλη, ενώ παράλληλα υποστηρίζουν τη μελισσοκομία, τις υδατοκαλλιέργειες και την αλιεία (United Nations Environment Programme, 2023; Opperman et al. 2021). Αναφέρεται ότι οι χώρες που περιλαμβάνουν περιοχές-επίκεντρα της βιοποικιλότητας έχουν υψηλότερη ετήσια αύξηση των τουριστικών επενδύσεων σε σχέση με άλλες χώρες (Blicharska et al. 2016).

Επιπλέον στην περίπτωση κατά την οποία οι αστικές πράσινες υποδομές βρίσκονται κοντά σε σημαντικά μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς, μπορούν να συμπεριληφθούν στην τουριστική προσφορά της πόλης, να αποτελέσουν μέρος των διαδρομών των επισκεπτών ή να ενσωματωθούν στο λανσάρισμα της πόλης προσθέτοντας έτσι αξία στον αστικό τουρισμό (Climate-ADAPT, 2025; Terkenly et al., 2020)

Τοπικές επιχειρήσεις, επενδύσεις και δαπάνες

Η ανάπτυξη των αστικών πράσινων υποδομών μπορεί να προσελκύσει επιχειρήσεις σε μια περιοχή και να αποτελέσει πρόσφορο έδαφος για αυξημένες επενδύσεις. Για παράδειγμα, στη Φινλανδία, έχει διαπιστωθεί ότι τα φυσικά οικοσυστήματα βελτιώνουν το τοπικό περιβάλλον, αυξάνουν την απόλαυση μιας περιοχής από τους ανθρώπους και προσελκύουν επιχειρήσεις, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να προσελκύσουν πελάτες, εργαζόμενους και περαιτέρω υπηρεσίες (United Nations Environment Programme, 2023; Venn και Niemela 2004).

Οι πράσινες υποδομές μπορούν επίσης να οδηγήσουν σε αύξηση των δαπανών στις τοπικές επιχειρήσεις. Έχει αποδειχθεί ότι η ανάπτυξη των αστικών πράσινων υποδομών γύρω

από τα καταστήματα λιανικής πώλησης ενισχύει την επισκεψιμότητα και αυξάνει τις πωλήσεις. Για παράδειγμα, ο Wolf (2003) διαπίστωσε ότι τα αστικά δάση αυξάνουν την προθυμία πληρωμής κατά 10% σε επιχειρηματικές περιοχές στο κέντρο των πόλεων των ΗΠΑ (United Nations Environment Programme, 2023). Επιπλέον ο Wolf (2005) ανέφερε ότι τα δέντρα συμβάλλουν στη διαμόρφωση θετικότερων εμπειριών των καταναλωτών σε κεντρικές επιχειρηματικές περιοχές και οι επισκέπτες είναι πρόθυμοι να δαπανήσουν 9-12% περισσότερο για αγαθά και υπηρεσίες, με μεγαλύτερες αυξήσεις στις δαπάνες που προκύπτουν από την υψηλότερης ποιότητας κάλυψη του θόλου των δέντρων (United Nations Environment Programme, 2023). Ακόμη τα αστικά δέντρα εκατέρωθεν των οδικών δικτύων δύνανται ταυτόχρονα να προστατεύσουν τους δρόμους από τις επιπτώσεις της ζέστης και να οδηγήσουν σε αυξημένες δαπάνες σε τοπικά εστιατόρια και καφετέριες, αυξάνοντας την πελατεία των εστιατορίων κατά 30% τις καθημερινές και κατά 50% τα Σαββατοκύριακα (United Nations Environment Programme, 2023; Treeconomics και Green Blue Urban 2018). Οι Han και Hyun (2018) διαπίστωσαν ότι οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να επηρεάσουν τους πελάτες, συμπεριλαμβανομένης της συμπεριφοράς προσέγγισης ή αποφυγής και της αφοσίωσής τους. Σε μια εποχή που πολλά καταστήματα σε κεντρικά σημεία των πόλεων κλείνουν, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων έχουν την ευκαιρία να ενσωματώσουν το αστικό πράσινο στις περιοχές λιανικού εμπορίου ως μέρος των στρατηγικών και για τη στήριξη της τοπικής οικονομικής ανάπτυξης.

Παροχή Εμπορεύσιμων Πόρων

Οι αστικές πράσινες υποδομές μέσω των οικοσυστημικών υπηρεσιών μπορούν να υποστηρίξουν την παραγωγή εμπορεύσιμων φυσικών πόρων, όπως ψάρια, καλλιέργειες και ξυλεία, παρέχοντας έτσι οικονομικά οφέλη στους κατοίκους της τοπικής κοινότητας στην οποία παράγονται και έχουν ευρύτερα οικονομικά οφέλη μέσω των αλυσίδων παραγωγής (Kapos et al. 2019- World Bank 2021- UNEP 2014). Για παράδειγμα, οι πλημμυρικές εκτάσεις μπορούν να προστατεύσουν τα συστήματα υποδομών από τις πλημμύρες των ποταμών και ταυτόχρονα να παρέχουν κρίσιμα ενδαιτήματα αναπαραγωγής και αναπαραγωγής για τα ψάρια που καταλήγουν τελικά στην αλιεία γλυκού νερού (United Nations Environment Programme, 2023; Opperman et al. 2021). Τα παράκτια οικοσυστήματα, όπως οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, τα θαλάσσια χόρτα και τα μαγκρόβια, στηρίζουν τη θαλάσσια αλιεία. Η ανάπτυξη βοσκοτόπων κάτω από υποδομές εναέριας μεταφοράς μπορεί να ενισχύσει τη

μεταφορά ενέργειας και ταυτόχρονα να διευκολύνει την εκτροφή ζώων, τα οποία στηρίζουν εκατομμύρια ανθρώπους, συμπεριλαμβανομένων φτωχών και περιθωριοποιημένων ομάδων (United Nations Environment Programme, 2023; Chausson et al. 2020). Η χρήση των εμπορικών δέντρων ως μέρος των συστημάτων αγροδασοπονίας και των ζωνών προστασίας μπορεί να μειώσει τη διάβρωση και την καθίζηση των συστημάτων υποδομής που βασίζονται στο νερό, ενώ παράλληλα δημιουργεί πρόσθετο εισόδημα για τις τοπικές κοινότητες (United Nations Environment Programme, 2023; Browder et al. 2019).

Θέσεις εργασίας και ανθρώπινο δυναμικό

Όπως συμβαίνει και με την επέκταση των συμβατικών γκρι υποδομών έτσι και η ανάπτυξη των αστικών πράσινων υποδομών μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία θέσεων εργασίας για τις τοπικές κοινότητες καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους (United Nations Environment Programme, 2023; World Bank 2021, Karos et al. 2019). Οι άνθρωποι πόροι είναι απαραίτητοι για τον προγραμματισμό, τον σχεδιασμό, την υλοποίηση, τη συντήρηση, τη διαχείριση και την παρακολούθηση των υποδομών αστικού πρασίνου.

Επιπρόσθετα οι πράσινες υποδομές μέσω της απασχόλησης τοπικού εργατικού δυναμικού και τοπικών επιχειρήσεων στις συμβάσεις τους δημιουργούν έναν κύκλο εσωτερικής οικονομικής ροής, ωφελώντας την τοπική κοινότητα. Για παράδειγμα, η συμμετοχή τοπικών πολύ μικρών, μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων (ΜΜΕ) μπορεί να ενισχύσει τα οικονομικά οφέλη στις τοπικές κοινότητες και να τους δώσει τη δυνατότητα να προστατεύουν και να διαχειρίζονται τις αστικές πράσινες υποδομές.

Οι υπηρεσίες που μπορούν να προσφέρουν οι πράσινες υποδομές στο εργατικό δυναμικό δύνανται να παρέχουν οικονομικά οφέλη στους τομείς των υποδομών. Για παράδειγμα, ο Elzeyadi (2011) διαπίστωσε ότι οι εργαζόμενοι που είχαν θέα σε δέντρα και φυσικά τοπία έπαιρναν κατά μέσο όρο 16% λιγότερες αναρρωτικές άδειες ανά έτος, σε σύγκριση με εκείνους που δεν είχαν θέα στη φύση, οδηγώντας σε εξοικονόμηση κόστους άνω των 2.000 δολαρίων ΗΠΑ ανά εργαζόμενο (United Nations Environment Programme, 2023). Εξίσου, οι αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της παραγωγικότητας του εργατικού δυναμικού (Sturm and Cohen 2014), η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικά οφέλη για τον τομέα (United Nations Environment Programme, 2023).

Επιπλέον οι αστικές πράσινες υποδομές συμβαδίζουν με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως θα αναλυθεί σε επόμενο κεφάλαιο, δύνανται να μειώσουν τις ανισότητες στον εργασιακό χώρο. Πιο συγκεκριμένα οι πολιτικές για την προώθηση της συμμετοχής των γυναικών σε θέσεις εργασίας που σχετίζονται με τις αστικές πράσινες υποδομές μπορούν να συμβάλουν στην προώθηση της ισότητας των φύλων στο εργατικό δυναμικό.

Αυξημένες αξίες ακινήτων

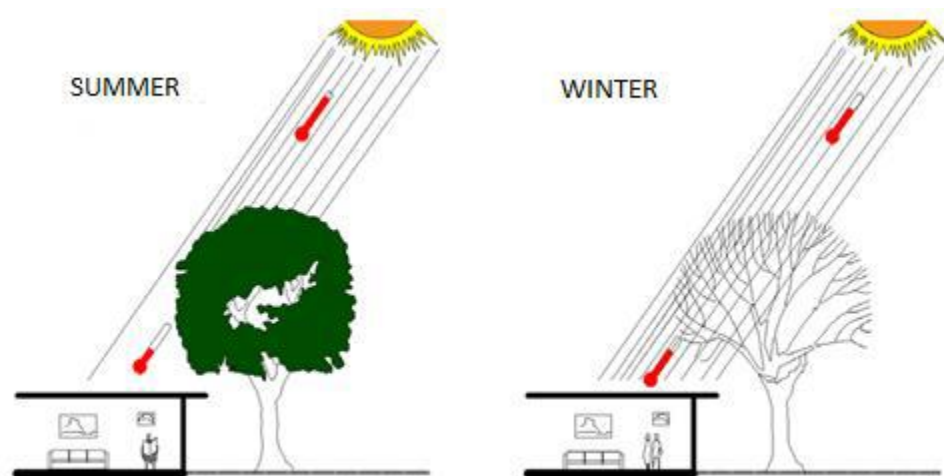
Κάποιοι τύποι αστικών πράσινων υποδομών, όπως τα αστικά πάρκα ή τα φυσικά καταφύγια, μπορούν να αυξήσουν την ελκυστικότητα μιας περιοχής, οδηγώντας έτσι σε αύξηση των τιμών των ακινήτων (United Nations Environment Programme, 2023; Ommer et al. 2022). Αναφέρεται ότι η αύξηση των τιμών των ακινήτων μπορεί να φτάσει το 5-20% (United Nations Environment Programme, 2023; Kapos et al. 2019- Bockarjova et al. 2020). Μια ακόμη μελέτη στην ολλανδική πόλη της Ουτρέχτης διαπίστωσε ότι οι τιμές των ακινήτων σε περιοχές με παρεμβάσεις στη φύση μπορεί να είναι έως και 20% υψηλότερες από τις περιοχές χωρίς παρεμβάσεις (United Nations Environment Programme, 2023; Bockarjova et al. 2020).

Μείωση του κόστους μέσω της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας

Το σύγχρονα αστικά περιβάλλοντα χαρακτηρίζονται από την αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας που αφορά στην παραγωγή τεχνητής θερμότητας και τεχνητής ψύξης. Με τη σωστή επιλογή των φυτικών ειδών και της φύτευσης, μπορούν να μεγιστοποιηθούν οι οικοσυστημικές υπηρεσίες των πράσινων υποδομών που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας (π.χ. φυσική σκίαση, ανεμοθώρακες κλπ.)

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί περίπτωση των αστικών δέντρων. Ο ορθολογικός σχεδιασμός και η σωστή τοποθέτηση δέντρων σε αστικές περιοχές είναι εξίσου αποτελεσματική μέθοδος σε σχέση με άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η μόνωση και τα διπλά τζάμια (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Τα δέντρα συμβάλλουν στη μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες προσφέρουν δροσιά, ενώ κατά τους ψυχρούς μήνες παρέχουν μια φυσική ανεμοπροστασία, με αποτέλεσμα να απαιτούνται λιγότερα καύσιμα και ηλεκτρική ενέργεια, για σκοπούς θέρμανσης και ψύξης (Yfantidou & Anthopoulos, 2017). Τουλάχιστον τρία δέντρα, σωστά τοποθετημένα γύρω από

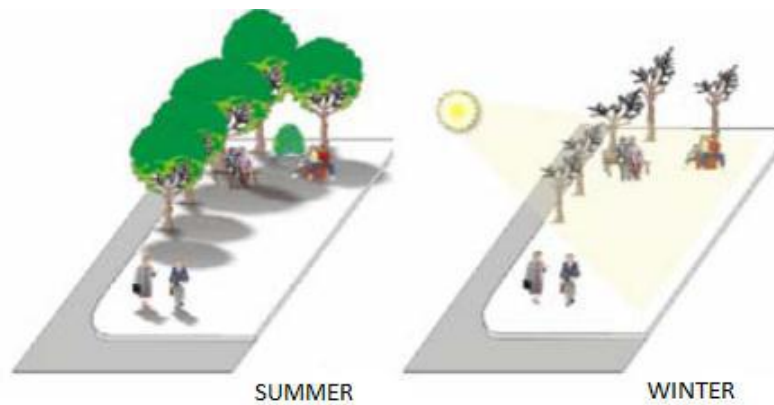
ένα σπίτι, παρέχουν σκιά και μειώνουν το κόστος κλιματισμού κατά 30% (Yfantidou & Anthopoulos, 2017).



Σχήμα 4.1: Φυλλοβόλα δέντρα το καλοκαίρι και το χειμώνα (Πηγή: Yfantidou & Anthopoulos, 2017; Koliotsas, 2008)

Αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τους Yfantidou & Anthopoulos (2017) τα δέντρα που παρέχουν σκιά δίνουν καλύτερα αποτελέσματα όταν:

- 1) είναι φυλλοβόλα, δηλαδή ρίχνουν τα φύλλα τους το χειμώνα και παρέχουν σκιά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, επιτρέποντας στο ηλιακό φως να φτάσει στο σπίτι κατά τους ψυχρούς μήνες που δεν έχουν πλέον φύλλωμα,
- 2) φυτεύονται στη νότια και δυτική πλευρά του περιβάλλοντος χώρου και
- 3) σκιάζουν σκληρές επιφάνειες όπως δρόμους, αυλές, πεζοδρόμια, πεζούλια, πεζούλες για να ελαχιστοποιηθεί η θερμική επιβάρυνση του τοπίου.



Σχήμα 4.2: Εξέταση της σκίασης και της ηλιακής ακτινοβολίας στις θέσεις φύτευσης (Πηγή: Yfantidou & Anthopoulos, 2017 ; Chrisomalidou et al.,2002)

Κεφάλαιο 5 Διασύνδεση των αστικών πράσινων υποδομών με τους στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης

5.1 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης

Η Ατζέντα 2030 για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη που εγκρίθηκε από όλα τα κράτη μέλη των Ηνωμένων Εθνών το 2015, αποτελεί ένα συνολικό παγκόσμιο σχέδιο δράσης για ένα πιο βιώσιμο μέλλον¹⁵. Η Ατζέντα 2030 αφορά και τις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας - περιβαλλοντική, κοινωνική και οικονομική- και τονίζει την ανάγκη να αντιμετωπιστούν οι διαστάσεις αυτές με ολοκληρωμένο τρόπο (Gerstetter et al.,2020). Στο επίκεντρό της βρίσκονται οι 17 Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΣΒΑ)¹⁵, όπως φαίνονται στην *Εικόνα 5.1*, οι



Εικόνα 5.1: Οι Στόχοι της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Γενική Γραμματεία Συντονισμού, 2023)

οποίοι αποτελούν επείγουσα έκκληση για ανάληψη δράσης από όλες τις χώρες - αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες - στο πλαίσιο μιας παγκόσμιας εταιρικής σχέσης. Ουσιαστικά οι στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης «κατανοούν» ότι η αντιμετώπιση των σύγχρονων κοινοοικονομικών -και

¹⁵ <https://sdgs.un.org/goals>

όχι μόνο- προκλήσεων οφείλει να συμπορεύεται με πολιτικές και μέτρα που ενισχύουν και διασφαλίζουν την ανθρώπινη ευημερία, ενώ παράλληλα συμβάλλουν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και των επιπτώσεων της¹⁵.

Η μορφοποίηση των αστικών οικοσυστημάτων με σκοπό την αύξηση της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας τους αποτελεί παγκόσμια προτεραιότητα (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021). Αυτό αντικατοπτρίζεται σε πολυάριθμες πρωτοβουλίες πολιτικής σε τοπική, περιφερειακή και εθνική κλίμακα, καθώς και διεθνώς μέσω των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ (ιδίως του SDG 11) (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021). Ουσιαστικά η αστική πράσινη υποδομή δεν είναι μόνο ένα μέσο πραγμάτωσης των SDGs, αλλά και μία έννοια βαθιά εμποτισμένη με τις θεμελιώδεις αξίες της βιώσιμης ανάπτυξης.

5.2 Διασύνδεση των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης με τις αστικές πράσινες υποδομές και τις λύσεις βασισμένες στη φύση

Σύμφωνα με τους (Gerstetter et al.,2020) οι NBSs, συμπεριλαμβανομένων των αστικών πράσινων υποδομών, μπορούν να συμβάλουν στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, επειδή συχνά αντιμετωπίζουν ταυτόχρονα στόχους δημόσιου συμφέροντος και διαστάσεις βιωσιμότητας. Αυτό καθιστά τις αστικές πράσινες υποδομές αποτελεσματικά μέσα για την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα (Gerstetter et al.,2020). Επιπλέον, με την ικανότητά τους να παρέχουν υπηρεσίες υποδομής και ταυτόχρονα να παρέχουν πληθώρα επιπρόσθετων οφελών, οι αστικές πράσινες υποδομές προσφέρουν τη δυνατότητα προόδου όσον αφορά την βιώσιμη ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή και τη βιοποικιλότητα ταυτόχρονα.

Μάλιστα οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν το μόνο τύπο υποδομών που μπορεί να συμβάλει στην αμοιβαία, συνεργατική πρόοδο όσον αφορά τη βιώσιμη ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή και τη βιοποικιλότητα (United Nations Environment Programme, 2023), όπως φαίνεται και παρακάτω στην *Εικόνα 5.2*. Επιπλέον στην ίδια εικόνα καταδεικνύεται ότι οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν το μόνο τρόπο μέσω του οποίου οι χώρες μπορούν να επιτύχουν αμοιβαία, συνεργατική πρόοδο όσον αφορά τις ατζέντες των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης , της Συμφωνίας του Παρισίου και του Παγκόσμιου Πλαισίου για την Βιοποικιλότητα (United Nations Environment Programme, 2023).



Εικόνα 5.2: Οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν το μόνο τύπο υποδομών που μπορεί να συμβάλει στην αμοιβαία, συνεργατική πρόοδο όσον αφορά τη βιώσιμη ανάπτυξη, την κλιματική αλλαγή και τη βιοποικιλότητα (Πηγή: United Nations Environment Programme, 2023, p.16)

Πίνακας 5.1: Διασύνδεση των SDGs των αστικών πράσινων υποδομών και των NBSs

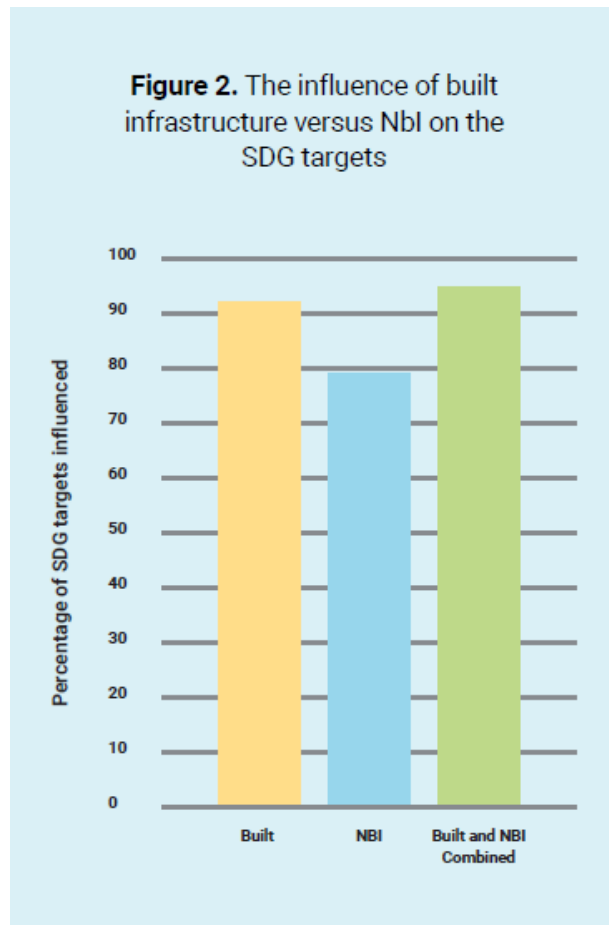
Στόχοι (SDGs)	Τίτλος SDG	Διασύνδεση με αστικές πράσινες υποδομές και NBSs
SDG 3	Καλή υγεία και ευημερία	Οι πράσινοι χώροι βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα, μειώνουν το στρες και ενισχύουν τη φυσική άσκηση (Braubach et al., 2017).
SDG 6	Καθαρό νερό και αποχέτευση	Συμπληρωματικά η βλάστηση και το έδαφος στις πράσινες υποδομές λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα, απομακρύνοντας ρύπους και ιζήματα από τα όμβρια ύδατα πριν αυτά φτάσουν στα υδάτινα σώματα (Kumar, 2024). Αυτό βελτιώνει την ποιότητα του νερού σε ποτάμια, λίμνες και υδροφόρους ορίζοντες, καταπολεμώντας έτσι τη ρύπανσή των υδάτων και ωφελώντας τα υδάτινα οικοσυστήματα (Kumar, 2024).

SDG 7	Φτηνή και καθαρή ενέργεια	Η φύτευση δέντρων και οι πράσινες κατασκευές μειώνουν τις ενεργειακές ανάγκες για ψύξη/θέρμανση (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).
SDG 9	Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομές	Οι NbSs προσφέρουν ανθεκτικές και οικονομικά αποδοτικές λύσεις υποδομής (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).
SDG 11	Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες	Αναλυτικότερα μελέτες έχουν επισημάνει τη δυνατότητα των αστικών πράσινων υποδομών να παρέχουν υπηρεσίες σχετικές με τις υποδομές και τα αποτελέσματα της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως παροχή γλυκού νερού, φιλτράρισμα της ρύπανσης, ρύθμιση των πλημμυρών, αστική ψύξη και ρύθμιση της διάβρωσης του εδάφους (π.χ. Kapos et al. 2019, Vogl et al. 2016, Guannel et al. 2016, Faivre et al. 2017; (United Nations Environment Programme, 2023).
SDG 12	Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή	Οι NbSs ενισχύουν την κυκλική οικονομία και την αποδοτική χρήση των πόρων (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).
SDG 13	Δράση για το κλίμα	Επιπλέον η βλάστηση των πράσινων υποδομών δεσμεύει τον άνθρακα και παράλληλα παράγει οξυγόνο (Yfantidou & Anthopoulos, 2017).
SDG 14	Ζωή στο νερό	Αυτό βελτιώνει την ποιότητα του νερού σε ποτάμια, λίμνες και υδροφόρους ορίζοντες, καταπολεμώντας έτσι τη ρύπανσή των υδάτων και ωφελώντας τα υδάτινα οικοσυστήματα (Kumar, 2024).
SDG 15	Ζωή στη στεριά	Η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) θεωρεί τις NBSs ως δράσεις για την προστασία, τη βιώσιμη χρήση, την αξιοποίηση και την αποκατάσταση φυσικών ή τροποποιημένων οικοσυστημάτων, οι οποίες αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά και προσαρμοστικά τις κοινωνικές προκλήσεις, παρέχοντας οφέλη για την ανθρώπινη ευημερία και τη βιοποικιλότητα (Pinto et al., 2023).

SDG 17	Συνεργασία για τους στόχους	Μεταβάλλοντας τους παραδοσιακούς τρόπους λειτουργίας, όπου οι οικολογικοί, κοινωνικοί και οικονομικοί στόχοι εξετάζονται χωριστά, η εστίαση πρέπει να μετατοπιστεί σε μια ευρύτερη αντίληψη της αστικής ανθεκτικότητας και αναγέννησης (Dumitru et al., 2020) και σε μια θεσμική κουλτούρα συνεργασίας (Frantzeskaki et al., 2019) (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2021).
--------	-----------------------------	---

5.3 Αξιολόγηση της συμβολής των πράσινων υποδομών στους SDGs

Επιπρόσθετα υπάρχουν ποικίλα στατιστικά που αναδεικνύουν τη επίδραση των αστικών πράσινων υποδομών στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης. Αν και η φύση αναφέρεται ρητά μόνο σε δύο από τους δεκαεφτά Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDG 14 - «ζωή στο νερό» και SDG 15 - «ζωή στη γη»), αναγνωρίζεται ότι προσφέρει ευρύτερες δυνατότητες επηρεασμού των SDG (United Nations Environment Programme, 2023; Blicharska et al. 2016). Σύμφωνα με την ίδια μελέτη, κατά την οποία αξιολογήθηκαν οκτώ τομείς υποδομών που οι Thacker et al. (2019) διαπίστωσαν ότι μπορούν να επηρεάσουν το 92% των στόχων των SDG (αστικές, ψηφιακές επικοινωνίες, εκπαίδευση, ενέργεια, υγεία, στερεά απόβλητα, μεταφορές και νερό) και διαπιστώνει ότι οι NBSs μπορούν να επηρεάσουν έως και το 79% των στόχων των SDG και στους 17 στόχους των, όπως φαίνεται στο *Σχήμα 5.1*,



Σχήμα 5.1: Η επιρροή των αστικών πράσινων υποδομών στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης σε σχέση με την αυτή των γκρι υποδομών σε σχέση με αυτή των υβριδικών υποδομών (πράσινες και γκρι υποδομές) (United Nations Environment Programme, 2023)

συμπεριλαμβανομένων τεσσάρων στόχων που δεν θεωρήθηκε ότι επηρεάζονται από τις δομημένες υποδομές όπως φαίνεται στην *Εικόνα 5.3*.

Target	Description	Justification
15.9	By 2020, integrate ecosystem and biodiversity values into national and local planning, development processes, poverty reduction strategies and accounts.	Influenced via services including environmental education and value for scientific research.
15a	Mobilize and significantly increase financial resources from all sources to conserve and sustainably use biodiversity and ecosystems.	Environmental education: better understanding of ecosystems helps makes the case for increasing financial resources to conserve them.
15b	Mobilize significant resources from all sources and at all levels to finance sustainable forest management and provide adequate incentives to developing countries to advance such management, including for conservation and reforestation.	
17.3	Mobilize additional financial resources for developing countries from multiple sources.	

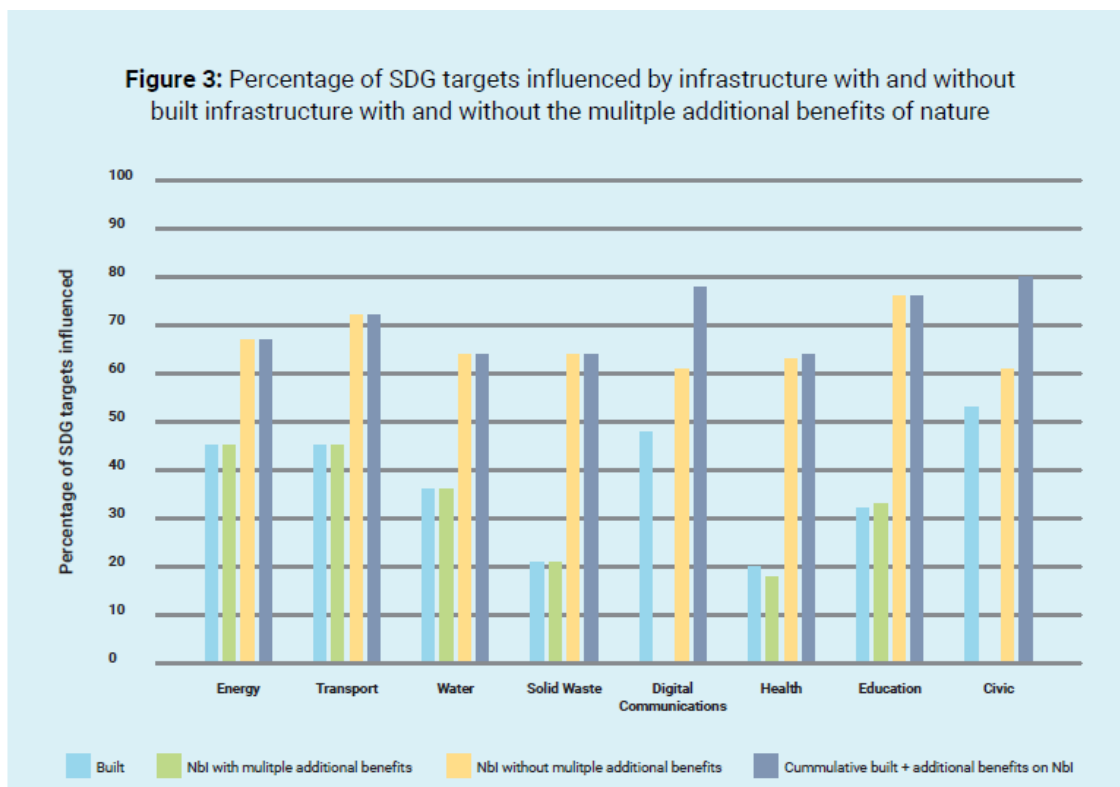
Εικόνα 5.3: Στόχοι οι οποίοι μπορούν να επηρεαστούν μόνο από τις αστικές πράσινες υποδομές και όχι από τις γκρι υποδομές στους οκτώ τομείς υποδομών που εξετάζονται από τους Thacker et al. (2019). Με βάση τα στοιχεία των Blicharska κ.ά. (2016), Fuldauer κ.ά. (2022) και Thacker κ.ά. (2019) (United Nation Environment Programme, 2023)

Όταν οι λύσεις αστικών πράσινων υποδομών συνδυάζονται με τα στοιχεία των γκρι υποδομών, τα συστήματα υποδομών¹⁶ μπορούν να έχουν μεγαλύτερο σωρευτικό αντίκτυπο στους SDGs από ό,τι μπορούν να έχουν οι γκρι υποδομές ή οι αστικές πράσινες υποδομές από μόνες τους, επηρεάζοντας έως και το 95% των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (United Nations Environment Programme, 2023) . Αυτό υποδεικνύει τη σημασία του στρατηγικού σχεδιασμού ολοκληρωμένων συστημάτων υποδομής για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής προόδου όσον αφορά τους

Η σημασία της ενσωμάτωσης των αστικών πράσινων υποδομών με τις συμβατικές γκρι υποδομές για μεγαλύτερη πρόοδο όσον αφορά τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης είναι εμφανέστερη όταν εξετάζεται σε επίπεδο μεμονωμένων τομέων - η παρούσα έκθεση διαπιστώνει ότι εάν οι αστικές πράσινες υποδομές αναπτυχθούν στρατηγικά ως μέρος των συστημάτων υποδομών, οι υποδομές σε έναν τομέα θα μπορούσαν να επηρεάσουν 24%-47%

¹⁶ Συστήματα υποδομών: περιλαμβάνουν διασυνδεδεμένα δίκτυα φυσικών περιουσιακών στοιχείων υποδομών (τόσο δομημένες υποδομές όσο και υποδομές που βασίζονται στη φύση) και το ευνοϊκό περιβάλλον (γνωστό και ως «ήπια υποδομή») που τους επιτρέπει να λειτουργούν (δηλαδή να παρέχουν υπηρεσίες), σε όλους τους τομείς υποδομών. Η παρούσα έκθεση θεωρεί τους ακόλουθους τομείς ως υποδομές: κτίρια, αστική, πολιτιστική και ψυχαγωγική υποδομή, ψηφιακές επικοινωνίες, εκπαίδευση, ενέργεια, χρηματοδότηση, υγεία, μεταποίηση και παραγωγή, λιανικό εμπόριο, στερεά απόβλητα, μεταφορές και νερό.

περισσότερους στόχους της Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης σε σύγκριση με τη χρήση των γκρι υποδομών μόνο στον εν λόγω τομέα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.2, ανάλογα με τον τομέα (United Nations Environment Programme, 2023)



Σχήμα 5.2: Ποσοστό των SDGs που επηρεάζεται από διαφορετικούς τύπους υποδομών (στο κάτω μέρος με τη σειρά από τα αριστερά προς τα δεξιά: Γκρι Υποδομή, Αστική Πράσινη Υποδομή με επιπρόσθετα οφέλη, Αστική Πράσινη Υποδομή χωρίς επιπρόσθετα οφέλη, συνδυασμένη Γκρι υποδομή με τα επιπρόσθετα οφέλη των Αστικών Πράσινων Υποδομών) σε διαφορετικές υποδομές (με τη σειρά από αριστερά προς τα δεξιά: ενεργειακός τομέας, τομέας μεταφορών, υδάτινος τομέας, τομέας στερών απορριμμάτων, τομέας των ψηφιακών επικοινωνιών, τομέας της υγείας, εκπαιδευτικός τομέας και δημοτικός τομέας) (United Nations Environment Programme, 2023)

Αυτό οφείλεται στην ικανότητα των αστικών πράσινων υποδομών να παρέχουν πολλαπλά πρόσθετα κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη εκτός από την πρωτίστως επιδιωκόμενη υπηρεσία υποδομής (United Nations Environment Programme, 2023). Αυτό δείχνει ότι οι επαγγελματίες σε διάφορους τομείς υποδομών θα μπορούσαν να συμβάλουν σε μεγαλύτερο βαθμό στην επίτευξη του στόχου της εθνικής πολιτικής των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, εάν ενσωματώσουν τις αστικές πράσινες υποδομές ή κάποια στοιχεία τους στα σχέδια και τους σχεδιασμούς υποδομών (United Nations Environment Programme,

2023). Επισημαίνει επίσης τη σημασία της αξιολόγησης των πρόσθετων οφελών που μπορούν να παρέχουν οι αστικές πράσινες υποδομές, ώστε να μπορούν να συμπεριληφθούν στις αναλύσεις κόστους-οφέλους των διαφόρων λύσεων υποδομής - κάτι που δεν γίνεται με συνέπεια σήμερα. Υποτιμώντας αυτά τα πρόσθετα οφέλη, όπως για παράδειγμα τη δέσμευση άνθρακα και την αντιστροφή της υποβάθμισης των οικοσυστημάτων, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων κινδυνεύουν να χάσουν τους στόχους στο πλαίσιο των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, της συμφωνίας του Παρισιού και του Παγκόσμιου Πλαισίου για τη Βιοποικιλότητα (United Nations Environment Programme, 2023).

Μια μελέτη των Fuldauer et al. (2022) διαπίστωσε ότι η προσαρμογή των συστημάτων υποδομής στην κλιματική αλλαγή είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της προόδου σε όλους τους Στόχους της Βιώσιμης Ανάπτυξης (United Nations Environment Programme, 2023). Στην παρούσα έκθεση διαπιστώνεται ότι οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων θα μπορούσαν να ενσωματώσουν την αστική πράσινη υποδομή στην προσαρμογή των συστημάτων υποδομών για να διασφαλίσουν την πρόοδο σε όλους τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, ενώ ταυτόχρονα θα βοηθούσαν να αντιστραφεί η απώλεια της φύσης και της βιοποικιλότητας (United Nations Environment Programme, 2023). Ως εκ τούτου, οι στρατηγικές που αναπτύσσονται για την επιδίωξη της βιώσιμης ανάπτυξης θα πρέπει να επιδιώκουν την ενσωμάτωση της αστικής πράσινης υποδομής για την προώθηση και τη διασφάλιση της προόδου σε όλους τους περιβαλλοντικούς, κοινωνικούς και οικονομικούς στόχους στο πλαίσιο της Ατζέντας 2030 για τη βιώσιμη ανάπτυξη (United Nations Environment Programme, 2023).

Κεφάλαιο 6 Μελέτες περίπτωσης και εφαρμογές

Είναι συχνό να αναφερόμαστε στην περιοχή της Μεσογείου ως μια ολότητα, γεγονός που αποτελεί αδιαμφισβήτητη αλήθεια από γεωγραφική άποψη. Στην παρούσα διπλωματική διατριβή θα εξετάσουμε περιπτώσιολογικές μελέτες στη λεκάνη της Μεσογείου και πιο συγκεκριμένα στις αστικές και περιαστικές παράκτιες περιοχές και περιοχές της ενδοχώρας. Αρκετά ακόμη χαρακτηριστικά προσδίδουν μια ορισμένη ενότητα στη Μεσόγειο και αναλύονται παρακάτω. (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)

6.1 Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Μεσογείου

- ΚΛΙΜΑ

Ένα από τα χαρακτηριστικά της περιοχής που αναφέρονται συνήθως είναι το κλίμα και τα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της. Ενώ αποτελεί γεγονός ότι το μεγαλύτερο τμήμα της Μεσογείου χαρακτηρίζεται από θερμό κλίμα με ξηρά και θερμά/ζεστά καλοκαίρια, εντοπίζουμε επίσης και άλλα πιο ηπειρωτικά κλίματα στο βορρά και έρημα στο νότο (της Μεσογείου). Παρ' όλα αυτά, η λεκάνη της Μεσογείου θερμαίνεται ταχύτερα από τον παγκόσμιο μέσο όρο και αποτελεί «επίκεντρο» της κλιματικής αλλαγής (MedECC, 2022). Άλλες περιφερειακές κλιματικές παράμετροι, όπως η έλλειψη βροχοπτώσεων, οι περίοδοι ξηρασίας και η λειψυδρία είναι επίσης πάνω από τις παγκόσμιες μέσες ετήσιες τιμές. (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)



Εικόνα 6.1: Χάρτης των μέσων ετήσιων βροχοπτώσεων και θερμοκρασιών των πόλεων και των ακτών της Μεσογείου (Πηγή: (Sunol & Tenez- Ybern , 2024))

Η μέση θερμοκρασία κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου κυμαίνεται συνήθως γύρω στους 18°C. Ωστόσο, η περιοχή αυτή παρουσιάζει σημαντική μεταβλητότητα, με ορισμένα αστικά κέντρα να εμφανίζουν ετήσιους μέσους όρους κάτω από 14°C και πολλά άλλα να ξεπερνούν τους 20°C. Κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών, οι θερμοκρασίες συχνά προσεγγίζουν κατά μέσο όρο τους 30°C.

Όσον αφορά τις βροχοπτώσεις, οι μεσογειακές ακτές δέχονται γενικά πάνω από 600 mm/y. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος υπολογισμός εμπεριέχει ακραίες διακυμάνσεις, από πόλεις όπως το Πορτ Σάιντ της Αιγύπτου, που δέχεται λιγότερο από 100 mm, μέχρι μέρη όπως τα Τίρανα στην Αλβανία, όπου η ετήσια βροχόπτωση υπερβαίνει τα 1000 mm. Τα πρότυπα βροχόπτωσης είναι αξιοσημείωτα ακανόνιστα και διαλείποντα, ιδίως κατά τη διάρκεια των θερμότερων εποχών, οδηγώντας σε σημαντική εξατμισοδιαπνοή και ξηρές συνθήκες. Η περιοχή της Μεσογείου είναι επίσης επιρρεπής σε ξηρασίες και επεισόδια ισχυρών βροχοπτώσεων κάθε λίγα χρόνια.

Αυτά τα ακραία περιβαλλοντικά φαινόμενα επιδεινώνονται σύμφωνα με τις προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή, οι οποίες εκτιμούν την κλιμάκωση των παραπάνω συνθηκών. Η κατάσταση αυτή υπογραμμίζει τη σημασία των NBSs για τη διαχείριση των ακραίων καιρικών φαινομένων και την αύξηση της ανθεκτικότητας για την αντιμετώπιση των επιπτώσεών τους στη Μεσόγειο. (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)

- ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ

Ο ουρμπανισμός αποτελεί ένα διακριτό χαρακτηριστικό της Μεσογείου, με ποσοστά αστικοποίησης που ξεπερνούν τον παγκόσμιο μέσο όρο, με εξαίρεση τα Δυτικά Βαλκάνια. Η τάση αυτή είναι ακόμη πιο έντονη κατά μήκος των ακτογραμμών: οι νυχτερινοί χάρτες αποκαλύπτουν πάνω από εξήντα αστικές περιοχές με πληθυσμιακή πυκνότητα που υπερβαίνει το μισό εκατομμύριο, συμπεριλαμβανομένων 25 πόλεων με περισσότερους από 1 εκατομμύριο κατοίκους. Σε αυτά τα αστικά κέντρα κατοικούν συνολικά σχεδόν 150 εκατομμύρια άνθρωποι, αντιπροσωπεύοντας τα δύο τρίτα του συνολικού παράκτιου πληθυσμού της Μεσογείου, ο οποίος συνεχίζει να αυξάνεται. (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)



Εικόνα 6.2: Νυχτερινός χάρτης που απεικονίζει το μέγεθος των οικισμών (πηγή Plan Bleu)

- ΑΝΙΣΟΤΗΤΑ

Το ζήτημα της ανισότητας είναι επίσης καίριο, δεδομένης της παγκόσμιας σημασίας του και των ειδικών επιπτώσεων στη Μεσόγειο. Μεταξύ των 22 παράκτιων χωρών της, η Γαλλία, η Ιταλία και η Ισπανία παράγουν από μόνες τους τα δύο τρίτα του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος της περιοχής, παρά το γεγονός ότι αριθμούν μόνο το ένα τρίτο του πληθυσμού της. Ο δείκτης ανθρώπινης ανάπτυξης στις χώρες αυτές κυμαίνεται από υψηλό έως μέτριο. Ωστόσο, η ανισότητα αυξάνεται και στο εσωτερικό των χωρών αυτών, ιδίως στις αστικές περιοχές, φθάνοντας σε ανησυχητικά επίπεδα.

Η ανάλυση αυτή αναδεικνύει την ανάγκη προσαρμογής των NBSs στις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες κάθε περιοχής, ιδίως μέσω της διεθνούς συνεργασίας. Για να είναι πραγματικά αποτελεσματικές και να μπορούν να επαναλαμβάνονται

οι NBSs, πρέπει να σχεδιάζονται με βάση το γεγονός ότι οι ευάλωτες ομάδες έχουν πάντα τις μεγαλύτερες ανάγκες. Στο παρόν έγγραφο θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις μελέτες περιπτώσεων των NBSs που αποσκοπούν στην υποστήριξη μη προνομιούχων πληθυσμών, συμπεριλαμβανομένων των πληγέντων από αναγκαστική εκτόπιση, στους οποίους οι NBSs μπορούν να προσφέρουν ζωτικές, αν και κυρίως προσωρινές, λύσεις. (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)

6.2 Επιτυχημένες πρακτικές σε Μεσογειακό επίπεδο

6.2.1 Περιπτωσιολογική μελέτη 1: Αναδάσωση της πράσινης ζώνης στη Μάλαγα, Ισπανία

Σημεία εστίασης του συγκεκριμένου εγχειρήματος αποτελούν η δημιουργία νέων χώρων πρασίνου, η οικολογική αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, καθώς και η παρακολούθηση και διατήρηση των οικοτόπων και της βιοποικιλότητας.

Η παρέμβαση αυτή αποσκοπεί στο να καταστήσει τη Μάλαγα μια πράσινη πόλη, προσαρμοσμένη στις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Ο κύριος στόχος είναι η αναδάσωση και η φύτευση στα περιαστικά πάρκα της Μάλαγα, προκειμένου να αντιμετωπιστούν ζητήματα όπως:

- i. Η ποιότητα του τοπίου του περιαστικού περιβάλλοντος
- ii. Η μείωση της διάβρωσης
- iii. Ο μετριασμός του διοξειδίου του άνθρακα
- iv. Η προστασία από πλημμύρες

Το 2016 ξεκίνησε η Φάση 1 με τη φύτευση 5.000 δέντρων στο πάρκο Camino de los Almendrales, ενώ προβλέπεται συνολική φύτευση 25.000 δέντρων στα πάρκα Cañaveral, Las Virreinas και Ciudad de Málaga. Η Φάση 2 περιλαμβάνει φύτευση 19.280 δέντρων σε δασικά πάρκα και επιπλέον 1 εκατομμύριο σπόρους σε έκταση 250.000 τ.μ. Έχει προηγηθεί προετοιμασία του εδάφους, με σεβασμό στο υφιστάμενο φυσικό περιβάλλον, και γίνεται χρήση συστημάτων ελέγχου και παρακολούθησης των φυτεμένων ειδών. Παράλληλα, οργανώνονται συμμετοχικές φυτεύσεις σε περιοχές όπως οι Benahavís, Rioverde και Gaucín, ενισχύοντας την ευαισθητοποίηση του κοινού για τη βλάστηση και το φυσικό περιβάλλον.

Το έργο προωθεί τη χρήση φυτικών ειδών ανθεκτικών στην κλιματική αλλαγή (ξηρασία, πυρκαγιές, επεμβατικά είδη), συμβάλλοντας στην προσαρμογή της Μάλαγα στην κλιματική αλλαγή. Όσον αφορά το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, το παρόν έργο

ενισχύει/αυξάνει το αστικό πράσινο, αυξάνοντας έτσι την αποθήκευση του άνθρακα (υγροβιότοποι, δενδροκάλυψη). Επιπλέον, περιλαμβάνονται και δράσεις ενημέρωσης για αλλαγές στις ανθρώπινες συμπεριφορές και συνήθειες με δυνατότητες μετριασμού.

Οι δράσεις που αφορούν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας περιλαμβάνουν την προστασία και την ενίσχυση των αστικών οικοτόπων -προστασία και ενίσχυση των υφιστάμενων οικοτόπων και οικοσυστημάτων, δημιουργία νέων οικοτόπων, διατήρηση και ενίσχυση της συνδεσιμότητας των οικοτόπων, μείωση των αρνητικών επιπτώσεων και αποφυγή της αλλοίωσης/καταστροφής του οικοσυστήματος-, μέσα διακυβέρνησης –δημόσια δέσμευση- κ.α. Ακολούθως οι δράσεις για την αποκατάσταση της αφορούν την αποκατάσταση αλλοιωμένων ή κατεστραμμένων οικοσυστημάτων, την αποκατάσταση ειδών, την αποκατάσταση της οικολογικής συνδεσιμότητας, τη συμμετοχή του κοινού κ.α.

Αν και το έργο είναι ακόμη σε εξέλιξη, ήδη καταγράφονται θετικά αποτελέσματα τόσο σε περιβαλλοντικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής (δέσμευση του άνθρακα), η διαχείριση των υδάτων (βελτιωμένη ποιότητα νερού, αυξημένη προστασία κατά των πλημμυρών) και η ενίσχυση πρασίνου (αυξημένη έκταση χώρων πρασίνου, διατήρηση ή αποκατάσταση οικοσυστημάτων, εξάπλωση αυτοφυών/ανθοκομικών/ανοικτής γονιμοποίησης σπόρων, αποκατάσταση εγκαταλελειμμένων περιοχών) είναι κάποια από τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Επιπλέον η διεύρυνση της ευαισθητοποίησης γύρω από τις NBSs και τα των οφελών τους, προωθεί την περιβαλλοντική παιδεία και συνείδηση.

Συνοπτικά

Τα NBSs που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο έργο είναι:

- i. Πάρκα και αστικά δάση
 - Μεγάλα αστικά πάρκα ή δάση
 - Πάρκα τσέπης / χώροι πρασίνου σε χωρική κλίμακα γειτονίας
 - Πράσινοι διάδρομοι και ζώνες πρασίνου

και οι βασικές θεματικές-στόχοι, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων SDGs, είναι :

- i. Κλιματική δράση για προσαρμογή, ανθεκτικότητα και μετριασμό (SDG 13)
 - Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή
 - Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής
- ii. Διαχείριση των υδάτων (SDG 6)

- Αντιπλημμυρική προστασία
- iii. Πράσινος χώρος, οικοτόποι και βιοποικιλότητα (SDG 15)
 - Αποκατάσταση οικοτόπων και βιοποικιλότητας
 - Διατήρηση οικοτόπων και βιοποικιλότητας
 - Δημιουργία ή/και διαχείριση πράσινου χώρου
- iv. Ανάπλαση, χρήση γης και αστική ανάπτυξη
 - Ρύθμιση του δομημένου περιβάλλοντος
- v. Κοινωνική δικαιοσύνη, συνοχή και ισότητα (SDG 10)
 - Περιβαλλοντική και κλιματική δικαιοσύνη¹⁷

6.2.2 Περιπτωσιολογική μελέτη 2: Στροφή στο πράσινο, Χαμάμ Σους, Τυνησία

Όπως έχει ήδη αναφερθεί η περιοχή της Μεσογείου αποτελεί επίκεντρο της κλιματικής αλλαγής, με έντονα φαινόμενα όπως η αυξανόμενη λειψυδρία, οι υψηλές θερμοκρασίες και η ερημοποίηση να πλήττουν τις τοπικές κοινωνίες. Ανταποκρινόμενος σε αυτές τις προκλήσεις, ο Δήμος της Χαμάμ Σους στην Τυνησία οργάνωσε ένα εγχείρημα για την ενίσχυση της περιβαλλοντικής ανθεκτικότητας της περιοχής μέσω της δημιουργίας νέων πράσινων περιοχών.

Οι βασικοί στόχοι του έργου περιλαμβάνουν:

- i. Μετατροπή μιας περιοχής κοντά στον ποταμό Oued σε μονοπάτι αναψυχής και αστικό κήπο.
- ii. Προώθηση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης και συμμετοχής των πολιτών και των φορέων λήψης αποφάσεων.
- iii. Ενίσχυση της ανθεκτικότητας της τοπικής κοινότητας, ιδίως των ευάλωτων κοινωνικών ομάδων και ιδιαίτερα των γυναικών.
- iv. Αντιμετώπιση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω φύτευσης δέντρων.
- v. Ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας και της ικανότητας προσαρμογής της πόλης.
- vi. Βελτίωση της περιβαλλοντικής διακυβέρνησης.
- vii. Προστασία της βιοποικιλότητας σε μια από τις πλουσιότερες περιοχές της Τυνησίας σε χλωρίδα και πανίδα.

¹⁷ <https://una.city/nbs/malaga/reforestation-malagas-green-belt>

Τον Νοέμβριο του 2019, ο δήμος και ένα τοπικό σχολείο διοργάνωσαν στην όχθη του ποταμού Oued δραστηριότητες φύτευσης δέντρων και θάμνων. Στη δράση συμμετείχαν μαθητές Γυμνασίου υπό την καθοδήγηση αρμόδιων φορέων και ατόμων. Συνολικά φυτεύτηκαν 300 φυτά myoporum (ευεργετικά για επικονιαστές), 150 δέντρα ficus και 150 πεύκα Aleppo. Κατόπιν, οι τοπικοί εργάτες ανέλαβαν τη φροντίδα του εδάφους και την προστασία των φυτών από ισχυρούς ανέμους.

Η αύξηση του αστικού πρασίνου (υγροβιότοποι, δενδροκάλυψη) για αποθήκευση άνθρακα και η βελτίωση της δέσμευσης άνθρακα μέσω της επιλογής φυτικών ειδών που προσαρμόζονται καλύτερα στις νέες κλιματικές συνθήκες, ευνοούν το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Επιπλέον έλαβαν χώρα και δράσεις για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, όπως η προστασία και η ενίσχυση των αστικών οικοτόπων, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας νέων, η προστασία ειδών με εφαρμογή στοχευμένων μέτρων και η διακυβέρνηση διατήρησης, μέσω ευαισθητοποίησης και ενεργής συμμετοχής του κοινού.

Συνοπτικά

Τα NBSs που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο έργο είναι:

- i. Γκρίζες υποδομές με πράσινο
- ii. Μπλε υποδομές
 - Παράκτια πράσινα στοιχεία
- iii. Πάρκα και αστικά δάση
 - Πάρκα τσέπης/πράσινοι χώροι γειτονιάς

και οι βασικές θεματικές-στόχοι, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων SDGs, είναι :

- i. Κλιματική δράση για προσαρμογή, ανθεκτικότητα και μετριασμό (SDG 13)
 - Μετριασμός της κλιματικής αλλαγής
- ii. Παράκτια ανθεκτικότητα και θαλάσσια προστασία (SDG 14)
 - Παράκτια προστασία / μετριασμός των κινδύνων
- iii. Πράσινοι χώροι, οικοτόποι και βιοποικιλότητα (SDG 15)
 - Διατήρηση οικοτόπων και βιοποικιλότητας
 - Δημιουργία ή/και διαχείριση πράσινων χώρων
- iv. Κοινωνική δικαιοσύνη, συνοχή και ισότητα (SDG 10)

- Περιβαλλοντική εκπαίδευση¹⁸

6.2.3 Περιπτωσιολογική μελέτη 2: Προσαρμογή των υγροτόπων στην Περιφέρεια Αττικής, Ελλάδα

Το παρόν έργο εστιάζει στην εφαρμογή NbSs για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, με επίκεντρο τους υγροτόπους της Περιφέρειας Αττικής, όπως οι βαλτώδεις εκτάσεις, τα έλη και οι τυρφώνες. Οι παρεμβάσεις στοχεύουν τόσο στη διατήρηση της βιοποικιλότητας όσο και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της περιοχής απέναντι στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Ο βασικός σκοπός ήταν η εκπόνηση στρατηγικής και σχεδίου δράσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, με τους εξής επιμέρους στόχους:

- i. Παρακολούθηση και αξιολόγηση της περιβαλλοντικής ποιότητας των υγροτόπων της Περιφέρειας Αττικής.
- ii. Μελέτη της μελλοντικής επιδείνωσης της ξηρασίας.
- iii. Εφαρμογή μέτρων για τη μείωση της ευπάθειας των υγροτόπων απέναντι στην κλιματική αλλαγή.
- iv. Εκτίμηση της ευπάθειας/ευαλωτότητας των υγροτόπων βάσει προβλέψεων για την κλιματική αλλαγή.
- v. Υποστήριξη της Περιφέρειας για τη διαμόρφωση στρατηγικής προστασίας και προσαρμογής των υγροτόπων.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι πραγματοποιήθηκαν δράσεις όπως η ενίσχυση της συνδεσιμότητας φυσικών περιοχών, η αντιμετώπιση απειλών όπως εισβολικά είδη, ρύπανση και κατακερματισμός οικοτόπων, η μελέτη της φυσιολογικής και συμπεριφορικής απόκρισης των ειδών στην κλιματική αλλαγή, η αύξηση αριθμού και έκτασης προστατευόμενων περιοχών, η διατήρηση και η ενίσχυση των προγραμμάτων παρακολούθησης, η εκκίνηση μακροχρόνιων μελετών και μοντελοποίηση μελλοντικής κατανομής ειδών, η εφαρμογή εύελικτης διαχείρισης, η βελτίωση της διατομεακής και διαπεριφερειακής συνεργασίας, η ενίσχυση της θεσμικής ικανότητας αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής, εκπαιδευτικά προγράμματα ενημέρωσης πολιτών για τη χρήση γης και τη σχέση της με το κλίμα, ειδικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παρεμβάσεις, προστασία

¹⁸ <https://una.city/nbs/hammam-sousse/lets-go-green>

παράκτιων και γλυκών οικοσυστημάτων από τη διάβρωση και ρύπανση, αποκατάσταση υγροτόπων και παράκτιων περιοχών για μετριασμό πλημμυρών και φυσικών καταστροφών, ενίσχυση και προστασία αστικών και φυσικών οικοτόπων, διατήρηση της συνδεσιμότητας οικοσυστημάτων και περιορισμός της αλλοίωσης οικοτόπων και στοχευμένα μέτρα προστασίας για ιθαγενή, απειλούμενα και οικολογικά σημαντικά είδη.

Το έργο συμβάλλει στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής μέσω της προστασίας των παράκτιων οικοσυστημάτων και των οικοσυστημάτων γλυκού νερού, αποτρέποντας την παράκτια εδαφική διάβρωση και ρύπανση. Επιπλέον η αποκατάσταση των υγροτόπων ή/και των παράκτιων οικοσυστημάτων, δύναται να αμβλύνει τις επιπτώσεις των πλημμυρών ή/και των καταιγίδων, ενισχύοντας την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Όσον αφορά το μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, το παρόν έργο ενισχύει/αυξάνει το αστικό πράσινο, αυξάνοντας έτσι την αποθήκευση του άνθρακα (υγροβιότοποι, δενδροκάλυψη). Επιπλέον, περιλαμβάνονται και δράσεις ενημέρωσης για αλλαγές στις ανθρώπινες συμπεριφορές και συνήθειες με δυνατότητες μετριασμού.

Οι δράσεις που αφορούν τη διατήρηση της βιοποικιλότητας περιλαμβάνουν την προστασία και την ενίσχυση των αστικών οικοτόπων -διατήρηση και ενίσχυση των υφιστάμενων οικοτόπων και οικοσυστημάτων, προώθηση της περιβαλλοντικά ορθής ανάπτυξης μέσα και γύρω από προστατευόμενες περιοχές, διατήρηση και ενίσχυση της συνδεσιμότητας των οικοτόπων, μείωση των αρνητικών επιπτώσεων και αποφυγή της αλλοίωσης/καταστροφής του οικοσυστήματος-, προστασία των ειδών- λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία των ειδών, λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία των αυτοφυών ειδών, λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία των απειλούμενων ειδών, λήψη ειδικών μέτρων για την προστασία των πολύτιμων ειδών-, μέσα διακυβέρνησης.

Συνοπτικά

Τα NBSs που περιλαμβάνει το συγκεκριμένο έργο είναι:

i. Γαλάζιες υποδομές

- Υγροβιότοποι, τυρφώνες, βάλτοι και έλη στην ενδοχώρα

και οι βασικές θεματικές-στόχοι, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων SDGs, είναι :

i. Δράση για το κλίμα για προσαρμογή, ανθεκτικότητα και μετριασμό (SDG 13)

- Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

ii. Παράκτια ανθεκτικότητα και θαλάσσια προστασία (SDG 14)

- Παράκτια προστασία / μετριασμός κινδύνων
- Προστασία της θαλάσσιας και της παράκτιας βιοποικιλότητας
- Θαλάσσια και παράκτια έρευνα ή/και εκπαίδευση
- iii. Πράσινος χώρος, οικότοποι και βιοποικιλότητα (SDG 15)
 - Διατήρηση οικοτόπων και βιοποικιλότητας
 - Δημιουργία ή/και διαχείριση χώρων πρασίνου
- iv. Διαχείριση υδάτων (SDG 6)
 - Προστασία από πλημμύρες
 - Βελτίωση της ποιότητας των υδάτων
- v. Πολιτιστική κληρονομιά και πολιτιστική ποικιλομορφία
 - Διατήρηση της φυσικής κληρονομιάς
 - Προστασία του ιστορικού και πολιτιστικού τοπίου/υποδομών
- vi. Υγεία και ευημερία (SDG 3)
 - Δημιουργία ευκαιριών για αναψυχή
- vii. Περιεκτική και αποτελεσματική διακυβέρνηση (SDG 16)
 - Περιεκτική διακυβέρνηση
- viii. Οικονομική ανάπτυξη και απασχόληση (SDG 8)
 - Υποστήριξη του τουρισμού¹⁹

6.2.4 Περιπτώσιολογική μελέτη 4 : NBSs κατά των πλημμυρών, Αλεξάνδρεια, Αίγυπτος

Η Αλεξάνδρεια, η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Αιγύπτου, βρίσκεται δυτικά του δέλτα του Νείλου, καλύπτει ~2.500 km² και έχει 6,5 εκατομμύρια κατοίκους. Αποτελεί βασικό βιομηχανικό και εφοδιαστικό κόμβο (40% της βιομηχανικής παραγωγής), με οκτώ συνοικίες και πυκνή, μικτής χρήσης δόμηση. Η ταχεία αστικοποίηση (47% αύξηση σε 20 έτη) αύξησε τις αδιαπέρατες επιφάνειες και επιβάρυνε τις υποδομές. Το ξηρό μεσογειακό της κλίμα με μεταβλητές βροχοπτώσεις (μέσος όρος 195 mm) την καθιστά ευάλωτη σε πλημμύρες, τσουνάμι, κυκλώνες και άνοδο στάθμης θάλασσας. Η υποδομή αποχέτευσης καλύπτει το 93,4% της πόλης, διαχειριζόμενη 1,6–1,9 εκατ. m³ λυμάτων ημερησίως, αλλά είναι ανεπαρκής για την πρόληψη συχνών πλημμυρών.

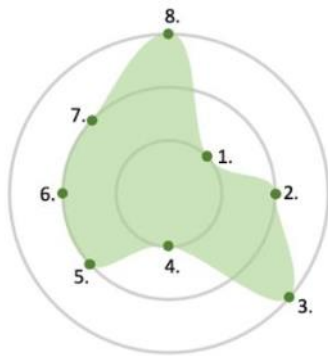
¹⁹ <https://una.city/nbs/athens/wetland-adaptation-attica-region>

Μια συνεργασία μεταξύ του Πανεπιστημίου του Καΐρου και τριών πανεπιστημίων του εξωτερικού οδήγησε σε προτάσεις για την αντιμετώπιση των συχνών πλημμυρών που υφίσταται η μητροπολιτική περιοχή της Αλεξάνδρειας, οι οποίες βασίζονται εξ ολοκλήρου σε NBSs χαμηλού αντίκτυπου και σε μια γενική στρατηγική βιώσιμου συστήματος αποχέτευσης. Λόγω της μικρής κλίμακας των NBSs η ενσωμάτωση πολυάριθμων μονάδων είναι απαραίτητη για την επίτευξη του επιθυμητού συνολικού αποτελέσματος ως προς την πρόληψη και τη μείωση των πλημμυρών. Οι διάφοροι τύποι που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Υδάτινες οδοί: κανάλια που συγκεντρώνουν και μεταφέρουν ροές από λεκάνες απορροής, συμπεριλαμβανομένων των ρεμάτων, των ρυακιών και των ποταμών, και μπορεί να είναι φυσικά ή τροποποιημένα συστήματα.
- Συλλογή βρόχινου νερού: το βρόχινο νερό συλλέγεται από τις στέγες των κτιρίων και αποθηκεύεται σε στέρνες, φρεάτια αναχαίτισης, υδροφόρους ορίζοντες ή δεξαμενές με διήθηση.
- Τάφροι διήθησης
- Πράσινοι διάδρομοι
- Φυτεμένα αυλάκια: γραμμικές, ρηχές κοιλότητες (γλάστρες ή επιφάνειες) με σφραγισμένο πυθμένα, που γεμίζουν με γόνιμο έδαφος και φυτεύονται πυκνά με υδρόφιλη βλάστηση.
- Λεκάνες βιοκατακράτησης
- Λίμνες Υδροτόπων (Υγρολίμνες?): ανοικτά υδάτινα σώματα που έχουν σχεδιαστεί για να συγκρατούν μόνιμα νερό. Εάν τύχουν κατάλληλης διαχείρισης, θα υποστηρίξουν το αστικό μικροκλίμα, θα ενισχύσουν την αποκατάσταση των υπόγειων υδάτων και θα προσθέσουν στην αισθητική των χώρων αναψυχής.
- Διαπερατά πεζοδρόμια: διάδρομοι που κατασκευάζονται σε επίπεδες ή χαμηλής κλίσης επιφάνειες, κατασκευασμένοι από πορώδη υλικά όπως χαλίκι, πέτρες, γρασίδι, οικολογικά πλέγματα γεμάτα με γρασίδι ή χαλίκι κ.ο.κ.
- Πράσινες στέγες
- Κάθετα πράσινα στοιχεία

Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά αυτών των λύσεων επιτρέπουν την προσαρμογή τους στους διάφορους τύπους αστικών ιστών της Αλεξάνδρειας με τρόπο που να εξαρτάται από την τοποθεσία, με σκοπό την εξασφάλιση περιβαλλοντικών οικοσυστημικών υπηρεσιών που

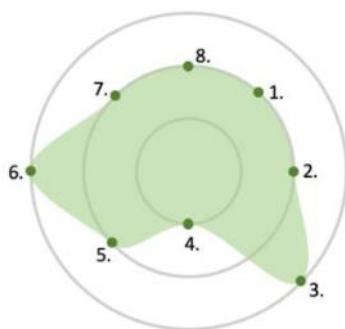
κρίνονται καταλληλότερες για κάθε περιοχή. Σχεδόν όλες οι λύσεις που αναφέρθηκαν μπορούν να συνεισφέρουν στην αναβάθμιση του αστικού τοπίου, ιδίως στη βελτιστοποίηση του κύκλου του νερού, τη μείωση της ρύπανσης και τη διευκόλυνση της διήθησης του νερού, το μετριασμό του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας, τη μείωση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης και ηχορύπανσης και την ενίσχυση της αστικής βιοποικιλότητας.



1. Εξυγίανση του αέρα
2. Εξυγίανση των υδάτων
3. Έλεγχος πλημμυρών
4. Βελτίωση του εδάφους και έλεγχος της διάβρωσης
5. Διαδικασίες απολύμανσης
6. Βελτίωση και υποστήριξη της βιοποικιλότητας
7. Ρύθμιση του κλίματος
8. Προστασία και διαχείριση του τοπίου

Σχήμα 6.1: Διάγραμμα αριθμημένων περιβαλλοντικών οφελών, στο οποίο εξετάζεται ο βαθμός στον οποίο έχουν επιτευχθεί ή όχι τα παραπάνω οφέλη των NBss, μέσω της κατάταξής τους σε τρία επίπεδα (από τον μικρότερο σε διάμετρο έκκεντρο κύκλο προς το μεγαλύτερο σε διάμετρο κύκλο) : πρώτον, όταν το όφελος δεν επιδιώκεται καθόλου ή επιδιώκεται σε μικρό βαθμό· δεύτερον, όταν το όφελος αποτελεί σχετικό παράπλευρο αποτέλεσμα του κύριου στόχου ή της κύριας δράσης· και τρίτον, όταν το όφελος επιδιώκεται ως κύριος στόχος της δράσης (Πηγή: Plan Bleu)

Οι δράσεις εστιάζουν στον έλεγχο πλημμυρών (3) και την αύξηση ανθεκτικότητας της πόλης απέναντι σε καθιζήσεις, βελτιώνοντας παράλληλα ποιότητα νερού (2), βιοποικιλότητα (6), ρύθμιση κλίματος (7) και καθαρισμό εγκαταλελειμμένων περιοχών (5).



1. Βιοπορισμός, απασχόληση και κοινωνική συνοχή
2. Επενδύσεις και εδαφική ανάπτυξη
3. Ευημερία των πολιτών και υγεία
4. Δίκαιο, βιώσιμο και υγιές σύστημα διατροφής
5. Διαχείριση αποβλήτων και κυκλική οικονομία
6. Αστική ανθεκτικότητα και πρόληψη και προσαρμογή σε κινδύνους
7. Αισθητική, πολιτιστική και ψυχαγωγική αξία
8. Εκπαιδευτική και επιστημονική αξία

Σχήμα 6.2: Διάγραμμα αριθμημένων κοινωνικοοικονομικών οφελών, στο οποίο εξετάζεται ο βαθμός στον οποίο έχουν επιτευχθεί ή όχι τα παραπάνω οφέλη των NBss, μέσω της κατάταξής τους σε τρία επίπεδα (από τον μικρότερο σε διάμετρο έκκεντρο κύκλο προς το μεγαλύτερο σε διάμετρο κύκλο) : πρώτον, όταν το όφελος δεν επιδιώκεται καθόλου ή επιδιώκεται σε μικρό βαθμό· δεύτερον, όταν το όφελος αποτελεί σχετικό παράπλευρο αποτέλεσμα του κύριου στόχου ή της κύριας δράσης· και τρίτον, όταν το όφελος επιδιώκεται ως κύριος στόχος της δράσης (Πηγή: Plan Bleu)

Παράλληλα με την περιβαλλοντική συμβολή, μειώνεται ο υγειονομικός κίνδυνος (3), ενισχύεται η ανθεκτικότητα της πόλης έναντι των πλημμυρών (6), ενώ οι παρεμβάσεις δημιουργούν ευκαιρίες απασχόλησης και επενδύσεων, ιδίως σε υποβαθμισμένες περιοχές (1,2). (Sunol & Tenez- Ybern , 2024)

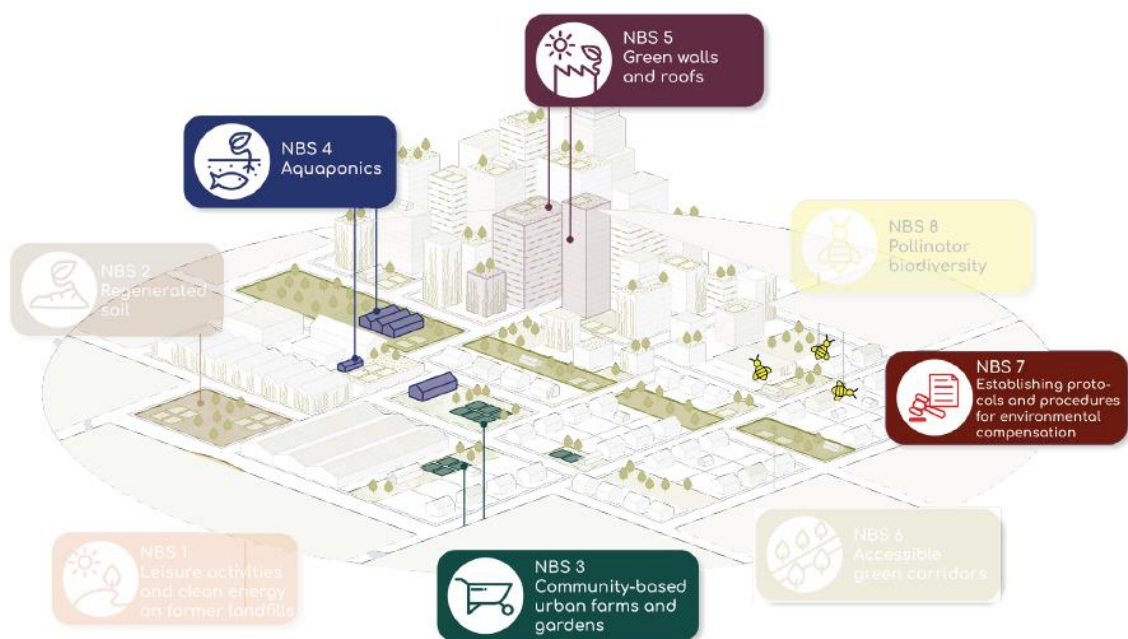
6.2.5 Περιπτώσιολογική μελέτη 5 : ProGIreg Living Lab, Ζάγκρεμπ, Κροατία

Η συνοικία Sesvete, στα ανατολικά του Ζάγκρεμπ, εκτείνεται από τους πρόποδες του όρους Medvednica έως την πεδιάδα του ποταμού Sava. Παρά τη ραγδαία αστική και δημογραφική της ανάπτυξη, αντιμετωπίζει σημαντικά προβλήματα όπως ο κατακερματισμός του χώρου, η απουσία σαφούς αστικής ταυτότητας, η φυσική διαίρεση λόγω σιδηροδρομικών γραμμών και η έλλειψη δημόσιων χώρων

Στο πλαίσιο του προγράμματος Horizon 2020, το ProGIreg Living Lab στη Sesvete στοχεύει στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας απέναντι στην κλιματική αλλαγή μέσω αστικής ανάπλασης με ολοκληρωμένες φυσικές λύσεις (NBS). Εστιάζει στην ανάκτηση μιας πρώην ανεκμετάλλευτης βιομηχανικής περιοχής, εφαρμόζοντας μικρής κλίμακας πράσινες υποδομές που ενισχύουν την κοινωνική συνοχή και την ένταξη ευάλωτων ομάδων.

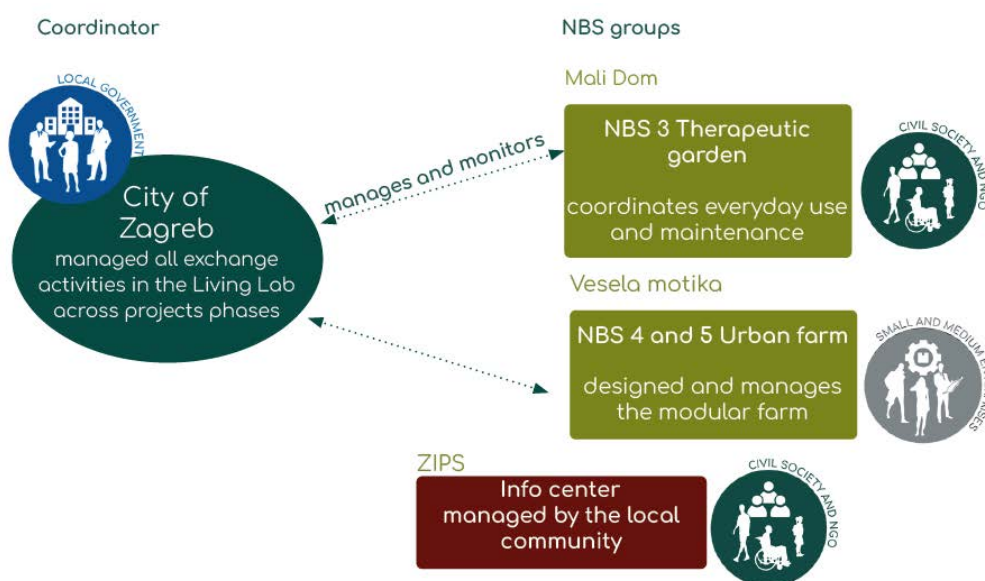
Σύμφωνα με το με το Saraco (2022) ο συν-σχεδιασμός και η υλοποίηση του Living Lab εστίασε σε τέσσερις (καθώς η NBS 4 και η NBS 5 συγχωνεύθηκαν σε μία εννιαία μονάδα NBS) NBSs όπως φαίνονται και στο Σχήμα 6.3.

- NBS 3: αστικοί κοινοτικοί μπαχτσέδες και κήποι
- NBS 4: ενυδρειοπονία (ακουαπονικές καλλιέργειες). Αστική γεωργία κλειστού συστήματος, που παράγει ψάρια και λαχανικά και δημιουργεί θέσεις εργασίας.
- NBS 5: πράσινες ταράτσες και προσόψεις (τοίχοι). Αναβάθμιση βιομηχανικών κτιρίων για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή, τη βελτίωση της βιοποικιλότητας και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που θα τονώσει την ανάπτυξη ενός κέντρου επιχειρηματικής καινοτομίας.
- NBS 6: προσβάσιμοι πράσινοι διάδρομοι. Αναζωογόνηση του ποτάμιου διαδρόμου για αναψυχή και ενεργές μεταφορές.
- NBS 7: κατανόηση του τρόπου ενσωμάτωσης NBSs στις διαδικασίες σχεδιασμού και στην ανάπτυξη πολιτικής σε τοπικό επίπεδο.



Σχήμα 6.3: Τέσσερις υλοποιημένες NBSs στο ProGireg Living Lab στο Ζάγκρεμπ (Πηγή: https://progireg.eu/fileadmin/user_upload/Zagreb/ProGireg_Living_Lab_Zagreb.pdf)

Οι βασικοί φορείς που συνεργάστηκαν και συνδιαχειρίζονται το έργο περιλαμβάνουν τον Δήμο του Ζάγκρεμπ - Γραφείο Οικονομίας, Περιβαλλοντικής Βιωσιμότητας και Στρατηγικού Σχεδιασμού, το Πανεπιστήμιο του Ζάγκρεμπ (Σχολή Αρχιτεκτονικής), την τοπική ΜΚΟ "Green and Blue Sesvete", καθώς και εταιρείες όπως η Vesela Motika, η οποία ανέλαβε την ανάπτυξη της αστικής μονάδας καλλιέργειας με χρήση τεχνολογιών υδροπονίας και πράσινων τοίχων, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4: Δομή διαχείρισης του ProGireg Living Lab στο Ζάγκρεμπ (Πηγή: https://progireg.eu/fileadmin/user_upload/Zagreb/ProGireg_Living_Lab_Zagreb.pdf)

Το Living Lab συμβάλλει στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας ιδίως μέσω της πρωτοβουλιών όπως η φύτευση 500 δέντρων και θάμνων. Επιπλέον μέσω της εφαρμογής NBSs εξασφαλίζονται πολλαπλά οφέλη για την βιοποικιλότητα και την οικοσυστημική ακεραιότητα, ιδίως μέσω της διασφάλισης της συνδεσιμότητας χώρων πρασίνου και οικοσυστημάτων μέσω πράσινων διαδρόμων που θα συνδέουν το Living Lab με τον ποταμό Sava, τα οικοσυστήματα του δάσους στο Borrá με τον ποταμό στο Νότο και τα διάφορα τμήματα του Sesvete που αναπλάθονται (IUCN,2021). Καταληκτικά η υποστήριξη της βιοποικιλότητας και η δημιουργία χώρων πρασίνου ενισχύουν την ανθεκτικότητα έναντι των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής

Η χωρική κλίμακα αυτού του έργου προσφέρει την ευκαιρία εφαρμογής πολλαπλών NBSs, οι οποίες αντιμετωπίζουν ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών προκλήσεων (IUCN, 2021). Επιπλέον παρατηρείται αυξημένη συμμετοχή των κατοίκων στις διαδικασίες σχεδιασμού και

συντήρησης, καθώς και σε δράσεις όπως η δέντροφύτευση, καλύτερη συμπερίληψή ευάλωτων κοινωνικών ομάδων, αυξημένη κοινωνική συνοχή και βελτίωση της ποιότητας ζωής μέσω της ύπαρξης πράσινων υποδομών. Επιπλέον παρουσιάζονται νέες ευκαιρίες απασχόλησης μέσω της λειτουργίας ακουαπονικών μονάδων και της αστικής γεωργίας, ενώ προσελκύονται επενδύσεις για περεταίρω ανάπτυξη των πράσινων υποδομών και ενισχύεται η τοπική επιχειρηματικότητα μέσω της ανάπτυξης καινοτόμων βιώσιμων τεχνολογιών.²⁰

²⁰ https://progireg.eu/fileadmin/user_upload/Zagreb/ProGireg_Living_Lab_Zagreb.pdf

Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και προτάσεις

7.1 Συμπεράσματα και συζήτηση

Η παρούσα εργασία ανέδειξε τον καίριο ρόλο των αστικών πράσινων υποδομών στην οικοδόμηση περιβαλλοντικά βιώσιμων, κοινωνικά δίκαιων και οικονομικά αποδοτικών πόλεων. Μέσα από τη συστηματική ανάλυση της διεθνούς βιβλιογραφίας και τη σύνδεση των αστικών πράσινων υποδομών με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), καταδείχθηκε η πολυδιάστατη συμβολή τους στη διαμόρφωση αστικών περιβαλλόντων που είναι ανθεκτικά στις κλιματικές, κοινωνικές και υγειονομικές κρίσεις. Οι αστικές πράσινες υποδομές, πέραν του αισθητικού τους ρόλου, αναγνωρίστηκαν ως λειτουργικές υποδομές που προσφέρουν πλήθος οικοσυστημικών υπηρεσιών, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται η ρύθμιση του μικροκλίματος, η μείωση των πλημμυρών, η δέσμευση άνθρακα, η βελτίωση της ποιότητας του αέρα και των υδάτων, καθώς και η ενίσχυση της βιοποικιλότητας.

Στο πλαίσιο της έρευνας, τονίστηκε ιδιαίτερα η αξία της ενσωμάτωσης των αστικών πράσινων υποδομών στον αστικό σχεδιασμό, όχι μόνο ως περιβαλλοντικά φιλικών λύσεων, αλλά και ως μέσων κοινωνικής καινοτομίας και ενδυνάμωσης των τοπικών κοινωνιών. Η προσβασιμότητα σε ποιοτικούς χώρους πρασίνου συνδέεται άμεσα με τη βελτίωση της ψυχικής και σωματικής υγείας των κατοίκων. Επιπλέον, οι αστικές πράσινες υποδομές λειτουργούν ως καταλύτες για την ενεργοποίηση της συμμετοχής των πολιτών, προάγοντας τη συλλογικότητα και την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

Εναρκτήριο σημείο για συζήτηση αποτελεί το *Σχήμα 5.1*, καθώς παρουσιάζει τη συσχέτιση των γκρίζων, πράσινων και υβριδικών υποδομών με επιλεγμένους SDGs. Η ανάλυση του σχήματος καταδεικνύει ότι οι πράσινες υποδομές παρουσιάζουν μεγαλύτερη και βαθύτερη συνέργεια με στόχους που σχετίζονται με το περιβάλλον (SDG 13, SDG 15), την υγεία (SDG 3), την ανθεκτικότητα (SDG 11) και τη διαχείριση των φυσικών πόρων (SDG 6). Σε αντίθεση, οι γκρίζες υποδομές, αν και αναγκαίες, συνδέονται περισσότερο με στόχους που αφορούν την οικονομική ανάπτυξη ή τη βιομηχανία, χωρίς να ενσωματώνουν περιβαλλοντικές ή κοινωνικές συνιστώσες στο σχεδιασμό τους.

Στην ίδια κατεύθυνση το Σχήμα 5.2 αποτυπώνει την απόδοση υβριδικών λύσεων — δηλαδή τον συνδυασμό πράσινων και γκρίζων στοιχείων— ως προς την επίτευξη υψηλότερων επιδόσεων στους τομείς της ενέργειας, της απορροής υδάτων, της διαχείρισης αποβλήτων, της δημόσιας υγείας και της εκπαίδευσης. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνει την κεντρική θέση που υιοθετεί η εργασία, ότι δηλαδή η βέλτιστη στρατηγική δεν έγκειται στον ανταγωνισμό ανάμεσα σε γκρίζες και πράσινες λύσεις, αλλά στην έξυπνη και ισόρροπη συνέργειά τους. Οι υβριδικές υποδομές προσφέρουν λύσεις που είναι τεχνικά βιώσιμες, περιβαλλοντικά φιλικές και κοινωνικά αποδεκτές.

Αναλύοντας τις περιπτώσιολογικές μελέτες από την περιοχή της Μεσογείου, προέκυψαν σημαντικά ευρήματα σχετικά με τη δυναμική των αστικών πράσινων υποδομών σε κλιματικά ευάλωτες περιοχές. Η ένταξη λύσεων βασισμένων στη φύση, όπως πράσινες στέγες, πράσινοι διάδρομοι, αστικοί υγρότοποι και φυτοτεχνικά έργα αποστράγγισης, έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της αστικής θερμικής νησίδας, στην αποφόρτιση των δικτύων αποχέτευσης, καθώς και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των τοπικών πληθυσμών. Επιπλέον, η χρήση των αστικών πράσινων υποδομών ενισχύει την περιβαλλοντική δικαιοσύνη, ιδίως όταν εφαρμόζονται σε υποβαθμισμένες ή κοινωνικά αποκλεισμένες περιοχές, προσφέροντας ισότιμη πρόσβαση σε πράσινους πόρους και ποιοτικό δημόσιο χώρο.

Η εργασία τεκμηριώνει, τέλος, τη σημασία της υιοθέτησης μιας ολιστικής, διατομεακής και διαλειτουργικής προσέγγισης για την ενσωμάτωση των αστικών πράσινων υποδομών στις πολιτικές αστικής ανάπτυξης. Η στρατηγική αυτή προϋποθέτει τη συνεργασία πολλών επιπέδων διακυβέρνησης, την ενεργό συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών και τη διασύνδεση της επιστημονικής γνώσης με τις πρακτικές του πολεοδομικού σχεδιασμού. Μόνο υπό αυτές τις συνθήκες μπορούν οι αστικές πράσινες υποδομές να επιτελέσουν πλήρως τον ρόλο τους ως βασικοί πυλώνες μιας πράσινης, δίκαιης και ανθεκτικής πόλης.

7.2 Πολιτικές Προτάσεις για την Ενίσχυση των Πράσινων Υποδομών

Παρακάτω συνοψίζονται οι πολιτικές προτάσεις για την ενίσχυση των αστικών πράσινων υποδομών:

1. Θεσμική ενσωμάτωση των αστικών πράσινων υποδομών: καθιέρωση νομικά δεσμευτικών πλαισίων για την υποχρεωτική ενσωμάτωση πράσινων υποδομών στον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό.

2. Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί και κίνητρα: δημιουργία πράσινων ταμείων, παροχή φορολογικών ελαφρύνσεων και επιχορηγήσεων για δημιουργία και διαχείριση πράσινων έργων.
3. Συμμετοχικός σχεδιασμός: ενεργή εμπλοκή των πολιτών στον σχεδιασμό και παρακολούθηση των πράσινων έργων, με θεσμοθετημένες διαδικασίες διαβούλευσης.
4. Κατάρτιση και εκπαίδευση: ενσωμάτωση της έννοιας των αστικών πράσινων υποδομών στην εκπαιδευτική διαδικασία και στην επαγγελματική κατάρτιση πολεοδόμων, μηχανικών και διοικητικών στελεχών.
5. Δημιουργία εθνικού μητρώου αστικών πράσινων υποδομών: ίδρυση ενιαίας βάσης δεδομένων για την απογραφή, παρακολούθηση και αξιολόγηση των αστικών πράσινων υποδομών.

7.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Οι αστικές πράσινες υποδομές αποτελούν σήμερα ένα από τα πιο δυναμικά και επίκαιρα πεδία έρευνας, ειδικά υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής και της προσπάθειας επίτευξης των στόχων βιώσιμης ανάπτυξης (SDGs). Η σημασία τους για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προκλήσεων αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο, ενώ η έρευνα γύρω από τις αστικές πράσινες υποδομές αυξάνεται σημαντικά. Παρά την έντονη επιστημονική εστίαση, παραμένουν πολλοί τομείς ακόμα ανεξερευνήτοι και αναζητούν καινοτόμες μεθοδολογίες και διεπιστημονικές προσεγγίσεις για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους. Η παρούσα ενότητα εστιάζει ακριβώς σε αυτές τις κατευθύνσεις, αναδεικνύοντας τα πεδία όπου η έρευνα μπορεί να προχωρήσει και να προσφέρει ουσιαστικές λύσεις για το μέλλον, όπως αυτά προτείνονται παρακάτω:

1. Μέθοδοι αξιολόγησης οικοσυστημικών υπηρεσιών: ανάπτυξη εργαλείων και δεικτών για ποσοτική και ποιοτική αποτίμηση των ωφελειών των αστικών πράσινων υποδομών.
2. Χαρτογράφηση και ανάλυση προσβασιμότητας: χρήση GIS και κοινωνικών δεικτών για την αποτύπωση και αντιμετώπιση ανισοτήτων.
3. Οικονομική αποδοτικότητα: συγκριτική μελέτη κόστους-οφέλους μεταξύ πράσινων, γκρίζων και υβριδικών υποδομών.

4. Κοινωνική συνοχή και δημόσιος χώρος: ανάλυση της συνεισφοράς των αστικών πράσινων υποδομών στην κοινωνική ενσωμάτωση και συμμετοχή.
5. Έξυπνες τεχνολογίες και πράσινες υποδομές: διερεύνηση δυνατοτήτων ενσωμάτωσης ψηφιακών τεχνολογιών για την παρακολούθηση, αξιολόγηση και συντήρηση των αστικών πράσινων υποδομών.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- [1] Adeleh Nejati, Susan Rodiek, Mardelle Shepley, Using visual simulation to evaluate restorative qualities of access to nature in hospital staff break areas, *Landscape and Urban Planning*, Volume 148, 2016, Pages 132-138, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.012>.
- [2] Airport Technology (2016). Airports go green through urban farming, 6 September. <https://www.airport-technology.com/analysis/featureairports-go-green-through-urban-farming-4997195/>. Accessed 7 July 2023.
- [3] Alcamo J (2003) Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>.
- [4] American Forests (1997), *The State of Our Urban Forests: Assessing Tree Cover and Developing Goals*, New York, American Forests.
- [5] Amoly, E., Dadvand, P., Forns, J., López-Vicente, M., Basagaña, X. Julvez, J. et al. (2014). Green and Blue Spaces and Behavioural Development in Barcelona Schoolchildren: The BREATHE Project. *Environ Health Perspect* 122(12), 1351–1358.
- [6] Anderegg, W. R., Wu, C., Acil, N., Carvalhais, N., Pugh, T. A., Sadler, J. P., & Seidl, R. (2022). A climate risk analysis of Earth's forests in the 21st century. *Science*, 377(6610), 1099-1103.
- [7] Anderson CC, Renaud FG, Hanscomb S, Gonzalez-Ollauri A. Green, hybrid, or grey disaster risk reduction measures: What shapes public preferences for nature-based solutions? *J Environ Manage*. 2022 May 15;310:114727. doi: 10.1016/j.jenvman.2022.114727. Epub 2022 Feb 28. PMID: 35240563.
- [8] Arias, P.A., N. Bellouin, E. Coppola, R.G. Jones, G. Krinner, J. Marotzke, V. Naik, M.D. Palmer, G.-K. Plattner, J. Rogelj, M. Rojas, J. Sillmann, T. Storelvmo, P.W. Thorne, B. Trewin, K. Achuta Rao, B. Adhikary, R.P. Allan, K. Armour, G. Bala, R. Barimalala, S. Berger, J.G. Canadell, C. Cassou, A. Cherchi, W. Collins, W.D. Collins, S.L. Connors, S. Corti, F. Cruz, F.J. Dentener, C. Dereczynski, A. Di Luca, A. Diongue Niang, F.J. Doblas-Reyes, A. Dosio, H. Douville, F. Engelbrecht, V. Eyring, E. Fischer, P. Forster, B. Fox-Kemper, J.S. Fuglestad, et al. (2017). The Earth System's Response to Anthropogenic Forcings. *Journal of Geophysical Research*, 122, 10,301–10,335.

- J.C. Fyfe, N.P. Gillett, L. Goldfarb, I. Gorodetskaya, J.M. Gutierrez, R. Hamdi, E. Hawkins, H.T. Hewitt, P. Hope, A.S. Islam, C. Jones, D.S. Kaufman, R.E. Kopp, Y. Kosaka, J. Kossin, S. Krakovska, J.-Y. Lee, J. Li, T. Mauritsen, T.K. Maycock, M. Meinshausen, S.-K. Min, P.M.S. Monteiro, T. Ngo-Duc, F. Otto, I. Pinto, A. Pirani, K. Raghavan, R. Ranasinghe, A.C. Ruane, L. Ruiz, J.-B. Sallée, B.H. Samset, S. Sathyendranath, S.I. Seneviratne, A.A. Sörensson, S. Szopa, I. Takayabu, A.-M. Tréguier, B. van den Hurk, R. Vautard, K. von Schuckmann, S. Zaehle, X. Zhang, and K. Zickfeld, 2021: Technical Summary. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 33–144. doi: 10.1017/9781009157896.002.
- [9] Aronson, M. F., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., ... & Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 281(1780), 20133330.
- [10] ARUP. Blue Green Infrastructure and Nature-based Solutions Framework—Our Green Region. Ireland:Southern Regional Assembly, 2022
- [11] Barnett, J., Lambert, S., & Fry, I. (2008). The hazards of indicators: insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 102-119.
- [12] Baró, R., Palacios-Peña, L., Baklanov, A., Balzarini, A., Brunner, D., Forkel, R., ... & Jiménez-Guerrero, P. (2017). Regional effects of atmospheric aerosols on temperature: an evaluation of an ensemble of online coupled models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17(15), 9677-9696.
- [13] Beever, E.A., Hall, L.E., Varner, J., Loosen, A.E., Dunham, J.B., Gahl, M.K., Smith, F.A., Lawler, J.J., 2017. Behavioral flexibility as a mechanism for coping with climate change. *Front.Ecol. Environ.* 15, 299–308. <https://doi.org/10.1002/fee.1502>.

- [14] Bélanger, J., & Pilling, D. (2019). The state of the world's biodiversity for food and agriculture. FAO.
- [15] Bengtsson, L., Arkin, P., Berrisford, P., Bougeault, P., Folland, C. K., Gordon, C., ... & Vose, R. S. (2007). The need for a dynamical climate reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88(4), 495-501.
- [16] Beukeboom CJ, Langeveld D, Tanja-Dijkstra K. Stress-reducing effects of real and artificial nature in a hospital waiting room. *J Altern Complement Med*. 2012 Apr;18(4):329-33. doi: 10.1089/acm.2011.0488. Epub 2012 Apr 10. PMID: 22489806.
- [17] Bindoff, N. L., Cheung, W. W., Kairo, J. G., Arístegui, J., Guinder, V. A., Hallberg, R., ... & Williamson, P. (2022). Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities.
- [18] Blicharska, M., Orlikowska, E. H., Roberge, J. M., & Grodzinska-Jurczak, M. (2016). Contribution of social science to large scale biodiversity conservation: A review of research about the Natura 2000 network. *Biological Conservation*, 199, 110-122.
- [19] Browder, G., Ozment, S., Bescos, I. R., Gartner, T., & Lange, G. M. (2019). Integrating green and gray. World Bank Publications-Books.
- [20] C. Zhao, B. Liu, S. Piao, X. Wang, D.B. Lobell, Y. Huang, M. Huang, Y. Yao, S. Bassu, P. Ciais, J. Durand, J. Elliott, F. Ewert, I.A. Janssens, T. Li, E. Lin, Q. Liu, P. Martre, C. Müller, S. Peng, J. Peñuelas, A.C. Ruane, D. Wallach, T. Wang, D. Wu, Z. Liu, Y. Zhu, Z. Zhu, & S. Asseng, Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 114 (35) 9326-9331, <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114> (2017).
- [21] Canadell, J.G., P.M.S. Monteiro, M.H. Costa, L. Cotrim da Cunha, P.M. Cox, A.V. Eliseev, S. Henson, M. Ishii, S. Jaccard, C. Koven, A. Lohila, P.K. Patra, S. Piao, J. Rogelj, S. Syampungani, S. Zaehle, and K. Zickfeld, 2021: Global Carbon and other Biogeochemical Cycles and Feedbacks. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University

- Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 673–816, doi: 10.1017/9781009157896.007.
- [22] Caretta, M.A., A. Mukherji, M. Arfanuzzaman, R.A. Betts, A. Gelfan, Y. Hirabayashi, T.K. Lissner, J. Liu, E. Lopez Gunn, R. Morgan, S. Mwanga, and S. Supratid, 2022: Water. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 551–712, doi:10.1017/9781009325844.006.
- [23] Chan, K. M., Guerry, A. D., Balvanera, P., Klain, S., Satterfield, T., Basurto, X., ... & Woodside, U. (2012). Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement. *BioScience*, 62(8), 744-756.
- [24] Chausson, A., Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin, C. A., Kapos, V., ... & Seddon, N. (2020). Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global change biology*, 26(11), 6134-6155.
- [25] Cheung, W. W., Watson, R., & Pauly, D. (2013). Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature*, 497(7449), 365-368.
- [26] Choi, Changsoon & Berry, P. & Smith, Alison. (2021). The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. *Journal of Environmental Management*. 291. 112583. 10.1016/j.jenvman.2021.112583.
- [27] Christopher A. Lepczyk, Myla F. J. Aronson, Karl L. Evans, Mark A. Goddard, Susannah B. Lerman, J. Scott MacIvor, *Biodiversity in the City: Fundamental Questions for Understanding the Ecology of Urban Green Spaces for Biodiversity Conservation*, *BioScience*, Volume 67, Issue 9, September 2017, Pages 799–807, <https://doi.org/10.1093/biosci/bix079>
- [28] Chrysomallidou N., Th. Theodosiou, and K. Tsikaloudaki (2002), *Sustainable development of outdoor spaces in urban environment*, Thessaloniki, Greece, Aristotles University of Thessaloniki.

- [29] Coen S.E., and N.A. Ross (2006), Exploring the material basis for health: characteristics of parks in Montreal neighborhoods with contrasting health outcomes, *Health and place* 12: 361–371
- [30] Costanza, R., Pérez-Maqueo, O., Martinez, M. L., Sutton, P., Anderson, S. J., & Mulder, K. (2008). The value of coastal wetlands for hurricane protection. *Ambio*, 241-248.
- [31] Dadvand P., Nieuwenhuijsen, M. J., Esnaola M., Fornes J., Basagaña, X., Alvarez-Pedrerol, M. et al. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(26), 7937–7942. <https://www.pnas.org/ludwig.lub.lu.se/doi/full/10.1073/pnas.1503402112>
- [32] Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., ... & Von Der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812-8819.
- [33] Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., ... & Brauman, K. A. (2020). & Zayas, C.(2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- [34] Douville, H., K. Raghavan, J. Renwick, R.P. Allan, P.A. Arias, M. Barlow, R. Cerezo-Mota, A. Cherchi, T.Y. Gan, J. Gergis, D. Jiang, A. Khan, W. Pokam Mba, D. Rosenfeld, J. Tierney, and O. Zolina, 2021: Water Cycle Changes. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1055–1210, doi: 10.1017/9781009157896.010.
- [35] Dumitru, A., & Wendling, L. (2021). Evaluating the impact of nature-based solutions: A handbook for practitioners. European Commission EC.
- [36] Easterling, W. E., Aggarwal, P. K., Batima, P., Brander, K. M., Erda, L., Howden, S. M., ... & Tubiello, F. N. (2007). Food, fibre and forest products. *Climate change*, 2007, 273-313.

- [37] Elzeyadi, Ihab. (2011). Daylighting-Bias and Biophilia: Quantifying the Impacts of Daylighting and Views on Occupants Health.
- [38] Erian, W., Pulwarty, R., Vogt, J., AbuZeid, K., Bert, F. E., Brüntrup, M., ... & Zougmore, R. B. (2021). GAR special report on drought 2021. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- [39] European Commission: Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, Addamo, A. M., Calvo Santos, A., Carvalho, N., Guillén, J., Magagna, D., Neehus, S., Peralta Baptista, A., Quatrini, S., & Schinasi Romeu, Y. (2021). The EU blue economy report 2021, Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2771/8217>
- [40] Falloon, P., & Betts, R. (2010). Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaptation and mitigation—the importance of an integrated approach. *Science of the total environment*, 408(23), 5667-5687.
- [41] Figure 4.31 in IPCC, 2021: Chapter 4. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Lee, J.-Y., J. Marotzke, G. Bala, L. Cao, S. Corti, J.P. Dunne, F. Engelbrecht, E. Fischer, J.C. Fyfe, C. Jones, A. Maycock, J. Mutemi, O. Ndiaye, S. Panickal, and T. Zhou, 2021: Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 553–672, doi: 10.1017/9781009157896.006.]
- [42] Figure 8.6 in IPCC, 2021: Chapter 8. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [D]ouville, H., K. Raghavan, J. Renwick, R.P. Allan, P.A. Arias, M. Barlow, R. Cerezo-Mota, A. Cherchi, T.Y. Gan, J. Gergis, D. Jiang, A. Khan, W. Pokam Mba, D. Rosenfeld, J. Tierney, and O. Zolina, 2021: Water Cycle Changes. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai,

- A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1055–1210, doi: 10.1017/9781009157896.010 .]
- [43] Filazzola, A., Shrestha, N., & MacIvor, J. S. (2019). The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 56(9), 2131-2143.
- [44] Foden, W.B. and Young, B.E. (eds.) (2016). IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change. Version 1.0. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission No. 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission.
- [45] Fox-Kemper, B., H.T. Hewitt, C. Xiao, G. Aðalgeirsdóttir, S.S. Drijfhout, T.L. Edwards, N.R. Golledge, M. Hemer, R.E. Kopp, G. Krinner, A. Mix, D. Notz, S. Nowicki, I.S. Nurhati, L. Ruiz, J.-B. Sallée, A.B.A. Slangen, and Y. Yu, 2021: Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1211–1362, doi: 10.1017/9781009157896.011.
- [46] Frank L.D., and P.O. Engelke (2001), The built environment and human activity patterns: exploring the impacts of urban form on public health, *Journal of Planning Literature* 16(2): 202-218.
- [47] Fulthorpe, Roberta & MacIvor, J Scott & Jia, Pu & Yasui, Simone-Louise E.. (2018). The Green Roof Microbiome: Improving Plant Survival for Ecosystem Service Delivery. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 6. 5. 10.3389/fevo.2018.00005.
- [48] Glick, P., Stein, B. A., & Edelson, N. A. (2011). *Scanning the conservation horizon: a guide to climate change vulnerability assessment*. Washington, DC: National Wildlife Federation. 168 p.

- [49] Gowda, P., Steiner, J. L., Olson, C., Boggess, M., Farrigan, T., & Grusak, M. A. (2018). Agriculture and rural communities. Impacts, risks, and adaptation in the United States: Fourth national climate assessment, 2, 391-437.
- [50] Gray, R. (1990). Social and environmental accounting in the Western capitalist economies: A review.
- [51] Gualdi, S., Scoccimarro, E., & Navarra, A. (2008). Changes in tropical cyclone activity due to global warming: Results from a high-resolution coupled general circulation model. *Journal of climate*, 21(20), 5204-5228.
- [52] Gulev, S.K., P.W. Thorne, J. Ahn, F.J. Dentener, C.M. Domingues, S. Gerland, D. Gong, D.S. Kaufman, H.C. Nnamchi, J. Quaas, J.A. Rivera, S. Sathyendranath, S.L. Smith, B. Trewin, K. von Schuckmann, and R.S. Vose, 2021: Changing State of the Climate System. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 287–422, doi: 10.1017/9781009157896.004.
- [53] Hallegatte, S., Rentschler, J., and Rozenberg, J. (2019). *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity*. Sustainable Infrastructure. Washington, DC: World Bank. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31805>.
- [54] Han, H., and Hyun, S. S. (2018). Green indoor and outdoor environment as nature-based solution and its role in increasing customer/ employee mental health, well-being and loyalty. *Business Strategy and the Environment* 28(4), 629-641. <https://doi.org/10.1002/bse.2269>. [nelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bse.2425](https://doi.org/10.1002/bse.2425).
- [55] Held, I. M., & Soden, B. J. (2006). Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *Journal of climate*, 19(21), 5686-5699.
- [56] Hussein, H. (2010). Using the sensory garden as a tool to enhance the educational development and social interaction of children with special needs. *Support for learning* 25(1), 25-31. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9604.2009.01435.x>.

- [57] Hussein, H. (2012). The influence of sensory gardens on the behaviour of children with special educational needs. *Procedia – Social and Behavioural Sciences* 38, 343-354.
- [58] Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.). Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_Full_Report.pdf.
- [59] IPBES. (2018). The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237429>
- [60] IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>
- [61] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press
- [62] IPCC, 2022: Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestedt, A. Reisinger (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.

- [63] IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-33, doi:10.1017/9781009325844.001.
- [64] IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.
- [65] IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- [66] Ives, C. D., Lentini, P. E., Threlfall, C. G., Ikin, K., Shanahan, D. F., Garrard, G. E., ... & Kendal, D. (2016). Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and biogeography*, 25(1), 117-126.
- [67] Kapos, V., Wicander, S., Salvaterra, T., Dawkins, K., and Hicks, C. (2019). *The role of the natural environment in adaptation, Background Paper for the Global Commission on Adaptation*. Rotterdam and Washington, D.C.: Global Commission on Adaptation.
- [68] Khapre, A., Kumar, S., & Rajasekaran, C. (2017). Phytocapping: an alternate cover option for municipal solid waste landfills. *Environmental Technology*, 40(17), 2242–2249. <https://doi.org/10.1080/09593330.2017.1414314>
- [69] Kim, J., & Kaplan, R. (2004). Physical and Psychological Factors in Sense of Community: New Urbanist Kentlands and Nearby Orchard Village. *Environment and Behavior*, 36(3), 313-340. <https://doi.org/10.1177/0013916503260236> (Original work published 2004)

- [70] Kleisner, K. M., Fogarty, M. J., McGee, S., Barnett, A., Fratantoni, P., Greene, J., ... & Pinsky, M. L. (2016). The effects of sub-regional climate velocity on the distribution and spatial extent of marine species assemblages. *PloS one*, 11(2), e0149220.
- [71] Koliotsas P. (2008), The contribution of bioclimatic design of outdoor spaces to improve the environment of the urban zone. Case study: the traditional village of Great Panagia in Chalkidiki, Master Thesis, Patra, Greek Open University (in Greek).
- [72] Kramer, K., Bouriaud, L., Feindt, P. H., Van Wassenae, L., Glanemann, N., Hanewinkel, M., ... & Yousefpour, R. (2022). Roadmap to develop a stress test for forest ecosystem services supply. *One Earth*, 5(1), pp. 25-34.
- [73] Kuehn, R., Hindenlang, K. E., Holzgang, O., Senn, J., Stoeckle, B., & Sperisen, C. (2007). Genetic effect of transportation infrastructure on roe deer populations (*Capreolus capreolus*). *Journal of Heredity*, 98(1), 13-22.
- [74] Kumar, R. (2024). Evaluating the Impact of Green Infrastructure on Urban Ecosystems: A Case Study Approach. *International Journal for Research Publication and Seminar*, 15(3), 282–288. <https://doi.org/10.36676/jrps.v15.i3.1495>
- [75] Kumar, Rinku & Sah, Dinesh & Raj, Abhishek & Verma, Rahul & Gupta, Devrani & Kumar, Arun & Scholar, Research & Professor, Assitt. (2024). Kumar et al. 1992-1996. 10.5281/zenodo.11429287.
- [76] Kuo, M., Barnes, M., and Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. *Frontiers in Psychology* 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.00305/full>.
- [77] Lamb, D. T., Venkatraman, K., Bolan, N., Ashwath, N., Choppala, G., & Naidu, R. (2014). Phytocapping: An Alternative Technology for the Sustainable Management of Landfill Sites. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(6), 561–637. <https://doi.org/10.1080/10643389.2012.728823>
- [78] Landscape Institute (2009) Green infrastructure: connected and multifunctional landscape -position document, London: Landscape Institute
- [79] Lewis, M., Simcock, R., Davidson, G., & Bull, L. (2010). Landscape and ecology values within stormwater management. Prepared by BoffaMiskell for Auckland Regional Council. Auckland Regional Council Technical Report.

- [80] Lin, Brenda & Fuller, Richard. (2013). FORUM: Sharing or sparing? How should we grow the world's cities? *Journal of Applied Ecology*. 50. 1161-1168. 10.1111/1365-2664.12118.
- [81] Luis Valenca Pinto, Miguel Inácio, Paulo Pereira, Green and blue infrastructure (GBI) and urban nature-based solutions (NbS) contribution to human and ecological well-being and health, *Oxford Open Infrastructure and Health*, Volume 1, 2023, ouad004, <https://doi.org/10.1093/ooih/ouad004>
- [82] Mace, G. M., Norris, K., & Fitter, A. H. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- [83] MacIvor, J.S., Ruttan, A. & Salehi, B. Exotics on exotics: Pollen analysis of urban bees visiting *Sedum* on a green roof. *Urban Ecosyst* 18, 419–430 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11252-014-0408-6>
- [84] Maller C., M. Townsend, A. Pryor, P. Brown, and L. St Leger (2006), Healthy nature healthy people, 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations, *Health promotion international* 21: 45–54.
- [85] Maracchi, G., Sirotenko, O., & Bindi, M. (2005). Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic change*, 70(1), 117-135.
- [86] Marija Bockarjova, Wouter J.W. Botzen, Mark J. Koetse, Economic valuation of green and blue nature in cities: A meta-analysis, *Ecological Economics*, Volume 169, 2020, 106480, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106480>.
- [87] Maron, M., Mitchell, M. G., Runtig, R. K., Rhodes, J. R., Mace, G. M., Keith, D. A., & Watson, J. E. (2017). Towards a threat assessment framework for ecosystem services. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(4), 240-248.
- [88] McPherson E.G. (1991), Environmental benefits and costs of the urban forest, *Proceedings of the Fifth National Urban Forest Conference*, Los Angeles, American Forestry Association.
- [89] Meehl, G. A., Stocker, T. F., Collins, W. D., Friedlingstein, P. I. E. R. R. E., Gaye, A. T., Gregory, J. M., ... & Zhao, Z. C. (2007). Global climate projections. Chapter 10.
- [90] Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, p. v

- [91] Monteiro, Renato & Ferreira, José & Antunes, Paula. (2020). Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review. *Land*. 9. 525. 10.3390/land9120525.
- [92] Nilsson, J.-H., & Johansson, M. (2021). Developing urban tourism in green infrastructure. Abstract from Atlas SIG meeting urban tourism, Netherlands.
- [93] Olesen, J. E., Carter, T. R., Diaz-Ambrona, C. H., Fronzek, S., Heidmann, T., Hickler, T., ... & Sykes, M. T. (2007). Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change*, 81, 123-143.
- [94] Ommer, J., Bucchignani, E., Leo, L. S., Kalas, M., Vranic, S., Debele, S. (2022). Quantifying co-benefits and disbenefits of nature-based solutions targeting disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 75 (1), 102966.
- [95] Oxford University Press. (n.d.). Ecosystem, n. In Oxford English dictionary. Retrieved online June 13, 2025, from <https://doi.org/10.1093/OED/4710651519>.
- [96] Pandey, B., & Ghosh, A. (2023). Urban ecosystem services and climate change: a dynamic interplay. *Frontiers in Sustainable Cities*, 5, 1281430.
- [97] Parry, M. L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M., & Fischer, G. (2004). Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global environmental change*, 14(1), 53-67.
- [98] Peñuelas, J., Sardans, J., Estiarte, M., Ogaya, R., Carnicer, J., Coll, M., ... & Jump, A. S. (2013). Evidence of current impact of climate change on life: a walk from genes to the biosphere. *Global change biology*, 19(8), 2303-2338.
- [99] Pershing, A. J., Alexander, M. A., Hernandez, C. M., Kerr, L. A., Le Bris, A., Mills, K. E., ... & Thomas, A. C. (2015). Slow adaptation in the face of rapid warming leads to collapse of the Gulf of Maine cod fishery. *Science*, 350(6262), 809-812.
- [100] Porter JR, Xie L, Challinor AJ, Cochrane K, Howden SM, Iqbal MM, Lobell DB, Travasso MI. Food security and food production systems. In: Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, et al., eds. *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the*

Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press; 2014, 485–533.

- [101] Porter, J. R., & Gawith, M. (1999). Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European journal of agronomy*, 10(1), 23-36.
- [102] Pörtner, H.-O., D.C. Roberts, H. Adams, I. Adelekan, C. Adler, R. Adrian, P. Aldunce, E. Ali, R. Ara Begum, B. Bednar-Friedl, R. Bezner Kerr, R. Biesbroek, J. Birkmann, K. Bowen, M.A. Caretta, J. Carnicer, E. Castellanos, T.S. Cheong, W. Chow, G. Cissé, S. Clayton, A. Constable, S.R. Cooley, M.J. Costello, M. Craig, W. Cramer, R. Dawson, D. Dodman, J. Efitre, M. Garschagen, E.A. Gilmore, B.C. Glavovic, D. Gutzler, M. Haasnoot, S. Harper, T. Hasegawa, B. Hayward, J.A. Hicke, Y. Hirabayashi, C. Huang, K. Kalaba, W. Kiessling, A. Kitoh, R. Lasco, J. Lawrence, M.F. Lemos, R. Lempert, C. Lennard, D. Ley, T. Lissner, Q. Liu, E. Liwenga, S. Lluch-Cota, S. Löschke, S. Lucatello, Y. Luo, B. Mackey, K. Mintenbeck, A. Mirzabaev, V. Möller, M. Moncassim Vale, M.D. Morecroft, L. Mortsch, A. Mukherji, T. Mustonen, M. Mycoo, J. Nalau, M. New, A. Okem, J.P. Ometto, B. O'Neill, R. Pandey, C. Parmesan, M. Pelling, P.F. Pinho, J. Pinnegar, E.S. Poloczanska, A. Prakash, B. Preston, M.-F. Racault, D. Reckien, A. Revi, S.K. Rose, E.L.F. Schipper, D.N. Schmidt, D. Schoeman, R. Shaw, N.P. Simpson, C. Singh, W. Solecki, L. Stringer, E. Totin, C.H. Trisos, Y. Trisurat, M. van Aalst, D. Viner, M. Wairiu, R. Warren, P. Wester, D. Wrathall, and Z. Zaiton Ibrahim, 2022: Technical Summary. [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 37–118, doi:10.1017/9781009325844.002.
- [103] Pretty J. (2004), How nature contributes to mental and physical health, *Spirituality & Health International* 5(2): 68-78.

- [104] Rainford L., V. Mason, M. Hickman, and A. Morgan (2000), *Health in England 1998. Investigating the Links Between Social Inequalities and Health*, London, The Stationery Office.
- [105] Ranasinghe, R., A.C. Ruane, R. Vautard, N. Arnell, E. Coppola, F.A. Cruz, S. Dessai, A.S. Islam, M. Rahimi, D. Ruiz Carrascal, J. Sillmann, M.B. Sylla, C. Tebaldi, W. Wang, and R. Zaaboul, 2021: Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1767–1926, doi: 10.1017/9781009157896.014.
- [106] Reynolds K., J. Wolch, J. Byrne, C. Chou, G. Feng, S. Weaver, and M. Jerrett (2007), Trail characteristics as correlates of urban trail use, *American Journal of Health Promotion*, 21: 335–345.
- [107] Runtig, R. K., Bryan, B. A., Dee, L. E., Maseyk, F. J., Mandle, L., Hamel, P., ... & Rhodes, J. R. (2017). Incorporating climate change into ecosystem service assessments and decisions: a review. *Global change biology*, 23(1), 28-41.
- [108] Ryan P Kovach, Jason B Dunham, Robert Al-Chokhachy, Craig D Snyder, Benjamin H Letcher, John A Young, Erik A Beever, Greg T Pederson, Abigail J Lynch, Nathaniel P Hitt, Chris P Konrad, Kristin L Jaeger, Alan H Rea, Adam J Sepulveda, Patrick M Lambert, Jason Stoker, Joseph J Giersch, Clint C Muhlfeld, An Integrated Framework for Ecological Drought across Riverscapes of North America, *BioScience*, Volume 69, Issue 6, June 2019, Pages 418–431, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz040>
- [109] Sadeghian and Vardanyan, 2013. The Benefits of Urban Parks, a Review of Urban Research. *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(8), pp. 231-237.
- [110] Scholes, R. J. (2016). Climate change and ecosystem services. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(4), 537-550.

- [111] Scowen, Matt. (2011). UK National Ecosystem Assessment (2011) The UK National Ecosystem Assessment Technical Report. UNEP-WCMC, Cambridge.
- [112] Seneviratne, S.I., X. Zhang, M. Adnan, W. Badi, C. Dereczynski, A. Di Luca, S. Ghosh, I. Iskandar, J. Kossin, S. Lewis, F. Otto, I. Pinto, M. Satoh, S.M. Vicente-Serrano, M. Wehner, and B. Zhou, 2021: Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1513–1766, doi: 10.1017/9781009157896.013.
- [113] Spalding, M., Burke, L., Wood, S. A., Ashpole, J., Hutchinson, J., and Ermgassen, P. (2017). Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. *Marine policy* 82, 104-103.
- [114] Starry, Olyssa & Gonsalves, Sydney & Ksiazek-Mikenas, Kelly & MacIvor, J Scott & Gardner, Maggie & Szallies, Alexander & Brenneisen, Stephan. (2018). A Global Comparison of Beetle Community Composition on Green Roofs and the Potential for Homogenization.
- [115] Stenfors, C. U. D., Van Hedger, S. C., Schertz, K. 1E., Meyer, F. A. C., Smith, K. E. L., Norman, G. J., et al. (2019) Positive effects of nature on cognitive performance across multiple experiments: test order but not affect modulates the cognitive effects. *Frontiers of Psychology* (10). [https:// doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01413](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01413)
- [116] Sturm R. and Cohen D. (2014). Proximity to Urban Parks and Mental Health. *The Journal of Mental Health Policy and Economics* 17(1), 19–24. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4049158/>.
- [117] Terkenli, Theano & Bell, Simon & Tosković, Oliver & Tomićević, Jelena & Panagopoulos, Thomas & Straupe, Inga & Kristianova, Katarina & Straigyte, Lina & O'Brien, Liz & Živojinović, Ivana. (2020). Tourist perceptions and uses of urban green infrastructure:

- An exploratory cross-cultural investigation. *Urban Forestry & Urban Greening*. 49. 126624. 10.1016/j.ufug.2020.126624.
- [118] Thuring, C.E., Dunnett, N. Vegetation composition of old extensive green roofs (from 1980s Germany). *Ecol Process* 3, 4 (2014). <https://doi.org/10.1186/2192-1709-3-4>
- [119] Tuck, G., Glendining, M. J., Smith, P., House, J. I., & Wattenbach, M. (2006). The potential distribution of bioenergy crops in Europe under present and future climate. *Biomass and Bioenergy*, 30(3), 183-197.
- [120] United Nations (2008). International Standard Industrial Classification of All Economic Activities. New York. ST/ESA/STAT/SER.M/4/Rev.4.
- [121] United Nations Environment Programme (2023). Nature-based Infrastructure: How natural infrastructure solutions can address sustainable development challenges and the triple planetary crisis. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44022>.
- [122] United Nations Environment Programme (2021). The State of Finance for Nature 2021. Tripling investments in nature-based solutions by 2030. Nairobi, Kenya : United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature>.
- [123] United Nations. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change* (FCCC/INFORMAL/84 GE.05-62220 (E)). United Nations. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- [124] Van de Berg et al. (2016). Green Walls for a Restorative Classroom Environment: A Controlled Evaluation Study. *Environment and Behaviour* 12.
- [125] Van Oijstaeijen, W., Van Passel, S., & Cools, J. (2020). Urban green infrastructure: A review on valuation toolkits from an urban planning perspective. *Journal of environmental management*, 267, 110603.
- [126] Venn, S., and Niemela, J. (2004). Ecology in a multidisciplinary study of urban green space: the URGE project. *Boreal Environment Research* 9, 479-489.
- [127] Walther, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J., ... & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389-395.

- [128] Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., ... & Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782.
- [129] Wheeler, T. R., Hong, T. D., Ellis, R. H., Batts, G. R., Morison, J. I. L., & Hadley, P. (1996). The duration and rate of grain growth, and harvest index, of wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to temperature and CO₂. *Journal of experimental botany*, 47(5), 623-630.
- [130] Wolf, K. L. (2003). Public response to the urban forest in inner city business districts. *Journal of Arboriculture* 29 (3), 117-126. https://www.naturewithin.info/CityBiz/JofA_Biz.pdf.
- [131] Wolf, K. L. (2005). Business district streetscapes, trees and consumer response. *Journal of Forestry* 103(8), 396-400. http://www.naturewithin.info/CityBiz/BizTreesAll_JFor.pdf.
- [132] Wollenweber, B., Porter, J. R., & Schellberg, J. (2003). Lack of interaction between extreme high-temperature events at vegetative and reproductive growth stages in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189(3), 142-150.
- [133] World Bank (2023). World Development Indicators. Available online at: <https://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (accessed February 1, 2025).
- [134] WWF. 2016. Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era. WW International, Gland, Switzerland, p. 51.
- [135] Yfantidou, G., & Anthopoulos, P. (2017). Designing of outdoor green recreational parks. *Theoretical and Empirical Researches in Urban Management*, 12(2), 5-18.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- [1] Γιαννακού Α., & Σαλάτα Κ.-Δ. (2018). Πράσινη Υποδομή: ανασκόπηση της συμβολής στις αστικές περιοχές και διερεύνηση των προβλέψεων του ελληνικού συστήματος σχεδιασμού. Αειχώρος: Κείμενα Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Ανάπτυξης, (27), 43–75.
<https://doi.org/10.26253/heal.uth.ojs.aei.2018.435>

Ξενόγλωσσοι διαδικτυακοί τόποι

- [1] <https://www.anthesisgroup.com/insights/five-future-scenarios-ar6-ipcc/>
[2] <https://www.undrr.org/quick/13440>
[3] <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-2/>
[4] <https://zenodo.org/records/6417333>
[5] [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet Biodiversity.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGII_FactSheet_Biodiversity.pdf)
[6] [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/EE_TTF_2010_Annual Report FINAL_web.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/EE_TTF_2010_Annual_Report_FINAL_web.pdf)
[7] https://www.unccd.int/sites/default/files/sessions/documents/ICCD_CRIC10_21/21eng.pdf
[8] <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-En.pdf>
[9] https://www.ceeweb.org/documents/publications/green_infrastructure_and_nature-based_solutions_for_urban_biodiversity_-_with_case_studies.pdf
[10] <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/green-spaces-and-corridors-in-urban-areas>
[11] <https://olmsted.org/the-seven-ss-of-olmsted-design/>
[12] https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_report_waterways_to_resilience_f_web.pdf
[13] <https://dipke.org/>
[14] <https://una.city/nbs/malaga/reforestation-malagas-green-belt>
[15] <https://una.city/nbs/hammam-sousse/lets-go-green>
[16] <https://una.city/nbs/athens/wetland-adaptation-attica-region>
[17] [https://progireg.eu/fileadmin/user_upload/Zagreb/ProGIreg Living Lab Zagreb.pdf](https://progireg.eu/fileadmin/user_upload/Zagreb/ProGIreg_Living_Lab_Zagreb.pdf)
[18] https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/09/SROCC_FinalDraft_FAQs.pdf
[19] https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
[20] https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf
[21] <https://sdgs.un.org/goals>
[22] https://planbleu.org/wp-content/uploads/2024/07/Plan-Bleu-NbS-in-Mediterranean-cities-report_Final.pdf