



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα: Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας
Σχολή: Δημόσιας Υγείας

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας»

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τίτλος

**«Επισκόπηση στην βιβλιογραφία για την επίδραση στη
δημόσια υγεία από την υλοποίηση και εφαρμογή στις πόλεις
των Nature Based Solutions (NBS)»**

Όνοματεπώνυμο, Α.Μ. φοιτήτριας: Σοφία Αυγουστή, echr2022305.

Επιβλέπων :Ιωάννης Παπαδάς, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Δημόσιας
και Κοινωνικής Υγείας, ΠΑΔΑ

Αθήνα, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας
Κατεύθυνση Κοινωνικής Υγείας
Σχολή Δημόσιας Υγείας

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας»

Μεταπτυχιακή Εργασία

Τίτλος

**«Επισκόπηση στην βιβλιογραφία για την επίδραση στη
δημόσια υγεία από την υλοποίηση και εφαρμογή στις πόλεις
των Nature Based Solutions (NBS)»**

Όνοματεπώνυμο, Α.Μ. φοιτήτριας: Σοφία Αυγουστή, echp2022305.

Επιβλέπων: Ιωάννης Παπαδάς, Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Δημόσιας
και Κοινωνικής Υγείας, ΠΑΔΑ.

Η εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των απαιτήσεων του ΠΠΣ για την λήψη του μεταπτυχιακού διπλώματος του ΠΜΣ Της Περιβαλλοντικής Επικοινωνίας και της Προαγωγής της Υγείας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Αθήνα, 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
DEPARTMENT OF PUBLIC AND COMMUNITY HEALTH
SCHOOL OF PUBLIC HEALTH
MSc "ENVIRONMENTAL COMMUNICATION
AND HEALTH PROMOTION"

Thesis

Title

**A review of the literature on the impact on public health of
the implementation and application in cities of Nature based
Solutions (NBS)**

Student name and surname: Sofia Avgousti

Registration Number: echp2022305

Supervisor name and surname: Ioannis Papadas

Athens, 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
Τμήμα Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας
Κατεύθυνση Κοινωνικής Υγείας
Σχολή Δημόσιας Υγείας

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας»

Τίτλος εργασίας

**«Επισκόπηση στην βιβλιογραφία για την επίδραση στη
δημόσια υγεία από την υλοποίηση και εφαρμογή στις πόλεις
των Nature Based Solutions (NBS)»**

Μέλη Επιτροπής Εξέτασης συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι
Επιτροπή Εξέτασης:

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
Ιωάννης Παπαδάς	Επίκουρος Καθηγητής, Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, ΠΑΔΑ.	
Κωνσταντίνα Σκαναβή	Καθηγήτρια, Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, ΠΑΔΑ.Δ/ντριάτου ΠΜΣ 'Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας', ΠΑΔΑ.	
Ευδοκία Βασάλου	Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, ΠΑΔΑ.	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Αυγουστή Σοφία του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου echp2022305 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας» του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας της Σχολής Δημόσιας Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

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

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

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Η Δηλούσα

Σοφία Αυγουστή



* Ιωάννης Παπαδάς, Επίκουρος Καθηγητής

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα

(Υπογραφή)

*** Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και μετά από αιτιολόγηση και έγκριση του επιβλέποντα, προβλέπεται χρονικός περιορισμός πρόσβασης (embargo) 6-12 μήνες. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να υπογράψει ψηφιακά ο/η επιβλέπων/ουσα καθηγητής/τρια, για να γνωστοποιεί ότι είναι ενημερωμένος/η και συναινεί. Οι λόγοι χρονικού αποκλεισμού πρόσβασης περιγράφονται αναλυτικά στις πολιτικές του Ι.Α. (σελ. 6):**

https://www.uniwa.gr/wp-wp-content/uploads/2021/01/Πολιτικές_Ιδρυματικού_Αποθετηρίου_final.pdf

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών « Περιβαλλοντική Επικοινωνία και Προαγωγή Υγείας» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της σχολής Δημόσιας Υγείας κατά το έτος 2024.

Σε αυτή την εργασία διατυπώθηκαν βασικές πληροφορίες όσον αφορά την ποιότητα του αέρα καθώς και οι επιπτώσεις που προκαλούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι λύσεις οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να βελτιωθεί το μικρόκλιμά και κατ' επέκταση η υγεία μας είναι εμπνευσμένες από την φύση, την χρησιμοποιούν και υποστηρίζονται από αυτή και ονομάζονται Nature Based Solutions. Για την εφαρμογή των NBS είναι αναγκαίο να γίνουν δράσεις όπως η εκπαίδευση και η ευαισθητοποίηση του κοινού που είναι ουσιώδη για την υποστήριξη βιώσιμων πρακτικών. Επιπλέον, η συνεργασία των κοινοτήτων, των επιχειρήσεων και των αρχών είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να δημιουργηθούν αειφόρες αστικές περιοχές που να προάγουν όχι μόνο την υγεία, αλλά και την ευημερία των κατοίκων. Επομένως ήθελα να βάλω και εγώ το λιθαράκι μου σε αυτή την προσπάθεια γράφοντας την εργασία αυτή με την ελπίδα ότι όσοι την διαβάσουν θα αναγνωρίσουν τα προβλήματα που προκύπτουν λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και θα κινητοποιηθούν προκειμένου να εφαρμοστούν περισσότερες λύσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου.

Η ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του καθηγητή μου, κύριου Ιωάννη Παπαδά που είναι Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματός Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας του ΠΑΔΑ. Του εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για όλη τη βοήθεια που μου προσέφερε. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον κύριο Δαμιανό Καλπακίδη, ο οποίος είναι Μηχανικός Περιβάλλοντος και Υποψήφιος Διδάκτορας του Τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας για την βοήθεια που μου έδωσε στα πλαίσια εκπόνησης αυτής της εργασίας, τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για να μου δώσει σημαντικά στοιχεία και εξηγήσεις πάνω στο θέμα, αλλά και για την προθυμία του και τη βοήθεια, που ποτέ δε δίστασε να μου δώσει. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού της Περιβαλλοντικής Επικοινωνίας και Προαγωγής της Υγείας για τη

συμβολή τους στην επιστημονική και τεχνολογική μου συγκρότηση στα χρόνια της φοίτησής μου στο Τμήμα.

Ευχαριστώ πολύ, τον καλό μου φίλο Φραδέλο Χαράλαμπο (Πτυχιούχο του Τμήματος Αρχειονομίας Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας του Ιόνιου Πανεπιστημίου), για την συνεχή συμπαράσταση και την όμορφη επικοινωνία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη προς την οικογένεια μου, η οποία υπήρξε πάντοτε σταθερός πυλώνας και σπουδαίος οδηγός στην πορεία των σπουδών μου. Χάρη στην ανεκτίμητη τους υποστήριξη, μπόρεσα να προχωρήσω και να επιτύχω όσα έχω σήμερα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ατμόσφαιρα του πλανήτη μας αποτελεί ζωτικής σημασίας στοιχείο για την υποστήριξη της ζωής, καθώς παρέχει αέρια που είναι απαραίτητα για την ζωή, όπως το οξυγόνο και προστατεύει από επιβλαβείς ακτινοβολίες. Η δομή της ατμόσφαιρας ποικίλλει με διάφορα στρώματα και θερμοκρασίες, επηρεάζοντας το κλίμα και την καιρική συμπεριφορά του πλανήτη. Η ποιότητα της ατμόσφαιρας κατηγοριοποιείται με τον δείκτη PSI.

Όταν στην ατμόσφαιρα γίνεται εκπομπή αερίων, σκόνης και καπνού, που είναι ζημιογόνα για τον άνθρωπο, το περιβάλλον δημιουργείται η ατμοσφαιρική ρύπανση. Κύριοι αέριοι ρύποι όπως το CO και το CO₂ επηρεάζουν αρνητικά την υγεία και προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Άλλοι ρύποι, όπως το SO₂ και τα PM_x, προκαλούν όξινη βροχή και αναπνευστικά προβλήματα. Το O₃ στην τροπόσφαιρα επηρεάζει την υγεία των οργανισμών της γης.

Η κακή ποιότητα του αέρα επηρεάζει την υγεία και το περιβάλλον. Οι αέριοι ρύποι προκαλούν δηλητηρίαση, τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν την υγεία, ενώ η ρύπανση επηρεάζει ζώα, ψάρια, μνημεία και το περιβάλλον. Επιπλέον, συνδέεται με την κλιματική αλλαγή, επηρεάζοντας τις καιρικές συνθήκες και αυξάνοντας τους κινδύνους όπως οι πλημμύρες.

Η παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα αποτελεί αναγκαίο μέτρο για τη συγκέντρωση δεδομένων και την αντιμετώπιση των συνεπειών της ρύπανσης. Στη χώρα μας, οι πηγές ρύπων προέρχονται από διάφορους τομείς, η παραγωγή ενέργειας, οι μεταφορές, η βιομηχανική δραστηριότητα και η θέρμανση κτιρίων. Επιπλέον, φυσικές πηγές όπως οι πυρκαγιές και τα αέρια που φθάνουν από την Αφρική συμβάλλουν στην αυξημένη ρύπανση.

Τα Nature Based Solutions (NBS) αναδεικνύουν τη σημασία της συνεργασίας και της εφευρετικότητας για τη δημιουργία οικολογικών πόλεων. Κάποιες από τις λύσεις που βασίζονται στην φύση είναι ο χωροταξικός σχεδιασμός που στοχεύει στη δημιουργία ανθεκτικών και οικολογικών πόλεων, ενσωματώνοντας την αρχιτεκτονική του τοπίου για βελτιωμένη ποιότητα ζωής. Η πράσινη αρχιτεκτονική επικεντρώνεται στη βιώσιμη ανάπτυξη, χρησιμοποιώντας φιλικά προς το περιβάλλον υλικά και

έχοντας υπόψη τον άνθρωπο, το περιβάλλον και το μέλλον. Το πράσινο χρώμα στο αστικό περιβάλλον επηρεάζει θετικά την υγεία και την αισθητική των κατοίκων.

Τα NBS προστατεύουν το περιβάλλον και ενισχύουν τη βιωσιμότητα των πόλεων παρέχοντας πολλαπλά οφέλη όπως η προστασία της φύσης, η ανθρώπινη υγεία και η αντιμετώπιση των κλιματικών κινδύνων. Εφαρμόζονται στην Ελλάδα, περιλαμβάνοντας την ανακύκλωση νερού και τη δημιουργία υγροτόπων που ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και βοηθούν στην προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές. Επιπλέον, οι πηγές αυτές επιδρούν στο μικροκλίμα της περιοχής, προσαρμόζοντας τη θερμοκρασία και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα. Αυτό συμβάλλει στην προστασία από κλιματικές αλλαγές και πλημμύρες. Παρά τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την εφαρμογή τους στις πόλεις, αυτές οι πηγές παρέχουν προοπτικές για αειφόρο ανάπτυξη, με τη συμμετοχή του κοινού και τη χρήση καινοτόμων τεχνολογιών.

Abstract

The atmosphere of our planet is a vital element for supporting life, as it provides gases that are essential for life, such as oxygen, and protects from harmful radiation. The structure of the atmosphere varies with different layers and temperatures, affecting the climate and weather patterns of the planet. The quality of the atmosphere is categorized by the PSI index.

When gases, dust particles, and smoke harmful to humans are emitted into the atmosphere, atmospheric pollution is created. Major air pollutants like CO and CO₂ negatively impact health and contribute to the greenhouse effect. Other pollutants, such as SO₂ and PM_x, lead to acid rain and respiratory problems. O₃ in the troposphere affects the health of Earth's organisms.

The impacts of atmospheric pollution primarily affect human health and the environment. Air pollutants cause poisoning, airborne particles affect health, and pollution affects animals, fish, monuments, and the environment. Furthermore, it is linked to climate change, influencing weather conditions and increasing risks such as floods.

Monitoring air quality is essential for data collection and addressing the impacts of pollution. In Greece, pollution sources originate from the energy sector, transportation, industry, and building heating, as well as natural sources such as fires and gases from Africa.

Nature-Based Solutions (NBS) highlights the importance of collaboration and innovation in creating sustainable cities. Some nature-based solutions focus on urban planning aimed at creating resilient and eco-friendly cities, incorporating landscape architecture for an improved quality of life. Green architecture centers on sustainable development, using environmentally friendly materials and considering people, the environment, and the future. The green color in the urban environment positively influences residents' health and aesthetics.

NBS protects the environment and enhances the sustainability of cities by providing multiple benefits such as nature conservation, human health, and addressing

climate risks. They are applied in Greece, including water recycling and the creation of wetlands that enhance biodiversity and aid in adapting to climate change. Additionally, they influence the microclimate of the area, regulating temperature and improving air quality, protecting against climate change and floods. Their application in cities faces challenges but offers prospects for sustainable development with public involvement and the use of innovative technology.

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος.....	5
Περίληψη.....	7
Abstract.....	9
Εισαγωγή.....	14

Α' Μέρος: Δείκτης Ποιότητας του Αέρα & οι επιπτώσεις στην δημόσια υγεία.

1. Η Ποιότητα του αέρα.....	15
1.1 Ατμοσφαιρικός αέρας.....	15
1.2 Δείκτης της ποιότητας του αέρα.....	16
1.3 Στατιστικά στοιχεία.....	17
2. Ατμοσφαιρική ρύπανση.....	18
2.1 Ορισμοί και γενικές πληροφορίες.....	18
2.2 Δείκτες ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	19
2.2.1 Ευρωπαϊκός Τοπικός Δείκτης Ρύπανσης.....	20
2.3 Κυριότεροι αέριοι ρύποι.....	20
2.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO).....	21
2.3.2 Διοξείδιο του άνθρακα(CO ₂).....	21
2.3.3 Διοξείδιο του Θείου(SO ₂)	21
2.3.4 Αιωρούμενα σωματίδια (PM _x)	22
2.3.5 Τροποσφαιρικό όζον (O ₃).....	22
2.3.6 Μέτρηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης.....	22
3. Οι Κυριότερες πηγές ρύπανσης στην Ελλάδα.....	23
3.1 Παραγωγή Ρεύματος.....	23

3.2 Μέσα μεταφοράς.....	24
3.3 Βιομηχανία.....	25
3.4 Θέρμανση κτιρίων.....	26
3.5 Επεισόδια εκπομπών και μεταφοράς ρύπων από πυρκαγιές.....	26
3.6 Σκόνη από την Αφρική.....	28
4. Επιπτώσεις Ατμοσφαιρικής ρύπανσης.....	29
4.1 Υγεία.....	29
4.2 Ζώα.....	30
4.3 Οικοσυστήματα.....	30
4.4 Δομημένο περιβάλλον.....	32
4.5 Κλίμα.....	32
Β μέρος ‘Λύσεις που Βασίζονται στην Φύση’ & η επίδραση τους στην βελτίωση του μικροκλίματος.	
5. Ορισμοί και Έννοιες.....	34
5.1 Πολεοδομικός σχεδιασμός	36
5.2. Διαστάσεις του χωροταξικού σχεδιασμού	37
5.3 Πράσινη πόλη.....	38
5.4 Πράσινη αρχιτεκτονική.....	38
5.5 Η σημασία του πράσινου χρώματος στο αστικό περιβάλλον	40
6. Παραδείγματα των “Λύσεων που βασίζονται στην φύση”.....	42
6.1 Πράσινα δίκτυα.....	42
6.2 Αστικοί/Υπαιθριοί χώροι.....	43
6.3 “Εξυπνη Δασική Πόλη”	44
6.4 ‘Ευφυή Τοπία’	45
6.5. Πάρκα και πλατείες.....	45
6.6 ‘Δέντρα στις Πόλεις & Πράσινες Στέγες’	46
6.7 Ενότητα: Λύσεις με Βάση την Φύση στην Ελλάδα.....	46
7. Επιδράσεις των « Λύσεων που Βασίζονται στην Φύση».....	49
7.1 Βιοποικιλότητα.....	49
7.2 Μικροκλίμα.....	50
7.3 Δημόσια Υγεία.....	51
7.4 Εμπόδια και Προκλήσεις	52

Συμπεράσματα.....	53
Βιβλιογραφία.....	54
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	54
Ξένη Βιβλιογραφία.....	55

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αποτελεί μια σημαντική προσπάθεια εστίασης σε δύο βασικά και υψίστης σημασίας θέματα που απασχολούν ευρέως την κοινωνία και τον επιστημονικό χώρο σήμερα. Αρχικώς, η συγκεκριμένη εργασία προσδοκά να εξετάσει λεπτομερώς την κατάσταση του ατμοσφαιρικού αέρα και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, επισημαίνοντας την κρίσιμή τους σημασία ως παράγοντες που επηρεάζουν άμεσα κυρίως τη κοινοτική υγεία. Προς αυτή την κατεύθυνση, η παρούσα εργασία αναλύει τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε διάφορα επίπεδα, συμπεριλαμβανομένων της ανθρώπινης υγείας, της ζωικής ζωής, των οικοσυστημάτων, του δομημένου περιβάλλοντος και του κλίματος.

Στη συνέχεια, η διατριβή εστιάζει στην έννοια των Nature Based Solutions (NBS) και τη σημασία τους στη βελτίωση του μικροκλίματος. Τα NBS αναφέρονται σε φυσικές και βιολογικές λύσεις που βασίζονται στη φύση, όπως τα δάση, τα πάρκα, οι πράσινοι χώροι και οι υπαίθριοι χώροι, και αποτελούν αποτελεσματικά εργαλεία για την αντιμετώπιση προβλημάτων περιβαλλοντικής αειφορίας και την προώθηση της βιωσιμότητας στις αστικές περιοχές.

Με αυτήν την συνδυαστική προσέγγιση θεμάτων, η μεταπτυχιακή εργασία προσεγγίζει τον τομέα της περιβαλλοντικής επιστήμης, παραθέτοντας προοπτικές για περαιτέρω έρευνα και δράση. Στόχος είναι η προώθηση της ενίσχυσης της περιβαλλοντικής ποιότητας, της δημόσιας υγείας, και της βιωσιμότητας. Μέσω αυτής της εργασίας προσδιορίζονται τα στοιχεία κλειδιά για μια σφαιρική κατανόηση της σχέσης μεταξύ ατμοσφαιρικής ρύπανσης, NBS και περιβαλλοντικής βελτίωσης, παρέχοντας παράλληλα κατευθυντήριες οδηγίες για περαιτέρω έρευνα και δράση.

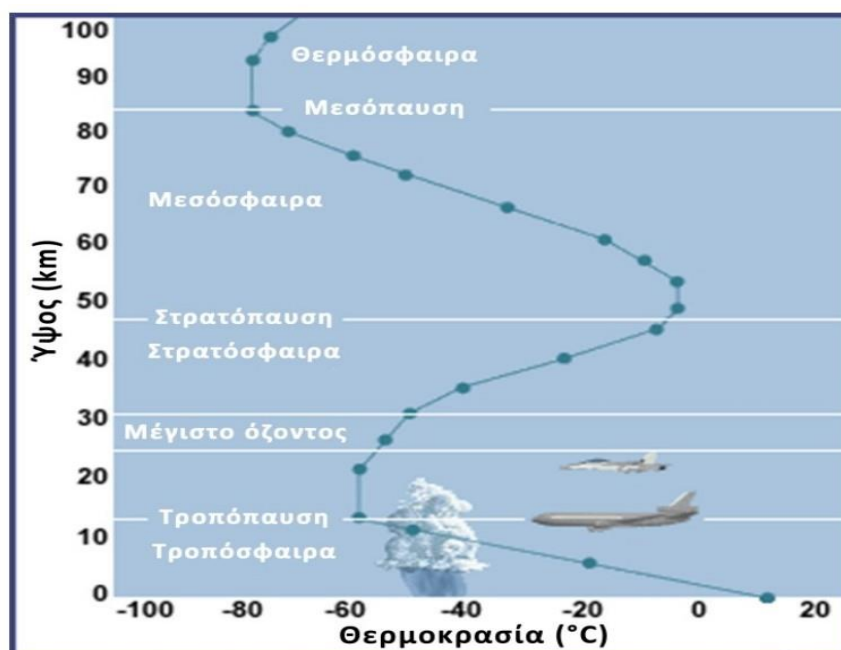
Α' Μέρος: 'Δείκτης Ποιότητας του Αέρα' & οι επιπτώσεις στην δημόσια υγεία.

1. Η Ποιότητα του αέρα

1.1 Ατμοσφαιρικός αέρας

Ο πλανήτης λόγω της ατμόσφαιρας περιβάλλεται από ατμοσφαιρικό αέρα ο οποίος είναι ζωτικής σημασίας για την ύπαρξη ζωής. Στα ανώτερα επίπεδα της ατμόσφαιρας δεν υπάρχει οξυγόνο. Έτσι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι πιο σημαντικός και από την τροφή και το νερό διότι χωρίς αυτό δεν μπορεί να επιβιώσει κανένας άνθρωπος, ενώ χωρίς τροφή και νερό μπορεί να επιβιώσουμε για κάποιες ημέρες. Η ατμόσφαιρα συνίσταται από διάφορα στρώματα. Το πρώτο στρώμα από την επιφάνεια της γης ονομάζεται Τροπόσφαιρα και εκεί λαμβάνουν χώρα όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Επίσης στην Στρατόσφαιρα βρίσκεται το στρώμα του όζοντος το οποίο και απορροφά την UV-C ηλιακή ακτινοβολία που δεχόμαστε από τον ήλιο. Στην εικόνα 1.1 φαίνεται η διακύμανση της θερμοκρασίας σε σχέση με το ύψος σε κάθε επίπεδο της ατμόσφαιρας. (Κατσαφάδος και Μαυροματίδης, 2015)

1.1 Εικόνα: Επίπεδα της Ατμόσφαιρας



(Κατσαφάδος και Μαυροματίδης, 2015)

1.2 Δείκτης της ποιότητας του αέρα

Ο δείκτης της ποιότητας του αέρα όσον αφορά το περιβάλλον αποτελεί μια αριθμητική ή περιγραφική κατηγοριοποίηση ορισμένων παραμέτρων. Έχει σκοπό να εξάγει πληροφορίες, οι οποίες αξιολογούν την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Υπάρχουν πράγματι περιβαλλοντικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα. Ένας τέτοιος δείκτης είναι ο Pollutant Standard Index (P.S.I), ο οποίος υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη διάφορες εκπομπές ρύπων. Αυτός ο δείκτης μετρά τα επίπεδα όζοντος, αέρα, NO₂, SO₂, CO και PM_x. Η χρήση του P.S.I επιτρέπει τη σύγκριση της ποιότητας της ατμόσφαιρας μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών. Καθώς παρέχει έναν αριθμητικό δείκτη, είναι πιο εύκολο για το κοινό να κατανοήσει και να συγκρίνει τα επίπεδα ρύπων σε διάφορες περιοχές, ενισχύοντας έτσι την ενημέρωση σχετικά με την ποιότητα του αέρα που αναπνέουν. Επιπλέον, αυτός ο δείκτης μετατρέπει τους ατμοσφαιρικούς ρύπους σε αριθμητικές τιμές ξεκινώντας από 0 μέχρι το 500, και αυτές οι τιμές κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ποιότητα της ατμόσφαιρας (Μελάς, Μπάης και Μπάλης, 2015).

Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας που αναδεικνύει τη συσχέτιση μεταξύ των τιμών του δείκτη PSI και της ποιότητας του αέρα, καθώς επίσης και τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. (Μελάς, Μπάης και Μπάλης, 2015).

Πίνακας 1.2 :Τιμές του δείκτη PSI

Τιμή PSI	Κατηγορία ποιότητας αέρα	Πιθανές επιπτώσεις στην υγεία
0-50	Καλή	Καμία για το συνολικό πληθυσμό
51-100	Μέτρια	Μερικές ή και καμία
101-200	Ανθυγιεινή	Ελαφρά επιδείνωση συμπτωμάτων στις πιο ευάλωτες κατηγορίες
201-300	Πολύ ανθυγιεινή	Σημαντική επιδείνωση – εκτεταμένα συμπτώματα
>300	Επικίνδυνη	Πρόωρη εμφάνιση ορισμένων ασθενειών-αύξηση επιδείνωσης συμπτωμάτων – μείωση ορίων αντοχής υγιών ανθρώπων

1.3 Στατιστικά στοιχεία

Η ποιότητα του αέρα στο περιβάλλον αντιμετωπίζει σοβαρούς κινδύνους λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Στοιχεία από την Ευρωπαϊκή Ένωση αποκαλύπτουν ότι ετησίως περίπου 400.000 άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ενώ οι οικονομικές συνέπειες ανέρχονται σε εκατοντάδες δισεκατομμύρια ευρώ.

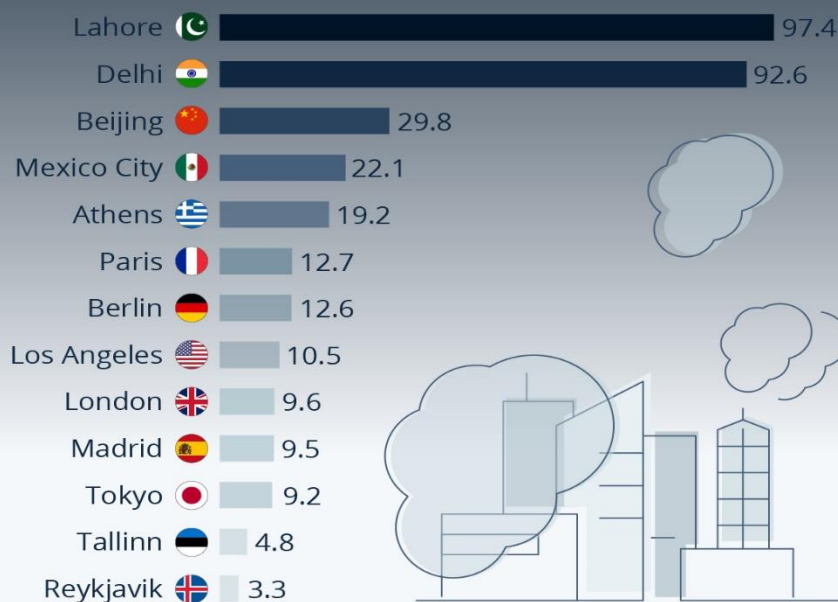
Οι πρωταρχικοί υπαίτιοι για αυτήν τη θλιβερή κατάσταση είναι οι επιβλαβείς αέριοι ρύποι οι οποίοι προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, συμβάλλοντας στην αύξηση του αριθμού των θανάτων. Η συνεισφορά τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση είναι τέτοια που προκαλεί σοβαρές ανησυχίες για την δημόσια υγεία και τα οικονομικά κόστη. Η ανάληψη δράσης για τη μείωση αυτών των ρύπων είναι ζωτικής σημασίας προκειμένου να προστατευθεί η υγεία του πληθυσμού και να μειωθούν τα οικονομικά βάρη (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2018).

Στην εικόνα 1.2 φαίνονται οι συγκεντρώσεις των επιβλαβών σωματιδίων στην ατμόσφαιρα παγκοσμίως. Σύμφωνα με τις μετρήσεις που έγιναν το 2022 διαπιστώθηκε ότι το Πακιστάν και η Ινδία είχαν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Το Πεκίνο ακολουθούσε με ποσοστό 29.8, το Μεξικό με 22.1 και η Ελλάδα με 19.2 ενώ η Ισλανδία είχε τις μικρότερες συγκεντρώσεις από όλες τις χώρες στις οποίες έγιναν μετρήσεις (Fleck, 2023).

Εικόνα 1.2: Η ποιότητα του αέρα της ατμόσφαιρας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Air Pollution: A Global Health Threat

Air quality for selected cities based on annual average PM2.5 particle concentration in 2022 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)*



* Population weighted. Air quality data analyzed in 7,323 cities across 131 countries, regions, and territories.

Source: IQAir



statista

2.Ατμοσφαιρική ρύπανση

2.1 Ορισμοί και γενικές πληροφορίες

Η ατμοσφαιρική ρύπανση δημιουργείται όταν στην ατμόσφαιρα γίνεται εκπομπή βλαβερών αερίων για τον άνθρωπο, τα ζώα και το περιβάλλον. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η αιτία για 1.000 θανάτους ανά την ημέρα και ξεπερνάει σε αριθμούς τα θύματα από τροχαία ατυχήματα. Κάποιες ρυπογόνες ενώσεις όπως το διοξείδιο του άνθρακα που είναι και οι αιτίες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δημιουργείται από τη ανθρώπινη παρέμβαση κυρίως. Οι αέριοι ρύποι που δημιουργούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση διακρίνονται σε πρωτογενής και δευτερογενής. Συγκεκριμένα, πρωτογενής ρύπος είναι εκείνος που δημιουργείται από κάποια διεργασία. Δευτερογενής ρύπος είναι εκείνος που

δημιουργείται από φωτοχημικές αντιδράσεις και ενώσεις που επηρεάζουν την ατμόσφαιρα. Επίσης υπάρχει και η σημειακή πηγή ρύπανσης που οι διαστάσεις της σχετίζονται με την έκταση μιας περιοχής όπου μελετάται το πρόβλημα της αντίστοιχης ρύπανσης, μια τέτοια μελέτη είναι για παράδειγμα η καμινάδα ενός εργοστασίου. Επίσης, υπάρχει και η γραμμική πηγή ρύπανσης όπου η παραγωγή ρύπων δημιουργείται από τους αυτοκινητόδρομους και μιας θαλάσσιας διαδρομής των πλοίων. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επιβαρύνεται από την ανθρώπινη παρέμβαση και συναντάται κυρίως στα αστικά κέντρα. Όταν στις πόλεις οι αυξημένες εκπομπές αερίων που προέρχονται από την ανθρώπινη παρέμβαση συνδυάζονται με την έντονη ηλιακή ακτινοβολία οδηγούν στην αύξηση δευτερογενών ρύπων που τα επίπεδα αυτών συνήθως βρίσκονται πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Τα πρότυπα της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα καθορίζονται σε μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που αφορούν σε βιομηχανικές μονάδες και σε κατασκευαστικά έργα. Ορισμένα πρότυπα της ποιότητας του αέρα της ατμόσφαιρας είναι η βραχυπρόθεσμη πρόγνωση επιπέδων αέριας ρύπανσης, όπου εκεί γίνεται λόγος για την επιβολή μέτρων για την αποφυγή επεισοδίων ρύπανσης, η πληροφόρηση των πολιτών και η προστασία τους, η οποία στοχεύει στο να υπάρξει συνεχή πληροφόρηση για τα επεισόδια αυξημένης ρύπανσης, ώστε να προστατεύονται εγκαίρως οι ευπαθείς ομάδες ενός πληθυσμού (Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο, 2018).

2.2 Δείκτες ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια για εκτιμηθεί η ποιότητα της ατμόσφαιρας σε μια ρυπασμένη περιοχή. Τα κριτήρια αυτά είναι οι περιβαλλοντικοί δείκτες για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος μιας περιοχής. Γίνεται, μια ταξινόμηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπου αυτοί οι παράμετροι βοηθούν στο να δοθεί η δυνατότητα για την εξαγωγή πληροφοριών, που αξιολογούν την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Επίσης, δημιουργείται ένα δίκτυο που στοχεύει στην διαχείριση πληροφοριών και επιστημονικής ανάλυσης. Ακόμη, ένα άλλο πρόβλημα που δημιουργείται από τους περιβαλλοντικούς δείκτες είναι το ότι σε μια χώρα ή σε μια πόλη γενικότερα, χρησιμοποιούνται διαφορετικοί δείκτες για τις ανάγκες μιας περιοχής. Ορισμένες χώρες έχουν δημιουργήσει τους δικούς τους περιβαλλοντικούς

δείκτες ποιότητας της ατμόσφαιρας. Αποτελέσματα όλων αυτών είναι η δυσκολία στο να συσχετιστούν οι τιμές των περιβαλλοντικών δεικτών με τα επίπεδα της ποιότητας του αέρα. (Λαρισσή, 2012).

2.2.1 Ευρωπαϊκός Τοπικός Δείκτης Ρύπανσης

Ο δείκτης ποιότητας του αέρα που περιγράφεται εδώ είναι μια προσαρμογή του αυστραλιανού τοπικού δείκτη ρύπανσης (RPI) στα ευρωπαϊκά όρια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ο δείκτης αυτός, που αποκαλείται ERPI (European Relative Pollution Index), χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας του αέρα με πιο αναλυτικό τρόπο σε σύγκριση με άλλους δείκτες. Ο ERPI υπολογίζεται για κάθε ατμοσφαιρικό ρύπο ξεχωριστά (όπως NO₂, SO₂, CO, O₃ και PM₁₀) και για κάθε ρύπο χρησιμοποιείται διαφορετική μέθοδος υπολογισμού του δείκτη. Για παράδειγμα, για τους ρύπους NO₂, CO, SO₂ και O₃, υπολογίζονται τέσσερις τιμές του δείκτη ERPI κάθε ώρα της ημέρας, με τη μεγαλύτερη τιμή να αποτελεί την ημερήσια τιμή του δείκτη ERPI για αυτούς τους ρύπους. Επιπλέον, για τα σωματίδια PM₁₀, χρησιμοποιείται η μέση ημερήσια τιμή συγκέντρωσής τους. Ο δείκτης αυτός επιτρέπει μια πιο αναλυτική εκτίμηση της ποιότητας του αέρα, παρέχοντας διαφορετικές τιμές ERPI για κάθε ρύπο και υπολογίζοντας τη συνολική ημερήσια τιμή ERPI με βάση τη μέγιστη τιμή μεταξύ των διαφορετικών τιμών ERPI για τους διάφορους ρύπους (Λαρισσή, 2012).

2.3 Κυριότεροι αέριοι ρύποι

Οι αέριοι ρύποι διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Οι πρωτογενείς ρύποι είναι ουσίες που εκπέμπονται απευθείας στην ατμόσφαιρα από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές, ενώ οι δευτερογενείς ρύποι προκύπτουν από χημικές ή φωτοχημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην ατμόσφαιρα μεταξύ των πρωτογενών ρύπων και άλλων ουσιών υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα δύσκολά μπορεί να γίνει αντιληπτό από τον άνθρωπο όταν υπάρχει στην ατμόσφαιρα καθώς είναι ένα αέριο άχρωμο, άοσμο και άγευστο. Παράγεται από την ατελή καύση οποιαδήποτε υλικού που περιέχει άνθρακα, όπως για παράδειγμα όταν δεν υπάρχει επαρκής καύση των ξύλων στην σόμπα. Στον άνθρωπο από αυτό το επικίνδυνο αέριο δημιουργείται ασφυξία καθώς εμποδίζει την μεταφορά οξυγόνου στο αίμα. (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.2 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα αέριο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρα. Χρησιμοποιείται για την δημιουργία ανθρακούχων ποτών, πυροσβεστήρων κ.α. Στην φύση το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την κυτταρική αναπνοή και είναι απαραίτητο για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Πρέπει να υπάρχει το CO₂ καθώς χωρίς αυτό η θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν πολύ χαμηλή και δεν θα ήταν δυνατή η ζωή στην γη. Εξαιτίας της μη πράσινης αειφορίας και της ατελής καύσης αυξάνεται η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με αυτό τον τρόπο η θερμοκρασία του πλανήτη μας αυξάνεται και επηρεάζεται το κλίμα (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.3 Διοξείδιο του Θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του Θείου απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από καύσεις ορυκτών καυσίμων, από βιομηχανικές διεργασίες και από ηφαιστειακές εκρήξεις. Είναι ωφέλιμο όταν χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στα φρούτα, στα τρόφιμά και στο κρασί αλλά μπορεί να προκαλέσει και αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον. Για παράδειγμα μπορούν να προκληθούν αναπνευστικά προβλήματα αλλά και η λεγόμενη «όξινη βροχή» (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.4 Αιωρούμενα σωματίδια (PMx)

Τα αιωρούμενα σωματίδια υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, συναντώνται σε διάφορες μορφές και δεν είναι ευδιάκριτα με γυμνό μάτι λόγω του μικρού τους μεγέθους και κατηγοριοποιούνται ανάλογα τη μέση διάμετρό τους σε: $PM_{10}<10\mu m$, $PM_{2.5}<2.5\mu m$ και $PM_1<1\mu m$. Τα σωματίδια αυτά προκύπτουν τόσο από ανθρωπογενείς, όσο και από φυσικές πηγές ρύπανσης. Σε περίπτωση που εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό δημιουργούν προβλήματα στο αναπνευστικό, καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.5 Τροποσφαιρικό όζον (O₃)

Ανάλογα με την περιοχή της ατμόσφαιρας, που βρίσκεται το όζον μπορεί να είναι επιβλαβές ή ωφέλιμο. Το όζον όταν βρίσκεται στην στρατόσφαιρα μας προστατεύει από τις υπεριώδεις ακτίνες του ηλίου και ιδιαίτερα την UVC ακτινοβολίας, που μπορούν να μας προκαλέσουν σοβαρά δερματικά προβλήματα κ.α. και είναι απαραίτητο για την διατήρηση της ζωής στη γη. Όταν όμως αυτό το όζον βρεθεί στην τροπόσφαιρα τότε είναι ένας δευτερογενής επιβλαβής ρύπος. Αν όμως το όζον εισέλθει στην ατμόσφαιρα μπορεί να βλάψει τον άνθρωπο αλλά και το περιβάλλον. Για παράδειγμα αν έρθει σε επαφή με τον άνθρωπο δημιουργεί αναπνευστικά προβλήματα και αν έρθει σε επαφή με κάποιο φυτό μπορεί να προκληθούν λευκές κηλίδες έως και νέκρωση (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

2.3.6 Μέτρηση της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και πρέπει να γνωρίζουμε την συγκέντρωση των ρύπων που υπάρχουν στον ατμοσφαιρικό αέρα και τους εισπνέουμε, διότι εγκυμονούν επιπτώσεις στον άνθρωπο αλλά και στα οικοσυστήματα. Επίσης πρέπει να γίνεται συνεχής παρακολούθηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Αυτή η διαδικασία γίνεται με την συλλογή δεδομένων για

τα επίπεδα, την κατανομή και το χρονικό μέγεθος που σχετίζεται με την ποιότητα του αέρα. (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

3. Οι Κυριότερες πηγές ρύπανσης στην Ελλάδα

Οι πηγές ρύπανσης που υπάρχουν στην Ελλάδα προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας, τα μέσα μαζικής μεταφοράς και την θέρμανση των κτιρίων. Ωστόσο, οι κλιματολογικές συνθήκες δημιουργούν δύο επιπλέον μορφές ρύπων εξαιτίας των πυρκαγιών και της μεταφοράς αφρικανικής σκόνης λόγω των υψηλών ανέμων. Ακόμη, άλλες πηγές ρύπανσης μπορεί να θεωρηθούν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και οι βιομηχανικές δραστηριότητες (WWF, 2010).

3.1 Παραγωγή Ρεύματος

Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στην Ελλάδα προέρχεται από διάφορες πηγές όπως τους υδρολογικούς σταθμούς, τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κ.α. Η πιο επιβλαβής ενεργειακή διαδικασία στην Ελλάδα συνδέεται στενά με τη χρήση λιγνίτη, όπως φαίνεται από τα στοιχεία ενός εργοστασίου ισχύος 1.200MW. Η καύση 54.000 τόνων λιγνίτη ανά ημέρα οδηγεί στη δημιουργία περίπου 8.100 τόνων τέφρας, με το 15% αυτής της ποσότητας να μετατρέπεται σε ιπτάμενη τέφρα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η πληροφορία ότι, όταν η απόδοση του σταθμού φτάσει στο 99,9%, οι 8,1 περίπου τόνοι ιπτάμενης τέφρας μεταφέρονται στην ατμόσφαιρα ως αερολύματα. Τα δεδομένα του E-PRTR αναδεικνύουν τη σημασία αυτού του ενεργειακού τομέα, καθώς στην Ελλάδα υπάρχουν 30 εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ορυκτών καυσίμων. Τα στοιχεία αυτά αποκαλύπτουν ότι ο ενεργειακός τομέας είναι υπεύθυνος για εκπομπές 57.500.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, 400.000 τόνων διοξειδίου του θείου, 140.000 τόνων οξειδίων του αζώτου και 30.000 τόνων αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ ετησίως. (WWF,2010).

Η κύρια περιοχή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα βρίσκεται στο Δήμο Εορδαίας που ανήκει στην περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας, όπου πέντε ενεργειακά κέντρα συνεισφέρουν στην παραγωγή περίπου 70% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας. Παρά τις προσπάθειες εξοπλισμού των σταθμών με ηλεκτροστατικά φίλτρα, υψηλές συγκεντρώσεις τέφρας απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα λόγω της υπερβολικής ποσότητας λιγνίτη που χρησιμοποιείται για καύση. Η διάχυση των αερολυμάτων και η απόστασή τους, επηρεάζονται από παράγοντες όπως το μέγεθος του καπνοδόχου, την συγκέντρωση των σωματιδίων και τα χημικά χαρακτηριστικά. Επίσης στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στη Μεγαλόπολη υπάρχει και άλλη μία περιοχή όπου έχει αυξημένα λιγνιτικά κοιτάσματα και μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μοναδική λύση είναι η αντικατάσταση των μονάδων αυτών με μονάδες που καίνε φυσικό αέριο, καθώς και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς η χώρα μας διαθέτει υψηλό αιολικό και ηλιακό δυναμικό. (WWF, 2010).

Στον πίνακα 3.1 απεικονίζονται οι εκπομπές SO₂ και αιωρούμενων σωματιδίων PM₁₀ που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη Δυτική Μακεδονία.

Πίνακας 3.1 : Εκπομπές SO₂ και PM₁₀ σε μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Εορδαία.

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ	
	Διοξείδιο του θείου	Σωματίδια
Αμυνταίου	1.800	60
Πτολεμαΐδας	394	622
Καρδιάς	580	1.694
Αγ. Δημητρίου	398	660

(WWF, 2010)

3.2 Μέσα μεταφοράς

Οι πηγές ρύπανσης στα αστικά κέντρα αποτελούν κυρίως τα οχήματα και τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την ρύπανση είναι λόγω του ότι δεν υπάρχουν ανοιχτοί χώροι αναψυχής και πράσινου και

επειδή υπάρχει κακή ρυμοτομία. Ακόμη αυτά τα προβλήματα επιδεινώνονται από τα πολεοδομικά και συγκοινωνιακά προβλήματα. Ένας άλλος λόγος που αυξάνονται οι εκπομπές ρύπων στην Ελλάδα είναι η χρήση παλιών οχημάτων, που ξεπερνούν τα 12 έτη τα οποία εκπέμπουν περισσότερο από 80% αερίων ρύπων, όπως C_xH_y, NO_x και το CO.(WWF, 2010).

3.3 Βιομηχανία

Στην Ελλάδα υπάρχουν μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, όπως είναι τα διυλιστήρια και οι τσιμεντοβιομηχανίες. Αυτές οι μονάδες βρίσκονται στην Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Βόλο και στην Καβάλα. Επίσης υπάρχουν και μικρότερες βιομηχανίες που βρίσκονται στην Ελευσίνα, Ασπρόπυργο, Οινόφυτα και Θεσσαλονίκη. Στα διυλιστήρια της Ελλάδας ανήκουν αυτά των Ασπροπύργου, Θεσσαλονίκης, Ελευσίνας και Αγίων Θεοδώρων. Αυτά τα τέσσερα διυλιστήρια καλύπτουν το 95% της ελληνικής αγοράς. Τα διυλιστήρια πετρελαίου δημιουργούν προβλήματα στο περιβάλλον, καθώς εκλύουν κατά την διύλιση αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, οξειδία του αζώτου, οργανικές πτητικές ενώσεις, μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και αμμωνία.(WWF, 2010).

Στον πίνακα 3.3 φαίνονται ενδεικτικά οι πτητικές οργανικές ενώσεις στα Ελληνικά Διυλιστήρια από το έτος 2001 έως το έτος 2004.

Πίνακας 3.2. Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) στα ελληνικά διυλιστήρια πετρελαίου.

ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΟ	ΕΚΠΟΜΠΕΣ 2001 (t)	ΕΚΠΟΜΠΕΣ 2004 (t)
Ασπρόπυργος	3.500	3.180
Ελευσίνα	570	2.910
Θεσσαλονίκη	386	378
Αγ. Θεόδωροι	- *	1.670
Σύνολο	4.456	8.138

(WWF,2010)

Η τσιμεντοβιομηχανία στην Ελλάδα κατέχει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό στην βιομηχανία της χώρας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο όμιλος ΤΙΤΑΝΑ, που έχει τέσσερα εργοστάσια συνολικής παραγωγής 5.000.000 τόνων τον χρόνο. Ένας άλλος τέτοιος όμιλος είναι ο ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ με 7.000.000 τόνων τον χρόνο. Η

Ελλάδα εξάγει μεγάλες ποσότητες τσιμέντου στην Ευρώπη. Η τσιμεντοβιομηχανία είναι υπεύθυνη για την παραγωγή αέριων ρύπων λόγω της εξόρυξης μεταλλευμάτων για την παραγωγή τσιμέντου. Κατά την παραγωγή του τσιμέντου, εκπέμπονται σημαντικές ποσότητες σκόνης, η οποία προέρχεται τόσο από σημειακές όσο και από διάχυτες πηγές ρύπανσης. Η αντιμετώπιση αυτών των εκπομπών απαιτεί την υιοθέτηση αποτελεσματικών περιβαλλοντικών μέτρων, προκειμένου να μειωθεί η ρύπανση και να προστατευθεί η υγεία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος. (WWF,2010).

Τέλος, όσον αφορά τη μεταλλουργική βιομηχανία στην χώρα μας έχουμε 18 εγκαταστάσεις, από τις οποίες είναι τέσσερις στη Θεσσαλονίκη, δύο στην Λάρισα, τρεις στον Βόλο και οι υπόλοιπες εγκαταστάσεις είναι σε Στερεά Ελλάδα και Εύβοια. Αυτές οι βιομηχανίες παράγουν συνήθως αλουμίνιο, χάλυβα αλλά και άλλα μεταλλεύματα. (WWF,2010).

3.4 Θέρμανση κτιρίων

Τον χειμώνα παρατηρείται αύξηση των αερίων ρύπων που προέρχονται από τα κτίρια, όπου χρησιμοποιείται καύση πετρελαίου για την θέρμανση των κτιρίων αλλά και για να θερμανθούν οι άνθρωποι που μένουν εκεί. Επιπλέον, λόγω του ότι αυτές οι εκπομπές αερίων ρύπων είχαν ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν φθορές σε ιστορικά μνημεία, όπως ο Παρθενώνας στην Αθήνα, έπρεπε να ληφθούν μέτρα για τον περιορισμό τους. Τα μέτρα που λήφθηκαν μείωσαν τους θερμαντικούς αερίους ρύπους μέσω των ηλιακών συστημάτων και της εγκατάστασης φυσικού αερίου. Αποτελέσματα όλων αυτών ήταν το διοξείδιο του θείου στις πόλεις να έχει ελεγχθεί σε φυσιολογικά επίπεδα. (WWF, 2010).

3.5 Επεισόδια εκπομπών και μεταφοράς ρύπων από πυρκαγιές

Η πρόκληση πυρκαγιάς οφείλεται κυρίως στην ανθρώπινη δραστηριότητα εσκεμμένη ή μη, καθώς και στην αύξηση της διαθέσιμης ξηρής καύσιμης ύλης στα

δάση σε συνδυασμό με τις υψηλές θερμοκρασίες κατά τη θερινή περίοδο. Κατά την εκδήλωση μια πυρκαγιάς επηρεάζεται το μικροκλίμα της συγκεκριμένης περιοχής και εκλύονται υψηλές συγκεντρώσεις αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα από την καύση της οργανικής ύλης. Πολλές φορές είναι δύσκολο να εκτιμηθεί πως οι αέριοι ρύποι διαχέονται στην ατμόσφαιρα χωρικά και χρονικά κάτι το οποίο δυσκολεύει την εκτίμηση του μεγέθους του προβλήματος που δημιουργεί μια πυρκαγιά στην ατμόσφαιρα (Γκουρμπατσή, 2021).

Οι πυρκαγιές στην Ελλάδα έχουν αυξηθεί δραματικά τα τελευταία 40 χρόνια. Την περίοδο 1980 έως το 2020 καταγράφηκαν 56.320 δασικές πυρκαγιές και συνολικά καταστράφηκαν 18.190.592 στρέμματα δασών και αγροτικών εδαφών. Στον πίνακα 3.3 παρουσιάζονται οι περιοχές, οι καμένες εκτάσεις και ο αριθμός των καταστροφικών πυρκαγιών στην Ελλάδα από το 1980 έως και το 2020. (Γκουρμπατσή, 2021).

Πίνακας 3.3. Πυρκαγιές στην Ελλάδα και οι επιπτώσεις τους.

α/α	Περιοχές (Περιφέρεια / Περιφερειακή Ενότητα / Δημοτική Ενότητα)	Καμένες εκτάσεις (στρέμματα)	Αριθμός καταστροφικών πυρκαγιών
1	Αττικής	1.183.493	28
2	Ηλείας	1.169.316	7
3	Εύβοιας	757.106	11
4	Αρκαδίας	545.710	3
5	Ρόδου	499.283	7
6	Λακωνία	390.286	7
7	Χίου	306.154	6
8	Κορινθίας	283.035	3
9	Καβάλας	265.541	3
10	Θάσου	241.730	6
11	Αχαΐα	197.830	4
12	Μεσσηνίας	197.348	3
13	Έβρου	181.008	3

14	Σάμου	180.000	3
15	Φθιώτιδας	172.830	3
16	Χαλκιδικής	149.318	6
17	Λάρισας	148.180	5
18	Λασιθίου	127.340	4
19	Βοιωτίας	109.375	6
20	Κοζάνης	90.050	2
21	Κεφαλλονιάς	73.000	3
22	Ρεθύμνου	64.980	3
23	Μαγνησίας	64.489	3
24	Κυθήρων	60950	3
25	Ηρακλείου	43.361	2
26	Τρικάλων	38.125	1
27	Ιωαννίνων	30.259	2
28	Κιλκίς	30.080	1
29	Λέσβου	25.950	1
30	Κυκλάδων	23.440	2
31	Αιτωλοακαρνανίας	21.000	1
32	Ικαρίας	>20.000	1
33	Φλώρινας	17.500	1
34	Φωκίδας	17.500	1
35	Αργολίδας	16.050	1
36	Ζακύνθου	15.920	1
37	Ροδόπης	15.870	1
38	Δράμας	14.000	1
39	Χανίων	14.000	1
40	Θεσπρωτίας	11.250	1
41	Ημαθίας	<10.000	1

(Γκουρμαπατή, 2021).

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε προσομοίωση των δασικών πυρκαγιών με σκοπό να παρατηρηθούν οι αέριοι ρύποι που απελευθερώνονταν στην ατμόσφαιρα κατά την εκδήλωση μιας δασικής πυρκαγιάς, υπήρξαν ιδιαίτερα αυξημένες συγκεντρώσεις CO. (Καλαμποκίδης, Ηλιόπουλος και Γλιγλινός, 2022).

3.6 Σκόνη από την Αφρική

Τα αιωρούμενα σωματίδια βρίσκονται σε εναιώρηση στην ατμόσφαιρα για μεγάλο χρονικό διάστημα και μπορούν να μεταφερθούν από το ένα μέρος στο άλλο. Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν διαφορετικά μεγέθη και αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό τους το οποίο καθορίζει το πόσο επιβλαβή είναι για τον άνθρωπο. Τα αιωρούμενα σωματίδια επηρεάζουν το ισοζύγιο των ακτινοβολιών και αυξάνουν τη θερμοκρασία της γης απορροφώντας μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος της

ηλιακής ακτινοβολίας, όσο και την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπει η γη. Στην Ελλάδα τα αιωρούμενα σωματίδια αυτά συνήθως προέρχονται από την αιολική διάβρωση των εδαφών και τα αποκαλούμε συνήθως με τον όρο «σκόνη» λόγω της σύστασής τους, μιας και συνήθως προέρχονται από αδρανή υλικά. Επίσης η Ελλάδα δέχεται τεράστιες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων που μεταφέρονται με την βοήθεια ισχυρών νοτίων ανέμων από την έρημο Σαχάρα της Αφρικής (Κούγιας, 2019).

4. Επιπτώσεις Ατμοσφαιρικής ρύπανσης

4.1 Υγεία

Η ρύπανση του αέρα δημιουργεί επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου μέσω των ρύπων που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Μια από τις επιπτώσεις που μπορεί να πάθει ο άνθρωπος είναι η δηλητηρίαση. Όταν οι ρύποι αυτοί βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα δημιουργούν τοξικά αέρια. Ορισμένοι από αυτούς τους ρύπους που προσβάλλουν την υγεία του ανθρώπου είναι το μονοξειδίο του άνθρακα, που εμποδίζει το αίμα να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς. Άλλος ένας ρύπος είναι τα οξειδία του αζώτου που προκαλούν προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα. Ακόμη ένας ρύπος είναι το όζον, που προκαλεί βήχα, άσμα, ζάλη κτλ. Επίσης ένας άλλος επιβλαβής αέριος ρύπος είναι ο μόλυβδος, όπου είναι τοξικός και προσβάλλει το νευρικό σύστημα δημιουργώντας παράλληλα χρόνια δηλητηρίαση. Όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις τα συμπτώματα αυτά γίνονται εντονότερα δημιουργώντας νεφρική ανωμαλία. Τέλος, υπάρχουν και οι πτητικές οργανικές ενώσεις που είναι ερεθιστικές και προκαλούν πονοκέφαλο, ερεθισμό στο δέρμα, στα μάτια, αλλά και κόπωση. (Schraufnager, Balmes, Matteis, Hoffman, Kim, Perez-Padilla, Rice, Sood, Vanker, and Wuebbles, 2019).

4.2 Ζώα

Τα υδάτινα οικοσυστήματα μπορούν να καταστραφούν λόγω της όξινης βροχής, καθώς σε αυτές τις περιοχές το pH είναι κάτω από το 7. Μελέτες που έχουν γίνει σε παγκόσμια κλίμακα έχουν δείξει ότι οι λίμνες που έχουν όξινο περιβάλλον επηρεάζουν την υγεία των ψαριών, προκαλώντας τον θάνατο τους. Για να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα πρέπει να αλλάξει το pH των λιμνών με την χρήση του ανθρακικού ασβεστίου. Ορισμένα βαρέα μέταλλα επηρεάζουν με την σειρά τους αρνητικά την υγεία των ζώων και το περιβάλλον. Αυτά τα μέταλλα εκπέμπονται από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και από τα απόβλητα τους. Αποτελέσματα όλων αυτών είναι να μολύνεται το έδαφος, το νερό και να επηρεάζεται η υγεία των ζώων μέσω της τροφικής αλυσίδας. (Ταεπελή, 2018)

4.3 Οικοσυστήματα

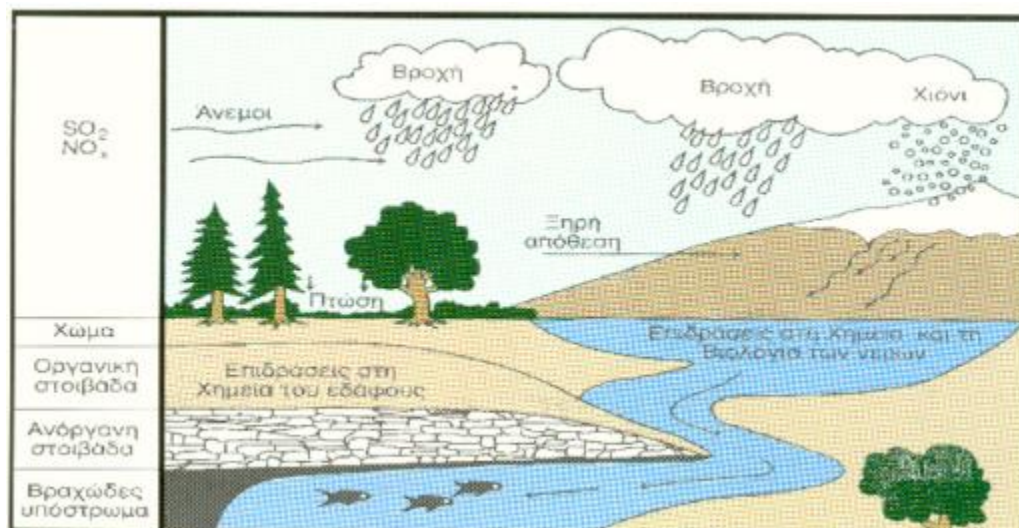
Οι βιοτικοί οργανισμοί είναι μέρος του οικοσυστήματος, σε αυτούς περιλαμβάνονται οι παραγωγοί και οι καταναλωτές. Οι παραγωγοί διακρίνονται σε αυτότροφους και ετερότροφους. Οι αυτότροφοι οργανισμοί παράγουν μόνοι τους την τροφή τους μέσω της φωτοσύνθεσης. Η φωτοσύνθεση γίνεται από τα φυτά, τα βακτήρια και τα φύκια που βρίσκονται στους ωκεανούς με τη βοήθεια του ήλιου έτσι διαχωρίζουν το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα και το μετατρέπουν σε οξυγόνο και γλυκόζη. Σε αντίθεση οι ετερότροφοι οργανισμοί τρέφονται από άλλους οργανισμούς που βρίσκονται στην φύση και διακρίνονται σε καταναλωτές και αποικοδομητές. Οι καταναλωτές τρέφονται με φυτικούς ή ζωικούς οργανισμούς. Και τέλος οι αποικοδομητές τρέφονται με νεκρή οργανική ύλη με αυτό τον τρόπο μετατρέπεται η οργανική ύλη σε ανόργανη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκ νέου από τους φυτικούς οργανισμούς.(Chapin, Matson, Vitousek, 2018).

Για να μπορέσουν να επιβιώσουν οι βιοτικοί οργανισμοί στο πέρασμα των χρόνων πρέπει να μπορούν να προσαρμόζονται ή να μεταβάλλονται σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες κάθε φορά. Αυτό δεν είναι εύκολο να συμβεί και έτσι κάποια είδη χάνονται στο πέρασμα των χρόνων αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διαταράσσεται

η τροφική αλυσίδα. Αντί να γίνεται αντιληπτό όλο αυτό από τους ανθρώπους και να προσπαθούμε να βελτιώσουμε τις συνθήκες δυσχεραίνουμε περισσότερο τα πράγματα με το να μολύνουμε το περιβάλλον. Ένα παράδειγμα επίπτωσης από την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η όξινη βροχή. Η όξινη βροχή συμβαίνει όταν το pH της βροχής που πέφτει είναι πολύ χαμηλό, δηλαδή κυμαίνεται από 3,5 με 4,5. Η όξινη βροχή έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα (δάση, υδροβιότοπους, έδαφος), καταστρέφοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής, αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα, διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία, προκαλώντας ζημιές σε κτίρια και οχήματα, αλλά και βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία (Χατζιμπίρος, 2014).

Για να γίνει πιο κατανοητό πώς η όξινη βροχή μπορεί να εισέλθει στο οικοσύστημα και να μας επηρεάσει πιο κάτω στην εικόνα 4.1 απεικονίζεται ο υδρολογικός κύκλος. Πιο συγκεκριμένα όταν ο ήλιος ζεσταίνει την γη αυξάνεται η θερμοκρασία του νερού στα ποτάμια στις λίμνες και στους ωκεανούς όταν συμβαίνει αυτό ένα κομμάτι του νερού εξατμίζεται στον αέρα και μετατρέπεται σε ένα αέριο που λέγεται υδρατμός αυτό λέγεται εξάτμιση και καθώς ο υδρατμός ανεβαίνει ψηλά στον αέρα παγώνει και μετατρέπεται σε υγρές σταγόνες έτσι σχηματίζονται τα σύννεφα αυτή η διαδικασία ονομάζεται συμπύκνωση. Όταν συμπυκνωθεί πολύ νερό και ο αέρας δεν μπορεί να συγκρατήσει τόσες πολλές σταγόνες νερού το νερό πέφτει πίσω στην γη. Αυτό γίνεται με διάφορους τρόπους , βροχή, χαλάζι, χιονόνερο ή χιόνι . Αυτό ονομάζεται κατακρήμνιση .Όλο το νερό που πέφτει πίσω στην γη θα συγκεντρωθεί με διάφορους τρόπους αυτό ονομάζεται συγκέντρωση. Το νερό που πέφτει στους ωκεανούς, τις λίμνες και τα ποτάμια θα εξατμιστεί ξανά και θα ξεκινήσει ένας νέος κύκλος. Το νερό που πέφτει στην γη την διαποτίζει και γίνεται υπόγεια ύδατα που πίνουν τα φυτά , τα ζώα και οι άνθρωποι. Το νερό που πέφτει στα φυτά εξατμίζεται ξανά μέσα των φύλων των φυτών. Το νερό που πέφτει στους παγετώνες ως χιόνι παγώνει ή υγροποιείται με την ζέστη του ήλιου και τροφοδοτεί τα ποτάμια (Τσιλιγκιρίδης, 2015).

Εικόνα 4.1: Υδρολογικός κύκλος



(Τσιλιγκρίδης, 2015)

4.4 Δομημένο περιβάλλον

Η υπερβολική ανάπτυξη των αστικών περιοχών συχνά οδηγεί σε προβλήματα που αφορούν τόσο το περιβάλλον όσο και την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Οι προκλήσεις περιλαμβάνουν τη μόλυνση του αέρα και των υδάτων, την απώλεια πράσινων χώρων, τη συμφόρηση των οδικών δικτύων και την υποβάθμιση του φυσικού τοπίου. Επίσης, η ανάπτυξη χωρίς κατάλληλο προσανατολισμό μπορεί να απειλήσει την πολιτιστική κληρονομιά και την ιστορική αξία των περιοχών. Είναι αναγκαίο να υιοθετηθούν ολοκληρωμένες προσεγγίσεις και πολιτικές για τη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων, λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις του προβλήματος (Μαυρομάτη, 2020).

4.5 Κλίμα

Η κλιματική αλλαγή οφείλεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο προκύπτει από το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της τέλει καύσης. Η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι ο νούμερο ένα λόγος της κλιματικής αλλαγής, καθώς αυξάνεται η μέση θερμοκρασία του πλανήτη, μειώνεται η διάρκεια των βροχοπτώσεων και αλλάζουν τα επίπεδα της θάλασσας με το λιώσιμο των πάγων. Ακόμη

δημιουργούνται άκρια καιρικά φαινόμενα, μειώνεται η βιοποικιλότητα των οικοσυστημάτων και το πόσιμο νερό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι μια έρευνα που έγινε στην χώρα μας και έδειξε ότι λόγω της κλιματικής αλλαγής σε ένα διάστημα 30 ετών οι πόλεις θα αντιμετωπίσουν καύσιμα πολλών ημερών και θα υπάρξει αύξηση πλημμυρικών φαινομένων. Τους θερινούς μήνες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών υπάρχει κίνδυνος πυρκαγιών σε πολλές πόλεις, καθώς θα προστεθεί σε αυτούς τους μήνες ακόμη 30 μέρες με βάση την έρευνα που προαναφέρθηκε. Ένας ακόμη τομέας που επηρεάζεται είναι ο αγροτικός γιατί τα προϊόντα που παράγονται από το έδαφος εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες. Όταν αυξάνεται δηλαδή η ξηρασία σε μια περιοχή, αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ερημοποίηση και να μειωθεί σε μεγάλο βαθμό η αγροτική παραγωγή. Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ο πρωταρχικός λόγος που έχει δημιουργηθεί το "φαινόμενο του θερμοκηπίου". Το φαινόμενο αυτό συμβάλει στην αύξηση της στάθμης της θάλασσας, στο λιώσιμο των παγετώνων, επηρεάζει τα καιρικά φαινόμενα, μείωση του πόσιμου νερού και δημιουργεί την φυσική απόσβεση που παρατηρείται στα αερολύματα. Οι λύσεις που βασίζονται στην φύση διακρίνονται σε τεχνικές, όπου εκεί οι άνθρωποι βοηθούν με διάφορες ενέργειες στην προστασία της βιοποικιλότητας και αποτρέπουν την κλιματική αλλαγή. (Hueso, Munzi, Alonso, Crespo, Avila, Bermejo, Bobbink, Branquinho, Concostrina-Zubiri, Cruz, Carvalho, Marco, Dias, Elustondo, Elvira, Estébanez, Fusaro, Gerosa, Rojano, Cascio, Marzuoli, Matos, Mereu, Merino, Morillas, Nunes, Paoletti, Paoli, Rogers, Santos, Sicard, Stevens, Theobald, 2017, Βασιλείου, 2017 και Τσιλιγκιριδής, 2015).

B μέρος: ‘Λύσεις που Βασίζονται στην Φύση’ & επίδραση τους στην βελτίωση του μικροκλίματος

5. Ορισμοί & Έννοιες

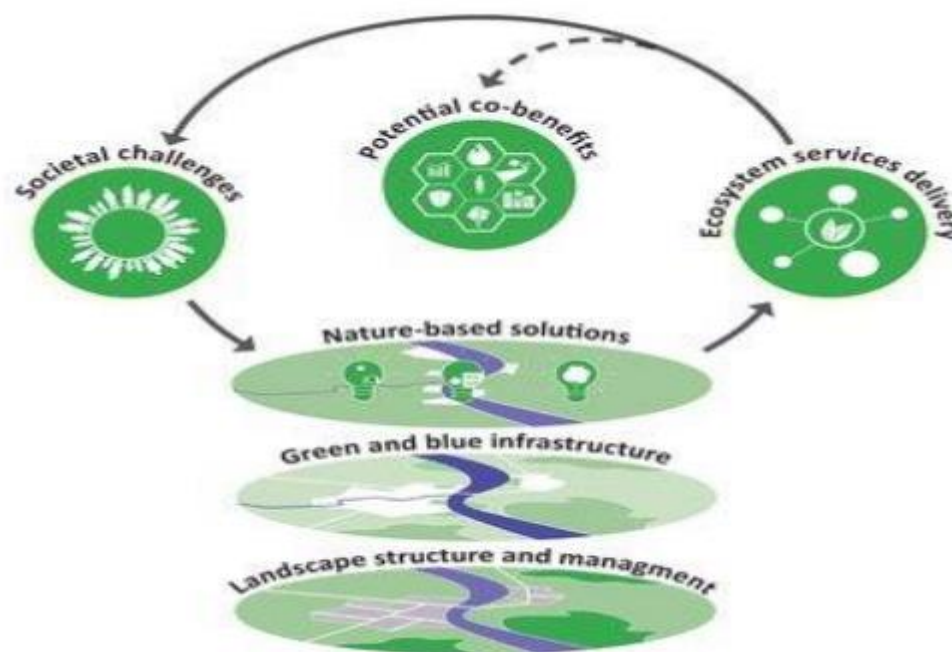
Λόγω της αύξησης του πληθυσμού και των κλιματικών αλλαγών δημιουργούνται κίνδυνοι για το περιβάλλον και πρέπει να βρεθούν λύσεις για περιβαλλοντική αειφορία, την διαφύλαξη και διαχείριση του οικοσυστήματος. Οι πόλεις πρέπει να γίνουν οικολογικά κέντρα ανάπτυξης. Τα Nature Based Solutions (NBS) είναι ένα πρόγραμμα που αναπτύχθηκε από ένα θεσμικό όργανο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχει ως στόχο να βοηθήσει την οικοδόμηση των πόλεων σε περιβαλλοντικό και σε κοινωνικό επίπεδο και τέτοιου είδους λύσεις βασίζονται στην φύση. Τα Nature Based Solutions χρησιμοποιούν τους πόρους την φύσης δηλαδή το νερό, τον αέρα και το έδαφος με κατάλληλες μεθόδους για την λύση προκλήσεων που επηρεάζουν το οικοσύστημα κυρίως των αστικών κέντρων, αλλά και όχι μόνο. (European Commission, 2023).

Η ευρωπαϊκή επιτροπή γίνεται αρωγός αυτού που προγράμματος με σκοπό να ενθαρρύνει τους πολίτες για την κοινωνική τους ευεξία. Τα Nature Based Solutions έχουν ορισμένα πεδία αναγνωρισμένα από την ευρωπαϊκή επιτροπή που αφορούν τις πόλεις, με σκοπό τη μείωση των εκπομπών άνθρακα, τη διευθέτηση της βιωσιμότητας και την αναδόμηση του αστικού περιβάλλοντος. Επίσης το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι αρμόδιο για την ασφάλεια της διαδρομής του νερού με την ενδυνάμωση των κοιτών των ποταμών και των ρεμάτων και την αποφυγή πλημμυρών. Επίσης σημαντικό ρόλο στο πρόγραμμα αυτό διαδραματίζει η επαναχρησιμοποίηση του νερού και των θρεπτικών ουσιών. (Albert, Schröterb, Haase, Brillingera, Henzea, Herrmanna, Gottwalda, Guerreroa ,NicolasbandMatzdorfa 2019).

Στην εικόνα 5.1 απεικονίζεται ένα παράδειγμα από την οικολογική διαδικασία του σχεδιασμού ενός οικοτόπου σε ένα ποταμό. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει την ανακύκλωση του νερού και των θρεπτικών ουσιών, την αποσύνθεση και την

παραγωγικότητα μέσα από την εφαρμογή των NatureBasedSolutions (Albertetal.,2019).

Εικόνα 5.1.Nature Based Solutions και οι επιδράσεις της.



(Albert, Schröterb, Haase, Brillingera, Henzea, Herrmanna, Gottwalda, Guerreroa ,Nicolasband, Matzdorfa 2019).

Οικολογικές οργανώσεις όπως η WWF, μέσω των Nature Based Solutions, διαφυλάσσουν τους βιοτόπους και επαναφέρουν την βιοποικιλότητα σε αρκετές περιοχές που έχουν υποστεί οικολογική καταστροφή. Αυτές οι παρεμβάσεις έχουν θετικό πρόσημο στην χλωρίδα και πανίδα, αλλά και στις κλιματολογικές συνθήκες ενός οικοσυστήματος και περιορίζουν όσο το δυνατόν περισσότερο τις δυσμενείς επιπτώσεις από ενδεχόμενες φυσικές καταστροφές. (WWF,2023).

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ο κεντρικός ρόλος που έχουν τα NBSστις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του φυσικού περιβάλλοντος και ανθρώπινης ευημερίας. (Fernandes & Guiomar, 2018).

Εικόνα5.2. Πεδίο χρήσης των NBS



(Fernandes & Guiomar, 2018).

Ο όρος "Nature Based Solutions" (NBS) αναφέρεται σε μια ευρεία γκάμα προσεγγίσεων για τη διαχείριση των πόρων, τη συντήρηση και την ασφάλεια, εκμεταλλευόμενες τη φύση ως πηγή έμπνευσης. Τα NBS αποτελούν εναλλακτικές λύσεις που αντλούνται από το περιβάλλον, εφαρμόζουν φυσικές διαδικασίες και ενισχύουν τη συνεργασία με τη φύση. Σχεδιάζονται ειδικά για να αντιμετωπίζουν κοινωνικές προκλήσεις, παρέχοντας οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη με αποδοτικό και προσαρμόσιμο τρόπο. Αυτός ο ορισμός αντιπροσωπεύει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση προς την αειφορία, εκμεταλλευόμενη τη δύναμη και την ευφυΐα της φύσης για την αντιμετώπιση σύγχρονων προκλήσεων.(Fernandes & Guiomar, 2018).

5.1 Πολεοδομικός σχεδιασμός

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός σε συνδυασμό με τις λύσεις που βασίζονται στην φύση βοηθούν στο να γίνει η υποδομή των πόλεων πιο ανθεκτική. Αρχικά, οι πόλεις

πρέπει να γίνουν όσο το δυνατόν πιο φιλικές και προσβάσιμες με το περιβάλλον. Πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα που να βασίζεται στη ψηφιακή τεχνολογία με αποτέλεσμα να γίνει η πόλη έξυπνη προσφέροντας υπηρεσίες στους πολίτες της. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι τα ηλεκτρικά πατίνια, στα οποία δεν γίνεται χρήση καυσίμων και έτσι προστατεύεται το περιβάλλον. Ο αστικός σχεδιασμός και οι λύσεις που βασίζονται στην φύση στηρίζονται στην αισθητική των πολιτών, στην συνεργασία του ανθρώπου με τη φύση, στην προαγωγή της περιβαλλοντικής επικοινωνίας, στην αρχιτεκτονική του φυσικού τοπίου, στην βοήθεια του κράτους, στον σχεδιασμό νέων πρότυπων και οι λύσεις που βασίζονται στην φύση να προορίζονται και για άλλες πόλεις (Frantzeskaki and Colding 2019, Wallhagen, Sörqvist, Marcus, Hillman, Samuelsson and Barthe, 2020).

5.2. Διαστάσεις του χωροταξικού σχεδιασμού

Ο χωροταξικός σχεδιασμός μιας πόλης έχει ως στόχο την βιώσιμη ανάπτυξη της μέσω της ποιότητας ζωής και του περιβάλλοντος. Η κάθε περιοχή με την άλλη ωστόσο διαφέρουν γεωγραφικά, οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά, έχοντας ως στόχο σε ένα αρχιτεκτονικό τοπίο να υπάρχει ανάπτυξη, εξυπηρέτηση και πρόσβαση από τους πολίτες. Οι διαστάσεις ενός χωροταξικού σχεδιασμού αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος με κριτήριο την βιωσιμότητα, την ποιότητα της ζωής, την αξιοποίηση της γης και του νερού. Ακόμη, αφορούν την βιώσιμη αστική ανάπτυξη που βασίζεται στην αστική βιωσιμότητα με την προστασία φυσικών και ανθρωπίνων πόρων. Ο σχεδιασμός του φυσικού και αστικού τοπίου αντικατοπτρίζει την πολυπλοκότητα των παραγόντων που το διαμορφώνουν. Η δημογραφική κατανομή, η αποκέντρωση και η διαχείριση της γης αποτελούν ουσιώδεις και καθοριστικούς παράγοντες που οριοθετούν τη δομή των περιοχών. Μέσω κυβερνητικών προγραμμάτων, επιδιώκεται ο εύρυθμος και βιώσιμος σχεδιασμός, ενσωματώνοντας τόσο τους φυσικούς παράγοντες, όσο και τις ανάγκες της κοινότητας. Τα πολιτιστικά τοπία παίζουν επίσης καθοριστικό ρόλο στην αισθητική και την ταυτότητα των περιοχών, ενώ ο σεβασμός προς την εξέλιξη τους με τον χρόνο εξασφαλίζει μια διαρκή προσαρμογή στις αναπτυσσόμενες ανάγκες και τις εκάστοτε περιβαλλοντικές προκλήσεις. Έτσι, ο σχεδιασμός αυτός αντικατοπτρίζει τη

συνύπαρξη φύσης, ανθρώπου και πολιτισμού, προωθώντας ένα ισορροπημένο και βιώσιμο περιβάλλον. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η ανθρώπινη παρέμβαση βοηθά το οικοσύστημα να γίνει βιώσιμο μέσω του κοινωνικού συστήματος.(Lafortezaa, Chenb , Konijnendijkvanden, Boschc and Randrup, 2018).

5.3 Πράσινη πόλη

Ονομάζονται τα αστικά κέντρα που καθιστούν βιώσιμη την ζωή για τους κατοίκους μιας περιοχής. Οι πόλεις αυτές είναι οικολογικές, με την χρήση ποδηλατοδρόμου, μέσων μαζικής μεταφοράς και είναι ανθεκτικές σε φυσικές καταστροφές και ασθένειες. Με την ορθή αξιοποίηση του αστικού περιβάλλοντος από τους αρχιτέκτονες τοπίου στοχεύουν στην υγεία των πολιτών και την αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου. Το 2001 σύμφωνα με τον Donald, υπάρχουν 8 δείκτες που δείχνουν ότι η ποιότητα ζωής στην πράσινη πόλη μπορεί να υλοποιηθεί από την αρχιτεκτονική του τοπίου. Οι δείκτες αυτοί είναι η ποιότητα του περιβάλλοντος, η κοινωνική συνοχή, η πρόσβαση στην μάθηση, οι ανθρώπινες υπηρεσίες, η κοινοτική ασφάλεια, η στέγαση, η πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς, η πρόσβαση στην δημόσια υγεία για όλους τους πολίτες και ο πολιτισμός. Αυτοί οι δείκτες στοχεύουν στην ανάδειξη του αρχιτεκτονικού τοπίου και τον σχεδιασμό τους. Η αρχιτεκτονική χρησιμοποιεί δημόσια κτήρια για να συμβάλει στην οικονομία μιας πόλης, να παράγει πόρους και να μειώσει τους ρύπους. Επίσης, χρησιμοποιεί πράσινες υποδομές όπως είναι το γρασίδι, τα δέντρα και οι υδάτινες επιφάνειες. (Mersal, 2017).

5.4 Πράσινη αρχιτεκτονική

Η ανάπτυξη των πόλεων στηρίζεται στη σταθερότητα των κοινωνικών τεχνικών και οικονομικών αλλαγών, έχοντας ως κύριο στόχο την αειφόρο ανάπτυξη. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι πόλεις, όπως η καταστροφή των φυσικών πηγών, η μόλυνση του περιβάλλοντος, η κλιματική αλλαγή και η απώλεια

βιοποικιλότητας, απαιτούν ολοκληρωμένες και βιώσιμες λύσεις. Η αειφορική χωροταξία, η προώθηση της αειφορικής κινητικότητας, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενσωμάτωση πρακτικών ενεργειακής απόδοσης αποτελούν βασικά στοιχεία για τη δημιουργία πόλεων που είναι περιβαλλοντικά φιλικές και οικονομικά βιώσιμες, ενώ παράλληλα προωθούν την ευημερία και την κοινωνική συνοχή. Δηλαδή αυτή η βιώσιμη ανάπτυξη αξιοποιεί τις πηγές σε οικονομικά πλαίσια για την προσαρμογή τους σε κοινωνικό - οικονομικό επίπεδο. Η πράσινη αρχιτεκτονική των έξυπνων πόλεων διατεθεί τρεις παράγοντες που είναι ο άνθρωπος, το περιβάλλον και το μέλλον. Συγκεκριμένα, η πράσινη αρχιτεκτονική έχει ως στόχο την φροντίδα των ανθρώπων χρησιμοποιώντας υλικά προσιτά στο περιβάλλον. Τέτοια υλικά είναι η μειωμένη χρήση της καύσιμης ύλης, την ορυκτών καυσίμων και την αξιοποίηση των καθαρών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το 2003 σύμφωνα με τον Williamson, υπάρχουν στην πράσινη αρχιτεκτονική τρία πεδία, το περιβαλλοντικό πεδίο, εκεί όπου οι αρχιτέκτονες πρέπει να καταλάβουν τα χαρακτηριστικά των κτιρίων για να μειώσουν τα ορυκτά καύσιμα και να προστατεύσουν το φυσικό περιβάλλον. Το πολιτιστικό πεδίο, όπου σε αυτό το πεδίο οι αρχιτέκτονες οφείλουν να μάθουν τις παραδοσιακές αξίες μιας κοινωνίας και τον σχεδιασμό των κτιρίων της, και το τεχνικό πεδίο, όπου οι αρχιτέκτονες εστιάζουν στις τεχνολογικές εφαρμογές που αναφέρονται στην φωτεινότητα, την θερμοκρασία και τον κλιματισμό του κτηρίου κατά τον σχεδιασμό του.

Σε μια περιοχή του Ιράν που επικρατεί ιδιαίτερα ζεστό και ξηρό κλίμα, οι προαύλιοι χώροι αντιπροσωπεύουν σημαντικούς χώρους στον σχεδιασμό και τη λειτουργία κτηρίων, εστιάζοντας στη σκίαση και την απορρόφηση ηλιακής ενέργειας. Αυτοί οι χώροι συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης, καθώς μειώνουν τις υψηλές θερμοκρασίες, ρυθμίζουν την υγρασία και παρέχουν αλλαγές στον αέρα. Η κλιματική λειτουργία ενός προαυλίου χώρου εξαρτάται από τρεις κύριους παράγοντες, όπως επεσήμανε το 2006 ο Wadah, ο ήλιος, ο αέρας και η υγρασία. Ο σωστός τοπικός προσανατολισμός του προαυλίου σε σχέση με τον ήλιο είναι καθοριστικός για την αποτελεσματική χρήση του ηλιακού φωτισμού. Ο αέρας, από την άλλη πλευρά, επηρεάζει τον εσωτερικό και εξωτερικό χώρο του κτηρίου. Η ανακύκλωση του αέρα συμβάλλει στην διατήρηση φρεσκάδας και αειφορίας. Στις ζεστές και ξηρές περιοχές, η υγρασία στον προαύλιο χώρο μπορεί να ελέγχεται φυσικά. Επιπλέον, η χρήση του προαυλίου χώρου εκτείνεται πέρα από την κλιματική

λειτουργία. Συνδέεται με τον φωτισμό, τη θέρμανση και τον αερισμό ενός κτηρίου. Σε πολιτιστικό επίπεδο, ο προαύλιος χώρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ποικίλες δραστηριότητες, όπως προσκυνήματα και λατρεία, όπως συμβαίνει σε ορισμένες θρησκευτικές παραδόσεις όπως το Ισλάμ. Τελικά, από τεχνικής άποψης, ο προαύλιος χώρος λειτουργεί ως καταλύτης για την καλύτερη πρόσβαση σε άλλους χώρους, προσφέροντας έναν ασφαλή και ιδιωτικό χώρο για ξεκούραση και διάφορες δραστηριότητες. (Zamani, Taleghani and Hoseini 2012)

Η εικόνα 5.3 αποτυπώνει τα τρία πεδία της πράσινης αρχιτεκτονικής στα πλαίσια της βιώσιμης αρχιτεκτονικής.

Εικόνα 5.3. Τα 3 πεδία της πράσινης αρχιτεκτονικής



Εικόνα 5: Πράσινη Αρχιτεκτονική

(Zamani, Taleghani and Hoseini 2012)

5.5 Η σημασία του πράσινου χρώματος στο αστικό περιβάλλον

Το χρώμα έχει βασική θέση για την επικοινωνία, την έκφραση και τα συναισθήματα στο φυσικό και στο ζωικό βασίλειο. Το χρώμα στη ζωή του ανθρώπου

ήρθε πολύ νωρίς και έγινε αναπόσπαστο κομμάτι, συνειδητοποιώντας ότι με την βοήθεια του χρώματος εκφράζει τα συναισθήματα του. Χρησιμοποιείται στην φιλοσοφία, στις επιστήμες και δομεί το περιβάλλον με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να γίνει ευχάριστο και πιο ποιοτικό. Όμως η μετακίνηση των ανθρώπων από ένα φυσικό περιβάλλον σε ένα δομημένο, δημιούργησε το φαινόμενο της αστικοποίησης και του κυκλοφοριακού με αποτέλεσμα να δυσκολεύει το έργο του κάθε ανθρώπου να έχει έναν κήπο με δέντρα και πολύ πράσινο. Οι έξυπνες πόλεις σε συνεργασία με την αρχιτεκτονική του τοπίου προσπαθούν να δημιουργήσουν το κατάλληλο περιβάλλον για την πολυτέλεια της ύπαρξης του ανθρώπου χρησιμοποιώντας χρώμα, δημιουργώντας κήπους σε πλατείες και πράσινες διαδρομές. Έχει παρατηρηθεί ότι τα χρώματα επηρεάζουν την συναισθηματική και φυσιολογική συμπεριφορά των ανθρώπων. Για παράδειγμα όταν υπάρχει πράσινο σε μια πλατεία αυτό όχι μόνο κάνει καλό με την μείωση της κλιματικής αλλαγής, αλλά θεραπεύει την σωματική και ψυχολογική υγεία των πολιτών. Οι πράσινοι χώροι είναι από τα βασικότερα στοιχεία ενός αστικού οικοσυστήματος. Η ενσωμάτωση του πράσινου χρώματος στις πόλεις γίνεται με την δεντροφύτευση των δρόμων. Σε οικολογικό επίπεδο η δεντροφύτευση συμβάλει στην απορρόφηση του CO₂, στη μείωση της ηχορύπανσης, αυξάνει τη σκίαση και περιορίζει τη σκόνη. Επίσης τα χρώματα έχουν αισθητικό ρόλο για εκείνους που θα επισκεφθούν την πόλη, αλλά και οι κάτοικοι της για την αποφυγή της μονοτονίας. Εκτός από το πράσινο χρώμα σε μια αρχιτεκτονική τοπίου βασικό ρόλο παίζουν και τα υπόλοιπα χρώματα με τους αρχιτέκτονες να χρησιμοποιούν αυτά τα χρώματα για την κοινωνική αισθητική εικόνα και την συναισθηματική κατάσταση των ανθρώπων. Επίσης, σε μια αρχιτεκτονική τοπίου οι αρχιτέκτονες πρέπει να γνωρίζουν την επιστήμη των χρωμάτων, την φυσιολογία και την ψυχολογία. Οι πράσινοι χώροι είναι σημαντικοί για την ανθρώπινη υγεία και την βιώσιμη ανάπτυξη. Το πράσινο χρώμα σε μια πόλη μέσω των πάρκων έρχεται σε αντίθεση με την αστικοποίηση, βοηθώντας στην υγεία του ανθρώπου, μειώνοντας το στρες και το άγχος. (Guneroglu, Bekar, Sahin and Kaya, 2019, Zhang, 2013 and Kexiu, 2021).

6. Παραδείγματα των Λύσεων που Βασίζονται στην Φύση

Η ενσωμάτωση των Nature Based Solutions (NBS) στην αρχιτεκτονική του τοπίου αντιπροσωπεύει μια σημαντική προσέγγιση για τη δημιουργία πράσινων, βιώσιμων πόλεων. Σε αυτό το πλαίσιο, στρατηγικές όπως η κατασκευή πράσινων δομών, που περιλαμβάνει τη χρήση πράσινων οροφών και τοίχων σε κτίρια, συμβάλλουν στη βελτίωση της μόνωσης και της ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, η δημιουργία πράσινων χώρων και πάρκων εντός των πολεοδομικών περιοχών διαμορφώνει ένα περιβάλλον που προάγει την οικολογική ευημερία. Επιπλέον, η έγκαιρη υιοθέτηση πράσινων διαδρομών, όπως ποδηλατολωρίδες και πεζοδρομιακές ζώνες, ενθαρρύνει την χρήση μηχανισμών μετακίνησης με χαμηλότερο οικολογικό αποτύπωμα άνθρακα. Η ενοποίηση της τεχνολογίας με τα NBS, όπως έξυπνα συστήματα παρακολούθησης και διαχείρισης, επιτρέπει τον αποτελεσματικό έλεγχο και τη βέλτιστη χρήση αυτών των πράσινων υποδομών. Με αυτόν τον τρόπο, συνδυάζοντας τη φύση με την καινοτομία, διαμορφώνονται περιβάλλοντα που προωθούν την προστασία του περιβάλλοντος και τη βιώσιμη ανάπτυξη.

6.1 Πράσινα Δίκτυα

Η βιώσιμη ανάπτυξη μιας πόλης βασίζεται σε πολλούς κρίσιμους παράγοντες, μεταξύ των οποίων ξεχωρίζουν το αστικό δίκτυο μετακινήσεων και το περιβάλλον. Η υποστήριξη της πεζοπορίας μέσω καλύτερων πεζοδρομίων και πράσινων διαδρόμων, η ενίσχυση των μέσων μαζικής μεταφοράς και η προώθηση χαμηλών εκπομπών CO₂ οχημάτων αποτελούν βασικά βήματα. Συγχρόνως, ο σχεδιασμός της πόλης με γεωμετρικά στοιχεία οδών που ενθαρρύνουν τη βιώσιμη κυκλοφορία και την ενίσχυση του πράσινου τοπίου είναι κρίσιμοι. Επίσης, η ενεργός συμμετοχή των πολιτών στην προώθηση περιβαλλοντικών πρωτοβουλιών, με ενημέρωση και συμμετοχή σε δράσεις για την αύξηση του πράσινου, αποτελεί σημαντική παράμετρο στη δημιουργία βιώσιμων και υγιών αστικών περιβαλλόντων. Μόνο μέσω

ολοκληρωμένης προσέγγισης σε αυτούς τους τομείς μπορεί να επιτευχθεί μια πραγματικά βιώσιμη ανάπτυξη που εξυπηρετεί τις ανάγκες των πολιτών και σέβεται το περιβάλλον. Σχετικά με τον σχεδιασμό του τοπίου των λεγόμενων πράσινων δικτύων τα τελευταία χρόνια αυτός βασίζεται στην δόμηση των πόλεων. Η δημιουργία ενός πράσινου δικτύου βασίζεται στους κήπους, τις παιδικές χαρές και τα πάρκα με πράσινο τοπίο. Τα πράσινα δίκτυα στοχεύουν στην κοινωνική, οικονομική και οικολογική προστασία των πολιτών. Τα τμήματα ενός πράσινου δικτύου είναι οι νησίδες, τα πάρκα και οι δεντροστοιχίες, που συνδέονται μεταξύ τους. Το πράσινο στοιχείο στις πόλεις υπάρχει στις πλατείες, στα πάρκα, στις όχθες των ρεμάτων, στα δάση, στην αυτοφυή βλάστηση και στα μπαλκόνια των σπιτιών. Συνολικά τα επίπεδα της δομής του πρασίνου είναι το πρώτο επίπεδο που συγκαταλέγονται οι λίμνες και τα ποτάμια, το δεύτερο επίπεδο που είναι οι δεντροστοιχίες κατά μήκος των δρόμων και το τρίτο επίπεδο που αφορά τους δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους. (Τσακαλικίδης, 2015).

6.2 Αστικοί/Υπαίθριοι χώροι

Η διαμόρφωση του αστικού περιβάλλοντος πηγάζει από ποικίλες οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές πρακτικές που υφίστανται συνεχείς μεταβολές κατά τη διάρκεια του χρόνου. Κινητήριο δύναμη αυτής της εξέλιξης είναι ο άνθρωπος, ο οποίος διαδραματίζει καίριο ρόλο στη διαμόρφωση των αστικών περιοχών. Ο χώρος στη φύση αναδεικνύεται ως πηγή ζωής για την πόλη, συντελώντας στην ανάπτυξη, την έλξη, την καινοτομία και την πρόοδο της. Οι αστικοί και υπαίθριοι χώροι, χαρακτηριζόμενοι ως πράσινοι και ανοιχτοί, αντιπροσωπεύουν σημεία επαφής για τους ανθρώπους. Σε αυτήν την κατηγορία συγκαταλέγονται πλατείες, πάρκα, κήποι, παραλίες, πεζόδρομοι, γήπεδα και ζωολογικοί κήποι. Αυτοί οι χώροι αναδεικνύονται ως σημεία συνάντησης και δραστηριότητας, ενισχύοντας την κοινωνική δυναμική και προωθώντας την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων. Οι υπαίθριοι χώροι βοηθούν τις πόλεις να κατανοήσουν το φυσικό περιβάλλον και να κάνουν δραστηριότητες έτσι ώστε οι πόλεις να έχουν αυξημένο φυσικό πλούτο. Μια πόλη δημιουργεί ένα πλαίσιο για την βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα μέσω του αρχιτεκτονικού τοπίου. Η ανθεκτικότητα είναι σύγχρονη και στοχεύει στην προσαρμοστικότητα σε

περιβαλλοντικό, πολιτιστικό και τεχνολογικό επίπεδο. Στη σύγχρονη εποχή, η αρχιτεκτονική του τοπίου αναπτύσσεται ως συνθετική διαδικασία που συνδυάζει τη φύση, τον πολιτισμό, την οικολογία, την τέχνη, την τεχνολογία και την κοινωνία. Τα πράσινα δίκτυα αποτελούν κομβικό στοιχείο αυτής της προσέγγισης, προσφέροντας πλεονεκτήματα και για τον άνθρωπο, αλλά και για το περιβάλλον. Μέσω αυτών των δικτύων, επιτυγχάνεται η οργανική σύνδεση μεταξύ της φύσης και του αστικού περιβάλλοντος, δίνοντας τη δυνατότητα στους ανθρώπους να απολαμβάνουν το πράσινο περιβάλλον, ενώ παράλληλα συμμετέχουν σε πολιτιστικές και κοινωνικές δραστηριότητες. Επιπλέον, αυτά τα πράσινα δίκτυα συμβάλλουν στην προώθηση της οικολογικής ισορροπίας, προστατεύοντας τη βιοποικιλότητα και παρέχοντας αειφόρο περιβάλλον για τις επόμενες γενιές. Έτσι, η αρχιτεκτονική του τοπίου στηρίζει ένα ολοκληρωμένο και βιώσιμο προσανατολισμό που ενισχύει τη σχέση μας με το περιβάλλον και προάγει την ευημερία της κοινότητας. (Ανανιάδου-Τζημοπούλου, 2018).

6.3 ‘Εξυπνη Δασική Πόλη’

Οι Έξυπνες Δασικές Πόλεις (Smart City Forests) είναι ψηφιακές εφαρμογές οι οποίες στοχεύουν στην πράσινη αρχιτεκτονική και την πράσινη υποδομή μιας πόλης. Τα οφέλη από την καλλιέργεια των δέντρων και πράσινου μέσα στα σύνορα μιας πόλης είναι πολλαπλά όσον αφορά τους ανθρώπους αλλά και το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα θα μειώνεται το άγχος των ανθρώπων, θα βελτιωθεί η αισθητική των πόλεων, θα μειωθεί η θερμοκρασία κ.α.

Για να επιτύχει μια πόλη τη βιωσιμότητα, πρέπει να λαμβάνει υπόψη ο αστικός σχεδιασμός, οι πρακτικές μηχανικής, η οικονομική προοπτική και η ανθρώπινη ευημερία. Σε αυτό το πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε το πρόγραμμα που ονομάζεται «Urban Green Up», το οποίο στοχεύει στη δημιουργία και συντήρηση αστικών δασών. Πόλεις που έχουν υιοθετήσει αυτό το πρόγραμμα, όπως η Λίβερπουλ στο Ηνωμένο Βασίλειο, η Ιζμίρ στην Τουρκία και η Βαγιαδολίδ στην Ισπανία, δεσμεύονται στη δημιουργία βιώσιμων κοινοτήτων. Αυτές οι πόλεις προωθούν την αειφορία μέσω της ενίσχυσης του πράσινου χαρακτήρα τους,

προσφέροντας όχι μόνο οικολογικά οφέλη, αλλά και βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων τους. Με αυτές τις πρωτοβουλίες, η προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή και η επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης γίνονται πραγματικότητα για τις πόλεις του μέλλοντος. (Ucar, Bilici and Akay, 2020)

6.4 ‘Ευφυή Τοπία’

Τα Ευφυή Τοπία (Intelligent Landscapes) στοχεύουν στην μείωση της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών προβλημάτων με την δημιουργία και την διατήρηση ενός πράσινου τοπίου στις πόλεις. Το πρόβλημα που υπάρχει σε ένα περιβάλλον μπορεί να αντιμετωπιστεί με το να παρέχονται νερό στα δάση και γενικά στους πράσινους χώρους. Η τεχνολογία βοηθάει στο να κατασκευαστεί ένα μοντέλο που θα μας επιτρέψει βάση αυτού να δημιουργήσουμε ένα εικονικό περιβάλλον, το οποίο αν βοηθάει στην αύξηση και στην διατήρηση του πράσινου τοπίου μιας πόλης τότε να μπορέσει να πραγματοποιηθεί. (Moura, Pellegrino, Martinsand Raviolo, 2018).

6.5. Πάρκα και πλατείες

Με την αρχιτεκτονική και με την βλάστηση τα πάρκα και οι πλατείες προσελκύουν του πολίτες καθώς διασχίζοντας τα βλέπουν ένα πράσινο τοπίο το οποίο είναι καλαίσθητο. Η αρχιτεκτονική ενός πάρκου και μιας πλατείας γίνεται με την φύτευση δέντρων και φυτών. Κατά κύριο λόγο πρέπει να είναι έτσι με τέτοιο τρόπο διαμορφωμένα για να φιλοξενήσουν πολλούς ανθρώπους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η Βαρκελώνη όπου υπάρχουν συστήματα ύδρευσης, αισθητήρες υγρασίας του εδάφους και συντήρηση των κήπων. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η Βουδαπέστη καθώς εξυπηρετούν τους πολίτες παρέχοντας τους πρόσβαση στο διαδίκτυο και εξυπηρετούν άτομα με ειδικές ανάγκες. Το πάρκο περιέχει επίσης ποδηλατόδρομο και ζωολογικό κήπο. Το 2016 δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα το "Park Regulation Insurance", που στοχεύει στην δημιουργία πάρκων και πλατειών

κοντά σε κατοικημένες περιοχές. (Yu, Song and Zhang, 2019, Harvey, 2019 and Shan, Huang, Chen, Li, and Ji, 2021).

6.6 ‘Δέντρα στις Πόλεις & Πράσινες Στέγες’

Τα κατάλληλα εργαλεία που βοηθούν τα αστικά κέντρα να προσαρμοστούν στις κλιματικές αλλαγές είναι τα αστικά δάση και οι λεγόμενες πράσινες ταράτσες. Για να γίνει αποτελεσματικό ένα πράσινο δάσος στις πόλεις πρέπει να φυτευτούν δέντρα και φυτά, να κατασκευαστούν φυσικοί χώροι αναψυχής που βελτιώνουν το περιβάλλον και συμβάλουν στην ψυχική υγεία του ανθρώπου. Ακόμη, να υπάρχουν πράσινοι χώροι σε μπαλκόνια, ταράτσες και αυλές. Το πράσινο τοπίο στις στέγες των κτιρίων συμβάλει στην μείωση της ζέστης, προσφέροντας επαρκή ενέργεια και κάνει την ζωή πιο ποιοτική. Ωστόσο, η κλίση των κτιρίων και η δομή τους παίζουν ρόλο για την υλοποίηση της πράσινης στέγης. Θα πρέπει να γίνεται ενημέρωση από εκπαιδευτές σε μαθητές στα σχολεία και μετέπειτα στους γονείς. Στα σχολεία αλλά και στα υπόλοιπα κτίρια των πόλεων είναι αναγκαίο να εγκαθίστανται στις στέγες φωτοβολταϊκά και κήποι. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ένα σχολείο στην Νέα Υόρκη, όπου εκεί οι μαθητές μαθαίνουν για τα φυτά, την πράσινη τεχνολογία, τις βιώσιμες πρακτικές και τις καλλιέργειες. (SneepVoeten, GWF and Hattum, 2020, Reyes and Ochoa, 2019, Nadal, Pons, Cuerva, Rieradevall, and Josa, 2018).

6.7 Λύσεις με Βάση τη Φύση στην Ελλάδα

Τα παραδείγματα των Λύσεων με Βάση τη Φύση (Nature Based Solutions - NBS) αντιπροσωπεύουν πρωτοβουλίες που ενσωματώνουν τη φύση ως κεντρικό στοιχείο στην αντιμετώπιση περιβαλλοντικών, κλιματικών και κοινωνικών προκλήσεων. Αυτές οι πρωτοβουλίες είναι σχεδιασμένες να ανταποκριθούν σε προβλήματα όπως η απώλεια βιοποικιλότητας, η κλιματική αλλαγή, η διαχείριση των υδάτινων πόρων και η δημιουργία ανθεκτικών κοινοτήτων. Αυτά τα παραδείγματα υπογραμμίζουν την αξία της συνεργασίας με τη φύση για τη δημιουργία βιώσιμων

και ανθεκτικών λύσεων που επιφέρουν οικολογικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Μέσω των παραδειγμάτων NBS, αποκτούμε επίγνωση για τον τρόπο με τον οποίο η αξιοποίηση των φυσικών διαδικασιών και των οικοσυστημάτων μπορεί να συμβάλει στη διαμόρφωση πιο αειφόρων και ανθεκτικών κοινοτήτων. Τα παρακάτω παραδείγματα αποτελούν ενδεικτικές πρωτοβουλίες εφαρμογής των NBS που εφαρμόζονται σε διάφορες πόλεις του κόσμου (Martín, Costa, & Mánñez, 2020 and Spyrou, Loupis, Charizopoulos, Apostolidou, Mentzafou, Varlas, Kumar, 2021).

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Serchio και της λίμνης Massaciuccoli στην Ιταλία αντιμετώπιζαν σημαντικές προκλήσεις λόγω της αλλαγής του κλίματος και της ανθρώπινης παρέμβασης. Οι έντονες καιρικές συνθήκες και οι γεωργικές δραστηριότητες προκαλούσαν προβλήματα ρύπανσης των υδάτων και απειλούνταν η βιοποικιλότητα, ενώ η εισροή ξένων ειδών ενίσχυε αυτούς τους κινδύνους. Προκειμένου να αποφευχθούν αυτές οι επιπτώσεις δημιουργήθηκε στον ποταμό και στην λίμνη λωρίδα προστασίας με βλάστηση και λεκάνη κατακράτησης ιζημάτων στις όχθες της λίμνης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα σε βάθος χρόνου να βελτιωθεί η ποιότητα του νερού, να αυξηθούν οι οικονομικές ευκαιρίες, να αυξηθεί ο τουρισμός στην περιοχή, να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής και να γίνει καλλωπιστικά ωραία η περιοχή (Solheim, Capobianco, Oen, Kalsnes, Wullf-Knutsen, Olsen, DelSeppia, Arauzo, Garcia Balaguer and Michael Strout, 2021).

Ο Σπερχειός ποταμός που βρίσκεται στην Στερεά Ελλάδα έχει μήκος περίπου 80 χιλιόμετρα και λεκάνη απορροής περίπου 1830 τ.χμ. Οριοθετείται από το όρος Τυμφρηστός, το Μαλιακό κόλπο, τους ορεινούς όγκους των Βαρδουσίων, της Οίτης και του Καλλίδρομου, και το όρος Όθρυς. Ο Σπερχειός τον χειμώνα γενικά είχε πλημμύρες ενώ το καλοκαίρι είχε λειψυδρία αυτό είχε ως αποτέλεσμα η περιοχή να απειλείται με την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών, να υπάρχουν απώλειες στις γεωργικές καλλιέργειες κ.α. Προκειμένου να μετριαστούν οι κίνδυνοι μετά από διεξοδικές συζητήσεις με ειδικούς και μέλη της τοπικής κοινότητας επιλέχθηκε μια περιοχή κοντά στο χωριό Κόμμα και τη γέφυρα της Αλαμάνας με βάση την γεωμορφολογία, την διαθεσιμότητα γης, την προσβασιμότητα, την βιωσιμότητα, τον αισθητικό αντίκτυπο, την έλλειψη κινδύνου για τις κοινότητες και το κόστος και δημιουργήθηκε δεξαμενή πλημμύρας. Έτσι ο ποταμός άρχισε να εκβάλλει από δύο κανάλια της παλιάς και της νέας κοίτης που δημιουργήθηκε. Τα αποτελέσματα από αυτή της παρέμβαση ήταν πολύ θετικά καθώς αυξήθηκε η αποθηκευτική ικανότητα

του νερού, μειώθηκε η επιφανειακή απορροή, αυξήθηκε η αντίσταση και η επιβράδυνση της ροής του νερού και ο χώρος γύρω από το ποτάμι μπορούσε να λειτουργεί ως χώρος αναψυχής για του κάτοικους της περιοχής αλλά και για τουρίστες (Spyrou, Loupis, Charizopoulos, Apostolidou, Mentzafou, Varlas, Kumar, 2021).

Τα Τρίκαλα μεταμορφώθηκαν σε έξυπνη πόλη λόγω της επιδραστικής χρήσης νέων τεχνολογιών και της προσαρμογής τους στις ανάγκες της κοινότητας. Η επένδυση σε ευρυζωνικά δίκτυα δημιούργησε καινοτόμες λύσεις σε πολλούς τομείς, ενώ η προσέλκυση νέων ταλέντων και ο πειραματισμός σε νέες ιδέες αύξησαν τη φήμη της πόλης και δημιούργησαν νέες ευκαιρίες για την τοπική οικονομία. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για να γίνει έξυπνη η πόλη των Τρικάλων βασίστηκε σε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που συνδύαζε διάφορες πτυχές, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης τεχνολογίας, της ανάπτυξης υποδομών και υπηρεσιών, της εκπαίδευσης, της ενημέρωσης των πολιτών και της χρηματοδότησης. Όπως για παράδειγμα δημιουργήθηκε e-ΚΕΠ, σύστημα έξυπνου φωτισμού, στάθμευσης και παρακολούθησης των περιβαλλοντικών συνθηκών. Αποτέλεσμα της μετατροπής της πόλης των Τρικάλων σε έξυπνη πόλη είχε ως αποτέλεσμα να ανθίσει και να τονωθεί η τοπική κοινωνία, να ενισχυθεί η παραγωγή έρευνας- καινοτομίας και ανάπτυξης, να προωθηθεί η χρήση της Τηλεπικοινωνίας Πληροφοριών και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και να ενισχυθεί η επιχειρηματικότητα και η βελτίωση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος. Συνολικά, η μεταμόρφωση των Τρικάλων από μια αγροτική πόλη σε μία σύγχρονη έξυπνη πόλη αποτελεί παράδειγμα επιτυχούς ανάπτυξης και χρησιμοποιείται ως πρότυπο για άλλες πόλεις που επιθυμούν να ακολουθήσουν το ίδιο μονοπάτι (Anthopoulos L., 2017).

Εν κατακλείδι οι λύσεις που εμπνέονται από τη φύση αποτελούν βασικό πυλώνα για την αειφορία και τη βελτίωση του περιβάλλοντος. Η εφαρμογή τους συμβάλλει στη δημιουργία πιο ανθεκτικών και βιώσιμων κοινοτήτων, προστατεύοντας τα οικοσυστήματα και προωθώντας την αρμονία με τη φύση.

7. Επιδράσεις των Λύσεων με Βάση τη Φύση στην Δημόσια Υγεία.

7.1 Βιοποικιλότητα

Η πολεοδομική ανάπτυξη και η αστικοποίηση συχνά συνοδεύονται από την απώλεια φυσικών οικοσυστημάτων και τη μείωση της βιοποικιλότητας στις πόλεις. Ωστόσο, τα Nature Based Solutions (NBS) αποτελούν ένα ισχυρό μέσο, για την αναστροφή αυτής της τάσης και την προώθηση της βιοποικιλότητας στο αστικό περιβάλλον. Σε αυτήν την παράγραφο, θα εξετάσουμε πώς τα NBS συνεισφέρουν στη βιοποικιλότητα της πόλης, ενισχύοντας την οικολογική ισορροπία και διατηρώντας την ποικιλομορφία των ειδών (Γιαννακού & Σαλάτα 2018).

Προστασία και Διατήρηση της Αστικής Φύσης

Τα NBS συμβάλουν στη δημιουργία και στη συντήρηση πράσινων χώρων, όπως πάρκα, αστικά δάση και υδρολογικά συστήματα. Αυτοί οι χώροι προσφέρουν καταφύγιο και τροφή στην τοπική άγρια ζωή. Πολλά είδη που προσαρμόζονται στο αστικό περιβάλλον εξαρτώνται από τέτοιες πράσινες εκτάσεις για την επιβίωσή τους και η δημιουργία αυτών των χώρων συμβάλλει στη διατήρησή τους. (Γιαννακού & Σαλάτα 2018).

Προώθηση της Οικολογικής Ισορροπίας

Τα NBS συχνά είναι σχεδιασμένα για να αναπαράγουν φυσικούς οικότοπους και οικοσυστήματα. Με την ανακατασκευή ποταμών, λιμνών, και υγροτόπων, παρέχουν νέες οικολογικές ευκαιρίες για τα είδη που έχουν εκδηλώσει προσαρμοστικότητα στο αστικό περιβάλλον. Αυτό συμβάλλει στην οικολογική ισορροπία της πόλης, βελτιώνοντας τη συμβίωση ανθρώπων και άγριας ζωής. (Γιαννακού & Σαλάτα 2018).

Διατήρηση της Ποικιλομορφίας των Ειδών

Η δημιουργία και η συντήρηση φυσικών χώρων στις πόλεις διασφαλίζει την ύπαρξη και την ποικιλομορφία των ειδών. Οι πόλεις προσελκύουν μια ποικιλία οικολογικών

στρατηγικών και η διατήρηση της βιοποικιλότητας σε αυτό το περιβάλλον είναι κρίσιμη για την προστασία αυτών των ειδών (Dobbs, Nitschke & Kendal, 2017).

Συμπερασματικά τα Nature Based Solutions (NBS) αντιπροσωπεύουν έναν σημαντικό παράγοντα προώθησης και διατήρησης της βιοποικιλότητας στο αστικό περιβάλλον. Παρέχουν καταφύγιο, τροφή και οικολογικές υπηρεσίες στην τοπική άγρια ζωή, ενισχύουν την οικολογική ισορροπία και διατηρούν την ποικιλομορφία των ειδών στην πόλη.

7.2 Μικροκλίμα

Το μικροκλίμα αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες σε μια σχετικά μικρή περιοχή, όπως ένα πάρκο, μια αυλή, ή ένα μέρος μιας πόλης. Το μικροκλίμα μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από την παρουσία και τη χρήση των Nature Based Solutions (NBS), που περιλαμβάνουν πράσινες επιφάνειες, δένδρα, υδρολογικές λύσεις και άλλα φυσικά στοιχεία που ενσωματώνονται στον αστικό χώρο για την επίλυση προβλημάτων όπως η θέρμανση του πλανήτη, αλλά και οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά θέματα που επηρεάζουν μακροπρόθεσμα τους ανθρώπους. Σε αυτή την παράγραφο, θα αναλύσουμε την επίδραση των NBS στο μικροκλίμα. (Georgescu, Morefield, Bierwagen & Weaver, 2014).

Ένα από τα κυρίαρχα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος είναι η θερμοκρασία. Τα πάρκα και τα δένδρα, έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τη θερμοκρασία μέσω διαφόρων μηχανισμών. Τα δένδρα προσφέρουν φυσική σκιά, μειώνοντας την θερμοκρασία σε αστικές περιοχές το καλοκαίρι. Επίσης, οι πράσινες επιφάνειες απορροφούν την ακτινοβολία του ηλίου και ψύχουν το περιβάλλον τους μέσω της εκπομπής υγρασίας μέσω της διαδικασίας της εξατμισοδιαπνοής. (Georgescu, Morefield, Bierwagen & Weaver, 2014).

Τα NBS επηρεάζουν επίσης την ποιότητα του αέρα στο μικροκλίμα. Η παρουσία φυτών και πρασίνων επιφανειών μπορεί να δεσμεύσει ρυπογόνες ουσίες, όπως το CO₂ από την ατμόσφαιρα βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε. Επίσης, η πράσινη βλάστηση μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση των

σωματιδίων στον αέρα, προστατεύοντας την υγεία του πληθυσμού (Nowak, Crane & Stevens, 2006).

Οι πράσινες επιφάνειες και τα υδρολογικά συστήματα, μπορούν να διατηρούν και να αυξάνουν την υγρασία στο μικροκλίμα. Αυτό μπορεί να έχει ισχυρό αντίκτυπο στην άνεση των κατοίκων και στην ποιότητα της ζωής τους. Επιπλέον, η υγρασία μπορεί να μειώσει την θερμοκρασία, επηρεάζοντας το μικροκλίμα (Jim&Chen2008).

Συμπερασματικά, τα Nature Based Solutions επηρεάζουν σημαντικά το μικρόκλιμά στις αστικές περιοχές, βελτιώνοντας τη θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική ποιότητα και την ποσότητα των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα. Οι επιστημονικές πηγές που παραθέσαμε παρέχουν αποδείξεις για τις επιδράσεις αυτές στο μικροκλίμα, υπογραμμίζοντας τη σημασία των NBS στη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος και τη δημόσια υγεία.

7.3 Επιπτώσεις στη Δημόσια Υγεία

Τα Nature Based Solutions (NBS) έχουν σημαντικές θετικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, επηρεάζοντας τον πληθυσμό που ζει στα αστικά κέντρα. Αυτές οι επιπτώσεις καλύπτουν πολλούς τομείς και προσφέρουν σημαντικά οφέλη για την κοινωνική και φυσική ευεξία των ανθρώπων.

1. Βελτίωση της Ατμοσφαιρικής Ποιότητας:

Τα NBS, όπως οι πράσινες στέγες και οι φυτεμένες προσόψεις, μπορούν να μειώσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση. Η φύση απορροφά τοξικά αέρια και βοηθά στον καθαρισμό του αέρα από ρυπογόνες ουσίες, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα του αέρα που εισπνέουν οι άνθρωποι.

2. Μείωση της Θερμοκρασίας της Πόλης:

Οι φυσικοί χώροι και οι πράσινες υποδομές μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της θερμοκρασίας της πόλης, γνωστής ως "αστικό θερμοκήπιο" (urban heat island). Αυτό μειώνει τον κίνδυνο θερμοπληξίας και ατυχημάτων, ειδικά κατά τη θερινή περίοδο.

3. Προάγει την Άσκηση και την Υγιεινή Ζωή:

Οι πράσινοι χώροι προσφέρουν μέρη για φυσική δραστηριότητα όπως πεζοπορία, τρέξιμο και γυμναστική. Αυτό ενθαρρύνει την καλή φυσική κατάσταση και μειώνει τον κίνδυνο χρόνιων ασθενειών, όπως η παχυσαρκία, ΧΑΠ και οι νοσολογικές παθήσεις.

4. Αντιμετώπιση Ψυχικών Προβλημάτων:

Οι πράσινοι χώροι συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των ψυχικών προβλημάτων, όπως η κατάθλιψη και το στρες. Η φύση προσφέρει ψυχική ηρεμία και ανανέωση.

5. Προστασία από Κλιματικές Αλλαγές:

Τα NBS μπορούν να προστατεύσουν τις πόλεις από κλιματικές αλλαγές, όπως πλημμύρες και ακραία καιρικά φαινόμενα. Αυτό συνεισφέρει στην ασφάλεια της κοινοτικής υγείας και της προστασίας του πληθυσμού. (Mavrommati, Votsi, Vlachogiannis, Antoniadis, 2021).

7.4 Εμπόδια και Προκλήσεις

Η εφαρμογή των Nature Based Solutions (NBS) στις αστικές περιοχές αντιμετωπίζει πολλά εμπόδια και προκλήσεις που απαιτούν προσεκτική ανάλυση και δράση. Κάποια από αυτά τα εμπόδια περιλαμβάνουν την έλλειψη διαθέσιμου χώρου, την οικονομική βιωσιμότητα, τον ανθρώπινο παράγοντα, την αστική προσαρμογή και τις κλιματικές μεταβολές. Όσον αφορά στην έλλειψη διαθέσιμου χώρου, σε πολλές αστικές περιοχές οι φυσικοί χώροι είναι περιορισμένοι ή έχουν ήδη αναπτυχθεί, αυξάνοντας την πίεση για την εύρεση χώρων για την εφαρμογή των NBS. Η οικονομική βιωσιμότητα αποτελεί επίσης πρόκληση, καθώς η χρηματοδότηση και η συντήρηση των έργων NBS απαιτούν συνεχείς επενδύσεις. Ο ανθρώπινος παράγοντας επίσης παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς η ευαισθητοποίηση του κοινού και η συνεργασία με τους πολίτες απαιτούν προσπάθειες. Επιπρόσθετα, η αστική προσαρμογή απαιτεί ενσωμάτωση των NBS στον υφιστάμενο αστικό σχεδιασμό και τις πολεοδομικές πολιτικές, ενώ οι κλιματικές μεταβολές απαιτούν ευέλικτες λύσεις που να μπορούν να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και την ενίσχυση της εφαρμογής των NBS στις πόλεις, προτείνονται διάφορες προοπτικές για μελλοντικές έρευνες και πολιτικές. Αυτές περιλαμβάνουν την αειφορία και προσαρμογή, τη συνεργασία και ευαισθητοποίηση, τις τεχνολογικές καινοτομίες και τις ευρωπαϊκές πολιτικές που προωθούν τα NBS. Οι προσεχείς έρευνες μπορούν να επικεντρωθούν στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη βιώσιμων NBS που να προσαρμόζονται στις κλιματικές αλλαγές, στην ενσωμάτωση των πολιτών και των κοινοτήτων στη διαδικασία ανάπτυξης και διαχείρισης των NBS, στην εφαρμογή νέων τεχνολογιών για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση των NBS και στην προώθηση ευρωπαϊκών πολιτικών που υποστηρίζουν τη χρήση των NBS (Mavrommati, Votsi, Vlachogiannis, Antoniadis, 2021).

Συμπεράσματα

Είναι σαφές ότι η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελούν ζητήματα μείζονος σημασίας για την ανθρωπότητα και τον πλανήτη. Οι συνέπειες στην ποιότητα του αέρα από αέριους ρύπους έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση της δημόσιας υγείας, του περιβάλλοντος και του κλίματος κάνοντας έτσι απαραίτητο να ληφθούν δραστικά μέτρα για τη ελάττωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Τα Nature Based Solutions (NBS) αναδεικνύονται ως πολύτιμο εργαλείο γιατί μειώνουν τους ρύπους και επηρεάζουν θετικά την ατμόσφαιρα και το μικροκλίμα στις αστικές περιοχές. Πάρκα, πράσινοι χώροι, δάση και άλλες φυσικές λύσεις προσφέρουν δροσιά, ανανέωση του αέρα, αποτρέπουν την αύξηση των θερμοκρασιών και αναβαθμίζουν τη ποιότητα του αέρα. Επιπλέον, προσδίδουν αισθητική αξία στις αστικές περιοχές και συμβάλλουν στην ψυχολογική ευημερία των κατοίκων.

Ωστόσο, προκειμένου να επιτευχθούν πραγματικές βελτιώσεις, απαιτείται συνεργασία και δράσεις από τις τοπικές αρχές, τον επιστημονικό χώρο, την κοινωνία και την βιομηχανία. Επίσης, είναι απαραίτητο να δοθεί έμφαση στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και την παρακίνηση των πολιτών να δείξουν ευαισθησία για την

προστασία του περιβάλλοντος και τη χρήση φυσικών λύσεων που βασίζονται στην φύση.

Συνολικά, η μεταπτυχιακή αυτή εργασία αναδεικνύει τη σημασία της χρήσης των Nature Based Solutions για τη δημιουργία πιο αειφόρων και υγιεινών αστικών περιβαλλόντων, προσφέροντας κατευθυντήριες οδηγίες για την περαιτέρω έρευνα και δράση στον τομέα αυτόν.

Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ανανιάδου-Τζημοπούλου, Μ. (2018). Σχεδιασμός αστικών χωρών-Κριτική και Θεωρία, Σύγχρονες Τάσεις Σχεδιασμού Τοπίου, Αρχιτεκτονική Τοπίου (Δεύτερος τόμος). Αθήνα: εκδόσεις Ζήτη.

Βασιλείου, Ι. (2017) Κλιματική Αλλαγή- Ρόλος και Δράσεις της Ε.Ε. έως το 2050 οι Επιπτώσεις στην Ελλάδα. Διαχειρίσιμο Πρόβλημα ή Αργός Θάνατος του Πλανήτη. Αθήνα: εκδόσεις Historical Quest.

Γιαννακού Α. & Σαλάτα Κ., Δ. (2018) Πράσινη υποδομή: Συνδέοντας τοπία και κοινότητες". Αειχώρος. 27, 43-75.

Γκουρμπαση, Α. (2021) Οι φονικές πυρκαγιές στην Ελλάδα 1980-2020) Διαθέσιμο στο: https://www.eglimata-emprismou.gr/wp-content/uploads/2021/07/Μελέτη_Οι-φονικές-και-καταστροφικές-δασικές-πυρκαγιές-στην-Ελλάδα-1981-2020.pdf

Ευρωπαϊκό Ελεγκτικό Συνέδριο (2018) Ατμοσφαιρική ρύπανση: Η προστασία της υγείας μας παραμένει ανεπαρκής. Διαθέσιμο στο: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_23/SR_AIR_QUALITY_EL.pdf

Καλαμποκίδης, Δ. Κ., Ηλιόπουλος, Ν. και Γλιγλινός Δ. (2022) Πυρο- Μετεωρολογία και Συμπεριφορά Δασικών Πυρκαγιών σε ένα Μεταβαλλόμενο Κλίμα. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Κατσαφαδος, Π., Μαυροματιδης, Η., (2015) Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και της Κλιματικής Αλλαγής. Αθηνά: Καλλιπος , Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Κούγιας, Ν. (2019) Μελέτη των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων στην περιοχή της Αττικής κατά την διάρκεια επεισοδίων μεταφοράς σκόνης από την Αφρική. Διαθέσιμο στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/143053>

Λαρίσση, Κ., Ι. (2012) Ατμοσφαιρικό Περιβάλλον και Δείκτες. Διαθέσιμο στο: <file:///C:/Users/Kids/Downloads/Larissi.pdf>

Μαυρομάτη Γ. Ε. (2020) Μουσειακά Εκθέματα- Υλικά, Ρυπαντές και Προστασία- Το ζήτημα της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Αθήνα: 24 Γράμματα.

Μελάς, Δ., Μπάης Α., Μπάλης Δ. (2015) Ατμοσφαιρική Τεχνολογία. Αθήνα: Κάλιππος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.

Τσακαλικίδης, Ι. (2015) Αρχιτεκτονική τοπίου. Διαθέσιμο στο: http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/11307/3516_PEGA%20theory%20C_03.pdf

Τσεπελή Β. (2018) Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Μερικές Εφαρμογές Μοντέλων Βιωματικής Μάθησης για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Διαθέσιμο στο: https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/13901/1/TsepeliV_2018.pdf

Τσιλιγκιρίδης, Γ. (2015) Πηγές Ρύπανσης- Εκπαιδευτικό βοήθημα. Διαθέσιμο στο: http://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS284/ΠΗΓΕΣ%20ΡΥΠΑΝΣΗΣ_2015.pdf

Χατζιμπιρος, Κ. (2014) Οικολογία- Οικοσυστήματα και Προστασία του Περιβάλλοντος. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

Ξένη Βιβλιογραφία

Albert, C., Schröter, B., Haase, D., Brillingera, M., Henze, J., Herrmann, S., Gottwald, S., Guerrero, P., Nicolai, C. and Matzdorf, B. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? *Landscape and Urban Planning*, 182, 21. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204618310715>

Anthopoulos, L. (2017). *Understanding Smart Cities - A tool for smart government or an industrial trick?* New York: Springer.

Chapin, S., Matson, A., P., Vitousek, M., P. (2018) Αρχές Οικολογίας Χερσαίων Οικοσυστημάτων. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε.

Colding, J., Wallhagen, M., Sörqvist, P., Marcus, L., Hillman, K., Samuelsson, K. and Barthe, S. (2020). Applying a Systems Perspective on the Notion of the Smart City. *Smart Cities*, 3, 22. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2624-6511/3/2/22>

Dobbs, C., Nitschke, C., & Kendal, D. (2017). Global drivers and trade-offs of three urban vegetation ecosystem services. *PloS One*, 12(11), e0167946.

European Commission (2023, 5 May) Nature-based solutions. Retrieved from: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en

European Commission. (2015). Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Directorate-General for Research and Innovation.

Fernandes, J. P. & Guiomar, N. (2018). Nature-based solutions: The need to increase the knowledge on their potentialities and limits. *Land Degradation and Development*, 29(6). Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/323989281_Nature-based_solutions_The_need_to_increase_the_knowledge_on_their_potentialities_and_limits

Fleck, A. (2023) Air Pollution: A Global Health Threat. Retrieved from: <https://www.statista.com/chart/29507/pm25-concentrations-of-selected-cities/>

Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy* 93: 101–111. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901118310888>

Georgescu, M., Morefield, P. E., Bierwagen, B. G., & Weaver, C. P. (2014). Urban adaptation can roll back warming of emerging megapolitan regions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(8), 2909-2914.

Guneroglu, N., Bekar, M. and Sahin, E. Kaya, (2019). Plant selection for roadside design: Bthe view of landscape architects. *Environmental Science and Pollution Research* , 26:34430– 34439. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06562-4>.

Harvey, A. (2019). Smart Cities Expo World Congress Barcelona 2019. IET Smart Cities, 1, 2. Retrieved from: <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/>.

Hueso, O., R. Munzi, S., Alonso, R., Crespo A. M., Avila, A., Bermejo V., Bobbink, R., Branquinho C., Concostrina-Zubiri L., Cruz, C., Carvalho, R., Marco, A., Dias. T., Elustondo, D., Elvira, S., Estébanez, B., Fusaro, L., Gerosa, G., Rojano, S., Cascio M., Marzuoli, R., Matos, P., Mereu, S., Merino, J., Morillas, L., Nunes, A, Paoletti E., Paoli, L., Rogers, P., P., Santos A., Sicard P., Stevens J C, Theobald, R., M. (2017). Ecological impacts of atmospheric pollution and interactions with climate change in terrestrial ecosystems of the Mediterranean Basin: Current research and future directions. *Environmental Pollution* 227, 194.

Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2008). Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Journal of Environmental Management*, 88(4), 665-676

Konijnendijk, C. C., Annerstedt, M., Nielsen, A. B., & Maruthaveeran, S. (2018). Benefits of Urban Parks: A Systematic Review. Aarhus University, Denmark.

Lafortezaa, R , Chenb , J., Konijnendijk van den Boschc , C. and Randrup, B.T. (2018). Naturebased solutions for resilient landscapes and cities. *Environmental Research*, 165, 431–441 Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.038>.

Martín, E., Costa, M., & Máñez, K. (2020). An operationalized classification of Nature Based Solutions for water-related hazards: From theory to practice. *Ecological Economics*, 167, 1.

Mavrommati G., Votsi N. E., Vlachogiannis D., Antoniadis V. (2021). Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation in Urban Areas: A Review. *Sustainability*, 13(10), 5625.

Mersal, A. (2017). Eco City Challenge and opportunities in transferring a city in to green city. *Environmental Sciences*, 37, 22-33. Retrieved from: [10.1016/j.proenv.2017.03.010](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.010).

Moura, N., Pellegrino, P., Martins, J.R. and Raviolo, B. (2018). Intelligent Landscapes: Application of Parametric Modeling for a New Generation of Flood Risk Management Reservoirsin São Paulo City, Brazil. *Disegnarecon*, 11, 20. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/327174893>.

Nadal, A. Pons, O., Cuerva , E., Rieradevall, J. and Josa, A. (2018). Rooftop greenhouses in educational centers: A sustainability assessment of urban agriculture in compact cities. *Science of the Total Environment* 626, 1319–1331 Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.191>.

Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 115-123.

Reyes, A. and Ochoa, C.A., (2019). Green Roof Garden Concept for Smart Cities – A Case Study. *Green and Smart Technologies for Smart Cities*, 18. Retrieved from: [10.1201/9780429454837-15](https://doi.org/10.1201/9780429454837-15)

Schraufnager, D., Balmes, J. R., Matteis D., S., Hoffman, B., Kim, J. W., Perez-Padilla, R., Rice, M. Sood, A., Vanker, A. and Wuebbles. (December, 2019) Health Benefits of Air Pollution Reduction. *Annals of the American Thoracic Society*, 16, 12.

Shan, J.,Huang, Z., Chen, S., Li, Y.and Ji W. (2021). Green Space Planning and Landscape Sustainable Design in Smart Cities considering Public Green Space Demands of Different Formats. *Complexity*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1155/2021/5086636>.

Snep R. PH, Voeten, J. GWF, Mol, G. and Hattum, T.(2020). Nature Based Solutions for Urban Resilience: A Distinction Between No-Tech, Low-Tech and High-Tech Solutions. *Frontiers in Environmental Science*, 18. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.599060>.

Solheim A., Capobianco, V. Oen A., Kalsnes B., Wullf-Knutsen, T., Olsen, M., Del Seppia, N.,Arauzo I., Garcia Balaguer E., and Michael Strout J. (2021) Implementing Nature-Based Solutions in Rural Landscapes: Barriers Experienced in the PHUSICOS Project. *Sustainability*, 13(3), 1461.

Spyrou, C., Loupis, M., Charizopoulos, N., Apostolidou, I., Mentzafou, A., Varlas, G., Kumar, a. P. (2021). Evaluating Nature-Based Solution for Flood Reduction in Spercheios River Basin under Current and Future Climate Conditions". *Sustainability* 13, 7.

Ucar, Z., Bilici, E. and Akay, E. (2020). Towards Green Smart Cities: Importance of Urban Forestry and Urban Vegetation. ResearchGate, Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/347143440_TOWARDS_GREEN_SMART_CITIES_IMPORTANCE_OF_URBAN_FORESTRY_AND_URBAN_VEGETATION

WWF (2023, 5 May) What are nature-based solutions? Retrieved from: https://wwf.panda.org/discover/our_focus/climate_and_energy_practice/what_we_do/nature_based_solutions_for_climate/

WWF (2010) Αέρας και Ατμοσφαιρική Ρύπανση. Διαθέσιμο στο: https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/WWF%20Ellas_Odigos%20gia%20to%20perivallon_Aeras.pdf

Yu, M., Song, J. and Zhang, C. (2019). Research on the system of smart city park based on cloud computing. Cluster Computing, 22, 8279–8290. Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1007/s10586-018-1741-y>.

Zamani, Z, Taleghani, M. and Hoseini, H.B. (2012). Courtyards as solutions in green architecture to reduce environmental pollution, Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research. 30, 385.

Zhang, Y. (2013). Analysis on color configuration of plants in landscape design. Applied Mechanics and Materials Vols. 357-360. Retrieved from: [10.4028/www.scientific.net/AMM.357-360.2122](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.357-360.2122).