

Ποιές οι δυνατότητες των κατακόρυφων κηπεύσεων  
στην αναδιαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

Ερευνητική Εργασία: Σταματοπούλου Βασιλική  
Επιβλέπουσα: Γεροπάντα Βασιλική





ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΧΑΝΙΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

| Ποιες οι δυνατότητες κατακόρυφων  
κηπεύσεων στην αναδιαμόρφωση  
περιβάλλοντος χώρου |

Επιμέλεια: Σταματοπούλου Βασιλική

Επιβλέπουσα: Γεροπάντα Βασιλική

EPEYNHTIKH EPΓΑΣΙΑ | RESEARCH THESIS

TECHNICAL UNIVERSITY OF CRETE  
SCHOOL OF ARCHITECTURE

| The possibilities of vertical  
gardening in the  
remodeling of environmental space |

Student: Stamatopoulou Vasiliki

Supervisor: Geropanta Vasiliki

---

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

---

*Για την διεκπεραίωση της παρούσας ερευνητικής εργασίας  
ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα μου κα Βασιλική Γεροπάντα,  
για την καθοδήγηση και την συνεργασία μας.*

*Ευχαριστήσω επίσης την οικογένεια μου και τους φίλους  
μου, για την συμπαράσταση και την στήριξή τους  
καθ' όλη την διάρκεια της έως τώρα πορείας μου.*



## Περιεχόμενα

π ε ρ ί λ η ψ η .....	9
Abstract.....	11
ε ι σ α γ ω γ ή.....	13
μ ε θ ο δ ο λ ο γ ί α.....	16
<b>κ ε φ α λ α ι ο 1: Η Έννοια των πράσινων Υποδομών, Μικροκλίμα, Αστική Θερμική Νησίδα και η Χρήση ενέργειας στο κτίριο .....</b>	<b>19</b>
1.1 Τι είναι οι Πράσινες Υποδομές; .....	20
1.2 Τι ορίζεται ως μικροκλίμα και ποιο είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας;.....	32
1.3 Χρήση ενέργειας στα κτίρια.....	37
1.4 Εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος .....	41
<b>κ ε φ α λ α ι ο 2: Εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος – Κατακόρυφες κηπεύσεις – θετικές/Αρνητικές επιπτώσεις – Τεχνικές εφαρμογής .....</b>	<b>47</b>
2.1 Ορισμοί.....	48
2.2 Ιστορικά στοιχεία κατακόρυφων κηπεύσεων.....	52
2.3 Θετικές – Αρνητικές επιδράσεις των πράσινων τοίχων .....	57
2.4 Τεχνικές εφαρμογής κατακόρυφων κηπεύσεων. ....	69
<b>κ ε φ α λ α ι ο 3: Case studies / Vertical Gardening για το κτίριο για το δημόσιο χώρο για το δίκτυο πράσινων υποδομών.....</b>	<b>77</b>
3.1 Κάθετο Δάσος: Bosco Verticale, Milan, Italy ... για το κτίριο	78
3.2 CaixaForum, Madrid, Spain ... για το δημόσιο χώρο .....	85
3.3 Η περίπτωση της Μελβούρνης, Αυστραλία ... για δίκτυο πράσινων υποδομών .....	90
<b>σ υ μ π ε ρ ά σ μ α τ α.....</b>	<b>93</b>
Η περίπτωση της Μελβούρνης, Αυστραλία ... για δίκτυο πράσινων υποδομών .....	94
<b>β ι β λ ι ο γ ρ α φ ί α.....</b>	<b>98</b>
<b>π η γ έ ς φ ω τ ο γ ρ α φ ι ώ ν.....</b>	<b>101</b>





Τι είναι, τι προσφέρουν και πως λειτουργούν οι κατακόρυφες κηπεύσεις; Μπορούν τελικά να συμβάλλουν στην καλύτερη λειτουργία της πόλης και ποιες είναι οι δυνατότητες τους στην αναδιαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου;

Πριν από λίγα χρόνια οι πόλεις περιβάλλονταν από εκτάσεις αγροτικών περιοχών. Στις μέρες μας, οι αγροτικοί πληθυσμοί μειώνονται και τα αστικά κέντρα πληθαίνουν με αποτέλεσμα την επέκτασή τους.

Η συσσωρευση αυτή στα κέντρα των πόλεων εντείνουν προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι πόλεις σήμερα. Συγκεκριμένα, το μικροκλίμα, η αστική θερμική νησίδα και η ανάγκη μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας είναι ζητήματα τα οποία θα μας απασχολήσουν και θα εξετάσουμε πως οι κατακόρυφες κηπεύσεις μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπισή τους.

“Οι κατακόρυφες κηπεύσεις θεωρούνται ένα στοιχείο ενσωματωμένο στο σχεδιασμό κτιρίων χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές.”<sup>1</sup> Η μαζική αστική ανάπτυξη σε συνδυασμό με τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή νέων κτιριακών μονάδων, τα οποία συγκρατούν αποτελεσματικά τη θερμότητα, δημιουργούν αδιαπέραστες επιφάνειες, επηρεάζοντας έτσι το τοπικό κλίμα των πόλεων. Επίσης οι επιφάνειες των κτηρίων απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και την εκπέμπουν, στη συνέχεια, ως θερμότητα με αποτέλεσμα να θερμαίνονται οι αστικές περιοχές και ως επακόλουθο, οδηγούν στο φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας.

“Μια πρόσοψη κτιρίου έχει δύο σημαντικές λειτουργίες, η μια είναι το αντιπροσωπευτικό στοιχείο της εικόνας του κτιρίου όταν παρατηρείται από το εξωτερικό, και η δεύτερη είναι το στοιχείο κάλυψης του εσωτερικού. Επομένως η σημασία της δεν

---

<sup>1</sup> R. Moussa, A. ElHady, Elhalafawy Green-Wall Benefits Perception According to the Users' Versus Experts' Views, 2019

περιορίζεται στο δομικό της ρόλο, αλλά και στις επιδράσεις της στο χώρο μέσα και γύρω από το κτίριο.” (Ajlā Aksamija, 2022)

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά το εξωτερικό των κτιρίων, ο ρόλος των κατακόρυφων κηπεύσεων πέραν του αισθητικού αφορά και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας καθώς και την αντιμετώπιση της οικολογικής και κλιματικής κρίσης. Ενώ αναφορικά με το εσωτερικό, οι φυτεμένες προσόψεις – κατακόρυφες κηπεύσεις επηρεάζουν την θερμοκρασία τους κτιρίου και ως επακόλουθο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας.

Αναλυτικότερα, όταν σε ένα κτίριο η πρόσοψη είναι φυτεμένη, η θερμοκρασία λειτουργεί ως θερμομόνωση για το κτίριο, κατά αυτόν τον τρόπο η εσωτερική θερμοκρασία διατηρείται πιο σταθερή χωρίς να επηρεάζεται άμεσα από την εξωτερική. Επίσης, σύμφωνα με έρευνες, οι πράσινες προσόψεις βοηθούν στην ψυχολογία και την συγκέντρωση των ανθρώπων. Έτσι όταν μιλάμε για εγκαταστάσεις επιχειρήσεων – γραφείων οι εργαζόμενοι είναι πιο αποδοτικοί.

Οι κατακόρυφες κηπεύσεις αποδεικνύεται ότι έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον, επηρεάζοντας σημαντικά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τα επίπεδα θορύβου, την ποιότητα του αέρα, την ψυχολογία και υγεία των ανθρώπων καθώς και την οικονομικούς παράγοντες όσον αφορά την κτηριακή κλίμακα.

**Λέξεις Κλειδιά:** Κατακόρυφη κήπευση, πράσινες υποδομές, μικροκλίμα, βιοποικιλότητα, πράσινος τοίχος, πράσινη πρόσοψη, κάθετες φυτεύσεις

What is vertical gardening, what do they offer and how do they work? Can they ultimately contribute to a better functioning of the city through the reconfiguration of the surrounding area?

Some years ago, cities were surrounded by areas of agricultural land of rural areas. Nowadays, rural populations are declining and urban centers are becoming more crowded, resulting in their expansion.

"Vertical gardening is considered an element integrated into building design using new techniques." Massive urban development combined with the materials used to construct new building units, which effectively retain heat, create impervious surfaces, thus affecting the local climate of cities. Building surfaces also absorb solar radiation and then emit it as heat, which heats up urban areas and, as a consequence, leads to the urban heat island effect.

"A building façade has two important functions, one is the representative element of the building's image when viewed from the outside, and the second is the covering element of the interior. Its importance is therefore not limited to its structural role, but also to its effects on the space in and around the building." (Ajla Aksamija, 2022)

More specifically, with regard to the exterior of buildings, the role of vertical gardens, in addition to the aesthetic one, is also about enhancing biodiversity and addressing the ecological and climate crisis. On the inside, planted facades - vertical planting - have an impact on the temperature of the building and consequently reduce energy consumption. More specifically, when the facade of a building is planted, the temperature acts as a thermal insulation for the building, thus the internal temperature is kept more stable without being directly influenced by the external temperature. Also, according to research, green facades help people's psychology and concentration. So, when we talk about business - office premises employees are more efficient.

The use of vegetation is proven to have a significant impact on the urban environment, significantly affecting the ambient temperature, noise levels, air quality, psychology and health of people as well as economic factors in terms of building scale.

**Keywords:** Vertical gardening, green infrastructure, microclimate, biodiversity, green wall, green frontage, vertical planting

## Εισαγωγή

Αφορμή της έρευνας ήταν η κατανόηση ανάγκης για ανάπτυξη της φύσης – δημόσιου χώρου, με νέες στρατηγικές και τεχνολογίες, και η αναζήτηση λύσεων στην αντιμετώπιση των προβλημάτων με τα οποία έρχεται αντιμέτωπη σήμερα η πόλη.

Είναι γεγονός ότι η κλιματική κρίση επηρεάζει πλέον κάθε χώρα και ήπειρο. Η απρόβλεπτη αλλαγή στις θερμοκρασίες, οι βροχοπτώσεις, τα ακραία γεγονότα και οι αυξημένες συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> θα φέρουν μια σειρά από επιπτώσεις στον άνθρωπο, τις κοινότητες και τις πόλεις, επηρεάζοντας την ποιότητα των οικοτόπων και την εξέλιξη της αστικής βιοποικιλότητας. Η προσαρμογή στις πραγματικές ή αναμενόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής περιλαμβάνει μια σειρά μέτρων, δράσεων και αλλαγών που μπορούν να ληφθούν για τη μείωση της ευπάθειας της κοινωνίας και τη βελτίωση της ικανότητας ανθεκτικότητας απέναντι στις αλλαγές που θα προκληθούν από την κλιματική αλλαγή. Η βιώσιμη αστική ανάπτυξη με λύσεις που βασίζονται στη φύση θεωρείται όλο και περισσότερο ως μια πιθανή προσέγγιση σε αυτό το πεδίο.

Όλοι οι άνθρωποι δικαιούνται να έχουν πρόσβαση σε ασφαλή και υγιή δημόσιο χώρο. Το δομημένο περιβάλλον είναι σημαντικός παράγοντας για τη συμπεριφορά, την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων. Επηρεάζει τη φυσιολογική, συμπεριφορική, γνωστική και σωματική κατάσταση τους. Στις μέρες μας, στις πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι ρύποι συσσωρεύονται στο κέντρο των πόλεων με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να τους εισπνέουν. Έτσι η ανάπτυξη στρατηγικών δημόσιας υγείας που σχετίζονται με την αστικές χωρικές προκλήσεις κρίνεται απαραίτητη καθώς τα φυτά έχουν την ιδιότητα να καθαρίζουν τον αέρα από τους ρύπους και τις χημικές ουσίες. Επομένως η εφαρμογή εναλλακτικών στρατηγικών για την ανάπτυξη χώρων πρασίνου θα βελτιώσει την ποιότητα της αστικής ζωής, κατά συνέπεια, της κατάστασης διαβίωσης των ανθρώπων.

Τις τελευταίες δεκαετίες η αύξηση της περιβαλλοντικής συνείδησης είχε ως αποτέλεσμα τον σχεδιασμό κτιρίων και την επίλυση αστικών ζητημάτων με βάση τα κριτήρια αειφορίας. Η αειφόρος ανάπτυξη εξετάζει θέματα όπως την κατανάλωση νερού,

την μείωση κατανάλωσης ενέργειας και τον μετριασμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όλα αυτά μπορούν να επιτευχθούν μέσω των πράσινων υποδομών.<sup>2</sup>

Πιο πρόσφατα, η έννοια της πράσινης υποδομής ορίστηκε ως ανθρώπινες παρεμβάσεις που παρέχουν μια ποικιλία φιλικών προς το περιβάλλον λειτουργιών τόσο σε κτιριακή όσο και σε αστική κλίμακα.<sup>3</sup>

Αρχιτέκτονες και πολεοδόμοι προσπαθούν να δημιουργήσουν χώρους πρασίνου γύρω από τις κατοικημένες περιοχές και προσπαθούν να πειραματιστούν με νέες διαμορφώσεις πρασίνου. Δεδομένου ότι οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων προσφέρουν μεγάλο χώρο για βλάστηση μέσα σε αστικές πόλεις, η φύτευση σε στέγες και τοίχους έχει γίνει μια από τις πιο καινοτόμες και ταχέως αναπτυσσόμενες περιοχές στην κηπουρική και το δομημένο περιβάλλον.

Τα προβλήματα που παρατηρούμε ανάμεσα στη φύση και τον κλειστό – κτιστό χώρο δεν έχουν λυθεί. Στην παρούσα ερευνητική εργασία προσπαθούμε να δούμε πως οι κατακόρυφες κηπεύσεις μπορούν να θεραπεύσουν αυτό το κενό φύσης – έναντι κλειστού – κτιστού χώρου.

Τμήμα των πράσινων υποδομών αποτελούν οι κατακόρυφες κηπεύσεις οι οποίες παρά το γεγονός ότι για κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά το 600 π.Χ. , άρχισαν πάλι να κατασκευάζονται τον τελευταίο αιώνα, καθώς υπήρξε η ανάγκη κυρίως για περιβαλλοντικούς λόγους. Η κακή ποιότητα του αέρα, η υπερβολική κατανάλωση ενέργειας και οι αρνητικές συνέπειες που είχε η συνεχόμενη πυκνωση των πόλεων από κτίρια, οδήγησαν στην αναζήτηση λύσεων και συνεπώς στην δημιουργία κατακόρυφων κηπεύσεων.

Σήμερα ίσως αν κοιτούσαμε τους ελεύθερους τοίχους θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε πράσινες υποδομές με την δημιουργία κατακόρυφων κηπεύσεων.

---

<sup>2</sup> United Nations, *Addressing the Sustainable Urbanization Challenge*, 2012

<sup>3</sup> A. Chatzimentor, E. Apostolopoulou, A. Mazarisa, *A review of green infrastructure research in Europe: Challenges and opportunities*

Η ερευνητική αυτή εργασία επιχειρεί να μελετήσει τις κατακόρυφες κηπεύσεις, ως είδος των πράσινων υποδομών, τα μέσα από τα οποία την συναντάμε και τα θετικά που μπορεί να έχει τόσο στο κτίριο όσο και στην πόλη. Επίσης θα μελετηθεί και θα αναλυθεί όλο το υπόβαθρο που δημιουργεί την ανάγκη της ύπαρξης των πράσινων υποδομών.

Για την εκπόνηση της ερευνητικής αυτής εργασίας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική και διαδικτυακή έρευνα που βασίζεται κυρίως σε βιβλία και άρθρα τα οποία αναφέρονται στις πράσινες υποδομές, κατακόρυφες κηπεύσεις αλλά και στις επιδράσεις που έχουν τόσο στην πόλη όσο και στον άνθρωπο. Μέσα από την μελέτη στρατηγικών και τη σύγκριση παραδειγμάτων δημιουργούνται **τα παρακάτω ερωτήματα έρευνας:**

- a. Πώς ορίζεται η πράσινη υποδομή, ποια είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η πόλη και ποια η συνεισφορά των ΠΥ.
- b. Τι είναι οι κατακόρυφες κηπεύσεις, ποιες είναι οι θετικές και αρνητικές τους επιπτώσεις και ποιες οι τεχνικές εφαρμογής τους.
- c. Τι δυνατότητες έχουν οι κατακόρυφες κηπεύσεις λειτουργούν με βάση τριών θεματικών: το κτήριο, το δημόσιο χώρο και το δίκτυο πράσινων υποδομών.

**Σκοπός την ερευνητικής εργασίας** είναι η ανασκόπηση της έννοιας της πράσινης υποδομής, και παράθεση των βασικότερων προβλέψεων, παραδειγμάτων του ελληνικού και διεθνούς θεσμικού πλαισίου χωρικού σχεδιασμού για αυτήν και το δημόσιο χώρο και στα κτίρια, επιχειρείται μια εστίαση στις κατακόρυφες κηπεύσεις. **Στόχος** είναι να καταδειχθεί πώς μπορούν οι κατακόρυφες κηπεύσεις να συμβάλλουν στην ενίσχυση του δημόσιου χώρου κι στην προσαρμογή στις νέες συνθήκες.



Η ερευνητική μέθοδος βασίζεται στην καταγραφή υπάρχουσας βιβλιογραφίας και την κατανόηση των πράσινων υποδομών και των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο αστικός ιστός: το μικροκλίμα, την αστική θερμική νησίδα και την ανάγκη μείωσης κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Στην συνέχεια αναζητούμε εναλλακτικές λύσεις πρασινίσματος οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν στην αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων.

Συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα ορίζεται η πράσινη υποδομή και ύστερα από ανάλυση των προβλημάτων και εύρεση εναλλακτικών μορφών πρασινίσματος καταλήγουμε στην επιλογή των κατακόρυφων κηπεύσεων.

Στην δεύτερη ενότητα είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε μερικούς όρους για την συνέχεια της ανάλυσης μας. Στην ίδια ενότητα με συγκριτική μελέτη παραδειγμάτων και γραφιστική απεικόνιση αναζητούμε τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις των κατακόρυφων κηπεύσεων και ποιες από αυτές υπερτερούν. Τα σχεδιαγράμματα και οι φωτογραφίες βοηθούν να αναπτύξουμε ένα μεγαλύτερο συμπέρασμα για τις κατακόρυφες κηπεύσεις.

Τέλος, στην τρίτη και τελευταία ενότητα παρουσιάζουμε τρία παραδείγματα κατακόρυφων κηπεύσεων τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικές μορφές. Τα παραδείγματα είναι : Το Bosco Verticale, στο Μιλάνο, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση η κατακόρυφη κήπευση αναφέρεται κυρίως στο κτίριο, τον πράσινο τοίχο δίπλα στο Caixa Forum, στη Μαδρίτη, όπου αναφέρεται στον δημόσιο χώρο και τέλος την περίπτωση της Μελβούρνης όπου δημιουργείται ένα ενιαίο δίκτυο πράσινων υποδομών. Οι επιλογές αυτές έγιναν για να υπάρχουν τρεις διαφορετικές κλίμακες και να μελετήσουμε τις δυνατότητες των κατακόρυφων κηπεύσεων σε διαφορετικές κατηγορίες.



## Κεφαλαίο 1

*Η Έννοια των πράσινων Υποδομών, Μικροκλίμα,  
Αστική Θερμική Νησίδα και  
η Χρήση ενέργειας στο κτίριο*

---



*Εικόνα 1: Πως η οικονομία, το περιβάλλον και η ποιότητα ζωής συνδέεται με τις πράσινες υποδομές.*

Το κεφάλαιο αυτό προσπαθεί να αναφέρει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η πόλη και αναζητά την συνεισφορά των πράσινων υποδομών στην αντιμετώπιση αυτών.

Τα προβλήματα αυτά είναι το μικροκλίμα, η αστική θερμική νησίδα και η ανάγκη μείωσης ενέργειας στα κτίρια

### 1.1 Τι είναι οι Πράσινες Υποδομές;

Στον χωρικό σχεδιασμό με τον όρο υποδομές αναφερόμαστε, συνήθως, σε στοιχεία του δομημένου περιβάλλοντος όπως υποδομές μεταφορών, δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης ή ακόμα σχολεία, πανεπιστήμια και νοσοκομεία.<sup>4</sup> Ωστόσο, ο όρος **πράσινες υποδομές** αναφέρεται σε ένα είδος υποδομών που δεν εντάσσεται μόνο στο δομημένο περιβάλλον. Στην έννοια των Πράσινων Υποδομών (ΠΥ) ο όρος «πράσινο» δεν έχει αποκλειστική σύνδεση με το φυσικό-πράσινο στοιχείο όπως είναι η γεωργία αλλά και με νέες στρατηγικές – τεχνικές όπως αποτελούν οι πράσινοι τοίχοι ή οι πράσινες οροφές. Για τον συγκεκριμένο όρο δεν υπάρχει ένας ευρέως αποδεκτός ορισμός αλλά παρατίθενται πολλοί διαφορετικοί, καθώς η ΠΥ αποτελεί μία πρόσφατη έννοια, ενώ παράλληλα είναι δυνατό να αποκτά διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα με την κλίμακα στην οποία εφαρμόζεται, για παράδειγμα αστικό, περιαστικό ή κτιριακό τοπίο.<sup>5</sup>

Τόσο πολεοδόμοι όσο και αρχιτέκτονες τοπίου ασχολούνται με τις πράσινες υποδομές με διαφορετική στρατηγική. Οι μεν δημιουργούν πράσινου ανοιχτούς χώρους προσθέτοντας πάρκα,



Εικόνα 2: Φυσικός βιότοπος στην πόλη Πόρτλαντ, διαμόρφωση πεζοδρόμου στο Χαλάνδρι

<sup>4</sup> Michael J Boyle, *Infrastructure*, (updated 2022)

<sup>5</sup> Edward T. McMahon, *Green Infrastructure*, 2000, σελ.5

φυσικούς βιότοπους και παρτέρια και στοχεύουν κυρίως στην μείωση της ρύπανσης.<sup>6</sup>

Οι δε, δημιουργούν συστήματα πρασίνου τόσο σε κατακόρυφες όσο και σε οριζόντιες επιφάνειες. Συγκεκριμένα, εκμεταλλεύονται τις επιφάνειες των κτηρίων δημιουργώντας πράσινες προσόψεις, τοίχους και πράσινες στέγες.



Εικόνα 3: Πράσινη στέγη Σικάγο, Πράσινη πρόσοψη Σιγκαπούρη

<sup>6</sup> Envorbond, Creating Green Infrastructure for Urban Planning and Development

Γενικά, παρατηρούμε ότι οι αρχιτέκτονες τοπίου ασχολούνται με πιο σημειακές επεμβάσεις και έχουν άμεσα θετικές επιδράσεις σε κτιριακή κλίμακα. Ωστόσο αυτά τα συστήματα σε συνδυασμό με τα πάρκα και τους χώρους πρασίνου, όπου οι εκτάσεις είναι μεγαλύτερες, εξισορροπούν τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

Επιπρόσθετα υπάρχουν διάφορες πολιτικές και μέσα σχεδιασμού όπου ασχολούνται με τις πράσινες υποδομές. Μια από αυτές είναι η πολιτική της Πράσινης Συμφωνίας,<sup>7</sup> η οποία έχει ως στόχο να εξασφαλίσει μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ως το 2050, οικονομική ανάπτυξη αποσυνδεδεμένη από τη χρήση πόρων και κανένας άνθρωπος και καμία περιφέρεια να μην επωφεληθεί από τις νέες αυτές στρατηγικές.

Πιο συγκεκριμένα τα έργα τους προσφέρουν:

- Καθαρό νερό και αέρα, υγιές έδαφος και βιοποικιλότητα καθώς και υγιεινά και οικονομικά τρόφιμα
- Ανακαινισμένα και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια
- Καθαρότερη ενέργεια και πρωτοποριακή καθαρή τεχνολογική καινοτομία
- Προϊόντα με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής που να μπορούν να επισκευάζονται, να ανακυκλώνονται και να επαναχρησιμοποιούνται
- Μελλοντικά βιώσιμες θέσεις εργασίας και κατάρτιση σε δεξιότητες για τη μετάβαση
- Ανταγωνιστική και ανθεκτική βιομηχανία σε παγκόσμιο επίπεδο
- Περισσότερες δημόσιες υποδομές

---

<sup>7</sup> European Parliament, *EU responses to climate change*, 2018

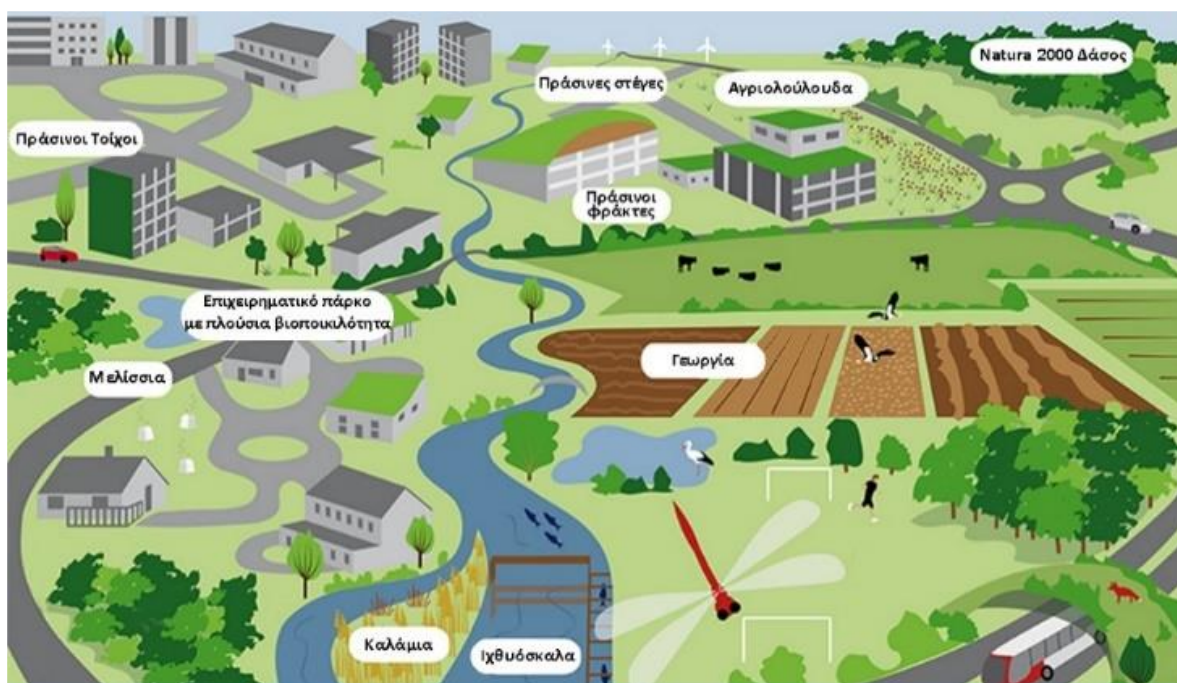
Επιχειρώντας μια συλλογή ορισμών για τις ΠΥ, αναδύονται στη βιβλιογραφία τα παρακάτω στοιχεία:

Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει η Ευρωπαϊκή Ένωση, η πράσινη υποδομή ορίζεται ως “ένα στρατηγικά σχεδιασμένο δίκτυο φυσικών και ημιφυσικών περιοχών με άλλα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά σχεδιασμένα να παρέχουν ένα ευρύ φάσμα οικοσυστήματος. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει τους χώρους πρασίνου αλλά και άλλα φυσικά στοιχεία σε χερσαίες και θαλάσσιες περιοχές”

Η αναγκαιότητα των φυσικών στοιχείων στην πόλη καθίσταται απαραίτητη. Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού και η συσσώρευση της στα κέντρα των πόλεων έχει αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ποιότητα ζωής των ανθρώπων. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητη, η βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων και η ανάπτυξη νέων στρατηγικών σχεδιασμού του χώρου για την αποφυγή όσο γίνεται των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Συγκεκριμένα στην ΕΕ<sup>8</sup> οι στρατηγικές για τις πράσινες υποδομές οι οποίες φαίνονται στην εικόνα 4, τόσο στις φυσικές περιοχές Natura 2000 όσο και οι στους ημιφυσικούς χώρους, βοηθούν στην ενίσχυση των υπηρεσιών του οικοσυστήματος και στην βιοποικιλότητα η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί για την αναζωογόνηση των υποβαθμισμένων περιβαλλόντων.



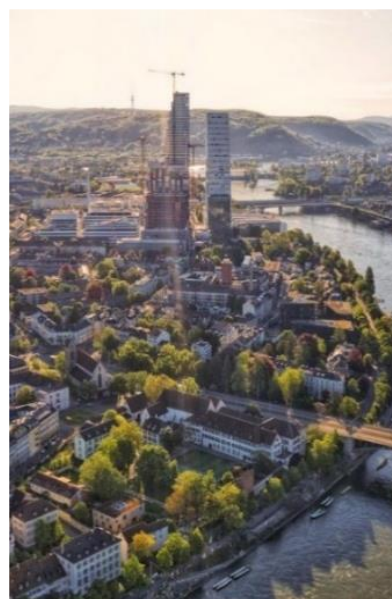
Εικόνα 4: Στρατηγική ΕΕ για πράσινες υποδομές

<sup>8</sup> European Commission, The forms and functions of green infrastructure



Σύμφωνα με την Αλεξάνδρα Ντάνη, ο όρος πράσινες υποδομές μπορεί να αποδίδεται σε φυσικά συστήματα, σχεδιασμένα ή μηχανικά, τα οποία χρησιμοποιούν έδαφος και βλάστηση για να απορροφήσουν νερό, να μειώσουν τοπικά την θερμοκρασία και με οποιοδήποτε τρόπο να προστατεύσουν και να ενισχύσουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και την δημόσια υγεία (2010)<sup>9</sup>. Υπό αυτή την οπτική, οι πράσινες υποδομές στον αστικό χώρο αναφέρονται συνήθως σε οργανωμένο γραμμικό πράσινο, κήπους, καλλιέργειες, υγροτόπους τσέπης, κατασκευασμένους υγροτόπους, ανοιχτούς χώρους, αστικούς λαχανόκηπους και μηχανικές πρακτικές όπως πράσινες στέγες, πράσινες προσόψεις, πράσινους τοίχους, παρτέρια, δενδροστοιχίες και κατασκευές διαπερατού οδοστρώματος.

Για παράδειγμα, στην Ελβετία και συγκεκριμένα στην πόλη Βασιλεία, χρησιμοποιείται ο ελεύθερος χώρος με επίπεδες στέγες προκειμένου να γίνεται γρηγορότερα και πιο οικονομικά η ψύξη και η θέρμανση των κτιρίων. Η προσθήκη πράσινων χώρων στις στέγες έχει γίνει υποχρεωτική από την πολεοδομική αρχή της Βασιλείας. Ως μέρος της στρατηγικής της Βασιλείας για τη βιοποικιλότητα, τα τελευταία 15 χρόνια, οι χώροι πρασίνου είναι υποχρεωτικοί σε όλα τα νέα και μετασκευασμένα κτίρια με επίπεδες στέγες. Τώρα που αυτό έχει καταστεί υποχρεωτικό, έχουν κατασκευαστεί περισσότερα από 1 εκατομμύριο τετραγωνικά μέτρα πράσινων στεγών, καθιστώντας την κορυφαία πόλη στο «πρασίνισμα» των αστικών χώρων της.<sup>10</sup>



Εικόνα 5: Η πόλη Βασιλεία της Ελβετίας

<sup>9</sup> Αλεξάνδρα Ν. Ντάνη, *Siting Green Infrastructure: Legal and Policy Solutions to Alleviate Urban Poverty and Promote Healthy Communities*, 2010, σελ. 41

<sup>10</sup> Hope Talbot, *How this Swiss city is using green roofs to combat climate change*, 2021

Επίσης, η πράσινη υποδομή αντιμετωπίζεται και ως ένα αναδυόμενο σχεδιαστικό εργαλείο, το οποίο βασίζεται κυρίως σε ένα υβριδικό υδρολογικό/ αποστραγγιστικό δίκτυο, συμπληρώνοντας και συνδέοντας τις πράσινες εκτάσεις με το δομημένο περιβάλλον, παρέχοντας οικολογικές λειτουργίες. (Αχερν, Τζακ 2007)<sup>11</sup>

Η Νόμαν Τζούλια (2011) ορίζει ως ΠΥ “το δίκτυο φυσικών περιοχών και χώρων πρασίνου σε αγροτικές και αστικές περιοχές, γλυκού νερού, παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές, οι οποίες ταυτόχρονα ενισχύουν την υγεία και την αυθεντικότητα του οικοσυστήματος, συμβάλλουν στην διατήρηση της βιοποικιλότητας και ωφελούν τον άνθρωπο μέσω της υποστήριξης και της ενίσχυσης των υπηρεσιών του οικοσυστήματος.” Για τη Νομαν, οι ΠΥ μπορούν να ενισχυθούν μέσω στρατηγικών πρωτοβουλιών που επικεντρώνονται στη διατήρηση, αποκατάσταση, βελτίωση και σύνδεση υφιστάμενων περιοχών και χαρακτηριστικών, καθώς και στην δημιουργία νέων περιοχών.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Ahern, J., *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*, 2007

<sup>12</sup> Science for Environment Policy, In-depth Reports, *The 0+98+8 Multifunctionality of Green Infrastructure*, 2012, σελ. 1

Η πόλη Νινγκμπο στην Κίνα λειτουργεί βασιζόμενη σε χώρους πρασίνου και αστικές περιοχές γλυκού νερού. Έτσι επιτυγχάνεται ο μετριασμός του κινδύνου πλημμύρας, η διευκόλυνση της απορρόφησης του βρόχινου νερού και η επακόλουθη αποθήκευση του, καθώς και ο καθαρισμός η επαναχρησιμοποίηση και η ενημέρωση του τρέχοντος συστήματος αποχέτευσης. Αυτό το σύστημα ονομάζεται

Sponge City Program και στοχεύει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων του αστικού νερού, της ταχείας αστικοποίησης και μετέπειτα της μείωσης του διαπερατού χώρου πρασίνου<sup>13</sup>



Εικόνα 6: Οικολογικός διάδρομος στην πόλη Ningbo, 2018



Εικόνα 7: Πόλη Ningbo, Κίνα

Τέλος, σύμφωνα με τους Μάρκ Μπένεντικτ και Έντουαρντ Μακμάχον (2006)<sup>14</sup> οι πράσινες υποδομές αφορούν ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο φυσικών περιοχών και άλλων ανοιχτών χώρων που συντηρούν τις αξίες και τις λειτουργίες του φυσικού οικοσυστήματος, διατηρούν καθαρό αέρα και νερό που περιέχει ένα ευρύ φάσμα οφελών στους ανθρώπους και την άγρια φύση.

<sup>13</sup> Emily C O'Donnell, Noelwah R Netusil, Faith Chan, Nanco Dolman, Simon Gosling, *International Perceptions of Urban Blue-Green Infrastructure: A Comparison across Four Cities*, 2021

<sup>14</sup> Benedict, M. and McMahon. E., *Green infrastructure. Linking Landscapes and Communities*, 2006

Τα οφέλη που προσφέρουν οι πράσινες υποδομές είναι στα εξής:

- **Υγεία και ευημερία:** τόσο σωματικά όσο και ψυχολογικά.

Σωματικά διότι βελτιώνεται και καθαρίζεται η ποιότητα του αέρα που εισπνέει ο κόσμος και ψυχολογικά διότι οι άνθρωποι βλέποντας τους πράσινους χώρους ηρεμούν και μειώνεται το άγχος τους.

- **Κλιματική αλλαγή:** βελτίωση ποιότητα αέρα και νερού, βιώσιμη αστική αποχέτευση

- **Ανάπλαση γης:** Ανάπλαση των προηγουμένως εκτάσεων, βελτίωση της ποιότητας του τόπου περιβαλλοντικά και αισθητικά του περιβάλλοντος και της αισθητικής. Δημιουργούνται νέοι χώροι πρασίνου με νέες στρατηγικές και τεχνολογίες.

- **Άγρια φύση και βιότοποι:** Αύξηση έκτασης των οικοτόπων, αύξηση των πληθυσμών ορισμένων προστατευόμενων ειδών.

Οι πράσινοι χώροι ενισχύουν την βιοποικιλότητα καθώς σπάνια ζώα και φυτά βρίσκουν μέρη να αναπαραχθούν

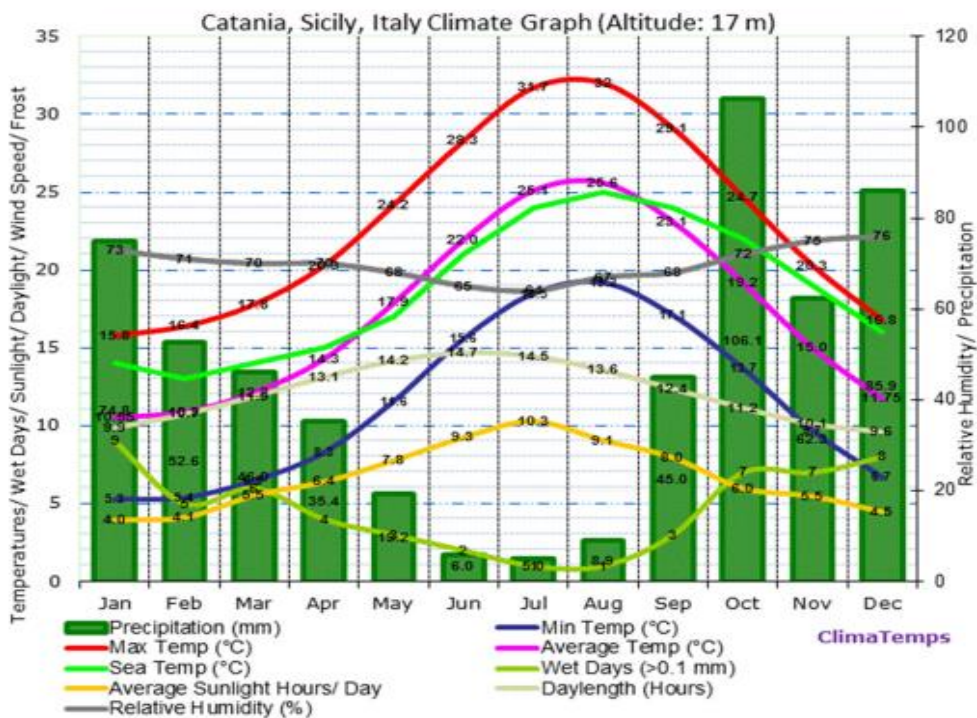
- **Οικονομική ανάπτυξη:** δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, αξίες γης και ακινήτων, τοπική οικονομική αναζωογόνηση.

Με τις πράσινες υποδομές μειώνεται και η κατανάλωση ενέργειας όσον αφορά την ψύξη – θέρμανση και ως επακόλουθο υπάρχουν οικονομικά οφέλη.

- **Ισχυρότερες κοινότητες:** κοινωνική αλληλεπίδραση, εκπαίδευση και συμμετοχή- αίσθηση του τόπου, εμπειρία της φύσης.

Δημιουργούνται νέοι χώροι εκτόνωσης και συνεύρεσης των ανθρώπων με αποτέλεσμα την ευκολότερη κοινωνικοποίησή τους.

Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα είναι η περίπτωση της Κατάνιας. Στην Ιταλία οι πράσινες υποδομές είναι πολύ λίγες. Η παρουσία πράσινων χώρων έχει εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια καθώς οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής είναι εμφανείς. Ως εκ τούτου το 2013 ψηφίστηκαν κάποιοι κανόνες σχετικά με την ανάπτυξη αστικών χώρων πρασίνου. Στην πόλη της Κατάνιας, η δημοτική διοίκηση έχει σχεδιάσει ένα πρόγραμμα παρεμβάσεων με πράσινες υποδομές, σύμφωνα με τα μέτρα προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή. Μελέτες<sup>15</sup> έχουν δείξει ότι από το 1900 έως το 2019 η μέση θερμοκρασία στην περιοχή έχει αυξηθεί κατά 0,66, όπως φαίνεται στο διάγραμμα 8

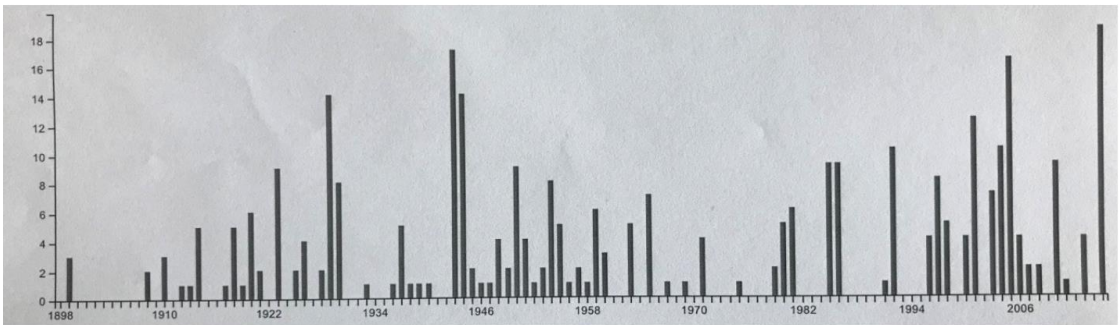


Εικόνα 8: Διάγραμμα κύριων κλιματικών δεικτών

<sup>15</sup> [www.lab.gedidigital.it](http://www.lab.gedidigital.it)

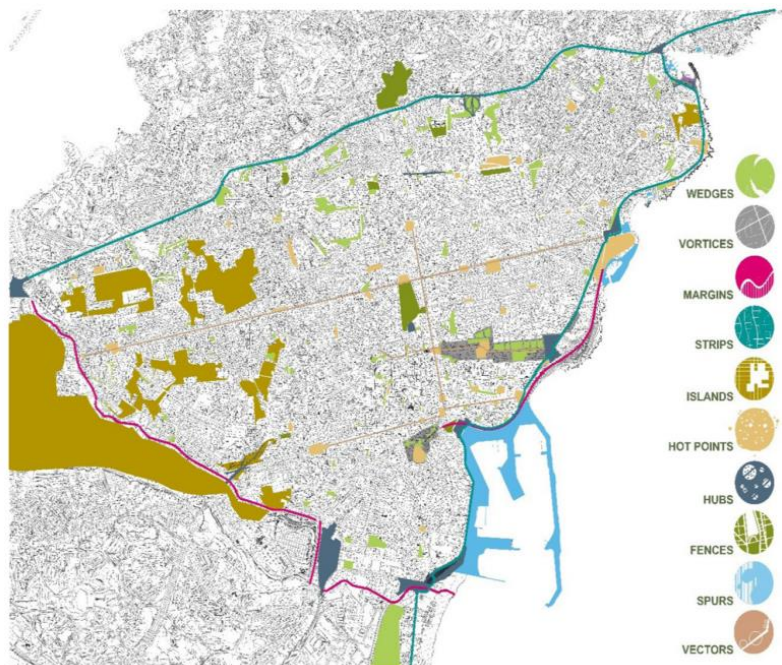


ενώ οι θερμότερες μέρες (πάνω από 29°C) έχουν αυξηθεί κατά 3 ανά έτος, διάγραμμα 9.



Εικόνα 9: Διάγραμμα με τις πιο ζεστές μέρες

Για την πρόληψη και αντιμετώπιση των επιπτώσεων ο δήμος της Κατάνιας έχει υλοποιήσει κάποιες στρατηγικές<sup>16</sup> για πράσινες υποδομές αλλά και άλλες η οποίες είναι υπό κατασκευή, όπως βλέπουμε και στις εικόνες 10 - 14

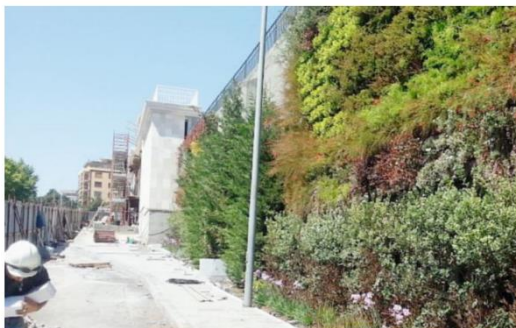


Εικόνα 10: Στρατηγική πράσινων υποδομών

<sup>16</sup> Luisa Sturiale, Alessandro Scuderi, *The Role of Green Infrastructures in Urban Planning for Climate Change Adaptation*, 2019



Εικόνα 12: Ανάπλαση πλατείας Γαλατία (πριν - μετά)



Εικόνα 11: Ανάπλαση τοίχου με κατακόρυφη κήπευση (πριν - μετά)



Εικόνα 13: Ανάπλαση ανοιχτού χώρου (πριν - μετά)

Το μοντέλο που προτείνεται ονομάζεται "οικολογικό-κοινωνικό-πράσινο" επειδή στόχος ήταν να ενσωματωθούν οι πτυχές που θεωρούνται πιο σημαντικές για τον νέο ρόλο που αποδίδεται στις πόλεις, και αυτές είναι η κοινωνική, η περιβαλλοντική και η οικονομική.

## 1.2 Τι ορίζεται ως μικροκλίμα και ποιο είναι το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας;

Οι κλιματικές συνθήκες χαρακτηρίζουν μια ευρύτερη περιοχή μεγάλης έκτασης (π.χ. πόλη, νομός κ.τ.λ.) και συχνά διαφοροποιούνται σημαντικά από τις κλιματικές συνθήκες που αντιμετωπίζει ένα συγκεκριμένο κτίριο. Για παράδειγμα, σε ένα πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, οι τιμές ακτινοβολίας που χαρακτηρίζουν τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής διαφοροποιούνται σε υπερβολικά μεγάλο βαθμό από κτήριο σε κτήριο, ανάλογα με τις συνθήκες δόμησης, τα πλάτη των δρόμων και τα ύψη των κτιρίων περιμετρικά του κτιρίου μελέτης. Το ίδιο ισχύει και για τον άνεμο (ένταση και διεύθυνση), αλλά σε μικρότερο βαθμό και για τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα και τη σχετική υγρασία.

Με τον όρο μικροκλίμα, χαρακτηρίζονται οι ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες που εμφανίζονται σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο μελέτης. Το μικροκλίμα συνδέεται με το κλίμα της περιοχής, ωστόσο οι επιμέρους τιμές των κλιματικών μεγεθών σε επίπεδο μικροκλίματος μπορούν να παρουσιάζουν σημαντική μεταβολή σε σχέση με τις αντίστοιχες σε επίπεδο κλίματος.<sup>17</sup> Το αστικό **μικροκλίμα** είναι μια μικρή περιοχή αστικοποιημένης γης που έχει διαφορετικές ατμοσφαιρικές συνθήκες από τη γύρω περιοχή.<sup>18</sup> Δημιουργείται από πολλούς παράγοντες όπως είναι η ποσότητα της ενέργειας που ανακλάται από την επιφάνεια, το ύψος και το υλικό των κτηρίων καθώς και από τη χρήση μέσων ψύξης και θέρμανσης των κτιρίων όπως η χρήση του air- condition.<sup>19</sup>

Οι μικροκλιματικές συνθήκες εξαρτώνται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, και ο άνεμος. Η επίδραση του τύπου εδάφους στο μικροκλίμα είναι σημαντική. Τα εδάφη

<sup>17</sup> Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, *Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*, Αθήνα, 2011, σελ. 25

<sup>18</sup> Camus, John. *6 Examples of an Urban Microclimate*, Sotoga Sustainability Guide. Nov. 12, 2017

<sup>19</sup> Matt Burdett, *Urban microclimates: causes*, 2019



υπόκεινται σε διαφορετικές θερμοκρασίες αναλόγως το υλικό τους. Επίσης σημαντικά είναι τα χαρακτηριστικά επιφανειακής ανάκλασης των εδαφών. Τα εδάφη πιο ανοιχτού χρώματος αντανακλούν περισσότερο και ανταποκρίνονται λιγότερο στην καθημερινή θέρμανση. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του μικροκλίματος είναι η ικανότητα του εδάφους να απορροφά και να συγκρατεί την υγρασία, η οποία εξαρτάται από τη σύνθεση του εδάφους και τη χρήση του. Όσον αφορά τη βλάστηση, επηρεάζει αφού ελέγχει τη ροή των υδρατμών στον αέρα μέσω της διαπνοής. Επιπλέον, η βλάστηση μπορεί να μονώσει το έδαφος κάτω και να μειώσει τη διακύμανση της θερμοκρασίας. Τοποθεσίες εκτεθειμένου εδάφους εμφανίζουν τότε τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα θερμοκρασίας.

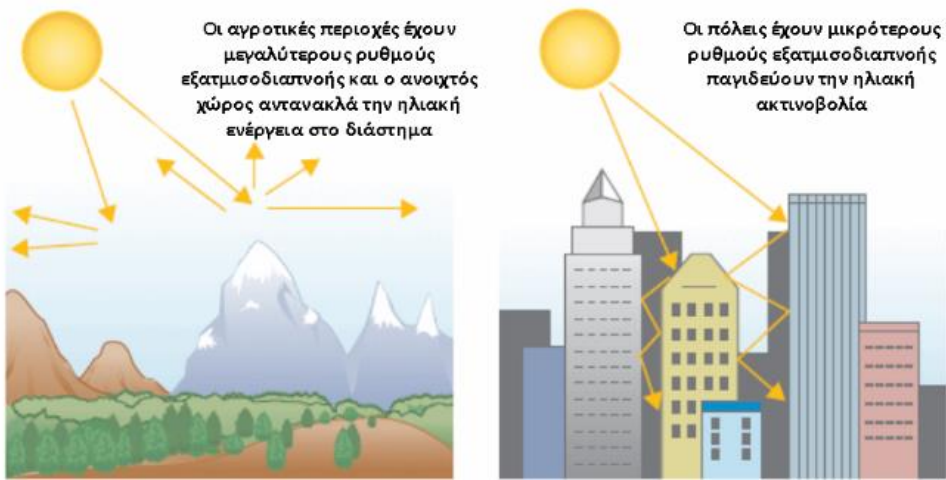
Τα μικροκλίματα μιας περιοχής ορίζονται από την υγρασία, τη θερμοκρασία και τους ανέμους της ατμόσφαιρας, το έδαφος, τη βλάστηση, το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο και την εποχή. Το υγρό έδαφος, για παράδειγμα, προάγει την εξάτμιση και αυξάνει την ατμοσφαιρική υγρασία. Η ξήρανση του γυμνού εδάφους, από την άλλη πλευρά, δημιουργεί μια επιφανειακή κρούστα που εμποδίζει τη διάχυση της υγρασίας του εδάφους προς τα πάνω, γεγονός που προάγει τη διατήρηση της ξηρής ατμόσφαιρας. Τα μικροκλίματα ελέγχουν την εξάτμιση και τη διαπνοή από τις επιφάνειες και επηρεάζουν τη βροχόπτωση, έτσι είναι σημαντικά για τον υδρολογικό κύκλο, δηλαδή τις διαδικασίες που εμπλέκονται στην κυκλοφορία των υδάτων της Γης.<sup>20</sup>

Το μικροκλίμα συνδέεται με το φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας καθώς επηρεάζεται άμεσα από αυτό. Ένα αστικό θερμικό νησί είναι μια μητροπολιτική περιοχή που είναι πολύ πιο ζεστή από τις αγροτικές περιοχές που την περιβάλλουν. Η θερμότητα δημιουργείται από την ενέργεια από όλους τους ανθρώπους, τα αυτοκίνητα, τα λεωφορεία και τα τρένα. Οι αστικές θερμικές νησίδες δημιουργούνται σε περιοχές που έχουν μεγάλη δραστηριότητα και πολύ κόσμο.

---

<sup>20</sup> Britannica, John P. Rafferty, *Microclimate*

Οι αστικές περιοχές είναι πυκνοκατοικημένες, που σημαίνει ότι υπάρχουν πολλοί άνθρωποι σε έναν μικρό χώρο. Όταν δεν υπάρχει πλέον χώρος για επέκταση μιας αστικής περιοχής, οι μηχανικοί χτίζουν προς τα πάνω, δημιουργώντας ουρανοξύστες.<sup>21</sup> Τα νέα κτήρια καταλήγουν γεμάτα κόσμο σε μια μικρή περιοχή. Το σκυρόδεμα των κτιρίων μπορεί να αποθηκεύσει μεγάλη ποσότητα θερμότητας η οποία απελευθερώνεται αργότερα στον αέρα.<sup>22</sup>



Εικόνα 14: Η διαφορά απορρόφησης ακτινοβολίας μεταξύ αγροτικής περιοχής και πόλης

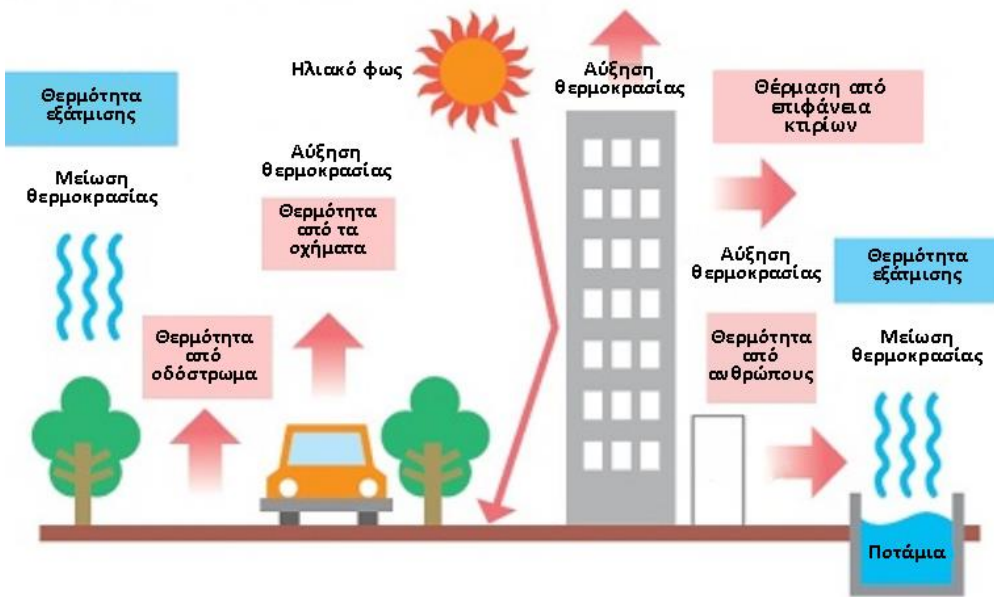
Τα αστικά θερμικά νησιά μπορεί να έχουν χειρότερη ποιότητα αέρα και νερού από ό,τι οι αγροτικοί γείτονές τους. Συχνά έχουν χαμηλότερη ποιότητα αέρα επειδή υπάρχουν περισσότεροι ρύποι (απόβλητα από οχήματα, βιομηχανία και ανθρώπους) που διοχετεύονται στον αέρα. Αυτοί οι ρύποι εμποδίζονται να διασκορπιστούν και να γίνουν λιγότερο τοξικοί από το αστικό τοπίο: κτίρια, δρόμοι, πεζοδρόμια και χώροι στάθμευσης.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> National Geographic Society, *Urban heat island*

<sup>22</sup> Environmental Protection Agency, *Heat Island Impacts*

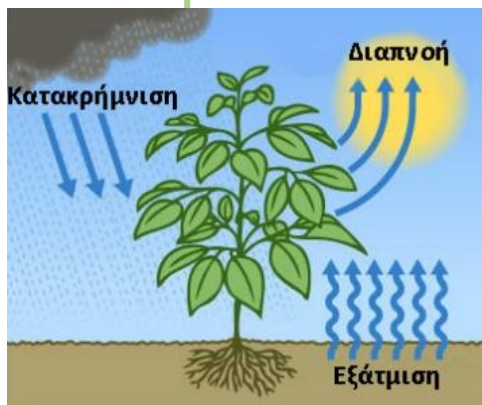
<sup>23</sup> National Geographic Society, *Urban heat island*

Σε αυτό το φαινόμενο μπορούν να βοηθήσουν οι πράσινοι τοίχοι καθώς παρέχουν σκιά από τον ήλιο και διατηρούν δροσερές τις γύρω περιοχές αποτρέποντας την υπερθέρμανση του σκυροδέματος. Επιπρόσθετα βοηθούν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος μέσω της εξατμισοδιαπνοής.



Εικόνα 15: Πως δημιουργείται το φαινόμενο αστικής θερμικής νησίδας

Η εξατμισοδιαπνοή είναι ο συνδυασμός της εξάτμισης και της διαπνοής των φυτών. Συγκεκριμένα, η **εξάτμιση** είναι η μετατροπή του υγρού νερού σε υδρατμό. Η εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των φύλλων των φυτών παίρνει ενέργεια από το περιβάλλον. Δεδομένου ότι η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας, η θερμική ενέργεια θα μειωθεί γύρω από τον πράσινο τοίχο με αποτέλεσμα να μειωθεί και η θερμοκρασία.



Εικόνα 16: Η εξατμισοδιαπνοή είναι το άθροισμα της διαπνοής και της εξάτμισης των φυτών.

Από την άλλη, η **διαπνοή** είναι ο τρόπος με τον οποίο αναπνέουν τα φυτά. Το υγρό νερό περνά μέσα από το φυτό, μετατρέπεται σε υδρατμούς καθώς εξέρχεται μέσω των στομάτων στα φύλλα. Η διαπνοή χρησιμοποιεί τις ίδιες αρχές με την εξάτμιση, μετατρέπει το νερό σε υδρατμό και απομακρύνει την θερμότητα από το περιβάλλον με αποτέλεσμα πάλι να μειωθεί η συνολική θερμοκρασία.<sup>24</sup>

Οι πράσινοι τοίχοι απορροφούν την θερμότητα δημιουργώντας ένα εφέ σκίασης που εμποδίζει την επιφάνεια του κτιρίου να απορροφήσει την ηλιακή ακτινοβολία και να την ακτινοβολήσει εκ νέου στο περιβάλλον με αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια.



Εικόνα 17: Πως λειτουργεί η εξατμισοδιαπνοή στον πράσινο τοίχο

<sup>24</sup> Yevin Christine Cha, Green walls use plant processes to improve air quality in buildings, 2019

### 1.3 Χρήση ενέργειας στα κτίρια

Η χρήση ενέργειας στα κτίρια συμβάλλει σε προβλήματα ποιότητας του αέρα των πόλεων τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον όσο και στο εσωτερικό των κτιρίων. Κατά πλειοψηφία οι κάτοικοι της πόλης περνούν περισσότερο από το 75% του χρόνου τους σε εσωτερικούς χώρους, για την εργασία τους, τον ύπνο τους και άλλες δραστηριότητες. Έτσι παρ' ότι συνήθως μιλάμε για την ποιότητα του αέρα δίνοντας βάση στο εξωτερικό περιβάλλον, η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους είναι εξίσου σημαντική.<sup>25</sup>

Σύμφωνα με το Παρατηρητήριο κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια, φαίνεται ότι από το 2008 υπάρχει μείωση στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων διότι καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες στον οικιστικό τομέα. Αυτή η τάση οφείλεται στις βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης μέσω διαφόρων μέτρων πολιτικής, στις υψηλότερες τιμές της ενέργειας και στην ύφεση.<sup>26</sup>

Οι κύριες ανησυχίες για την ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους σχετίζονται με την αύξηση των επιπέδων CO<sub>2</sub>, τα σπόρια μούχλας, τις πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC)\* και το CO που σχετίζονται με τις πηγές καύσης σε εσωτερικούς χώρους.

\*Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC) είναι μια μεγάλη ομάδα υγρών και αερίων, πολλές από τις οποίες είναι άχρωμες και άοσμες. Δεδομένου ότι είναι πτητικές ουσίες, τα υγρά εξατμίζονται εύκολα σε θερμοκρασία δωματίου. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις έχουν την ικανότητα να αντιδρούν με ρύπους με αποτέλεσμα να δημιουργείται όζον. Οι υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος στην επιφάνεια του εδάφους μπορούν να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία, να προκαλέσουν ζημιές στις καλλιέργειες κ.α.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> D.J. Sailor, *Vulnerability of Energy to Climate*, 2013

<sup>26</sup> European Commission, *Energy use in buildings*

<sup>27</sup> EPA, United States Environmental Protection Agency, *What are volatile organic compounds (VOCs) ?*, <https://www.epa.gov>

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά την κατανάλωση ενέργεια στα κτίρια, τα μη οικιστικά κτίρια είναι κατά μέσο όρο 40% πιο ενεργοβόρα από τα κτήρια κατοικιών.<sup>28</sup> Όταν μιλάμε για την κατανάλωση ενέργειας στα οικιστικά κτίρια περιλαμβάνεται η ενέργεια που καταναλώνεται από τα νοικοκυριά χωρίς να περιλαμβάνονται οι χρήσεις μεταφορών. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνεται η ενέργεια που καταναλώνεται για ψύξη και θέρμανση, για φωτισμό, για θέρμανση νερού καθώς και η ενέργεια που καταναλώνεται από τις ηλεκτρικές συσκευές.

Ο οικιστικός τομέας επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες με αποτέλεσμα η ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας να διαφέρει ανάλογα με την περιοχή και την χώρα.

Κάποιοι από τους παράγοντες είναι :

- το επίπεδο εισοδήματος
- η τιμή της ενέργειας
- η τοποθεσία
- τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε κτιρίου
- τον καιρό
- τον εξοπλισμό και τύπο ενεργειακής πρόσβασης
- τη διαθεσιμότητα πηγών ενέργειας
- πολιτικές σχετικά με την ενέργεια<sup>29</sup>

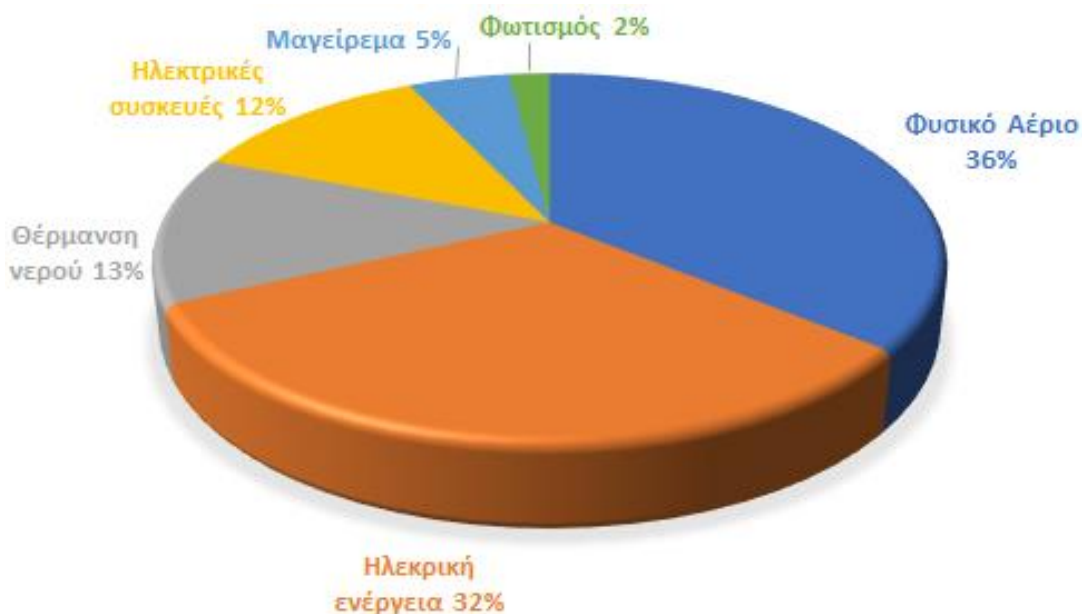
---

<sup>28</sup> European Commission, *Energy use in buildings, Energy consumption per m<sup>2</sup> 2*

<sup>29</sup> Energy Information Administration, *Buildings sector energy consumption*, 2016, σελ. 101

Το υψηλότερο μερίδιο χρήσης ενέργειας σε κτήρια (οικιστικά και μη) γίνεται από την χρήση φυσικού αερίου. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης η κατανάλωση ενέργειας φυσικού αερίου είναι το 36% και περισσότερο στις χώρες Ιταλία, Σλοβακία, Ουγγαρία. Η επόμενη σημαντική χρήση ενέργειας είναι η ηλεκτρική ενέργεια και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης αφορά το 32%.

Τέλος, η θέρμανση χώρων είναι η πιο σημαντική χρήση στον οικιακό τομέα (68%). Εκτός από τις μεσογειακές χώρες, το μερίδιο της θέρμανσης χώρων αντιπροσωπεύει το 60-80% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Και σε δεύτερη θέση είναι η θέρμανση νερού με σταθερό νούμερο γύρω στο 13%. Οι ηλεκτρικές συσκευές έχουν μεγαλύτερη σημασία και αντιπροσωπεύουν σήμερα το 12% σε επίπεδο ΕΕ ενώ το μαγείρεμα αντιπροσωπεύει το 5% του συνόλου και ο φωτισμός το 2%.<sup>30</sup>



Εικόνα 18: Ποσοστά κατανάλωσης ενέργειας στις κατοικίες

<sup>30</sup> European Commission, *Energy use in buildings, End-use energy consumption*

**Συμπερασματικά**, με την επέκταση των πόλεων, ο αστικός πληθυσμός αυξάνεται ραγδαία σε παγκόσμιο επίπεδο και το θερμικό περιβάλλον συνεχίζει να επιδεινώνεται.<sup>31</sup> Το αστικό μικροκλίμα συνδέεται άμεσα με τη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων και έτσι η ύπαρξη και ο εμπλουτισμός των πράσινων υποδομών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του αστικού μικροκλίματος και της θερμικής άνεσης του ανθρώπου. Επομένως καταλήγουμε ότι οι εύρεση νέων στρατηγικών πρασινίσματος των πόλεων είναι απαραίτητη. Σήμερα, από την βιβλιογραφία φαίνεται να υπάρχουν πολλές εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος, όπως είναι το αστικό πρασίνισμα, οι Natural Based Solutions, τα φυτεμένα δώματα και οι κατακόρυφες κηπεύσεις. Επίσης, είναι γεγονός ότι οι δυνατότητες και τα οφέλη που προσφέρουν αυτές οι λύσεις είναι αποτελεσματικές τόσο για το κτίριο όσο και για τον δημόσιο χώρο. Από τις εναλλακτικές αυτές μορφές εγώ θα εστιάσω στις κατακόρυφες κηπεύσεις αναλύοντας τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις και αναζητώντας τις δυνατότητες που έχουν.

---

<sup>31</sup> Shengyan Cao, Yafei Wang, Zhuobiao NI, BeichengXia, Effects of Blue-Green Infrastructures on the Microclimate in an Urban Residential Area Under Hot Weather, 2022



## 1.4 Εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος

### **Αστικό πρασίνισμα**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων πρασίνου στις πόλεις, όπως δημόσιοι χώροι πρασίνου, πράσινες στέγες και κάθετα συστήματα πρασίνου. Τα συστήματα κάθετου πρασίνου, κάθετης διαμόρφωσης τοπίου και κάθετης κηπουρικής αναφέρονται σε τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια φυτών σε κάθετες επιφάνειες. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι είτε φυσικά ή τεχνητά και μπορούν να εγκατασταθούν τόσο στο εξωτερικό αστικό περιβάλλον, σε μεγαλύτερη κλίμακα όπως είναι τα πάρκα, τα δάση, οι πλατείες, όσο και σε μικρότερη κλίμακα, όπως είναι ζωντανοί τοίχοι, ζωντανοί πυλώνες, πράσινοι δρόμοι, Flex MSE (βιώσιμους τοίχους αντιστήριξης), πράσινες στέγες καθώς και σε εσωτερικού χώρους όπως είναι εσωτερικοί τοίχοι, διαχωριστικά κ.α. Η Καινοτόμος Πράσινη Υποδομή υποστηρίζει την εύρεση δρόμου, τη δημιουργία τοποθεσιών, τις βελτιώσεις του δημόσιου τομέα και τη βιοποικιλότητα.

Το αστικό πράσινο αποτελεί σημαντικό μέρος της αειφορίας<sup>32</sup> όσον αφορά τον μετριασμό των περιβαλλοντικών προκλήσεων που αντιμετωπίζουν αυτή τη στιγμή οι πόλεις, όπως η ποιότητα του αέρα, η αστική θερμική νησίδα κ.α., ενώ παράλληλα δημιουργεί στις πόλεις μεγαλύτερους και περισσότερους βιώσιμους χώρους για τους ανθρώπους τόσο για να ζουν όσο να εργάζονται, υποστηρίζοντας τον αστικό τρόπο ζωής καθώς αυξάνεται ο πληθυσμός.

Στις εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος και συγκεκριμένα στο αστικό πρασίνισμα εντάσσονται και οι Natural Based Solutions.

---

<sup>32</sup> Scotscape, *Why do we need more Urban Greening?*,  
<https://www.scotscape.co.uk>

## *Natural Based Solutions (NBS)*

Είναι λύσεις εμπνευσμένες και υποστηριζόμενες από τη φύση, οι οποίες στοχεύουν στο να βοηθήσουν τις κοινωνίες να αντιμετωπίσουν περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές προκλήσεις με βιώσιμους τρόπους. Ταυτόχρονα προσφέρουν περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη και συμβάλλουν στη δημιουργία ανθεκτικότητας. Τέτοιες λύσεις φέρνουν περισσότερη και πιο ποικίλη φύση, φυσικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες σε πόλεις, ορεινά και θαλασσινά τοπία, μέσω τοπικών προσαρμοσμένων, αποδοτικών πόρων και παρεμβάσεων.

Οι κύριοι στόχοι του NBS είναι η ενίσχυση της βιώσιμης αστικοποίησης, η αποκατάσταση υποβαθμισμένων οικοσυστημάτων, η ανάπτυξη προσαρμογής και μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και η βελτίωση της διαχείρισης κινδύνου και της ανθεκτικότητας. Επιπλέον, οι NBS αντιμετωπίζουν παγκόσμιες προκλήσεις, που συνδέονται άμεσα με της Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDG). Τα NBS παρέχουν πολλαπλά οφέλη και έχουν αναγνωριστεί ως κρίσιμα για την αναγέννηση και τη βελτίωση της ευημερίας στις αστικές περιοχές, την πολυλειτουργική διαχείριση της λεκάνης απορροής και την αποκατάσταση του οικοσυστήματος. Τέλος, αυξάνουν τη βιωσιμότητα της χρήσης ύλης και ενέργειας, ενισχύουν την ασφαλιστική αξία των οικοσυστημάτων και αυξάνουν τη δέσμευση άνθρωπα.<sup>33</sup>

---

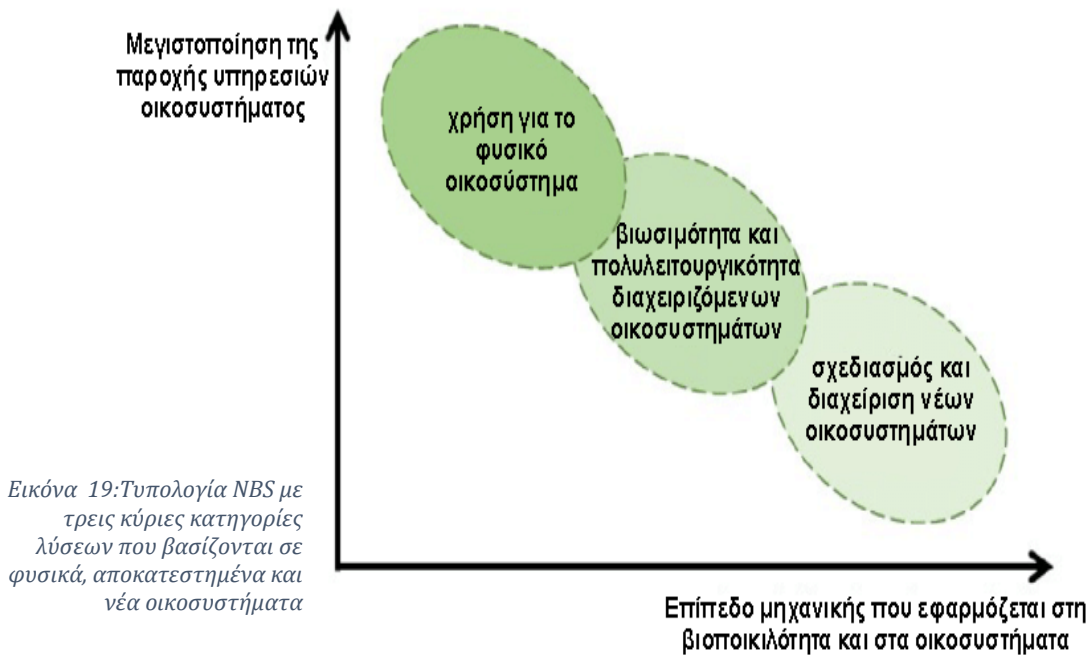
<sup>33</sup> European Commission, Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities, 2020, σελ. 24

Τα NBS ταξινομούνται ανάλογα με το βαθμό παρέμβασης/επίπεδο και τον τύπο μηχανικής σε τρεις τύπους ως εξής:

1<sup>ος</sup> τύπος: Καλύτερη χρήση προστατευμένου/φυσικού οικοσυστήματος με μηδενική ή ελάχιστη επέμβαση στα οικοσυστήματα

2<sup>ος</sup> τύπος: NBS για βιωσιμότητα και πολυλειτουργικότητα διαχειριζόμενων οικοσυστημάτων

3<sup>ος</sup> τύπος: σχεδιασμός και διαχείριση νέων οικοσυστημάτων.



Ο 2<sup>ος</sup> τύπος αφορά την εκτεταμένη διαχείριση αστικών χώρων πρασίνου, ακολουθούμενη από τη διαχείριση αγροτικού τοπίου, τις εφαρμογές παρακολούθησης και το παράκτιο τοπίο διοίκηση ενώ ο 3<sup>ος</sup> τύπος αφορά την εντατική διαχείριση αστικών χώρων πρασίνου, στρατηγικές πολεοδομικού σχεδιασμού και τη διαχείριση αστικών υδάτων δηλαδή κυρίως τις αστικές περιοχές.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Giorgos Somarakis, Stavros Stagakis, Nektarios Chrysoulakis, *Natural based solutions handbook*, σελ. 28



Εικόνα 20: NBS στην πόλη της Δρέσδης, Γερμανία

Στην πόλη της Δρέσδης έχουν υλοποιηθεί διάφορες στρατηγικές NBS για βιώσιμη αστική μετάβαση. Μια από αυτές είναι ένα νέο σχέδιο τοπίου, το οποίο περιλαμβάνει ένα δίκτυο λειτουργικών χώρων πρασίνου. Πιο συγκεκριμένα, αφορά την δημιουργία μιας συμπαγής πόλης μέσα σε ένα οικολογικό δίκτυο και έχει ως στόχο την ενίσχυση της συνδεσιμότητας των χώρων πρασίνου στην πόλη.

Η ιδέα αυτή δημιουργεί ενδείξεις για μέσα πολεοδομικού σχεδιασμού, τα οποία σταδιακά θα μεταφραστούν σε εκτάσεις πρασίνου με αποτέλεσμα την ενίσχυση της αντιπλημμυρικής προστασίας και του αερισμού καθώς και την βελτίωση της διείσδυσης, της εξατμισοδιαπνοής και της κατακράτησης πλημμυρών.<sup>35</sup>

<sup>35</sup> ThinkNature , Dresden - NBS for sustainable urban transition





## Κεφάλαιο 2

### Εναλλακτικές μορφές πρασινίσματος – Κατακόρυφες κηπεύσεις – Θετικές/Αρνητικές επιπτώσεις – Τεχνικές εφαρμογής

---



Εικόνα 21: Θετικά λύσεων πρασινίσματος σε όλες τις κλίμακες

Λύσεις πρασινίσματος ορίζονται οι τεχνολογίες, στρατηγικές, προϊόντα και διαδικασίες που μειώνουν τον αντίκτυπο καθημερινών κινδύνων στο περιβάλλον, άμεσα ή έμμεσα. Τις συναντάμε είτε σε μεγαλύτερη κλίμακα, σε πάρκα, διαμόρφωση ανοιχτών χώρων, είτε σε μικρότερη κλίμακα όπως σε πράσινους τοίχους ή στέγες.





Εικόνα 22: Είδη πράσινων τοίχων

Ο όρος **κατακόρυφη κήπευση** ή αλλιώς **κάθετος κήπος** χρησιμοποιείται για να περιγράψει την φύτευση κάθετων επιφανειών είτε είναι εσωτερικοί ή εξωτερικοί τοίχοι, κολώνες κ.α. Ένας κάθετος κήπος μπορεί να καλύψει ένα ολόκληρο κτήριο ή ένα μικρό μέρος του. Μπορεί ακόμα να αποτελεί και μία αυτόνομη φυτεμένη κάθετη επιφάνεια.<sup>36</sup>

### 2.1 Ορισμοί

Παρακάτω προσφέρονται οι ορισμοί των κατακόρυφων κηπεύσεων όπως προκύπτουν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση.

- a. **Πράσινος τοίχος ή ζωντανός τοίχος** ορίζεται μια κατακόρυφη δομή που καλύπτεται σκόπιμα από βλάστηση. Προέκυψαν για να επιτρέψουν την ενσωμάτωση των πρασίνων σε ψηλά κτίρια. Επιτρέπουν την ταχεία κάλυψη μεγάλων επιφανειών και μια πιο ομοιόμορφη ανάπτυξη κατά μήκος της κάθετης επιφάνειας.<sup>37</sup> Οι πράσινοι τοίχοι περιλαμβάνουν συστήματα τα οποία εφαρμόζουν στον τοίχο, όπως υποκατάστατο υποστρώματος ή τσόχα υδροκαλλιέργειας, καθώς και ένα ολοκληρωμένο σύστημα παροχής των απαραίτητων λιπασμάτων για την καλλιέργεια των φυτών.

Οι πράσινοι τοίχοι είναι λύσεις βασισμένες στη φύση (NBS), που προσθέτουν πιο φυσικά χαρακτηριστικά και διαδικασίες σε πόλεις, τοπία και θαλασσινά τοπία, μέσω

<sup>36</sup> Erdi Ekren, *Advantages and risks of vertical gardens*, 2017

<sup>37</sup> Maria Manso, João P. Castro-Gomes, *Green wall systems: A review of their characteristics*, 2015, σελ. 865

τοπικά προσαρμοσμένων, αποδοτικών πόρων και συστημικών παρεμβάσεων.<sup>38</sup>

- b. Η **πράσινη πρόσοψη** μπορεί να δημιουργηθεί με τη φύτευση αναρριχώμενων φυτών στο έδαφος ή σε φυτοδοχεία ή κρεμοκλαδών φυτών φυτεμένων σε ταρατσόκηπο. Η τεχνολογία τους δεν είναι τόσο απλοϊκή, αφού για τη δημιουργία τους χρησιμοποιούνται ειδικές δομές που υποστηρίζουν τα αναρριχώμενα φυτά, ώστε να μην επηρεάζουν τον τοίχο, τα οποία φυτεύονται είτε στο έδαφος, είτε σε φυτοδοχεία ενδιάμεσα του τοίχου όπως παράθυρα και μπαλκόνια.<sup>39</sup>

Ένα παράδειγμα πράσινης πρόσοψης μέσω φυτοδοχείων είναι το Shore School PE Centre, το οποίο βρίσκεται στην Μελβούρνη στην Αυστραλία. Είναι σχολικές εγκαταστάσεις και σχεδιάστηκε το 2020 από την εταιρεία Cox. Σε ένα μέρος των εγκαταστάσεων έχει σχεδιαστεί πράσινη πρόσοψη η οποία επιτυγχάνεται με την φύτευση φυτών σε φυτοδοχεία τα οποία κρέμονται από την εξωτερική μεταλλική κατασκευή.



Εικόνα 23: Shore School, Μελβούρνη, Αυστραλία (Πράσινη όψη με φυτοδοχεία)

<sup>38</sup> Think nature/ European union horizon 2020

<sup>39</sup> Maria Manso, João P. Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, 2015, σελ. 864

Οι πράσινοι τοίχοι διαφέρουν από την πιο καθιερωμένη τυπολογία κατακόρυφου πρασίνου των «κατακόρυφων προσόψεων», καθώς έχουν το μέσο ανάπτυξης που στηρίζεται στην κάθετη όψη του τοίχου και μπορούν να εμφυτεύσουν σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους ως ανεξάρτητες εγκαταστάσεις ή προσαρτημένες σε υπάρχοντες τοίχους.

Εικόνα 24: Είδη Πράσινων προσόψεων



- c. **Κατακόρυφο δάσος** είναι ένα μοντέλο φυσικής κατακόρυφης πυκνώσης εντός των πόλεων, σε σχέση με τις πολιτικές αναδάσωσης και φυσικοποίησης σε μεγαλουπόλεις και μητροπολιτικά όρια. Συμβάλλει στην αναγέννηση του περιβάλλοντος και της αστικής βιοποικιλότητας.<sup>40</sup>
- d. Η **κάθετη κηπουρική - καλλιέργεια** έχει να κάνει με την ανάπτυξη προς τα πάνω αντί για προς τα έξω. Δίνει την δυνατότητα καλλιέργειας πάνω σε πέργκολα, δίχτυα κήπου αλλά και γλάστρες.

<sup>40</sup> Stefano Boeri, *Vertical Forest: A Sustainable Residential Building*

Ένα παράδειγμα κτηρίου με κάθετη κηπουρική βρίσκεται στο Τόκιο και κατασκευάστηκε το 2010 από την εταιρεία Kono Designs. Το κτήριο στεγάζει γραφεία της εταιρείας Pasona και η κάθετη κηπουρική επιτρέπει στους υπαλλήλους να παράγουν και να καταναλώνουν τα δικά τους φρούτα και λαχανικά καθώς όταν μαζεύονται προσφέρονται στην καφετέρια και το εστιατόριο του κτηρίου.



Το 20% των τετραγωνικών του κτηρίου, έχει αφιερωθεί στην καλλιέργεια των φυτών, καθιστώντας το ως την μεγαλύτερη αστική φάρμα της Ιαπωνίας. Πιο συγκεκριμένα, 3.995 τετραγωνικά μέτρα είναι αφιερωμένα σε χώρους πρασίνου που φιλοξενούν πάνω από 200 είδη φυτών, φρούτων, λαχανικών και ρυζιού. Η πρόσοψη του κτηρίου αλλάζει ανά καιρούς καθώς επηρεάζεται από τα φυτά και τα λαχανικά που φυτεύονται κάθε εποχή.

Τα μπαλκόνια βοηθούν στη σκίαση και τη μόνωση των εσωτερικών χώρων, ενώ παρέχουν φρέσκο αέρα, αλλά βοηθά επίσης στη μείωση των φορτίων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου σε μέτριο κλίμα.<sup>41</sup>



Εικόνα 25: Κτήριο Pasona, Τόκιο

- ε. Τα **φυτεμένα δώματα** καλύπτονται μερικώς ή πλήρως με φυτά και βλάστηση. Η βλάστηση φυτεύεται πάνω σε μια μεμβράνη αποστράγγισης που βρίσκεται στην κορυφή της οροφής, μαζί με πρόσθετα στρώματα όπως αυτά για στεγανοποίηση.<sup>42</sup>

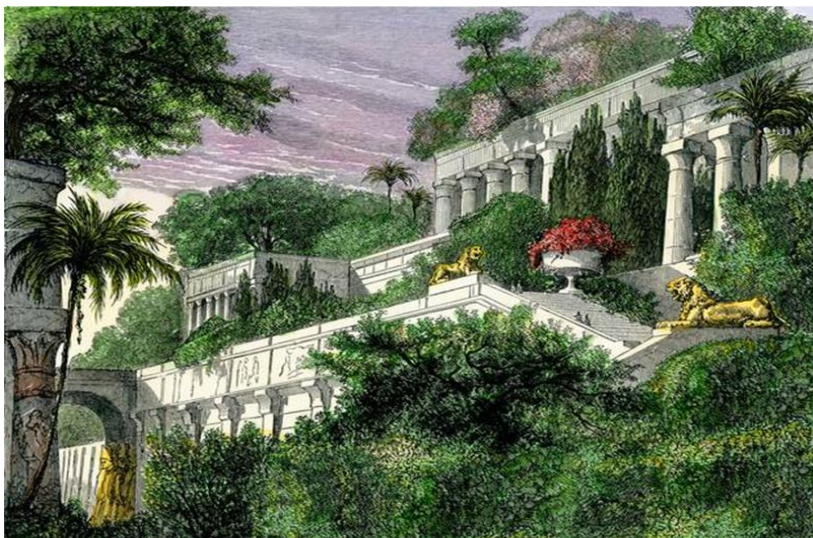
<sup>41</sup> Kate Andrews, Pasona Urban farm by Kono Designs, 2013

<sup>42</sup>



## 2.2 Ιστορικά στοιχεία κατακόρυφων κηπεύσεων

Ο όρος κάθετη φύτευση ή φύτευση στις όψεις ενός κτηρίου αποσκοπεί σε διάφορους σκοπούς, εκτός από αισθητικούς, όπως βιοκλιματικούς, ενεργειακούς, περιβαλλοντικούς κ.α. Τον όρο κάθετη φύτευση διεθνώς τον συναντάμε με τον όρο Vertical Garden. Ιστορικά οι κάθετοι κήποι αναφέρονται από την αρχαιότητά και συγκεκριμένα στη Βαβυλώνα από τους κρεμαστούς τοίχους. Έλληνες και Ρωμαίοι συγγραφείς περιγράφουν ότι οι κήποι αυτοί κατασκευάστηκαν γύρω στο 600 π.Χ. με διαταγή του Ναβουχοδονόσορα του Β'.



Εικόνα 26: Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας

Στη Βαβυλώνα λέγεται ότι ο βασιλιάς κατασκεύασε τους κρεμαστούς κήπους για να ευχαριστήσει τη νεαρή βασίλισσα Άμυτις, που καταγόταν από την ορεινή Περσία και νοσταλγούσε την πατρίδα της. <sup>43</sup>Κατασκευαστικά οι τοίχοι στέκονταν και

<sup>43</sup> John D. Magill, Karen Midden, John Groninger, Matthew Therrell, *A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research*, 2011, σελ. 3

στηρίζονταν πάνω σε τούβλινους τοίχους οι οποίοι ήταν καλυμμένοι με πλέγμα από καλάμια και πίσσα και με δύο στρώσεις από οπτόπλινθους. Οι κήποι ποτίζονταν από τον ποταμό Ευφράτη που βρισκόταν δίπλα.

Αργότερα, από τη Σκανδιναβία έως την Ιαπωνία, πολλοί πολιτισμοί άρχισαν να χρησιμοποιούν αναρριχώμενα φυτά προκειμένου να καλύψουν κτίρια, δημιουργώντας αυτό που σήμερα ονομάζεται "πράσινες προσόψεις".

Γενικά, οι κάθετοι κήποι ήταν το σημείο εκκίνησης για να εξεταστεί η δυνατότητα καλλιέργειας φυτών σε κάθετες επιφάνειες και ορισμένα παραδείγματα χρονολογούνται από 2000 χρόνια στις περιοχές της Μεσογείου. Πρώτη φορά, τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, οι πράσινοι τοίχοι χρησιμοποιήθηκαν σε κτίρια για διακοσμητικούς κυρίως σκοπούς σε πολλές πόλεις της Ευρώπης και της βόρειας Αμερικής. Ωστόσο, η αξία περιβαλλοντικού ελέγχου των πράσινων τοίχων στην Ευρώπη δεν έγινε αντιληπτή μέχρι τη δεκαετία του 1980, όπου μέσα από πολλά προγράμματα και μελέτες αναγνώρισαν την ικανότητά τους να μετριάζουν τα σωματίδια, να μειώνουν τον θόρυβο και να παρέχουν ψυκτικά αποτελέσματα, οδηγώντας στην ανάπτυξη πολλών έργων που προωθούν τις χρήσεις των πράσινων τοίχων.<sup>44</sup>

Τα τελευταία χρόνια όταν αναφερόμαστε στους πράσινους χώρους εντάσσουμε σε αυτούς και τις πράσινες στέγες και τους πράσινους τοίχους. Παλαιότερα η χρήση αυτών δεν ήταν δεδομένη.

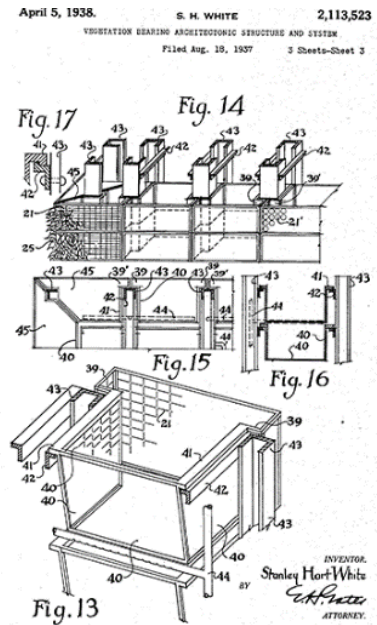
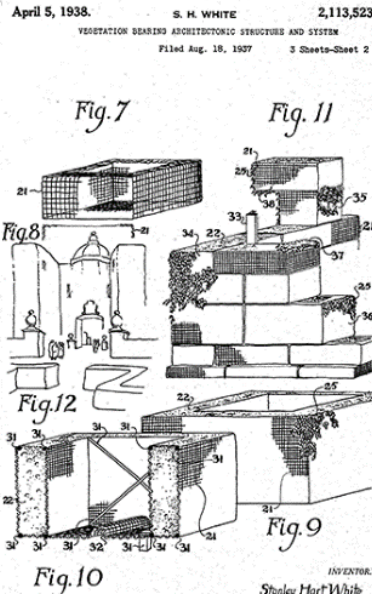
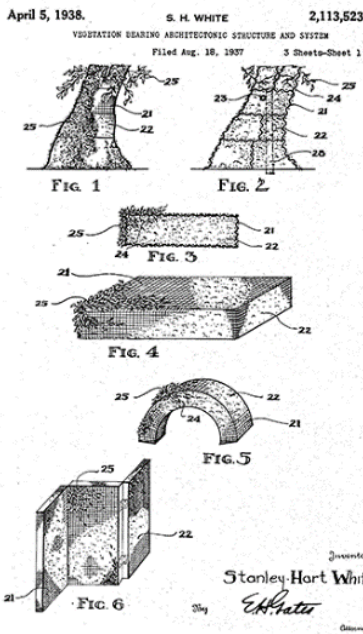


Εικόνα 27: Εξέλιξη πράσινων χώρων

<sup>44</sup> Lujain Hadba, Paulo Mendonça, Ligia Silva, *Green Walls an Efficient Solution for Hygrothermal, Noise and Air Pollution Control in the Buildings*, 2017

Αρχικά συναντούσαμε γρασίδι και κάποιους θάμνους, έπειτα αρχίσαν να προσθέτουν στις περιοχές δένδρα ενώ οι πράσινες στέγες και οι πράσινοι τοίχοι έχουν προστεθεί τις τελευταίες δεκαετίες.

Ο Stanley Hart White, καθηγητής αρχιτεκτονικής τοπίου στο Πανεπιστήμιο του Ιλινόις από το 1922 έως το 1959, κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια «Αρχιτεκτονική δομή και σύστημα βλάστησης» το 1938, καθώς είχε κατασκευάσει έναν κάθετο κήπο χρησιμοποιώντας αυτόνομες φυτεμένες μονάδες που μπορούσαν να δομηθούν και να δημιουργήσουν τοίχο σε μεγάλο ύψος. Ο ίδιος ονόμασε την εφεύρεση του “βοτανικά τούβλα” [28] αν και η εφεύρεσή του δεν προχώρησε πέρα από τα πρωτότυπα στην αυλή του στην Ουρμ πάνα του Ιλινόις.<sup>45</sup>



Εικόνα 28: Πρωτότυπα σχέδια του Stanley Hart White, για τα “Βοτανικά τούβλα”

<sup>45</sup> Richard Hidle, *A vertical garden: origins of the 'Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System' (1938)*, 2016, σελ. 100



Πρωτοπόρος των πράσινων τοίχων θεωρείται ο Patrick Blanc.<sup>46</sup> Ο Patrick Blanc είναι ένας Γάλλος βοτανολόγος και σχεδιαστής που εφηύρε την ιδέα του κάθετου κήπου και αναζητά πράσινους τοίχους σε όλο τον πλανήτη με τις φυτικές δημιουργίες του τα τελευταία 25 χρόνια. Το πιο γνωστό του έργο είναι το I' Oasis d'Aboukir, το οποίο ολοκληρώθηκε το 2013 και στοχεύει στη βιοποικιλότητα.



*Εικόνα 29: Ο τοίχος πριν την επέμβαση, ο πράσινος τοίχος στο αρχικό στάδιο (Απρίλιος 2013), Ο πράσινος τοίχος μετά την άνθηση (Ιούνιος 2013)*



<sup>46</sup> Kate Andrews, *The Oasis of Aboukir green wall by Patrick Blanc*, 2013

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό παράδειγμα του Patrick Blanc είναι η Γέφυρα Max Juvenal στο Aix-en-Provence [30] η οποία καλύφθηκε από ένα πράσινο στρώμα με δένδρα και θάμνους χωρίς να φαίνεται το γκρι του σκυροδέματος. Το έργο ολοκληρώθηκε το 2008, έχει ύψος 15 μέτρα και επιφάνεια 650 τ.μ. και για να καλυφθεί ολόκληρη η επιφάνεια χρειάστηκαν 22.000 φυτά.<sup>47</sup>



Εικόνα 30: Η γέφυρα Max Juvenal πριν και μετά

Τέλος, το Διεθνές Συνεδριακό Κέντρο Los Cabos, [31] το οποίο έχει σχεδιαστεί από τον μεξικανό αρχιτέκτονα και πολεοδόμο Fernando Romero είναι ένα από τα μεγαλύτερα έργα κατακόρυφης κήπουσης στον κόσμο και καλύπτει 2.700 τετραγωνικά μέτρα.



Εικόνα 31: Κέντρο Los Cabos

<sup>47</sup> The finest magazine, *Green walls* by Patrick Blanc, 2018

## 2.3 Θετικές – Αρνητικές επιδράσεις των πράσινων τοίχων

### Θετικές επιδράσεις

Τα κατακόρυφα πράσινα συστήματα προσφέρουν πολλά οικονομικά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη στους κατοίκους των πόλεων καθώς και στις κτιριακές κατασκευές. Καθαρίζουν τον αέρα απορροφώντας τη σκόνη και μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση και παρέχουν φρέσκο αέρα καταναλώνοντας διοξείδιο του άνθρακα και αποκαθιστώντας το με οξυγόνο. Ταυτόχρονα, παρέχουν σκιά και η ικανότητα εξάτμισης τους ελέγχει τη θερμοκρασία του κτιρίου. Έτσι, τα πράσινα συστήματα μειώνουν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και την υπερθέρμανση του πλανήτη.<sup>48</sup>

Σύμφωνα με μια μελέτη που έγινε στο Λονδίνο<sup>49</sup> υπολογίζεται ότι έως το 2030 περισσότερο από το 70% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε πόλεις. Μόνο στο Λονδίνο λέγεται ότι μέχρι το 2050 ο πληθυσμός του Λονδίνου θα αυξηθεί κατά άλλα 3 εκατομμύρια. Η ενσωμάτωση του πράσινου στις πόλεις δεν ήταν ποτέ πιο επείγουσα.

---

<sup>48</sup> Scotscape, *Urban Greening - What is it?*, <https://www.scotscape.co.uk>

<sup>49</sup>United Nations Sustainable Development goals, *Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable*, [un.org/sustainabledevelopment/cities/](https://un.org/sustainabledevelopment/cities/)

Οι πράσινοι τοίχοι έχουν πολλά οφέλη σε διάφορους τομείς καθώς και είναι η μοναδική τεχνική η οποία μπορεί να συνδυάσει όλα αυτά τα οφέλη μαζί. Οι τομείς τους οποίους επηρεάζει είναι:

- Περιβάλλον
- Άνθρωπο
  - Υγεία
  - Ψυχολογία
- Οικονομία – Ενέργεια

#### Πιο συγκεκριμένα.

Όσον αφορά **το περιβάλλον**, σύμφωνα με μια ευρεία μελέτη του 2016,<sup>50</sup> ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναφέρει ότι η κακή ποιότητα του αέρα συνδέεται με περισσότερους από 5,5 εκατομμύρια πρόωρους θανάτους ετησίως. Σε πυκνοκατοικημένες περιοχές υψηλής οροφής, οι ρύποι μπορεί να παγιδευτούν στα φαράγγια των αστικών δρόμων.

Οι κάθετες και οριζόντιες φυτεύσεις μπορούν να παίξουν πολύ σημαντικό ρόλο στη βελτίωση του αστικού μικροκλίματος. Σε μία μελέτη του Εθνικού Πανεπιστημίου της Σιγκαπούρης (National University of Singapore) βρήκαν ότι η θερμοκρασία στην επιφάνεια ενός ζωντανού τοίχου (Living Wall) ήταν σημαντικά μειωμένη κατά 6-10 βαθμούς συγκριτικά με την θερμοκρασία στον τοίχο από σκυρόδεμα.<sup>51</sup> Στην πραγματικότητα ο συνδυασμός κάθετων φυτεύσεων και πράσινων στεγών είναι ικανός να μετριάσει το φαινόμενο της αστικής θερμικής νήσου και χρησιμοποιείται ως εργαλείο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό.<sup>52</sup> Π.χ. σε πείραμα που έγινε

---

<sup>50</sup> Biotecture, *Benefits of Exterior Living Walls*,  
<https://www.biotecture.uk.com/>

<sup>51</sup> L.Pérez-Urrestarazu, R.Fernández-Cañero, A.Franco, G.Egea, *Influence of an active living wall on indoor temperature and humidity conditions*, 2016

<sup>52</sup> Samar Mohamed Sheweka, Nourhan Magdy Mohamed, *Green Facades as a New Sustainable Approach Towards Climate Change*, 2016, σελ. 509

σε αστικό φαράγγι στο Hong Kong<sup>53</sup> παρατηρήθηκε μείωση της θερμοκρασίας 8 - 9° C όταν οι οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες των κτιρίων καλύφθηκαν με φύτευση ενώ όσο φαρδύτερο είναι το φαράγγι τόσο μικρότερο το θερμικό αποτέλεσμα των κτιρίων με φυτεμένες επιφάνειες.

Οι κάθετες φυτεύσεις μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα σε οποιοδήποτε εξωτερικό χώρο εφαρμοστούν. <sup>54</sup>Τα φυτά έχουν μια φυσική ικανότητα να καθαρίζουν τον αέρα απορροφώντας ρύπους και τοξικές χημικές ουσίες και λειτουργούν σαν ένα φυσικό φίλτρο αέρα, για αυτόν τον λόγο μπορούν να αποτελέσουν πρότυπο και να εφαρμοστούν σε περιοχές με αυξημένη περιβαλλοντική ρύπανση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τις μικροσκοπικές τρύπες στα φύλλα τους που ονομάζονται στομάτια.<sup>55</sup> Οι μικροοργανισμοί που ζουν πάνω και μέσα στα φυτά μπορούν επίσης να βοηθήσουν στον καθαρισμό του αέρα, καθώς διασπώνται τοξικές χημικές ουσίες και απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα σε μια μορφή που είναι λιγότερο επιβλαβής.

Επιπρόσθετα, με τη διεργασία της εξατμισοδιαπνοής, όπως και με τη σκίαση που προσφέρουν οι φυτεύσεις, μειώνουν αισθητά την θερμοκρασία και αυξάνουν την υγρασία στην ατμόσφαιρα όχι μόνο στο εσωτερικό του κτιρίου, στο οποίο είναι εφαρμοσμένες, αλλά και στον άμεσα περιβάλλοντα εξωτερικό χώρο.<sup>56</sup>

---

<sup>53</sup> Eleftheria Alexandri, Phil Jones, *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates*, 2008, σελ. 486

<sup>54</sup> Lofudu Grace Tshumamboya, *How can vertical gardens contribute to better air quality in Hunts Point New York?*, 2018, σελ. 8

<sup>55</sup> Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019

<sup>56</sup> Xiuli Wang, Wolfgang Gard, Helena Borska, Bob Ursem, Jan-Willem van de Kuilen, *Vertical greenery systems: from plants to trees with self-growing interconnections*, 2020, σελ. 1033-1034

Όσον αφορά τον επόμενο τομέα, τον άνθρωπο, και συγκεκριμένα την υγεία του, οι πράσινοι τοίχοι βοηθούν στον καθαρισμό του αέρα που αναπνέουμε. Όπως όλα τα φυτά, τα φυτά στους πράσινους τοίχους φωτοσυνθέτουν. Αυτό σημαίνει ότι χρησιμοποιούν το ηλιακό φως, το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα για να παράγουν οξυγόνο και σάκχαρα για ενέργεια. Αυτή η διαδικασία αφαιρεί το επιβλαβές διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα.<sup>57</sup>

Σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε στις ΗΠΑ (Lovasi GS et al., 2008)<sup>58</sup> τα αποτελέσματα έδειξαν ότι με την προσθήκη δένδρων στον αστικό ιστό δίπλα σε δρόμους και συγκεκριμένα 343 δένδρα ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο, είχε ως αποτέλεσμα την μείωση του άσματος κατά 25% σε παιδιά ηλικίας τεσσάρων με πέντε ετών.

Ενώ, μία άλλη έρευνα έδειξε ότι η έκθεση σε πράσινους χώρους είναι συνδεδεμένη με ένα ευρύ φάσμα από ευεργετικά οφέλη της υγείας. Όπως στατιστικά σημειώνεται σημαντική μείωση της διαστολικής πίεσης, των επεισοδίων διαβήτη και των σφυγμών της καρδιάς (Twohig-Bennett C, Jones A, 2018).<sup>59</sup>

Ενώ σχετικά με την ψυχολογία, σύμφωνα με την Αμερικανική Ψυχολογική Εταιρεία,<sup>60</sup> μελέτες δείχνουν ότι οι άνθρωποι που βλέπουν τακτικά τη φύση ή έχουν θέα στα δέντρα από το παράθυρο του σχολείου ή του γραφείου τους αισθάνονται πιο ευτυχισμένοι. Οι άνθρωποι τείνουν να προτιμούν την εμφάνιση κτιρίων που περιλαμβάνουν φυσικά στοιχεία, αντί για γυμνό τούβλο ή σκυρόδεμα.

---

<sup>57</sup> Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019

<sup>58</sup> Mark J. Nieuwenhuijsen, *Green Infrastructure and Health*, 2020, σελ. 322

<sup>59</sup> M. S. Berry, J. M. Rung, M. C. Crawford, A. M. Yurasek, A. Vasquez Ferreiro, S. Almog, *Using greenspace and nature exposure as an adjunctive treatment for opioid and substance use disorders: Preliminary evidence and potential mechanisms*, σελ. 3

<sup>60</sup> Rebecca A. Clay, *Green is good for you*, 2001



Στο San Francisco βρίσκεται το Drew School το οποίο ανακαινίστηκε από τους Bonnie Fisher και Boris Dramov σε συνεργασία με τον Patrick Blanc και ολοκληρώθηκε το 2017. Ο πλαϊνός τοίχος του δρόμου καλύφθηκε από φυτά δημιουργώντας έναν τριώροφο κάθετο κήπο, ο οποίος αποτελείται από περίπου 4.500 φυτά.<sup>61</sup>



Εικόνα 32: Drew Scholl, San Francisco

Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι πράσινοι τοίχοι μπορούν επίσης να έχουν θετικό αντίκτυπο στην ψυχική υγεία των παιδιών, ειδικά εκείνων που φοιτούν στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Πιο συγκεκριμένα, βοηθούν τα παιδιά με ΔΕΠΥ (διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας) να μειώσουν την απόσπαση προσοχής και να βελτιώσουν την εστίαση τους. Επίσης ενισχύουν την γνωστική λειτουργία και την διατήρηση ομαλών σχέσεων μεταξύ καθηγητών και μαθητών.<sup>62</sup>

<sup>61</sup> GreenRoofs.com, *Drew School Sam Cuddeback III Assembly Wing Vertical Garden*

<sup>62</sup> Michael Casey, *Hort Journal: Vertical Health in School Greening*, Australian Institute of Horticulture Inc.



Ένα επιπλέον παράδειγμα βρίσκεται στο Λονδίνο και αφορά το Καθολικό δημοτικό του St Mary. Σχολείου στο Chiswick. Σε αυτή την περίπτωση μια ομάδα γονέων ανέλαβε να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ρύπανσης, το οποίο ήταν πολύ έντονο στην περιοχή. Εγκαταστάθηκε ένας ζωντανός τοίχος στην παιδική χαρά του σχολείου, με περισσότερα από 12.000 φυτά.

Ο τοίχος έχει μήκος 126 μέτρα και στοχεύει στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στην βελτίωση του αέρα. Πλέον έχει αναλάβει την συντήρηση του η εταιρεία ANS Global.<sup>63</sup>

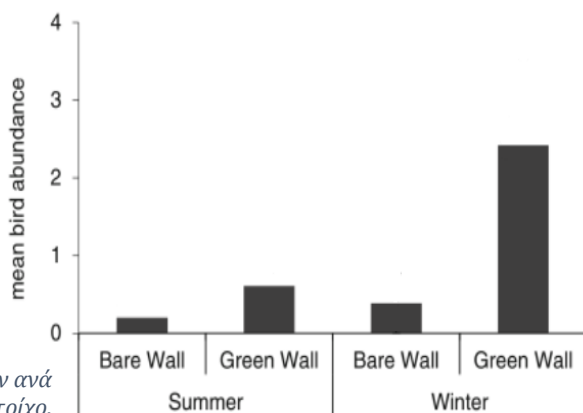


Εικόνα 33: δημοτικό σχολείο St. Mary, Chiswick, London

<sup>63</sup> Nina Mason, *Living wall installed at London primary school to fight air pollution*, 2019

Εκτός από τη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των ανθρώπων, οι πράσινοι τοίχοι ενισχύουν την αστική βιοποικιλότητα, παρέχοντας βιότοπο για τα πουλιά που φωλιάζουν και τις μέλισσες, για να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της οικολογικής καθώς και της κλιματικής κρίσης. Επιπρόσθετα, οι πράσινοι τοίχοι έχουν αποδειχθεί ότι είναι ένας βιότοπος που υποστηρίζει τη βιοποικιλότητα.<sup>64</sup> οι ζωντανοί τοίχοι αυξάνουν τη βιοποικιλότητα ενός αστικού χώρου με φυτά και προσφέρουν ζωτικό χώρο φωλιάς, καταφύγιο και τροφή για πουλιά και έντομα. Συχνά υπάρχουν έντομα, όπως μέλισσες και πεταλούδες, στους ζωντανούς τοίχους τις πρώτες μέρες της εγκατάστασης.<sup>65</sup>

Σύμφωνα με μια έρευνα που διήρκησε από το καλοκαίρι του 2010 έως και τον χειμώνα του 2011, σχετικά με την προτίμηση των πουλιών μεταξύ γυμνού ή πράσινου τοίχου, και την εποχή. Διαπιστώθηκε ότι στους γυμνούς τοίχους τα πουλιά στεκόντουσαν μόνο στις στέγες των κτηρίων ενώ στους πράσινους τοίχους τα πουλιά στεκόντουσαν σε όλες τις επιφάνειες. Όσον αφορά την εποχή, περισσότερα πουλιά παρατηρήθηκαν να αλληλοεπιδρούν με πράσινους τοίχους σε σύγκριση με γυμνούς τοίχους ανεξαρτήτως της εποχής.<sup>66</sup>



Εικόνα 34: Διάγραμμα αφθονίας πουλιών ανά εποχή σε γυμνό και πράσινο τοίχο.

<sup>64</sup> Flavie Mayrand, Philippe Clergeau, *Green Roofs and Green Walls for Biodiversity Conservation: A Contribution to Urban Connectivity?*, 2018

<sup>65</sup> Biotecture, *Benefits of Exterior Living Walls, Increased biodiversity*, <https://www.biotecture.uk.com/>

<sup>66</sup> Caroline Chiquet, John W. Dover, Paul Mitchell, *Birds and the urban environment: the value of green walls*, 2012

Με την αυξανόμενη αστικοποίηση, ο ρόλος της αστικής βιοποικιλότητας στην παροχή υπηρεσιών οικοσυστήματος έχει μελετηθεί ευρέως. Οι υπηρεσίες οικοσυστήματος αναγνωρίζεται ότι προσθέτουν αξία στα αστικά περιβάλλοντα από οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική άποψη. Η βιοποικιλότητα στις πόλεις συγκεντρώνεται κυρίως σε ένα περιορισμένο δίκτυο πράσινων υποδομών. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας διασφαλίζει την παροχή υπηρεσιών οικοσυστήματος και τα πολυεπίπεδα οφέλη που στηρίζουν την ανθρώπινη υγεία και ευημερία.<sup>67</sup>

Τέλος στον **Οικονομικό – Ενεργειακό** τομέα, οι πράσινοι τοίχοι μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα. Για παράδειγμα, το κόστος κλιματισμού ενός κτιρίου θα είναι χαμηλότερο εάν έχει πράσινο τοίχο. Ο κλιματισμός απαιτεί πολλή ενέργεια. Οπότε πράσινος τοίχος σημαίνει χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφελείας. Σύμφωνα με μελέτες,<sup>68</sup> μέσω της σκίασης, οι πράσινοι τοίχοι μπορούν να μειώσουν τις θερμοκρασίες το καλοκαίρι και να μειώσουν το κόστος ενέργειας κατά 23 τοις εκατό.

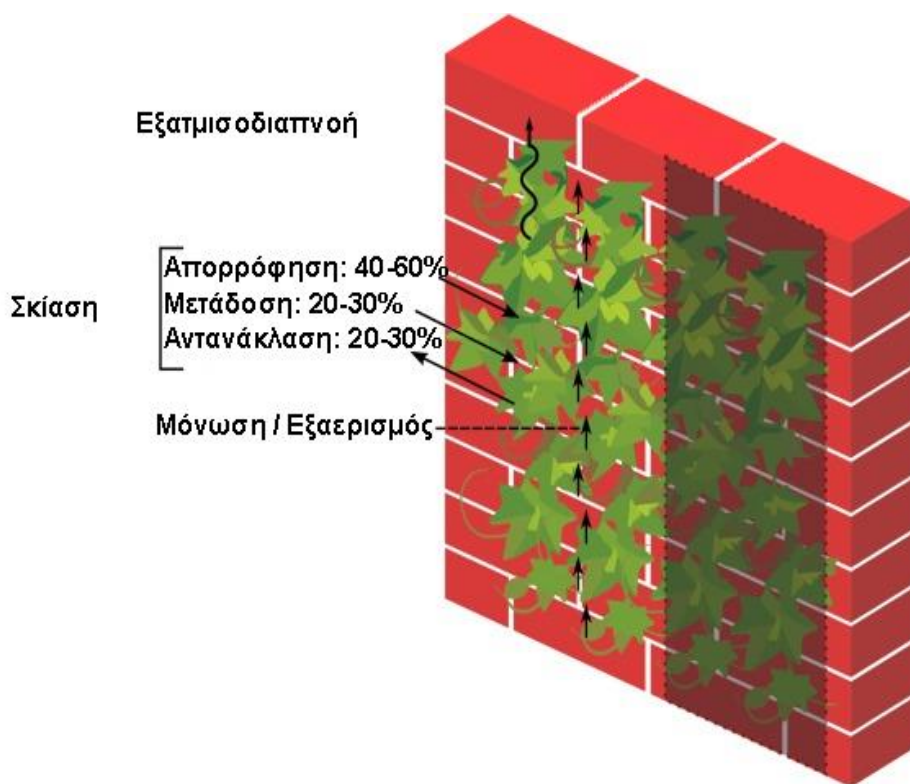
Με τις πράσινες φυτεύσεις τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με τα φυτά λειτουργούν ως επιπλέον θερμομόνωση και μειώνουν τις απώλειες θέρμανσης. Ταυτόχρονα μειώνει και το κόστος ψύξης εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα, καθώς η θερμοκρασία εντός του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες, διατηρείται περίπου 10-15 βαθμούς κάτω από την εξωτερική. Ένα φυτεμένο δώμα έχει άριστες θερμομονωτικές ιδιότητες και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας έως και 30% στον τελευταίο όροφο της οικοδομής και μέχρι 10% στους υπολοίπους ορόφους.

---

<sup>67</sup> Rebecca Collins Marije Schaafsma, Malcolm D. Hudsona, *The value of green walls to urban biodiversity*, 2017, σελ. 115

<sup>68</sup> American Society of Landscape Architects, *Increasing energy efficiency: Residential green walls*, 2008

Εγκαθιστώντας ένα σύστημα κάθετης φύτευσης είτε πράσινου δώματος μειώνεται το κόστος ψύξης και θέρμανσης.<sup>69</sup> Λόγω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής ο αέρας που περιβάλλει την φύτευση ψύχεται με φυσικό τρόπο έτσι περιορίζεται η ανάγκη για ψύξη στο κτίριο που περιβάλλεται από την φύτευση το καλοκαίρι. Ενώ το χειμώνα η φύτευση στον τοίχο είτε στο δώμα λειτουργεί ως προστατευτικό στρώμα μόνωσης μειώνοντας την ανάγκη για θέρμανση.



Εικόνα 35: Πως λειτουργεί η εξατμισοδιαπνοή στους πράσινους τοίχους

<sup>69</sup> European Commission, Living walls help cool buildings in hot climates, 2013



Ο Gary Grant, σύμβουλος οικολογίας, κατάφερε να το αποδείξει χρησιμοποιώντας μια κάμερα υπέρυθρων, όταν επισκέφτηκε έναν από τους ζωντανούς τοίχους που βρίσκεται στο Southampton Row, Holborn, Λονδίνο.<sup>70</sup> Παρατήρησε ότι στον τοίχο που υπάρχει φύτευση το μεγαλύτερο μέρος του έχει θερμοκρασία γύρω στους 27 βαθμούς κελσίου, λιγότερο και από την ατμόσφαιρα, ενώ το διπλανό κτίριο που δεν έχει φύτευση έχει θερμοκρασία πάνω από τους 40 βαθμούς κελσίου.

Εικόνα 36: Φωτογραφία από κάμερα υπέρυθρων στο πείραμα του Gary Grant

8:32 AM - 3 Jun 2018

Σε ολόκληρη την πόλη, η εισαγωγή της βλάστησης μπορεί να έχει δραματική επίδραση στη μείωση των ακραίων φαινομένων της αστικής θερμικής νησίδας. Η κλίμακα της πράσινης υποδομής θα είναι άμεσα συνδεδεμένη και με τις πιθανές επιπτώσεις αυτών.

Κατά την τελευταία δεκαετία, τα συστήματα κατακόρυφου πρασίνου αυξάνουν την παρουσία τους στους σχεδιασμούς κτιρίων, παρέχοντας πολλές υπηρεσίες αστικών οικοσυστημάτων. Ένα από αυτά είναι η δυνατότητα παροχής εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια.<sup>71</sup> Με την παραπάνω ανάλυση διαπιστώνουμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια αναπτύσσει σημαντικό ρόλο για την καλύτερη διαβίωση και την μείωση ή ακόμα και εξαφάνιση όλων των προβλημάτων στους τομείς που επηρεάζει. Οι πράσινες υποδομές έχουν την δυνατότητα να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας είτε σε μεγαλύτερη κλίμακα, με πάρκα κ.α. είτε σε κτιριακή κλίμακα, με πράσινες στέγες, πράσινους τοίχους κ.α.

<sup>70</sup> Biotope, *Benefits of Exterior Living Walls, Thermal Benefits*, <https://www.biotope.uk.com/>

<sup>71</sup> Julia Coma, *Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades*, 2016, σελ. 229



## Αρνητικές επιδράσεις

Αν και οι κατακόρυφες κηπεύσεις προσφέρουν θετικές επιδράσεις και βοηθούν τόσο την πόλη όσο και τον άνθρωπο, υπάρχουν κάποια μειονεκτήματα.

Αυτά αφορούν κυρίως την συντήρηση, τις ζημιές που προκαλούν και το κόστος που χρειάζονται αυτές οι κατασκευές.

### Πιο συγκεκριμένα.

Όσον αφορά την συντήρηση των κατακόρυφων κηπεύσεων διαφέρει αν βρίσκεται σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο. Οι κατακόρυφες κηπεύσεις σε εξωτερικό χώρο υποβοηθούνται από την φύση καθώς και ακόμα και το πότισμα γίνεται ευκολότερο από την βροχή. Αντιθέτως, σε εσωτερικό χώρο, τα φυτά χρειάζονται περισσότερη περιποίηση για την συντήρηση τους και ως επακόλουθο, περισσότερο χρόνο.

Επιπρόσθετα, η κατακόρυφη κήπευση μπορεί να προκαλέσει ζημιές σε τοίχους και πατώματα. Εάν είναι φυτεμένοι σε τοίχο από τούβλα ή τοιχοποιία μπορεί να στάξουν και να δημιουργήσουν υγρασία που μπορεί να βλάψει τη δομή και να δημιουργηθεί μούχλα.<sup>72</sup>

Ένα ακόμη μειονέκτημα που παρατηρείται στους κατακόρυφους τοίχους είναι τα έντομα και τα μικρόβια. Οι κάθετοι κήποι μπορεί να φιλοξενήσουν παθογόνα που μεταδίδονται με το νερό, τα οποία ρέουν από την κορυφή του φυτού στο κάτω φύλλωμα και στη συνέχεια εξαπλώνονται στη δίπλα φύτευση.

---

<sup>72</sup> Mary H. Dyer, *Vertical Gardening Pros and Cons*, 2018

Τέλος αναφορικά με το κόστος κατασκευής και συντήρησης, είναι αρκετά μεγάλο. Μια ολοκληρωμένη εγκατάσταση πράσινου τοίχου μπορεί να κοστίσει 195-265 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο.<sup>73</sup> Σχετικά με την συντήρηση, τα φυτά χρειάζονται αρκετό νερό και λιπάσματα καθώς επηρεάζονται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες και είναι εύκολο να ξεραθούν και να καταστραφούν.

---

<sup>73</sup> *Vertical Gardening Pros and Cons*, 2021



## 2.4 Τεχνικές εφαρμογής κατακόρυφων κηπεύσεων.

Οι τύποι των κάθετων φυτεύσεων διαφέρουν ανάλογα με τον τρόπο και το χώρο εφαρμογής τους. Υπάρχουν τέσσερις τύποι κάθετων φυτεύσεων, που εντάσσονται σε τρεις γενικές κατηγορίες συστημάτων.<sup>74</sup>

### α. Υδροπονικό Σύστημα

Στο υδροπονικό σύστημα στους πράσινους τοίχους δεν χρησιμοποιείται χώμα αλλά είτε ένα μη εδαφικό μέσο στη θέση του είτε καθόλου μέσο, καθιστώντας τον τοίχο πολύ ελαφρύτερο. Χρησιμοποιείται ένα τεχνητό στρώμα, το οποίο βρίσκεται πάνω στο κτήριο ώστε να ριζώσουν τα φυτά ή σε πλαστικό.<sup>75</sup> Καθώς δεν υπάρχει έδαφος για να συγκρατεί την υγρασία, απαιτεί σχεδόν σταθερή παροχή άρδευσης με θρεπτικά συστατικά απαραίτητα για τα φυτά. Κατά αυτόν τον τρόπο τα φυτά δεν αναπτύσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον επομένως η επιλογή ειδών των φυτών είναι περιορισμένη.<sup>76</sup>



Εικόνα 37: Υδροπονικό σύστημα

<sup>74</sup> ANS Global, *ANS Exterior Solutions Product Guide*, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)

<sup>75</sup> Mark Lundegren, *Green Walls Vs. Green Facades*, 2016

<sup>76</sup> ANS Global, *ANS Exterior Solutions Product Guide*, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)

Οι τρίχες των ριζών των φυτών έχουν ανεπαρκή προστασία και σε περίπτωση που η άρδευση αποτύχει,[38] ολόκληρος ο τοίχος είναι επιρρεπής σε ξήρανση με καταστροφική επίδραση.



Εικόνα 38: Κατεστραμμένος πράσινος τοίχος με υδροπονικό σύστημα (Λονδίνο)

Στο υδροπονικό σύστημα εντάσσεται η πράσινη επικάλυψη με τσόχα και με πάνελ.

- Με τσόχα

Τα συστήματα με την τσόχα χρησιμοποιούν ένα καλλιεργητικό μέσο με τσέπες από τσόχα όπου τοποθετούνται τα φυτά.<sup>77</sup> Υπάρχουν πλαστικοί σωλήνες οι οποίοι περνούν μέσα από τον τοίχο, διατηρώντας κατ' αυτόν τον τρόπο την τσόχα υγρή ώστε να ποτίζονται τα φυτά και να παίρνουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά για να μπορούν να αναπτυχθούν.

---

<sup>77</sup> Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019

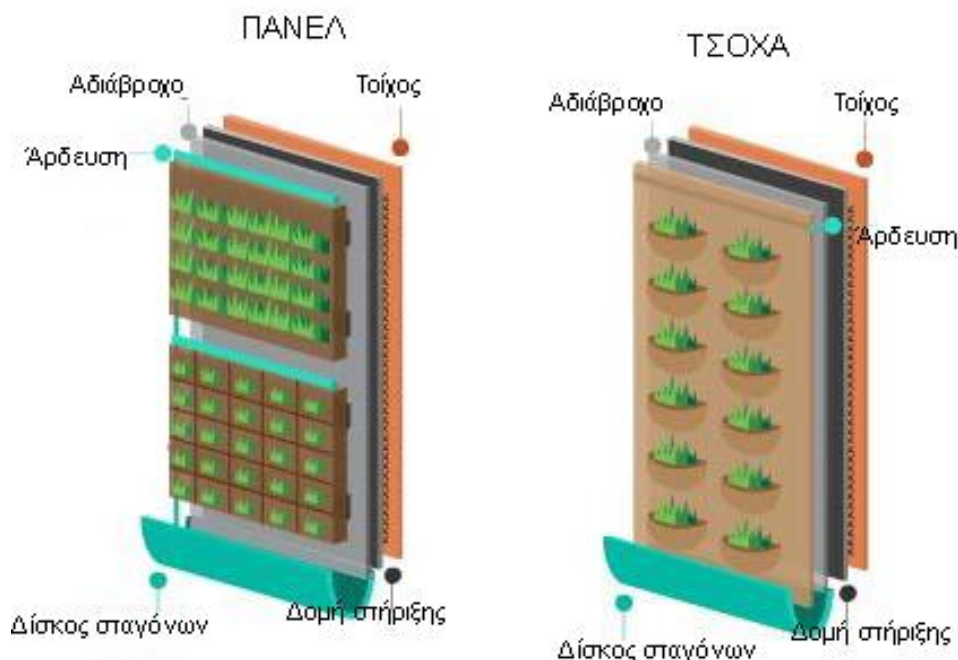
- Με πάνελ

Στα συστήματα με πάνελ χρησιμοποιούν πάνελ τοίχου με ήδη φυτεμένα φυτά. Τα πάνελ τοποθετούνται απευθείας στον τοίχο του κτιρίου και είναι απαραίτητη μια δομή στήριξης.

Επιπλέον στα συστήματα πάνελ εντάσσεται και η σπονδυλωτή προσέγγιση η οποία κρατά δοχεία [40] ή μια βάση χώματος, συνήθως μέσω μιας δομής αρθρωτού πάνελ. Αυτός ο τύπος πράσινου τοίχου είναι πιο βαρύς, αλλά είναι επίσης συχνά πιο ανθεκτικός στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, των καιρικών συνθηκών και τη διακοπή της παροχής νερού και θρεπτικών συστατικών.<sup>78</sup>



Εικόνα 39: Σύστημα πάνελ με δοχεία



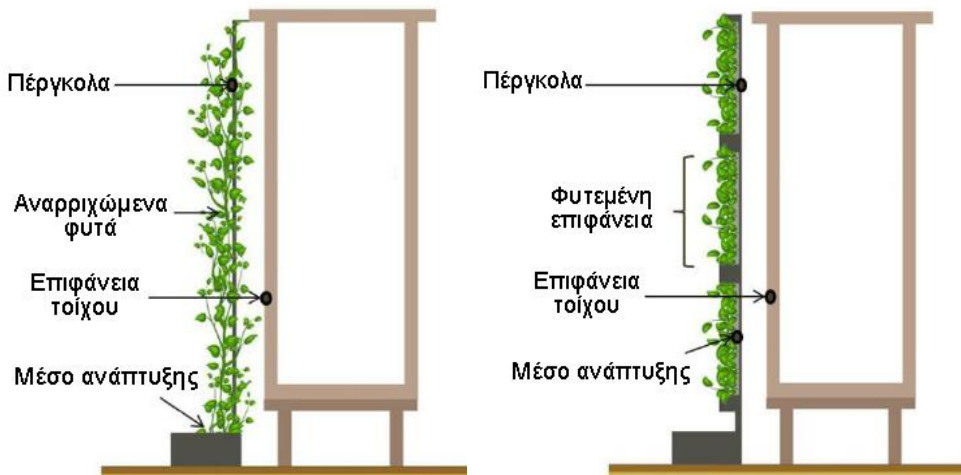
Εικόνα 40: Υδροπονικά συστήματα με πάνελ και τσόχα

<sup>78</sup> Mark Lundegren, *Green Walls Vs. Green Facades*, 2016

## b. Σύστημα σύρμα – Πέργκολα

Αυτό το σύστημα ζωντανών τοίχων αποτελείται από σύρματα από ανοξείδωτο χάλυβα που μεγαλώνουν τα υστερούντα φυτά. Αυτή η μέθοδος παρέχει μια οικονομικά αποδοτική λύση για μεγάλες περιοχές με το πρόσθετο όφελος της χαμηλής ετήσιας συντήρησης. Ωστόσο, τα φυτά θα χρειαστούν αρκετά χρόνια για να δημιουργηθούν και δεν είναι ποτέ πιθανό να επιτύχουν πλήρη κάλυψη. Η φύτευση περιορίζεται μόνο σε υστερούντα φυτά και είναι αδύνατο να δημιουργηθούν σχήματα και σχέδια στον τοίχο.<sup>79</sup>

Σε ένα σύστημα πέργκολας, τα φυτά που αναπτύσσονται σε δοχεία κατευθύνονται για να μεγαλώσουν σε μια πέργκολα τοίχου. Η πέργκολα είναι μια κατασκευή από ξύλινες ή μεταλλικές ράβδους που έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίξουν αναρριχώμενα φυτά. Αυτό το σύστημα είναι παρόμοιο με μια πράσινη πρόσοψη, με τη διαφορά ότι τα φυτά είναι ριζωμένα σε γλάστρες και όχι στο έδαφος.<sup>80</sup> Στο σύστημα πέργκολας τα φυτά που αναπτύσσονται μπορεί να είναι είτε αναρριχώμενα είτε να είναι μια σειρά από φυτεμένα δοχεία.



Εικόνα 41: Συστήματα πέργκολας

<sup>79</sup> ANS Global, *ANS Exterior Solutions Product Guide*, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)

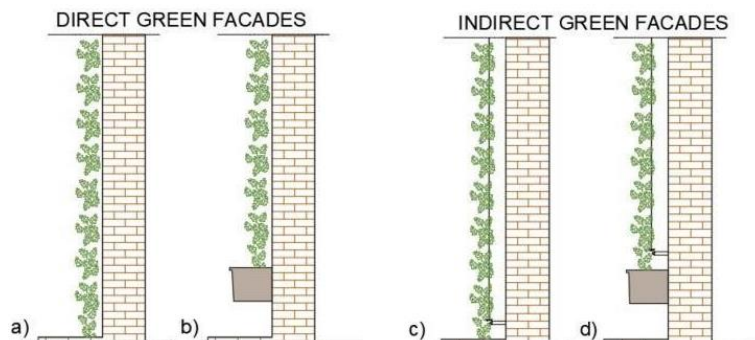
<sup>80</sup> Mark Lundegren, *Green Walls Vs. Green Facades*, 2016

### γ. Σύστημα Φυσικού Εδάφους

Αυτό το σύστημα ζωντανών τοίχων χρησιμοποιεί ένα φυσικό μέσο με βάση το έδαφος ως φυτικό υπόστρωμα. Τα φυτά αναπτύσσονται στο φυσικό τους περιβάλλον που επιτρέπει την υγιή φυσική ανάπτυξη τους. Το σύστημα επιτρέπει μια τεράστια γκάμα ειδών φυτών και η φύτευση επιτρέπει τη δημιουργία σχημάτων και σχεδίων. Ο ζωντανός τοίχος μπορεί να εγκατασταθεί πλήρως, δίνοντας άμεσο αντίκτυπο. Το φυσικό έδαφος είναι ένα μακροπρόθεσμα σταθερό περιβάλλον για τα φυτά που συγκρατεί το νερό αποτελεσματικά και παρέχει μεγαλύτερα οφέλη για τη βιοποικιλότητα. Ακόμα κι αν η άρδευση αποτύχει, οι ρίζες των φυτών προστατεύονται από το έδαφος που συστέλλεται, εξασφαλίζοντας μακροζωία.<sup>81</sup>

Στο σύστημα φυσικού εδάφους χρησιμοποιούνται αναρριχώμενα φυτά ή κρεμαστά φυτά.

Τα αναρριχώμενα φυτά λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως όταν έχουν πέργκολα. Διαφέρει στην ανάπτυξη τους η οποία γίνεται απευθείας πάνω στο κτίριο. Η πρόσοψη πρέπει να είναι σε εξαιρετική κατάσταση, διαφορετικά μπορεί να υποστεί ζημιά από το βάρος των αναρριχητικών φυτών ή του ριζικού αέρα (όπως για παράδειγμα κισσός).<sup>82</sup>



Εικόνα 42: Αναρριχώμενα φυτά με πέργκολα και με απευθείας επαφή με τον τοίχο

<sup>81</sup> ANS Global, *ANS Exterior Solutions Product Guide*, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)

<sup>82</sup> EFB, *European Federation green roofs and walls, Types of Green Walls*



Τέλος, όσον αφορά τα κρεμαστά φυτά αναπτύσσονται από γλάστρες στην οροφή ή στο μπαλκόνι [43-44]. Τα φυτά αυτά απαιτούν περισσότερη προσοχή: λίπασμα, νερό και προστασία από τον παγετό.<sup>83</sup>



Εικόνα 43: Κρεμαστά φυτά από μπαλκόνι



Εικόνα 44: Παράδειγμα φυσικού συστήματος με κρεμαστά φυτά στη Βαρκελώνη

<sup>83</sup> Bonnie L. Grant, *Winterizing Hanging Baskets: How to protect hanging plants from frost or freeze*, 2022







## Κεφάλαιο 3

*Case studies / Vertical Gardening*  
για το κτήριο  
για το δημόσιο χώρο  
για το δίκτυο πράσινων υποδομών

---



### 3.1 Κάθετο Δάσος: Bosco Verticale, Milan, Italy

... για το κτήριο

#### α. Γενικές Πληροφορίες

Το Bosco Verticale κατασκευάστηκε το 2014 από το γραφείο Boeri Studio. Αποτελείται από δύο οικιστικούς πύργους ύψους 80 και 112 μέτρων, οι οποίοι φιλοξενούν συνολικά 800 δέντρα, 15.000 πολυετή φυτά και 5.000 θάμνους, τα οποία συμβάλλουν στον μετριασμό της αιθαλομίχλης και στην παραγωγή οξυγόνου.<sup>84</sup>



Εικόνα 45: Οι πύργοι Bosco Verticale και το γειτονικό πάρκο..

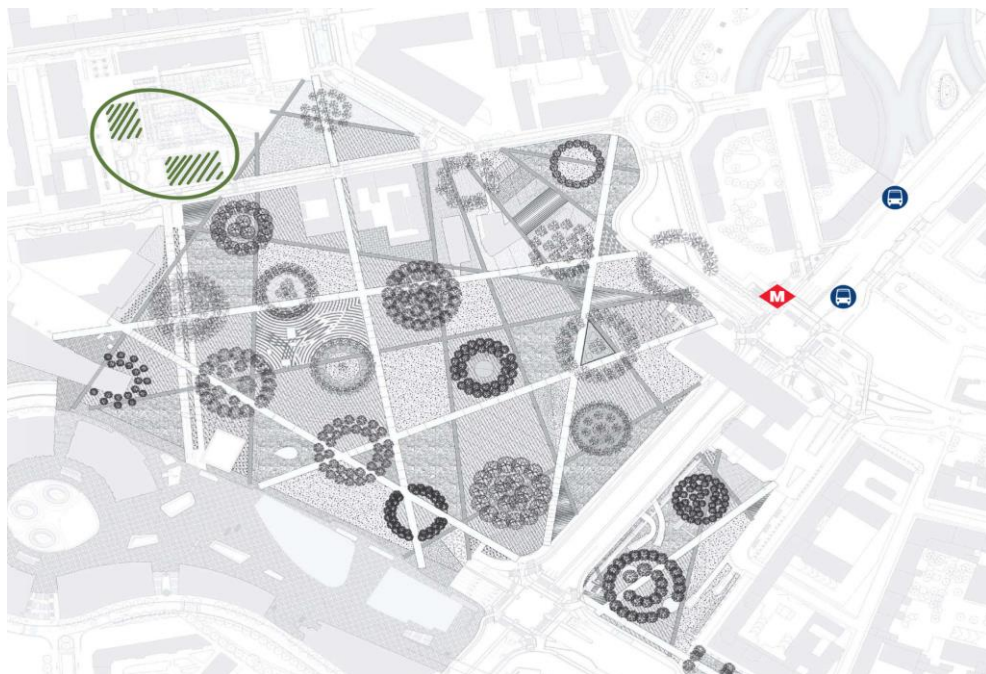
<sup>84</sup> ArchDaily, *Bosco Verticale* / Boeri Studio, 2015

## **b. Κλιματολογικές Συνθήκες περιοχής**

Η Ιταλία βρίσκεται στην εύκρατη ζώνη. Συγκεκριμένα το Μιλάνο βρίσκεται σε υψόμετρο 225 μέτρα<sup>85</sup> και έχει υγρό, υποτροπικό κλίμα που χαρακτηρίζεται από ζεστά και υγρά καλοκαίρια με ψυχρούς και υγρούς χειμώνες.<sup>86</sup>

## **c. Πως συνδέεται με τον αστικό ιστό - Περιβάλλον χώρος**

Το συγκρότημα βρίσκεται βόρεια από το πάρκο Biblioteca degli Alberi. Η περιοχή έχει πρόσβαση από σιδηροδρομικούς σταθμούς, μετρό, τραμ και λεωφορεία καθώς και υπάρχει ποικιλία



Εικόνα 46: Χωροθέτηση πύργων στο χάρτη σε σχέση με το πάρκο και τα μέσα μεταφοράς(δημιουργία ιδίας)

<sup>85</sup> DB-City.com

<sup>86</sup> Elena Giacomello, Massimo Valagussa, Vertical Greenery, 2015, σελ. 11



χρήσεων, εκτός από κατοικίες, υπάρχουν κτίρια γραφείων και εμπορικά κτίρια, όλα χωροθετημένα γύρω από το μεγάλο πάρκο καθώς συνδέονται μεταξύ τους με πεζόδρομους που διασχίζουν το πάρκο.



Εικόνα 47: υψομετρική διαφορά δρόμου - πάρκου, από την απέναντι πλευρά των πύργων

Επιπρόσθετα, στην εικόνα 47, παρατηρείται ότι από την κάτω πλευρά του συγκροτήματος, το πάρκο είναι υπερυψωμένο, ενώ στο σημείο που συναντιέται το πάρκο με τους πύργους είναι στο ίδιο ύψος. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται να μην διακόπτεται ο πράσινος χώρος – πάρκο από τον δρόμο έντονης κυκλοφορίας.

Ακόμη, ο δρόμος που βρίσκεται αναμεσά στους πύργους και το πάρκο είναι ήπιας κυκλοφορίας με αποτέλεσμα να δημιουργείται στους πεζούς και τους κατοίκους η εντύπωση ότι βρίσκονται σε έναν ενιαίο χώρο πρασίνου χωρίς την καθημερινή ηχορύπανση από τους δρόμους.

Το πάρκο λειτουργεί ως αστικός σύνδεσμος, πολιτιστική πανεπιστημιούπολη και βοτανικός κήπος. Τα μονοπάτια σχεδιάζονται από διαφορετικές περιοχές (κατοικίες, εμπορικές, κυβερνητικές) γύρω από την τοποθεσία, δημιουργώντας ένα πλέγμα συνδέσεων που επικαλύπτονται και διασταυρώνονται μεταξύ τους.<sup>87</sup>

<sup>87</sup> Boeri, Stefano Boeri Architetti,

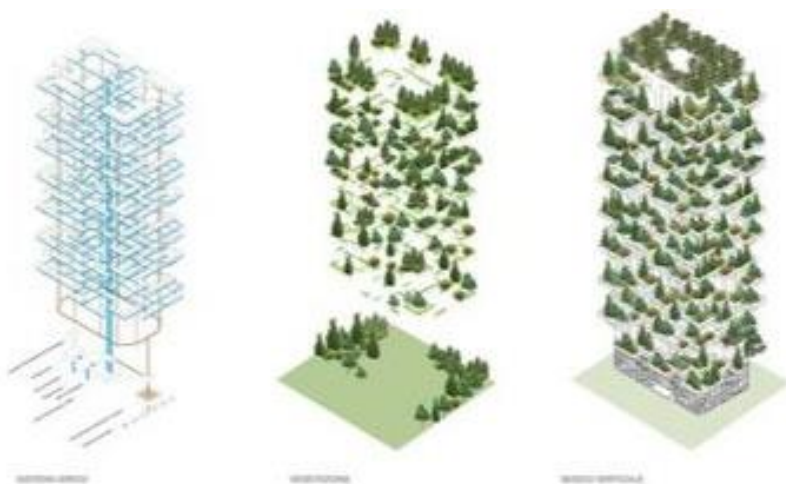
#### d. Στρατηγική - Τρόπος κατασκευής

Είναι ένα έργο μητροπολιτικής αναδάσωσης και μοντέλο κατακόρυφης πύκνωσης της φύσης.

Στόχος ήταν να δημιουργηθεί 1 εκτάριο δάσους σε κάθετο επίπεδο στο κτίριο, με σκοπό να μειωθεί το οικολογικό αποτύπωμα και να ωφεληθεί τόσο το κτίριο όσο και η περιοχή με τα οφέλη που αυτό προσφέρει, όπως την μείωση του θορύβου και της ρύπανσης, την σκίαση για ψύξη και την αισθητική βελτίωση και τέλος την αύξηση της βιοποικιλότητας.<sup>88</sup>

Το Κάθετο Δάσος αυξάνει τη βιοποικιλότητα. Προωθεί τη διαμόρφωση ενός αστικού οικοσυστήματος όπου διάφοροι τύποι φυτών δημιουργούν ένα ξεχωριστό κατακόρυφο περιβάλλον, το οποίο λειτουργεί εντός του υπάρχοντος δικτύου, ικανό να κατοικείται από πουλιά και έντομα.<sup>89</sup> Με αυτόν τον τρόπο, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επανοικοδόμησης της χλωρίδας και της πανίδας της πόλης.

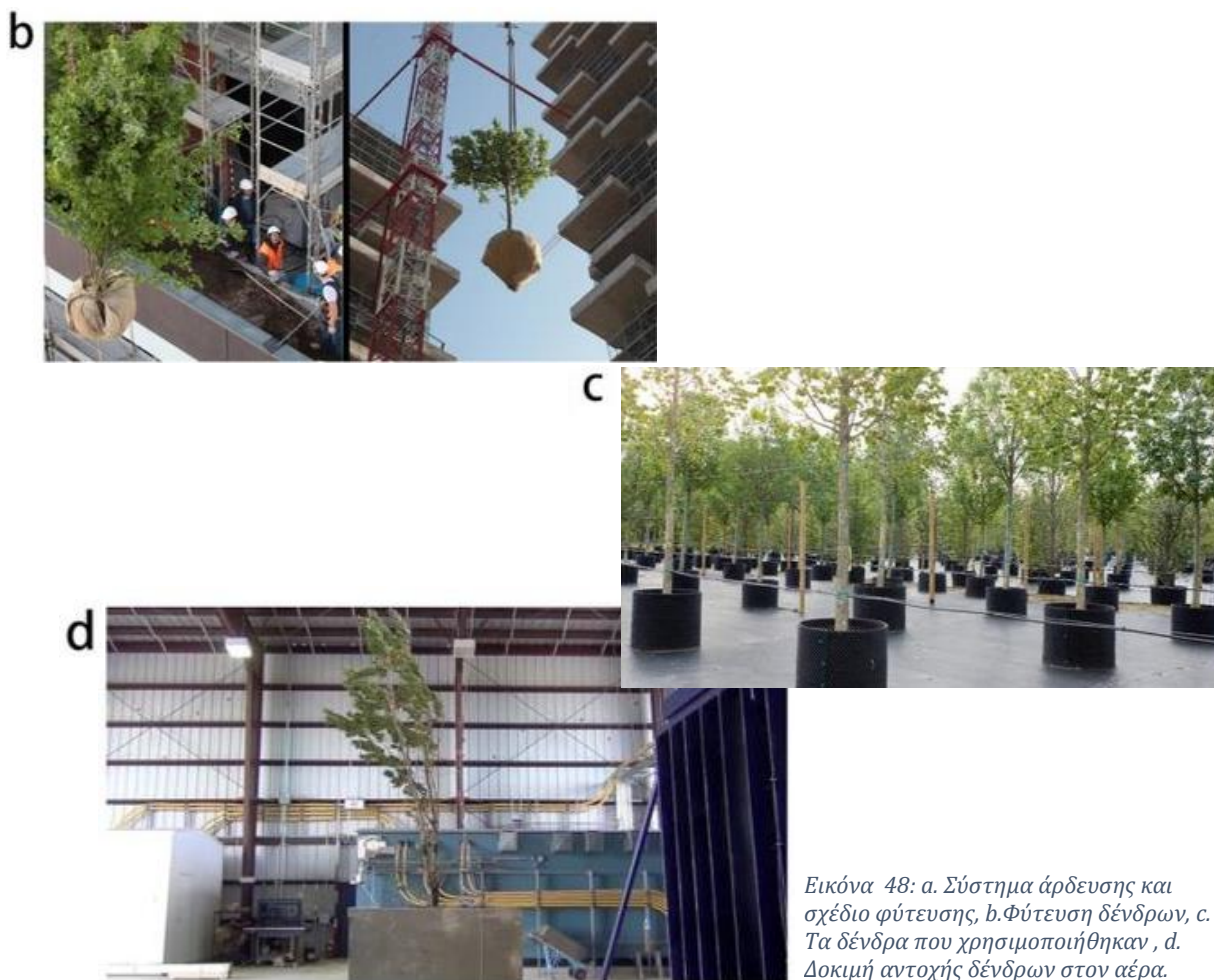
a



<sup>88</sup> Elena Giacomello, Massimo Valagussa, *Vertical Greenery*, 2015, σελ. 10

<sup>89</sup> ArchDaily, *Bosco Verticale* / Boeri Studio, 2015

Όλα τα φυτά ριζώνουν σε δοχεία που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά. Τα φυτοδοχεία [48] αυτά αποτελούν μέρος της κατασκευής του μπαλκονιού. Είναι χτιστές ζαρντινιέρες κατά μήκος των μπαλκονιών τα οποία είναι άμεσα προσβάσιμα από κάθε διαμέρισμα κατοικιών. Τα φυτά αντιπροσωπεύουν ένα φίλτρο μεταξύ του εσωτερικού των πύργων και του αστικού περιβάλλοντος. Από το εσωτερικό, οι φυτεύσεις προσφέρουν στους κατοίκους άμεση επαφή με αυτά, από τις βεράντες τους, οι οποίες σκιάζονται ελάχιστα από τα δέντρα καθώς και μια «πράσινη θέα» προς την πόλη, εκτός από την ενισχυμένη αίσθηση ιδιωτικότητας.<sup>90</sup>



Εικόνα 48: α. Σύστημα άρδευσης και σχέδιο φύτευσης, β. Φύτευση δένδρων, γ. Τα δένδρα που χρησιμοποιήθηκαν, δ. Δοκίμη αντοχής δένδρων στον αέρα.

<sup>90</sup> Elena Giacomello, Massimo Valagussa, *Vertical Greenery*, 2015, σελ. 12



Το ίδιο το κτίριο είναι αυτάρκης χρησιμοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας από ηλιακούς συλλέκτες και φιλτραρισμένα λύματα για τη διατήρηση της φυτικής ζωής των κτιρίων. Αυτά τα συστήματα πράσινης τεχνολογίας μειώνουν τα συνολικά απόβλητα και το αποτύπωμα άνθρακα των πύργων. Ο επικεφαλής σχεδιαστής Stefano Boeri δήλωσε:<sup>91</sup> «Είναι πολύ σημαντικό να αλλάξουμε εντελώς τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται αυτές οι νέες πόλεις. Η αστική δασοποίηση είναι ένα από τα μεγαλύτερα ζητήματα για μένα σε αυτό το πλαίσιο. Αυτό σημαίνει πάρκα, σημαίνει κήπους, αλλά σημαίνει επίσης να έχεις κτίρια με δέντρα».<sup>92</sup>

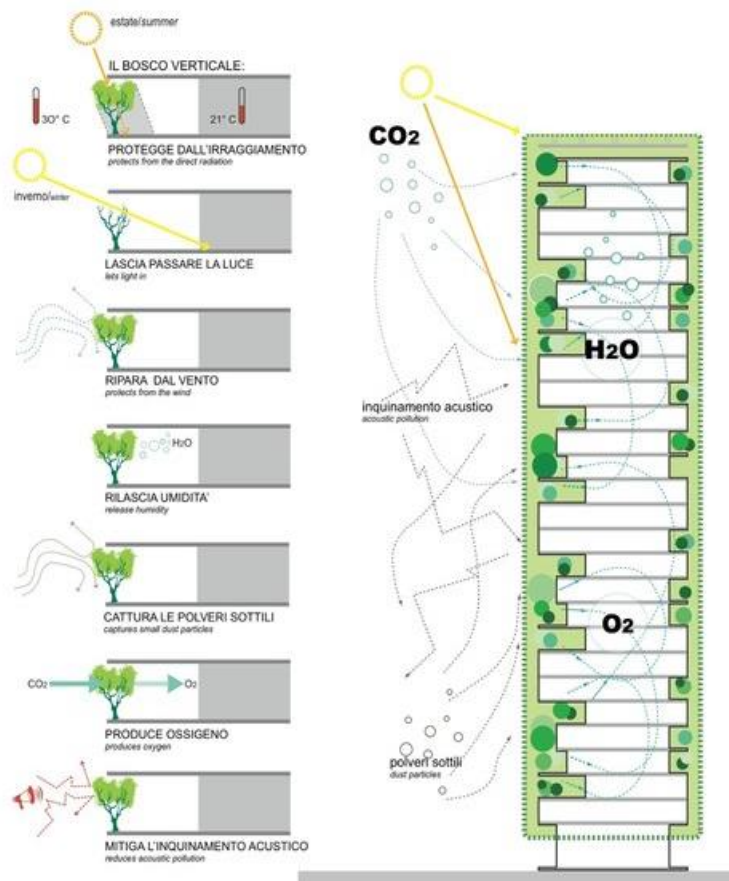


Εικόνα 4947: Bosco Verticale πριν και μετά την φύτευση

<sup>91</sup> Vladimir Belogolovsky, *Stefano Boeri wants to bring more trees to the city and more humans to the forest*, 2021

<sup>92</sup> Elena Giacomello, Massimo Valagussa, *Vertical Greenery*, 2015, σελ. 11

Συνεπώς, οι δυνατότητα που δίνουν οι κατακόρυφες κηπεύσεις στο κτίριο, πέραν της αισθητικής, είναι και στην ποιότητα ζωής. Συγκεκριμένα, η ποιότητα του αέρα που εισέρχεται στο κτίριο έπειτα από το φιλτράρισμα που γίνεται, είναι πολύ καλύτερη. Έτσι η ατμοσφαιρική ρύπανση και το διοξείδιο του άνθρακα μένει εκτός κτιρίου. Επιπλέον, μια ακόμη δυνατότητα που προσφέρει στο συγκεκριμένο παράδειγμα η κατακόρυφη κήπευση είναι η σκίαση. Με την φύτευση και τους πράσινους τοίχους, δεν υπάρχει ανάγκη για άλλο τρόπο σκίασης, όπως τέντα ή κάποια άλλη κατασκευή. Σε συνδυασμό με την σκίαση, τα διαμερίσματα καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για την θέρμανση και την ψύξη, καθώς τα φυτά εμποδίζουν την θερμοκρασία και τις καιρικές συνθήκες να επηρεάζουν άμεσα το κτίριο.



Εικόνα 50: Πως συμπεριφέρεται η φύτευση στους εξωτερικούς παράγοντες

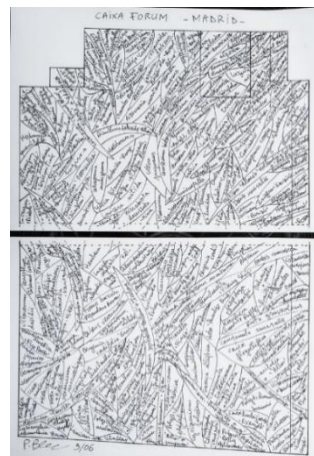
## 3.2 CaixaForum, Madrid, Spain

... για το δημόσιο χώρο

### α. Γενικές Πληροφορίες

Το Caixa Forum βρίσκεται καρδιά της πολιτιστικής περιοχής της Μαδρίτης. Αποκτήθηκε από το Ίδρυμα Caixa το 2001, είναι μια γκαλερί σύγχρονης τέχνης και ένας ανακαινισμένος σταθμός παραγωγής ενέργειας του 1899.

Το κτήριο του Μουσείου Caixa Forum σχεδιάστηκε από τους Herzog & de Meuron ενώ ο κάθετος κήπος δίπλα σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε από τον Patrick Blanc το 2007, χρησιμοποιώντας το σύστημα Le Mur Végétal (ο φυτικός τοίχος).<sup>93</sup> Το τείχος έχει 24 μέτρα και περιέχει 15.000 φυτά με περίπου 250 είδη.<sup>94</sup>



Εικόνα 481: Αρχικά σχέδια Patrick Blanc



Εικόνα 49: Κάθετος κήπος Caixa Forum, Patrick Blanc

<sup>93</sup> Linda S. Velazquez, *Caixa Forum Museum Vertical Garden*, 2016

<sup>94</sup> Landezine, *Green wall by Patrick Blanc*, 2009

### **b. Κλιματολογικές Συνθήκες περιοχής**

Η Μαδρίτη βρίσκεται σε υψόμετρο 667 μέτρων και έχει μεσογειακό κλίμα.<sup>95</sup> Συγκεκριμένα έχει πολύ ζεστό καλοκαίρι και κρύο χειμώνα. Για αυτόν τον λόγο ο Patrick Blanc έπρεπε να επιλέξει τα είδη των φυτών σύμφωνα με τις απαιτητικές εποχές της πόλης.<sup>96</sup>

### **c. Πως συνδέεται με τον αστικό ιστό - Περιβάλλοντας χώρο**

Το κτίριο βρίσκεται δίπλα από το μουσείο Prado και απέναντι από το Βασιλικό Βοτανικό κήπο.[53] Ο τοίχος του κτιρίου με την κάθετη φύτευση δεν ανήκει στο Caixa Forum, ήταν παλιό βενζινάδικο το οποίο γκρεμίστηκε και έμεινε ένας τούβλινος τοίχος. Ο Patrick Blanc σχεδίασε τον φυτεμένο τοίχο δίνοντας σημασία στην τεχνική ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα υγρασίας.<sup>97</sup>



Εικόνα 53: CaixaForum - Vertical Garden, Patrick Blanc – Βασιλικός Βοτανικός κήπος (δημιουργία ιδίας)

<sup>95</sup> DB-City.com

<sup>96</sup> Stylepark Architect, *Patrick Blanc Vertical Garden, Madrid, Spain*, 2009

<sup>97</sup> Linda S. Velazquez, *Caixa Forum Museum Vertical Garden*, 2016



Το συγκεκριμένο έργο αφορά το δημόσιο χώρο καθώς αποτελεί μέρος της δημιουργίας μιας νέας πλατείας. Οι αρχιτέκτονες δήλωσαν ότι ήθελαν 'να δημιουργήσουν μια πολύ ασυνήθιστη συνάντηση μεταξύ του ακατέργαστου και του φυσικού, ... να ενσωματώσουν τη φύση ώστε να υπάρχει μια μυρωδιά ενός κήπου εκεί που δεν το περιμένεις'.

Η κατακόρυφη κήπευση σε συνδυασμό με το Caixa Forum δημιουργούν μια αστική όαση σε αντίθεση με τα πιο «κλασσικά» και παλαιότερα κτίρια της περιοχής.<sup>98</sup>

#### ***d. Στρατηγική - Τρόπος κατασκευής***

Ο τοίχος σχεδιάστηκε κυρίως για αισθητικούς λόγους. Έχει έκταση περίπου 450 τ.μ. και στόχος ήταν να δημιουργηθούν διαφορετικές αποχρώσεις πρασίνου και σχεδίων, ανάλογα με τα φυτά.<sup>99</sup> Η κατασκευή της όψης γίνεται απευθείας πάνω στον τοίχο χρησιμοποιώντας το σύστημα τσόχας<sup>100</sup>. Το στήσιμο ξεκινά με ένα φύλλο πολυουρεθάνης, πλαστικό πλέγμα και μια μη βιοδιασπώμενη κουβέρτα τύπου τσόχας με τσέπες που χρησιμοποιούνται για τη γλάστρα των φυτών. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στις τσέπες και το συνολικό βάρος του κάθετου κήπου υπολογίζεται στα 30 κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο.<sup>101</sup>



*Εικόνα 54: Τοποθέτηση συστήματος (τσόχα)*

<sup>98</sup> Bonnie Alter, *Madrid's Green wall flourishing as in the Caixa Forum*, 2018

<sup>99</sup> Queenie W.S. Leung, *Architecture + Fashion*, 2010, σελ. 38

<sup>100</sup> Βλ. σελ. 59

<sup>101</sup> Linda S. Velazquez, *Caixa Forum Museum Vertical Garden*, 2016

Όσον αφορά την φροντίδα των φυτών, το πότισμα και η λίπανση γίνεται αυτοματοποιημένα. Ωστόσο, στο επίπεδο του εδάφους υπάρχει ένα σύστημα ανάκτησης νερού[50] και συνεχίζει την ανακυκλοφορία του καθώς η απορροή που εμφανίζεται κατά μήκος των φύλλων και των στελεχών μπορεί να προκαλέσει απώλεια νερού. Το κλίμα της Μαδρίτης είναι πολύ απαιτητικό και η αδυναμία νερού το καλοκαίρι μπορεί να προκαλέσει την απώλεια πολλών φυτών.



Εικόνα 50: Σύστημα ανάκτησης νερού (δημιουργία ιδίας)

Επομένως η παρέμβαση σε δημόσιους χώρους με νέες τεχνικές δίνει δυνατότητες τόσο στη βελτίωση της αισθητικής αλλά και προσφέρει στους περαστικούς έναν πράσινο δημόσιο χώρο σε διαφορετική από την συνηθισμένη μορφή. Με την κατακόρυφη κήπευση δίπλα στο Caixa Forum και σε συνδυασμό με το Βοτανικό που βρίσκεται δίπλα, καθαρίζει και βελτιώνει την ποιότητα του αέρα καθώς και ενισχύει την βιοποικιλότητα. Τέλος, δημιουργεί έναν χώρο εκτόνωσης για τους πολίτες.



*Εικόνα 51: Αρχικό στάδιο -  
Τελικό στάδιο*



### 3.3 Η περίπτωση της Μελβούρνης, Αυστραλία

#### ... για δίκτυο πράσινων υποδομών

##### *α. Γενικές Πληροφορίες*

Από το 2005, η πόλη της Μελβούρνης έχει ξεκινήσει δραστηριότητες για την ενθάρρυνση των πράσινων υποδομών, όπως οι πράσινοι τοίχοι, πράσινες στέγες και προσόψεις, σε όλο το δήμο. Το έργο στόχευε στη δημιουργία 10 εκταρίων πράσινης υποδομής έως το 2021, για την υποστήριξη μιας ευημερούσας, υγιούς πράσινης πόλης.<sup>102</sup>



Εικόνα 527: Πως θα μπορούσε να μοιάζει η πράσινη Μελβούρνη

##### *β. Κλιματολογικές συνθήκες*

Η Μελβούρνη βρίσκεται σε υψόμετρο 31 μέτρων και το κλίμα της είναι εύκρατο, ωκεάνιο και αρκετά δροσερό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία φθάνει τους 14 βαθμούς Κελσίου.<sup>103</sup>

<sup>102</sup> CRC, Green walls, roofs and facades in the City of Melbourne, 2020

<sup>103</sup> DB-City.com

### *c. Στρατηγική*

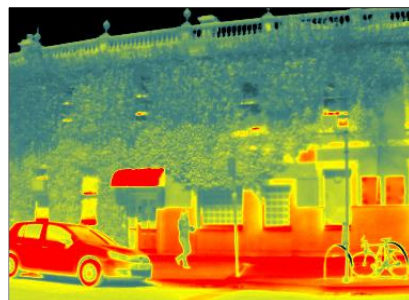
Υπήρξε σημαντική ενίσχυση της ποιότητας και ποσότητας των πράσινων στην πόλη με την προσθήκη πράσινων τοίχων και στεγών στα δημόσια κτίρια αλλά και σε συνεργασία με την βιομηχανία για την ενθάρρυνση και των ιδιωτικών κτιρίων.

Με την χρήση των κατακόρυφων κηπεύσεων ως τμήμα των πράσινων υποδομών,<sup>104</sup> συμβάλλει στη διαχείριση των επιπτώσεων την κλιματικής αλλαγής, της ταχείας ανάπτυξης του πληθυσμού και της αστικής ανάπτυξης στη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα της Μελβούρνης.

Στόχος τους είναι να δημιουργούνται όλο και περισσότεροι χώροι πράσινων υποδομών στην πόλη.

Συνεπώς, οι δυνατότητες που προσφέρουν οι κατακόρυφες κηπεύσεις στο δίκτυο πράσινων υποδομών αφορούν αρχικά τον μετριασμό της αστικής θερμικής νησίδας. Συγκεκριμένα, οι πράσινοι τοίχοι και οι στέγες συμβάλλουν στη ψύξη των θερμών πόλεων και τη μόνωση των κτιρίων καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Όταν οι κατακόρυφες κηπεύσεις βρίσκονται δίπλα σε πεζοδρόμια επωφελούνται και οι πεζή. Στην πρόσοψη του κτιρίου στο κέντρο της Μελβούρνης παρατηρείται ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας εκεί που βρίσκεται φύτευση η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη απ' ότι εκεί που δεν έχει η που είναι πιο κοντά στο πεζοδρόμιο και το δρόμο. Το μπλε υποδεικνύει χαμηλότερες θερμοκρασίες και το κόκκινο, υψηλότερες θερμοκρασίες.<sup>105</sup>



*Εικόνα 58: Πρόσοψη κτιρίου στη Μελβούρνη*

<sup>104</sup> CRC, Green walls, roofs and facades in the City of Melbourne, 2020

<sup>105</sup> Karyn Bosomworth, planning for a cooler future: Green infrastructure to reduce urban heat, 2014, σελ. 21

Επιπρόσθετα, μια ακόμη δυνατότητα που προσφέρουν είναι η αύξηση της βιοποικιλότητας και η ενίσχυση της βιωσιμότητας. Οι κατακόρυφες κηπεύσεις μπορούν να παρέχουν τροφή και στέγη σε σπάνια είδη ζώων και φυτών, και επίσης δημιουργούν βιώσιμα περιβάλλοντα αναψυχής. Αυτό συνεπάγεται με την βελτίωση της υγείας.

Με το έργο αυτό αποδεικνύεται ότι οι κατακόρυφες κηπεύσεις ως στοιχείο πράσινων υποδομών, μπορούν να μεταφερθούν σε πυκνές και αστικές περιοχές.<sup>106</sup>

---

<sup>106</sup> CRC, Green walls, roofs and facades in the City of Melbourne, 2020

## Συμπεράσματα




Η κοινωνία μας αντιμετωπίζει παγκόσμιες κρίσεις κλιματικής αλλαγής και απώλειας βιοποικιλότητας οι οποίες προκαλούν επιπτώσεις στο περιβάλλον και απειλούν την δημόσια υγεία και ευημερία.

Οι πράσινες προσόψεις και τα συστήματα ζωντανών τοίχων μπορούν να βελτιώσουν το περιβάλλον στις πόλεις. Προσφέρουν περισσότερες επιφάνειες με βλάστηση και ταυτόχρονα συμβάλλουν στη βελτίωση της θερμικής απόδοσης των κτιρίων. Χαρακτηριστικά, τα κατακόρυφα συστήματα πρασίνου μπορούν να επηρεάσουν την περιβαλλοντική επιβάρυνση και περιβαλλοντικά οφέλη τόσο σε αστική όσο και σε κτηριακή κλίμακα.

Οι κατακόρυφες κηπεύσεις μπορούν να αποτελέσουν μια ευκαιρία για την δημιουργία νέων πράσινων χώρων είτε σε κτίριο είτε σε δημόσιο είτε ακόμα και ως πράσινη υποδομή. Η έρευνα σχετικά με τα συστήματα πράσινων τοίχων τα οφέλη και τις δυνατότητες τους στο περιβάλλον των πόλεων βρίσκεται ακόμη σε στάδιο ανάπτυξης. Η πιο κοινή γνώση σχετικά με τις εφαρμογές στον τομέα αυτό συνδέεται με νέα ή υφιστάμενα κτίρια, τα οποία θεωρούνται ορόσημα στον αστικό ιστό, όπως το CaixaForum στη Μαδρίτη που αναλύσαμε παραπάνω.

Από την εξέταση των τριών παραδειγμάτων διαπιστώνουμε ότι οι κατακόρυφες κηπεύσεις εφαρμόζονται σε διάφορες μορφές και κλίμακες έχοντας παρ' όλα αυτά κοινές δυνατότητας με διαφορετικό ίσως ποσοστό επιρροής.

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι δυνατότητες των κατακόρυφων κηπεύσεων στο κτήριο και στο περιβάλλοντα χώρο ανά παράδειγμα.

ΕΡΓΟ	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ	...στο κτίριο	...στο περιβάλλοντα χώρο
<p><i>Bosco Verticale, Milan, Italy</i></p> <p><b>... για το κτήριο</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• σκίαση</li> <li>• ψύξη-θέρμανση</li> <li>• μείωση κατανάλωσης ενέργειας</li> <li>• βελτίωση ποιότητας αέρα – φιλτράρισμα</li> <li>• μείωση θορύβου</li> <li>• αισθητικά οφέλη</li> <li>• ενίσχυση ιδιωτικότητας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• μείωση ρύπανσης</li> <li>• μείωση αστικής θερμικής νησίδας</li> <li>• ενίσχυση βιοποικιλότητας</li> <li>• δημιουργία νέων δικτύων</li> <li>• μεγαλύτερη επαφή ανθρώπων - κοινωνικοποίηση</li> </ul>
<p><i>CaixaForum, Madrid, Spain</i></p> <p><b>... για το δημόσιο χώρο</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• μείωση κατανάλωσης ενέργειας</li> <li>• αισθητικά οφέλη</li> </ul> <p>(δεν κατασκευάστηκε τόσο για το κτίριο όσο για τον περιβάλλοντα χώρο)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ενίσχυση βιοποικιλότητας</li> <li>• δημιουργία νέων δικτύων</li> <li>• μείωση ρύπανσης</li> <li>• μείωση αστικής θερμικής νησίδας</li> <li>• δημιουργία χώρων αναψυχής</li> </ul>
<p><i>Η περίπτωση της Μελβούρνης, Αυστραλία</i></p> <p><b>... για δίκτυο πράσινων υποδομών</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ψύξη - θέρμανση</li> <li>• μείωση κατανάλωση ενέργειας</li> <li>• βελτίωση ποιότητας αέρα</li> <li>• μείωση θορύβου</li> <li>• αισθητικά οφέλη</li> <li>• ενίσχυση ιδιωτικότητας</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• αύξηση βιοποικιλότητας</li> <li>• ενίσχυση βιωσιμότητας</li> <li>• μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης</li> <li>• δημιουργία 'χώρων αναψυχής</li> </ul>

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τις δυνατότητες που προσφέρουν στο κτίριο, πέραν του αισθητικού, που είναι εμφανές σε όλες τις περιπτώσεις, πολύ σημαντικό στοιχείο είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται και στα τρία παραδείγματα καθώς οι κατακόρυφες κηπεύσεις ενισχύουν την ψύξη και τη θέρμανση των κτιρίων με αποτέλεσμα να χρειάζεται λιγότερη ενέργεια.

Επιπλέον, στα παραδείγματα του Bosco Verticale και στην περίπτωση της Μελβούρνης ενισχύεται η ιδιωτικότητα στα κτίρια και επίσης υπάρχει μείωση της ρύπανσης και του θορύβου. Στο παράδειγμα του Caixa Forum, δεν συναντάμε αυτές τις δυνατότητες για τον λόγο ότι είναι ένα ενιαίος τοίχος χωρίς παράθυρα και ανοίγματα και σχεδιάστηκε για τον περιβάλλοντα χώρο και όχι για το κτίριο.

Επιπρόσθετα, όσον αφορά τις δυνατότητες που προσφέρει στην βελτίωση και τον καθαρισμό του αέρα παρατηρείται ότι ανάλογα με την κατηγορία και την τοποθεσία των κατακόρυφων κηπεύσεων ευνοούνται και οι αντίστοιχες υποδομές. Πιο συγκεκριμένα, στο Bosco Verticale οι κατακόρυφες κηπεύσεις ευνοούν τους εσωτερικούς χώρους. Ο εξωτερικός αέρας φιλτράρεται από την κήπουση, καθαρίζεται και ύστερα εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους.

Αντιθέτως στα άλλα δύο παραδείγματα, οι κατακόρυφες κηπεύσεις βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα στους εξωτερικούς χώρους. Σημαντικό να αναφερθεί ότι στο τελευταίο παράδειγμα της Μελβούρνης, η βελτίωση της ποιότητας του αέρα επιτυγχάνεται ευκολότερα καθώς ο συνδυασμός πολλών διαφορετικών πράσινων υποδομών και η έκταση που καταλαμβάνουν, ενισχύουν αυτή τους την δυνατότητα.

Ακόμη ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι η ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Παρατηρούμε ότι στο παράδειγμα του CaixaForum για τον δημόσιο χώρο όπως επίσης και της Μελβούρνης, για την πράσινη υποδομή, οι δυνατότητες που προσφέρουν για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας είναι πολύ περισσότερες.

Τέλος και στα τρία παραδείγματα είναι φανερό ότι δημιουργούνται νέα δίκτυα πράσινων υποδομών και νέοι χώροι

εκτόνωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη κοινωνικοποίηση των ανθρώπων καθώς έχουν ένα κοινό σημείο συνάντησης. Επίσης, έπειτα και από μελέτες που αναφέραμε, επηρεάζει άμεσα και την ψυχολογία τους.

**Συμπερασματικά**, στο σύνολο των κατακόρυφων κηπεύσεων φαίνεται ότι ευνοούν άμεσα το κτίριο και τον περιβάλλοντα χώρο αλλά και έμμεσα τον άνθρωπο στην υγεία, την ψυχολογία και την κοινωνικοποίηση τους. Η ενσωμάτωση πρασίνου και η αναδιαμόρφωση ελεύθερων χώρων δείχνει να βοηθούν στη μείωση του φαινομένου την αστικής θερμικής νησίδας. Η ποιότητα του αέρα βελτιώνεται και η ατμόσφαιρα καθαρίζει από ρύπους και από το διοξείδιο του άνθρακα. Επομένως, η ανάγκη συνεισφοράς της φύσης στον αστικό ιστό είναι φανερή.

Σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρατηρούμε ότι οι δυνατότητες των κατακόρυφων κηπεύσεων μπορούν να προσφέρουν καλύτερη ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες και περισσότερη θέρμανση τους χειμερινούς. Αυτή η δυνατότητα ωφελεί σε δύο κατευθύνσεις: στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, γεγονός που απασχολεί σήμερα την πόλη αλλά και οικονομικά καθώς μειώνεται το κόστος ψύξης – θέρμανσης.

Όσον αφορά την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, οι κατακόρυφες κηπεύσεις φαίνεται να αποτελούν σημαντικό ρόλο καθώς δημιουργούν νέους βιότοπους στις επιφάνειες τους σε σχέση με τις υπάρχουσες δομές. Έτσι ζητήματα όπως εξαφάνιση σπάνιων ζώων και φυτών μπορούν να αντιμετωπιστούν με αυτή τη στρατηγική.

Με τις κατακόρυφες κηπεύσεις δημιουργείται ένα νέο μέτωπο και νέα δίκτυα όπου οι άνθρωποι έχουν μεγαλύτερη επαφή με την φύση. Η φύση έρχεται πιο κοντά στον δομημένο περιβάλλον, που σήμερα εκτιμάται ότι είναι αναγκαίο. Καθώς οι πόλεις σήμερα είναι επί το πλείστον πυκνοκατοικημένες, οι αναδιαμόρφωση ελεύθερων επιφανειών – κατακόρυφη κήπευση είναι η βέλτιστη λύση για την ένταξη πρασίνου στη σημερινή μορφή της πόλης.





## Βιβλιογραφία

- Michael J Boyle, *Infrastructure*, (updated 2022)
- Edward T. McMahon, *Green Infrastructure*, 2000
- Αλεξάνδρα Ν. Ντάνη, *Siting Green Infrastructure: Legal and Policy Solutions to Alleviate Urban Poverty and Promote Healthy Communities*, 2010
- Ahern, J., *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*, 2007
- Science for Environment Policy, In-depth Reports, *The Multifunctionality of Green Infrastructure*, 2012
- Benedict, M. and McMahon. E., *Green infrastructure. Linking Landscapes and Communities*, 2006
- Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, *Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον. Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*, Αθήνα, 2011
- Camus, John. *6 Examples of an Urban Microclimate*, Sotoga Sustainability Guide. Nov. 12, 2017
- Britannica, John P. Rafferty, *Microclimate*
- National Geographic Society, *Urban heat island*
- Environmental Protection Agency, *Heat Island Impacts*
- Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019
- D.J. Sailor, *Vulnerability of Energy to Climate*, 2013
- European Commission, *Energy use in buildings*  
EPA, United States Environmental Protection Agency, *What are volatile organic compounds (VOCs) ?* , <https://www.epa.gov>
- Energy Information Administration, *Buildings sector energy consumption*, 2016,
- Julia Coma, *Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades*, 2016
- John D. Magill, Karen Midden, John Groninger, Matthew Therrell, *A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research*, 2011
- Lujain Hadba, Paulo Mendonça, Ligia Silva, *Green Walls an Efficient Solution for Hygrothermal, Noise and Air Pollution Control in the Buildings*, 2017
- Richard Hidle, *A vertical garden: origins of the 'Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938)*, 2016
- Kate Andrews, *The Oasis of Aboukir green wall by Patrick Blanc*, 2013

- The finest magazine, *Green walls by Patrick Blanc*, 2018
- Erdi Ekren, *Advantages and risks of vertical gardens*, 2017
- Maria Manso, João P. Castro-Gomes, *Green wall systems: A review of their characteristics*, 2015
- Maria Manso, João P. Castro-Gomes, *Green wall systems: A review of their characteristics*, 2015, σελ. 864
- Think nature/ European union horizon 2020
- European Commission, *Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*, 2020
- Giorgos Somarakis, Stavros Stagakis, Nektarios Chrysoulakis, *Natural based solutions handbook*
- Scotscape, *Urban Greening - What is it?*, <https://www.scotscape.co.uk>
- United Nations Sustainable Development goals, *Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable*, [un.org/sustainabledevelopment/cities/](https://un.org/sustainabledevelopment/cities/)
- Biotope, *Benefits of Exterior Living Walls, Increased biodiversity*, <https://www.biotope.uk.com/>
- L.Pérez-Urrestarazu, R.Fernández-Cañero, A.Franco, G.Egea, *Influence of an active living wall on indoor temperature and humidity conditions*, 2016
- Samar Mohamed Sheweka, Nourhan Magdy Mohamed, *Green Facades as a New Sustainable Approach Towards Climate Change*, 2016
- Eleftheria Alexandri, Phil Jones, *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates*, 2008
- Lofudu Grace Tshumamboya, *How can vertical gardens contribute to better air quality in Hunts Point New York?*, 2018
- Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019
- Xiuli Wang, Wolfgang Gard, Helena Borska, Bob Ursem, Jan-Willem van de Kuilen, *Vertical greenery systems: from plants to trees with self-growing interconnections*, 2020
- Mark J. Nieuwenhuijsen, *Green Infrastructure and Health*, 2020
- M. S. Berry, J. M. Rung, M. C. Crawford, A. M. Yurasek, A. Vasquez Ferreiro, S. Almog, *Using greenspace and nature exposure as an adjunctive treatment for opioid and substance use disorders: Preliminary evidence and potential mechanisms*
- Rebecca A. Clay, *Green is good for you*, 2001

- Flavie Mayrand, Philippe Clergeau, *Green Roofs and Green Walls for Biodiversity Conservation: A Contribution to Urban Connectivity?*, 2018
- Rebecca Collins Marije Schaafsma, Malcolm D. Hudson, *The value of green walls to urban biodiversity*, 2017, σελ. 115
- American Society of Landscape Architects, *Increasing energy efficiency: Residential green walls*, 2008
- Nadja Kabisch Horst Korn, Jutta Stadler, Aletta Bonn, *Nature-based Solutions to Climate Change: Adaptation in Urban Areas*, 2017
- ANS Global, *ANS Exterior Solutions Product Guide*, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)
- Mark Lundegren, *Green Walls Vs. Green Facades*, 2016
- Yevin Christine Cha, *Green walls use plant processes to improve air quality in buildings*, 2019
- EFB, European Federation green roofs and walls, *Types of Green Walls*
- Bonnie L. Grant, *Winterizing Hanging Baskets: How to protect hanging plants from frost or freeze*, 2022
- ArchDaily, *Bosco Verticale / Boeri Studio*, 2015
- DB-City.com
- Elena Giacomello, Massimo Valagussa, *Vertical Greenery*, 2015
- Boeri, Stefano Boeri Architetti
- Vladimir Belogolovsky, *Stefano Boeri wants to bring more trees to the city and more humans to the forest*, 2021
- Linda S. Velazquez, *Caixa Forum Museum Vertical Garden*, 2016
- Landezine, *Green wall by Patrick Blanc*, 2009
- Bonnie Alter, *Madrid's Green wall flourishing as in the Caixa Forum*, 2018
- European Parliament, *EU responses to climate change*, 2018
-

## πηγές φωτογραφιών

Εικόνα 1: : Denver, 2020, Green Infrastructure,  
<https://www.denvergov.org/>

Εικόνα 2: Tanner Springs Park,  
<https://trailsnearme.net/tanner-springs-park-nw-10th-ave-marshall-street-portland> ,

Εικόνα 3: American Society of Landscape Architects,  
Professional Practice, green infrastructure: green roofs and  
green walls, / urbanscape, green urban infrastructure on  
the rise – all over the worlds

Εικόνα 4: Biodiversity, Green infrastructure

Εικόνα 5: Hope Talbot , How this Swiss city is using green  
roofs to combat climate change, 2021

Εικόνα 6: Blue-Green team, Is the Sponge City Program (SCP)  
transforming Chinese Cities?, 2020

Εικόνα 7: Blue-Green team, Is the Sponge City Program (SCP)  
transforming Chinese Cities?, 2020

Εικόνα 8: [www.lab.gedidigital.it](http://www.lab.gedidigital.it)

Εικόνα 9: [www.lab.gedidigital.it](http://www.lab.gedidigital.it)

Εικόνα 10: Luisa Sturiale, Alessandro Scuderi, The Role of  
Green Infrastructures in Urban Planning for Climate  
Change Adaptation, 2019

Εικόνα 11: Luisa Sturiale, Alessandro Scuderi, The Role of  
Green Infrastructures in Urban Planning for Climate  
Change Adaptation, 2019

Εικόνα 12: Luisa Sturiale, Alessandro Scuderi, The Role of  
Green Infrastructures in Urban Planning for Climate  
Change Adaptation, 2019

Εικόνα 13: Luisa Sturiale, Alessandro Scuderi, The Role of  
Green Infrastructures in Urban Planning for Climate  
Change Adaptation, 2019

Εικόνα 14: European Commission, The forms and functions of  
green infrastructure, <https://ec.europa.eu/>

Εικόνα 15: Sandesh Adhikari, Urban Heat Island, 2018, Its  
Effects and Mitigation Measures,  
<https://www.publichealthnotes.com/>

- Εικόνα 16: Sandesh Adhikari, Urban Heat Island, 2018, Its Effects and Mitigation Measures, <https://www.publichealthnotes.com/>
- Εικόνα 17: Usgs, Evapotranspiration is the sum of plant transpiration and evaporation, <https://www.usgs.gov>
- Εικόνα 18: V. Prodanovic, A. Wang, A. Deletic, Assessing water retention and correlation to climate conditions of five plant species in greywater treating green walls, 2019, <https://www.sciencedirect.com/>
- Εικόνα 19: (δημιουργία ιδίας)
- Εικόνα 20: Emmanuelle Cohen-Shacham, Nature-based Solutions to address global societal challenges, 2016, Ελβετία
- Εικόνα 21: ThinkNature, Dresden - NBS for sustainable urban transition,
- Εικόνα 22: FBS, Types of Green Walls, <https://efb-greenroof.eu/green-wall-basics>.
- Εικόνα 23: Fytogreen, Shore School PE Centre, 2020
- Εικόνα 24: (Δημιουργία Ιδίας),
- Εικόνα 25: Kate Andrews, Pasona *Urban farm by Kono Designs*, 2013
- Εικόνα 26: : David Keys, The biggest wonder about the Hanging Gardens of Babylon? They weren't in Babylon, 2013, <https://www.independent.co.uk>
- FBS, Types of Green Walls, <https://efb-greenroof.eu/green-wall-basics>
- Εικόνα 27: (δημιουργία ιδίας)
- Εικόνα 28: Vertical Garden Patrick Blanc, L' Oasis D' Aboukir, Paris, 2013, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>
- Εικόνα 29: Richard Hindle, Reconstructing the 'Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938)', 2012, <http://grahamfoundation.org/>
- Εικόνα 30: Vertical Garden Patrick Blanc, L' Oasis D' Aboukir, Paris, 2013, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>
- Εικόνα 31: Arch daily, Los Cabos International Convention Center / FR-EE / Fernando Romero Enterprise, 2014,
- Εικόνα 32: Vertical Garde, Patrick Blanc, Drew School <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/>
- Εικόνα 33: Nina Mason, Living wall installed at London primary school to fight air pollution, 2019

- Εικόνα 34: Caroline Chiquet, John W. Dover, Paul Mitchell, Birds and the urban environment: the value of green walls, 2012
- Εικόνα 35: Kyra Koch, Tess Ysebaert, Siegfried Denys, Roeland Samson, Urban heat stress mitigation potential of green walls: A review, 2020
- Εικόνα 36: Biotope, Integrated Benefits of Outdoor Living Walls,
- Εικόνα 37: The Architects' Journal, Learning from a Dead Living Wall, 2009  
ANS Global, ANS Exterior Solutions Product Guide, 2021, [ansgroupglobal.com](http://ansgroupglobal.com)
- Εικόνα 38: Mark Lundegren, Green Walls Vs. Green Facades, 2016
- Εικόνα 39: Tabassom Safikhani, Mohammad Baharvand, Aminatuzuhariah Megat Abdullah, Dilshan Remaz Ossen, 2014
- Εικόνα 40: 14 Ghofran M.J.A.Salah, AnnaRomanov, Life cycle assessment of felt system living green wall: Cradle to grave case study, 2021
- Εικόνα 41: Stefania Anna Palermo, Michele Turco, Green Wall systems: where do we stand?, 2013
- Εικόνα 42: 1
- Εικόνα 43: 2
- Εικόνα 44: 3
- Εικόνα 45: Davide Fiammenghi, Si viaggia, La Biblioteca degli Alberi: il parco più innovativo del mondo si trova in Italia, 2015, <https://siviaggia.it/>
- Εικόνα 46: Επεξεργασία ιδίας
- Εικόνα 47: Google earth
- Εικόνα 48: ArchDaily, Bosco Verticale / Boeri Studio, 2015
- Εικόνα 49: Ashita Parekh, The Bosco Verticale, 2014
- Εικόνα 50: Saravanan J., M. Jayadurgalakshmi, R. Karthickraja, China's Nanjing VS India's Delhi – A perspective for vertical forest, 2017
- Εικόνα 51: Vertical Garden Patrick Blanc, Caxia Forum, Madrid, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>
- Εικόνα 52: Vertical Garden Patrick Blanc, Caxia Forum, Madrid, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>



Εικόνα 53: Google Earth | Επεξεργασία ιδίας

Εικόνα 54: Vertical Garden Patrick Blanc, Caxia Forum, Madrid,  
<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>

Εικόνα 55: Google Earth | Επεξεργασία ιδίας

Εικόνα 56: Vertical Garden Patrick Blanc, Caxia Forum, Madrid,  
<https://www.verticalgardenpatrickblanc.com>

Εικόνα 57: Georgia Clark, Urban forests: Melbourne's plan to  
green the city, 2019,  
[https://www.governmentnews.com.au/urban-forests-  
melbournes-plan-to-green-the-city/](https://www.governmentnews.com.au/urban-forests-melbournes-plan-to-green-the-city/)

Εικόνα 58: Karyn Bosomworth, Planning for a cooler future:  
Green infrastructure to reduce urban heat, 2014



## Πρόληψη

Τι είναι και πώς λειτουργούν οι κατακόρυφες κηπεύσεις; Ποιες είναι οι δυνατότητες που προσφέρουν στην αναδιαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου; Πριν από λίγα χρόνια οι πόλεις περιβάλλονταν από εκτάσεις αγροτικών περιοχών. Στις μέρες μας, οι αγροτικοί πληθυσμοί μειώνονται και τα αστικά κέντρα πληθαίνουν με αποτέλεσμα την επέκτασή τους. "Οι κατακόρυφες κηπεύσεις θεωρούνται ένα στοιχείο ενσωματωμένο στο σχεδιασμό κτιρίων χρησιμοποιώντας νέες τεχνικές." Η μαζική αστική ανάπτυξη σε συνδυασμό με τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή νέων κτιριακών μονάδων, τα οποία συγκρατούν αποτελεσματικά τη θερμότητα, δημιουργούν αδιαπέραστες επιφάνειες, επηρεάζοντας έτσι το τοπικό κλίμα των πόλεων. Η χρήση της βλάστησης αποδεικνύεται ότι έχει σημαντικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον, επηρεάζοντας σημαντικά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τα επίπεδα θορύβου, την ποιότητα του αέρα, την ψυχολογία και υγεία των ανθρώπων καθώς και την οικονομικούς παράγοντες όσον αφορά την κτηριακή κλίμακα. Στο φάσμα των πράσινων υποδομών δίνεται βαρύτητα στις κατακόρυφες κηπεύσεις συγκεκριμένα, δίνονται παραδείγματα κατακόρυφων κηπεύσεων σε 3 κλίμακες: στην κτίριο, στο δημόσιο χώρο και στο δίκτυο πράσινων υποδομών και οδηγούμαστε στα συμπεράσματα από μια σειρά αστικών μεταλλάξεων.