



ΙΟΥΝΙΟΣ 2022

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΦΥΤΕΥΣΗ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ. Δυνατότητες και προοπτικές στον Ελληνικό αστικό ιστό.



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ – ΤΖΗΜΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΜΑΝΔΑΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επεξεργασία Εξωφύλλου: Η. Μ. – Τ. Φ.

Εικόνα εξωφύλλου: Yucca Magazine #7, 2015



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Κατακόρυφη φύτευση στα κτίρια.
Δυνατότητες και προοπτικές στον Ελληνικό αστικό ιστό.**

Integration of Vertical Planting in Buildings.
Possibilities and Perspectives for the Greek Urban Fabric.

Επιμέλεια: Ηλιοπούλου Μαρία - Τζήμος Φίλιππος

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Μανδαλάκη Μαρία

Χανιά, Ιούνιος 2022

Ευχαριστούμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Μανδαλάκη Μαρία για την πολύτιμη καθοδήγησή της, το ενδιαφέρον της και το χρόνο που μας αφιέρωσε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της ερευνητικής εργασίας.

Ευχαριστούμε ακόμα, τους γονείς μας και τους φίλους μας, που μας υποστήριξαν και μας ενθάρρυναν όλα αυτά τα χρόνια κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

Περίληψη

Κάθε ζωντανός οργανισμός έτσι και ο άνθρωπος αποτελεί και πρέπει να αποτελεί μέρος της φύσης και να ζει αρμονικά με αυτή ώστε να επιτυγχάνει την ευημερία του. Στη σύγχρονη εποχή, και ειδικότερα μέσα στις πόλεις, το φυσικό στοιχείο υπολείπεται δραματικά του δομημένου περιβάλλοντος.

Σε αυτή την εργασία εξετάζουμε την διττή φύση των ωφελειών που προσδίδει το φυσικό στοιχείο στις πόλεις, η οποία αφορά στη βελτίωση της φυσικής και πνευματικής κατάστασης του ανθρώπου και παράλληλα στην επίλυση αστικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του φυσικού στοιχείου είναι ότι μπορεί να συμβάλει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που προέρχονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η βλάστηση ως φυσικό στοιχείο, συνδυάζει επίσης πολλές από τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αφού μπορεί να συνεισφέρει στη θερμική άνεση, στην εξοικονόμηση ενέργειας και, στον καθαρό αέρα.

Ως προς την επίτευξη της επανασύνδεσης του ανθρώπου με τη φύση, για την απολαβή αυτών των ωφελειών, μελετάμε την κατακόρυφη φύτευση στα κτίρια ως το ιδανικότερο μέσο που μπορεί να την εντάξει στο σύγχρονο πυκνοδομημένο αστικό ιστό. Η κατακόρυφη φύτευση είναι ικανή να προάγει την βιωσιμότητα του ανθρώπου στα κτίρια και κατ' επέκταση στις πόλεις, εκμεταλλευόμενη τις κτιριακές επιφάνειες με όλες τις επιπλέον δυνατότητες που αυτό μπορεί να προσδώσει.

Αναλύουμε τις πρακτικές εφαρμογές της κατακόρυφης φύτευσης ώστε να γίνουν σαφείς οι μελλοντικές δυνατότητές της. Μέσα από αυτή την αναζήτηση γίνεται κατανοητό ότι η φιλοσοφία αυτή μπορεί να σημειώσει πρόοδο και στις ελληνικές πόλεις, προσαρμοσμένη στο μεσογειακό κλίμα και στις δυνατότητες της χώρας.

Abstract

Every living organism including humans are part of nature and must live in harmony in order to succeed in prosperity. In modern times, especially in cities there is a dramatic lack of nature due to housing and construction.

This project examines the double benefits of nature in cities. The first being, humans improving mentally and physically and the second, seeking solutions to urban and environmental problems. The special characteristic of nature is that it can contribute to the decrease in the environmental burdens that come directly from human activity. Therefore, vegetation combines many principles of bioclimatic design, since it can provide thermal comfort, conservation of energy and fresh air.

In order for man to reconnect directly to nature successfully we study integration of vertical planting in buildings as the best method to in-cooperate modern dense urban fabric. Vertical planting is capable of promoting sustainable buildings and cities. It also takes full advantage of the surface of the building with all the capabilities it can offer.

We analyze vertical planting to comprehend its future capabilities. Through this quest, it is clear that this philosophy can proceed successfully in Greek cities which are adapted to the Mediterranean climate and also to its country's capabilities.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	
1.1 Αφορμή/ Σκοπός της έρευνας	7
1.2 Βασικά ερωτήματα της έρευνας	9
1.3 Μεθοδολογία	10
1.4 Ορισμοί βασικών εννοιών	11
1.5 Προβληματισμοί σε σχέση με την περιβαλλοντική και βιοκλιματική διάσταση του αστικού ιστού	13
1.6 Η συνεισφορά της φύσης στον αστικό ιστό και η εναλλακτική μορφή ένταξής της	19
2. Ιστορική αναδρομή. Από τις απαρχές της σχέσης της φύτευσης με το κτισμένο περιβάλλον και ειδικότερα το κτίριο, έως τα Κατακόρυφα δάση	
2.1 Οι πράσινες στέγες σε χώρες του Βορρά	20
2.1.1 Οι αρχαίες στέγες από φυσικό χλοοτάπητα (sod roofs) – Συμβίωση του ανθρώπου με τη φύση	20
2.1.2 Οι νεολιθικές κατασκευές της Ιρλανδίας – Σεβασμός για τη φύση	22
2.2 Η εναλλακτική χρήση της φύτευσης στα Ζιγκουράτ της Μεσοποταμίας – Θαυμασμός για το φυσικό στοιχείο	23
2.3 Από την αποστασιοποίηση του κτισμένου από τη φύση στην γεωμετριοποίηση του τοπίου	24
2.4 Η αξιολόγηση της φύσης τον 18ο και 19ο αιώνα	25
2.5 Ιαπωνία – Η άλλη προσέγγιση	27
2.5.1 Ιαπωνία – Σχέση φύσης και αρχιτεκτονικής	27
2.5.2 Από την παράδοση στη σύγχρονη αρχιτεκτονική	28
2.6 Οργανική αρχιτεκτονική - Η άρρηκτη σχέση κτιρίου και φύσης	30
2.7 Πρώιμη μοντέρνα αρχιτεκτονική	31
2.8 Η φιλοσοφία της κατακόρυφης φύτευσης τον 20ο και 21ο αιώνα	33
3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που συναντώνται σε βιοκλιματικά κτίρια με ένταξη τεχνολογίας κατακόρυφης φύτευσης, συγκριτικά με τα συμβατικά βιοκλιματικά κτίρια	
3.1 Πλεονεκτήματα	36
3.1.1 Θετική επίδραση στην φυσική και ψυχική υγεία - εὐ ζῆν	36
3.1.2 Θετική επίδραση στις οσμές	38
3.1.3 Ανθεκτικότητα κατασκευής	39
3.1.4 Προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία	39
3.1.5 Μικροκλίμα και κτιριακή ενεργειακή απόδοση	40
3.1.6 Αστική γεωργία	41
3.1.7 Ενίσχυση της βιοποικιλότητας	41
3.2 Μειονεκτήματα	42
3.2.1 Κόστος κατασκευής και συντήρησης	42
3.2.2 Απαιτήσεις σε άρδευση	43
4. Ανάλυση κατηγοριών κτιρίων με ενσωμάτωση κατακόρυφης φύτευσης και μηχανισμοί βλάστησης	
4.1 Κατηγορίες κατακόρυφης φύτευσης	45
4.1.1 Φυτεμένο Δώμα	45
4.1.2 Πράσινοι Τοίχοι	48
4.1.3 Κατακόρυφο Δάσος	52
4.1.4 Κατακόρυφη φύτευση σε υφιστάμενα κτίρια	55
4.2 Τεχνικές άρδευσης-συντήρησης κατακόρυφης φύτευσης	57
4.3 Επιλογή φυτών ανά κατηγορία κατακόρυφης φύτευσης	59
5. Ενσωμάτωση κατακόρυφης φύτευσης στον ελληνικό αστικό ιστό	
5.1 Η κατακόρυφη φύτευση ως λύση που προσαρμόζει τα οφέλη της φύσης στις σύγχρονες ελληνικές μεγαλουπόλεις	61
5.2 Κλίμα Ελλάδος	62

5.3	Τα πλεονεκτήματα της κατακόρυφης φύτευσης σε σχέση με το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδος	63
5.4	Η τεχνολογία της κατακόρυφης φύτευσης στα νέα και υφιστάμενα κελύφη	64
5.4.1	Παραδείγματα/ Προτάσεις κτιρίων με τεχνολογία κατακόρυφης φύτευσης	64
5.4.2	Συμπεράσματα για την πόλη της Αθήνας	69
6.	Συμπεράσματα/ Αφορμή για σκέψη	70

1. Εισαγωγή

1.1 Αφορμή/ Σκοπός της έρευνας

Το αποτύπωμα του ανθρώπου στο αστικό και φυσικό περιβάλλον και η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελούν δύο αλληλένδετα στοιχεία που απασχολούν σε μεγάλο βαθμό την παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία χρόνια καθώς φαίνεται να επηρεάζουν όλο ένα και περισσότερο τον πλανήτη και κατ' επέκταση την ζωή του ανθρώπου, την υγεία και την ψυχολογία του. Το πρόβλημα επιδεινώνεται ασύμμετρα, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον των μεγαλουπόλεων, όπου η έντονη δραστηριότητα και η αυξανόμενα πυκνή δόμηση κυριαρχούν.

Η **απουσία, ή και η έλλειψη του φυσικού στοιχείου από το αστικό περιβάλλον** αποτελεί ένα ακόμα μείζον πρόβλημα που παράλληλα υποδηλώνει την απομάκρυνση του ανθρώπου από την φύση, ο οποίος έχει ξεχάσει τις ευεργετικές της ιδιότητες. Είναι γεγονός ότι αυτή η έλλειψη μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο προς τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης καθημερινότητας. Ως επιμελητές της εργασίας, που έχουμε την τύχη να βιώνουμε τους δύο «κόσμους», φύση και πόλη, έκαστους στο σύνολό τους, μας κινεί το ενδιαφέρον **η αντίθεση** που τους χαρακτηρίζει, τόσο σε φαινομενικό όσο και βιωματικό επίπεδο. Σε αυτή την κατεύθυνση παρατηρούμε ότι σταδιακά ο άνθρωπος παραλείπει να αναζητήσει φυσικούς τρόπους για να λύσει τα προβλήματα, τα οποία ουσιαστικά πηγάζουν και από την αποκοπή του από τη φύση. Θεωρούμε ότι αυτή η σχέση είναι αναντικατάστατη και αποτελεί τελικά μονόδρομο στη δημιουργία των καταλληλότερων συνθηκών για την καλύτερη ποιότητα ζωής και την ανάπτυξη του ανθρώπου. Η ύπαρξη οριζόντιας βλάστησης (στο επίπεδο του εδάφους), δεν σημαίνει απαραίτητα ότι ο πολίτης αλληλεπιδρά άμεσα μαζί της, γιατί στις περισσότερες των περιπτώσεων δεν αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς του. Για παράδειγμα, οι κάτοικοι των πολυκατοικιών λόγω υψομετρικής διαφοράς από το έδαφος, δεν έχουν άμεση συσχέτιση με το φυσικό στοιχείο.

Από τη θεωρία στην πράξη, από το βίωμα στην επιστήμη, ως μελλοντικοί αρχιτέκτονες μας δίδεται η ευκαιρία να γίνουμε οι ίδιοι εμπνευστές της πραγματικότητας και να αναζητήσουμε λύσεις που να διαχειρίζονται με έναν πρωτοποριακό και έξυπνο τρόπο τη φύση, ως αρχιτεκτονικό εργαλείο, προς όφελος του ανθρώπου. Ο κατάλληλος προσανατολισμός, τα επιλεγμένα υλικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η ανακύκλωση αποτελούν στοιχεία μείζονος σημασίας για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Προκειμένου να ολοκληρωθεί αυτή η φιλοσοφία-προσέγγιση δε θα μπορούσε να λείπει το φυσικό στοιχείο. Όσο περισσότερο ταυτίζεται η φύση με το βιοκλιματικό σχεδιασμό και αποτελεί μέρος του, και όσο περισσότερη κάλυψη αποκτά μέσα στην πόλη, καταφέρνουμε να δημιουργήσουμε μια βιώσιμη καθημερινότητα αρχικά στην μικρή-κτιριακή κλίμακα και κατ' επέκταση σε ολόκληρο το αστικό σύνολο, αφού το κτίριο αποτελεί το κύριο δομικό στοιχείο της πόλης και άρα, **πράσινα κτίρια ισοδυναμούν με πράσινη πόλη.**

Η κατακόρυφη φύτευση θεωρείται ένας από τους πιο σημαντικούς και αποτελεσματικούς τρόπους να ξαναεισάγουμε την φύση μέσα στην πόλη. Η συγκεκριμένη φιλοσοφία αφορά στη δημιουργία **του ιδιου του κτιρίου ως φυτεμένη ζώνη** εκτός από τη μέχρι στιγμής οριζόντια φύτευση που το περιβάλλει. Θεωρούμε ότι η μεγάλη αύξηση της φυτεμένης επιφάνειας αποτελεί προτεραιότητα, καθώς ο όρος πόλη είναι συνυφασμένος με την πυκνή δόμηση με αποτέλεσμα η επιθυμητή αναλογία πρασίνου ως προς έκταση γης να είναι αδύνατο να επιτευχθεί, εκτός και αν πρόκειται για περιοχή που δεν αποτελεί πόλη. Επιπλέον η κατακόρυφη φύτευση διευκολύνει την ύπαρξη ελεύθερων χώρων στο οριζόντιο επίπεδο διότι δεν καταλαμβάνει καθόλου χώρο μέσα στο δομημένο περιβάλλον και δεν επηρεάζει τις άλλες χρήσεις για τις οποίες ίσως προορίζονται κάποιοι ανοιχτοί χώροι στις πόλεις. Σε κάθε περίπτωση δε μπορούμε να παραβλέψουμε ότι υπάρχει η ανάγκη για αυτή τη βιοκλιματική φιλοσοφία δόμησης λόγω των διαφορετικών πλεονεκτημάτων που έχει σε σύγκριση με την οριζόντια φύτευση γενικότερα. Ο ρόλος του κτιρίου ως μονάδα φυτεμένης ζώνης αναλαμβάνει διαφορετικό ρόλο κάλυψης αναγκών σε σχέση με τη

δημιουργία ενός μεγάλου πάρκου ή βλάστησης στα πεζοδρόμια της πόλης. Ένας από αυτούς τους ρόλους είναι η ανάκτηση της ποσότητας βλάστησης που αποψιλώθηκε για την δόμηση σε μία επιφάνεια, κάτι το οποίο δε θα έπρεπε να στερεί από το περιβάλλον και τον άνθρωπο η περιοχή η οποία κτίστηκε για να κατοικεί.

Σκοπός της έρευνας είναι να μελετήσουμε και να αναλύσουμε τεχνικές και τύπους κτιρίων που πέρα από τις συνήθεις βιοκλιματικές αρχές αξιοποιούν ταυτόχρονα και το φυσικό στοιχείο ως παθητικό σύστημα για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας σε κτίριο και πόλη. Επικεντρωνόμαστε στην αξιοποίηση της φύσης γιατί θεωρούμε αξιοσημείωτο το γεγονός ότι επηρεάζει και τον τομέα της σωματικής και ψυχικής υγείας του ανθρώπου, καθώς από μια εμπειρική σκοπιά, συμπεραίνουμε ότι είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο μας ελκύει η επαρχία ως τόπος απόδρασης από την πόλη. Με αυτό το τρόπο έχουμε παράλληλο στόχο, την προώθηση της μετάβασης από την ιδέα της βιωσιμότητας στην ιδέα της βιοποικιλότητας, την οποία θεωρούμε απαραίτητη για όλους μας.

Έχουμε παρατηρήσει ότι πέρα από τις διαφορετικές ανάγκες που μπορεί να έχει ο κάθε αστικός ιστός, πολλά από τα ζητήματα συναντώνται και στις **ελληνικές μεγαλουπόλεις**, όπως το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, η έντονη ρύπανση, η έλλειψη ελεύθερων χώρων πρασίνου και η δυσανάλογη κατανομή δομημένου εις βάρος του αδόμητου. Εν κατακλείδι, επικεντρωνόμενοι στο δομικό στοιχείο των πόλεων, τα κτίρια, σπεύδουμε να προτείνουμε προσαρμοσμένους, στον ελλαδικό χώρο, κτηριακούς τύπους και τεχνικές ως προς την αντιμετώπιση των προαναφερθέντων ζητημάτων με στόχο την επανασύνδεση του ανθρώπου με την φύση και τη βιοποικιλότητα.

1.2 Βασικά ερωτήματα της έρευνας

Η έρευνα γίνεται βάσει των παρακάτω ερωτημάτων:

1) Πως ενισχύει η φύτευση το βιοκλιματικό σχεδιασμό και το σχεδιασμό των πόλεων;

Θα αναφέρουμε τα περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στη δραστηριότητα του ανθρώπου και τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις τους. Αναφέρουμε τις δυνατότητες που έχει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και πως μπορεί να εφαρμοστεί ευρύτερα, καθώς δεν αξιοποιείται πάντα αποτελεσματικά και με το βέλτιστο τρόπο προς τη λύση ορισμένων προβλημάτων. Εισάγεται η έννοια της κατακόρυφης φύτευσης, ως λύση σε πολλά από τα προβλήματα της πόλης και ως ένα ισχυρό εργαλείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού με μελλοντικές προοπτικές.

2) Υπάρχει η ανάγκη του σύγχρονου ανθρώπου να έρθει πιο κοντά με τη φύση στο δομημένο περιβάλλον του; Με ποιο τρόπο βοηθάει η κατακόρυφη φύτευση προς αυτή την κατεύθυνση;

Το πράσινο σε μεγαλύτερο εύρος στις πόλεις δεν είναι μόνο ένα βιοκλιματικό σύστημα για την αρχιτεκτονική. Συνδέει τον άνθρωπο άμεσα μαζί της. Θα ερευνήσουμε το γιατί εκτός από τα μακροπρόθεσμα περιβαλλοντικά οφέλη ο σύγχρονος άνθρωπος χρειάζεται άμεσα αυτή την επαφή και πώς αυτή συνδέεται με τους προσωπικούς σκοπούς της ζωής του.

3) Ποιες είναι οι πρακτικές εφαρμογές της κατακόρυφης φύτευσης στο δομημένο περιβάλλον και πως λειτουργούν ως ξεχωριστό εργαλείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού;

Έχοντας αναγνωρίσει τη διττή σημασία της ένταξης της κατακόρυφης φύτευσης στις πόλεις, αναζητάμε τους τρόπους που μπορεί να υπάρξει στη σύγχρονη πόλη ώστε να κατανοήσουμε τις δυνατότητές του σχεδιασμού της.

4) Πως μπορεί να ενταχθεί η κατακόρυφη φύτευση στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας;

Οι ελληνικές πόλεις αποτελούν ξεχωριστή περίπτωση αστικοποίησης όσον αφορά τα μορφολογικά και αναπτυξιακά τους χαρακτηριστικά.¹ Ανάλογα με τις ανάγκες και τις δυνατότητες της χώρας σκοπεύουμε να αναδείξουμε τα πλεονεκτήματα και τις ανάγκες του πρωτοποριακού αυτού τρόπου φύτευσης στην Ελλάδα και τις προοπτικές που έχει για το μέλλον.

¹ Ευαγγελία Αθανασίου, Πόλη + Φύση: Θεωρήσεις της φύσης στον πολεοδομικό σχεδιασμό, ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2015, σελ.192

1.3 Μεθοδολογία

Προκειμένου να μελετηθεί εις βάθος το συγκεκριμένο θέμα, κρίνεται απαραίτητο να ακολουθήσουμε μία συλλογιστική πορεία η οποία παραθέτει πληροφορίες, συμπεράσματα και πορίσματα με λογική αλληλουχία. Η πορεία που ακολουθούμε παρουσιάζει τους λόγους για τους οποίους η φύτευση στα κτίρια, ως βιοκλιματική αναβάθμιση του κτιρίου και της πόλης γενικά, πρέπει και μπορεί να επανασυνδέσει τον άνθρωπο με τη φύση. Η αναζήτηση της πληροφορίας έγινε κυρίως μέσω βιβλιογραφικής και διαδικτυακής έρευνας. Παράλληλα, η βιωματική εμπειρία και οι προσωπικές μας θέσεις, συντέλεσαν σημαντικά στη συγγραφή της εργασίας.

Στην **εισαγωγή** παραθέτουμε τις συνθήκες της υπάρχουσας κατάστασης υπό το πρίσμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Δεδομένου ότι θα κινηθούμε σε λύσεις που προτείνει το συγκεκριμένο πεδίο, θα αναφέρουμε τα προβλήματα που μπορούν να επιλυθούν μέσω της κατάλληλης διαχείρισης της φύτευσης ως εργαλείο του σχεδιασμού.

Αρχικά είναι χρήσιμη μία **ιστορική αναδρομή** ώστε να τοποθετήσουμε την σύγχρονη κατάσταση της φύτευσης στις πόλεις, σε ένα υπόβαθρο. Μας ενδιαφέρει το πότε ο άνθρωπος απομακρύνθηκε από τη φύση, για ποιους λόγους, και εάν προσπάθησε να την εντάξει στη ζωή του κάποιες χρονικές περιόδους. Επίσης βλέποντας πώς αντιμετωπίζει ο κάθε πολιτισμός τη φύση της περιοχής στην οποία κατοικεί αντιλαμβανόμαστε τις προκλήσεις που αντιμετώπιζε και τις λύσεις που σχεδίαζε για να επιλύσει διάφορα προβλήματα. Η ιστορική αναδρομή επομένως σκιαγραφεί ένα υπόβαθρο και γνωστοποιεί τη σχέση ανθρώπου στο δομημένο περιβάλλον του με τη φύση, από παλιά μέχρι σήμερα, ώστε να γνωρίζουμε τι θέλουμε να αλλάξουμε στο παρόν και το μέλλον όσον αφορά την **οριοθέτηση** της φύσης σε σχέση με το χτισμένο.

Στη συνέχεια αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της φύτευσης στα κτίρια, τα οποία είναι αισθητά και σε κλίμακα πόλης. Σε αυτό το σημείο αναφέρεται παράλληλα η ανάγκη που υπάρχει για να έρθει ο άνθρωπος πιο κοντά με τη φύση.

Επομένως έχοντας αναπτύξει ότι η ίδια η φύση είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, που μπορεί να καλύψει τον άνθρωπο και να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες για τη διαβίωσή του, αναφέρουμε με ποιες τεχνικές το επιτυγχάνει και σε τι βαθμό είναι διαχειρίσιμη από τον άνθρωπο. Με αυτό τον τρόπο γίνεται κατανοητό ότι μπορούν να αναπτυχθούν και άλλες προοπτικές σε αυτόν τον τομέα για να την εντάξουμε στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Αναφέρουμε ως παράδειγμα την περίπτωση της Ελλάδας και τα πλεονεκτήματα που έχουμε αν προσαρμόσουμε τη φύτευση στο μεσογειακό της κλίμα σε καινούρια αλλά και υφιστάμενα κτίρια.

1.4 Ορισμοί βασικών εννοιών

Βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη:

Πρόκειται για μια ευρεία έννοια με πολυδιάστατο χαρακτήρα που έχει ως στόχο να ικανοποιεί τις οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές ανάγκες της κοινωνίας με τρόπο που να εξασφαλίζει ευημερία σε βραχυπρόθεσμο, μεσοπρόθεσμο και πρωτίστως μακροπρόθεσμο επίπεδο. Βασική αρχή της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η ανταπόκριση στις σημερινές ανάγκες χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ευημερία των επερχόμενων γενεών καθώς και η εναρμόνιση του ανθρώπου με το περιβάλλον του. Πρακτικά αυτό σημαίνει τη δημιουργία συνθηκών για μακροπρόθεσμη οικονομική ανάπτυξη με ταυτόχρονη εξασφάλιση διατήρησης φυσικών πόρων και προστασίας του περιβάλλοντος.²

Ζωντανοί τοίχοι (Living walls): είναι οι πράσινοι τοίχοι στους οποίους η βλάστηση που καλύπτει την κατακόρυφη επιφάνεια, αναπτύσσεται ομοιόμορφα κατά μήκος της.

Θερμική άνεση:

Με τον όρο θερμική άνεση εννοούμε τις συνθήκες άνετης διαβίωσης μέσα στο κτήριο. Χαρακτηρίζεται ως μια μεταβλητή σχέση του ανθρώπου με το γύρω περιβάλλον του που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία του αέρα και την σχετική υγρασία. Επίσης επηρεάζεται από τον μεταβολισμό του ανθρώπου, την ηλικία, την ένδυση την δραστηριότητα του κτλ. Παραδείγματος χάρη, ένας εργαζόμενος σε γραφείο με μέτρια δραστηριότητα και ντυμένος αισθάνεται άνετα στους 20° C. Από την άλλη, ένας μαθητής σχολείου, λόγω αυξημένης δραστηριότητας και μεταβολισμού, αισθάνεται πιθανότατα άνετος στους 18° C. Στην περίπτωση της κατοικίας μπορεί να αισθάνεται άνετα κανείς και στους 25° C.

² https://el.wikipedia.org/wiki/Αειφόρος_ανάπτυξη

Θερμομόνωση:

Ο όρος θερμομόνωση δηλώνει την προστασία μια κατασκευής με διάφορες μεθόδους ή υλικά για την αποφυγή θερμικών απωλειών.

Κατακόρυφη φύτευση:

Με τον όρο κατακόρυφη φύτευση, εννοούμε οποιαδήποτε μορφή βλάστησης εντάσσεται και αναπτύσσεται καθ' ύψος στα κτίρια, με λογική κελύφους, σε σημεία όπως τους τοίχους, τα δώματα και τους προβόλους.

Κατακόρυφο δάσος (Vertical forest):

Με τον όρο κατακόρυφο δάσος εννοούμε σε γενικές γραμμές, τυπολογίες κτιρίων, κατά βάση υψηλής δόμησης, που έχουν ως βασικό στοιχείο την ένταξη βλάστησης, με κυρίαρχη την ενσωμάτωση της στους προβόλους. Τα κάθετα δάση έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τον σχεδιασμό υποδομών για ένταξη υψηλής βλάστησης, δηλαδή δέντρων, σε συνδυασμό με περαιτέρω μηχανισμούς άρδευσης ακολουθώντας παράλληλα αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Μικροκλίμα:

Είναι όρος που προέρχεται από την μετεωρολογία και χρησιμοποιείται για την περιγραφή των ιδιαίτερων ατμοσφαιρικών συνθηκών σε μια περιοχή μικρής έκτασης. Τα τελευταία χρόνια ο όρος χρησιμοποιείται και για την περιγραφή των ειδικών

κλιματικών συνθηκών που αναπτύσσονται και καταγράφονται μέσα σε κλειστούς χώρους.³

Οριζόντια φύτευση:

Στην παρούσα εργασία, με τον όρο οριζόντια φύτευση εννοούμε την βλάστηση που αναπτύσσεται στην επιφάνεια του έδαφους.

Παθητικά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού:

Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό με τον όρο παθητικά συστήματα εννοούμε βασικά σχεδιαστικά στοιχεία που αποτελούν δομικό στοιχείο των κτιρίων, λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα και παροχή ενέργειας, και έχουν ως στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση και δροσισμό.⁴

Πράσινες προσόψεις (Green facades):

Είναι οι πράσινοι τοίχοι που βασίζονται στη λογική της εφαρμογής αναρριχόμενων ή κρεμαστών φυτών κατά μήκος του τοίχου.

Πράσινες στέγες – Φυτεμένα δώματα – Φυτοδώματα:

Με τους παραπάνω όρους εννοούμε την ένταξη βλάστησης στις στέγες ή τις ταράτσες των κτιρίων ως προς την επίτευξη διαφόρων λειτουργιών, ανάλογα τον τύπο της κατασκευής, ξεκινώντας από την παροχή θερμομόνωσης, μέχρι και την δημιουργία κήπων.

Πράσινοι τοίχοι (Green walls):

Ονομάζονται όλα τα συστήματα που ενσωματώνουν τη φύτευση σε μία κατακόρυφη επιφάνεια (προσόψεις, τοίχοι, διαχωριστικά τοιχώματα), συμπεριλαμβανομένων των λύσεων με φυτά που τοποθετούνται και αναπτύσσονται επάνω ή εντός του τοίχου ενός κτιρίου.

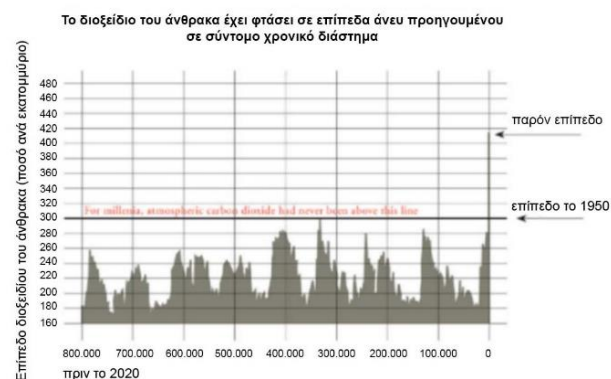
³ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΤΟΜΠΑΖΗΣ, Οικολογική σκέψη και αρχιτεκτονική, εκδ. ΜΕΛΙΣΣΑ, 2010, σελ.207

⁴ <https://www.zerman.gr/bioclimate>

1.5 Προβληματισμοί σε σχέση με την περιβαλλοντική και βιοκλιματική διάσταση του αστικού ιστού

Το αποτύπωμα του ανθρώπου στο αστικό και φυσικό περιβάλλον

Είναι γνωστό ότι κάθε ανθρώπινη επέμβαση που γίνεται στη φύση έχει αντίκτυπο στο κλίμα της γης και δημιουργεί μη αναμενόμενες και συνήθως αρνητικές μεταβολές. Για παράδειγμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η υπερθέρμανση του πλανήτη έχουν



Εικόνα 1: Διάγραμμα επιπέδων διοξειδίου του άνθρακα ανά τα χρόνια

κάποια ανθρωπογενή αίτια τα οποία επηρεάζουν άμεσα τα ανθρώπινα, ζωικά και άλλα, οικοσυστήματα. Οι συνέπειες είναι φανερά αισθητές όταν αναφερόμαστε στη δημιουργία μεγαλουπόλεων, οι οποίες επηρεάζουν τις κλιματικές συνθήκες μίας ευρείας περιοχής. Εκτός από τον παράγοντα της πόλης ως συνιστώσα του προβλήματος, είναι αμφίδρομες οι συνέπειες, τόσο από την πόλη στο περιβάλλον όσο και το αντίστροφο. «Η κλιματική μεταβολή επιφέρει για παράδειγμα μεγάλη αύξηση των θερμοκρασιών το καλοκαίρι, γεγονός που οδηγεί στην αυξημένη χρήση κλιματιστικών, με αποτέλεσμα να επιδεινώνεται το πρόβλημα και να δημιουργείται έτσι ένας φαύλος κύκλος».⁵ Ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να προβλέψει και να αναστρέψει τις αλλαγές που προκαλεί όσον αφορά την κλίμακα της

πόλης, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Γνωρίζοντας όμως ότι όλα ξεκινούν και καταλήγουν στο δίπολο πόλης και φύσης και επιθυμώντας να προλάβουμε εκ νέου μη αναστρέψιμες βλάβες στο περιβάλλον, στρεφόμαστε στη παρούσα εργασία, στις σύγχρονες λύσεις που μας παρέχει η αρχιτεκτονική τοπίου. Οι λύσεις αυτές έχουν ως απώτερο σκοπό την προσθήκη του πρασίνου στις πόλεις σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα απ' ότι συνήθως ώστε να εξισορροπηθεί και να αμβλυνθεί το πρόβλημα του ανθρώπινου αποτυπώματος στο αστικό και φυσικό περιβάλλον με όσο το δυνατό περισσότερο φυσικό και άρα πιο ασφαλή τρόπο.

Προοπτικές κτιριακού τομέα ως προς την καταπολέμηση του αποτυπώματος του ανθρώπου στο αστικό και φυσικό περιβάλλον

Ο κτηριακός τομέας, ως ένας από τους πιο ρυπογόνους τομείς (40% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως), έχει ταυτόχρονα - και συγκριτικά με άλλους παράγοντες μόλυνσης (μεταφορές, παραγωγή κλπ)- από τις μεγαλύτερες δυναμικές για την επίλυση του προβλήματος. Μπορεί να συμβάλει ριζικά στην βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων, καθιστώντας τις φιλικές για το περιβάλλον. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την όσο το δυνατό μεγαλύτερη καθιέρωση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, ιδιαίτερα αυτών που απαρτίζουν τις πόλεις μας.

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός - Βιοκλιματικά κτίρια - Είδη βιοκλιματικών κτιρίων

Προκειμένου να μειωθούν, έως και να εξαλειφθούν οι έντονες εκπομπές και ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων, έχει εξελιχθεί τις τελευταίες δεκαετίες μια νέα προσέγγιση σχεδιασμού, κτιρίων και χώρων, που λαμβάνει υπόψη της, τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας και αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων.⁶

⁵ Μαργαρίτα Καραβασίλη, Κτίρια για έναν Πράσινο Κόσμο, οικολογική δόμηση - βιοκλιματική αρχιτεκτονική, εκδ. Π-SYSTEMS INTERNATIONAL, 1999, σελ.99

⁶ <https://www.zerman.gr/bioclimate>

Ο **βιοκλιματικός σχεδιασμός** (ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική), παρότι θεωρείται ως μια σύγχρονη προσέγγιση, έχει τις ρίζες του στο παρελθόν, στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, η οποία χρησιμοποιεί περιβαλλοντικούς πόρους, ενώ παράλληλα ενσωματώνει και εναρμονίζει το κτίριο με το φυσικό περιβάλλον. Σήμερα, ως «βιοκλιματικός σχεδιασμός νοείται ο σχεδιασμός κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) ο οποίος επιδιώκει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με τη όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη χρήση παθητικών συστημάτων δροσισμού και θέρμανσης. Για το σκοπό αυτό αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, το μικροκλίμα, καθώς και τις ιδιότητες των υλικών δόμησης και αρχιτεκτονικών στοιχείων.»⁷

Κτίρια τα οποία σχεδιάζονται και κατασκευάζονται βάσει του βιοκλιματικού σχεδιασμού ονομάζονται **βιοκλιματικά ή πράσινα κτίρια** (Green Buildings). Τι είναι στην πράξη ένα πράσινο κτίριο και ποιες οι ιδιότητες και τα οφέλη τους στο περιβάλλον, την κοινωνία, και τον άνθρωπο;

Πράσινο κτίριο, είναι ένα κτίριο που σχεδιαστικά, κατασκευαστικά ή και λειτουργικά μπορεί να μειώνει έως και να εξαλείφει τις αρνητικές επιπτώσεις δημιουργώντας θετικές συνθήκες στο κλίμα και στο φυσικό μας περιβάλλον, ενώ παράλληλα διατηρεί πολύτιμους φυσικούς πόρους και καλυτερεύει την ποιότητα ζωής μας. Η πρακτική του Green Building, ουσιαστικά, επεκτείνει και συμπληρώνει τις κλασικές σχεδιαστικές ανησυχίες του κτιρίου σχετικά με την οικονομία, τη χρησιμότητα, την ανθεκτικότητα και την άνεση.

Η βλάστηση διαθέτει ιδιότητες όπως η εξατμισοδιαπνοή, η μόνωση και το φιλτράρισμα του αέρα, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην περαιτέρω βιοκλιματική συμπεριφορά των κτιρίων, και για αυτό μπορεί να ενταχθεί ως ένα από τα συστήματά της. Σε αυτή την εργασία αναγνωρίζουμε τα κτίρια που ενσωματώνουν **την**

κατακόρυφη φύτευση, ως **ξεχωριστή κατηγορία βιοκλιματικών κτιρίων**, ενώ κατά την έρευνά μας διαπιστώνουμε ότι επισήμως δεν αποτελούν προς το παρόν, διαφοροποιημένη κατηγορία. Η κατακόρυφη φύτευση αποτελεί μία τεχνική που μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπροσθέτως, , η κατακόρυφη φύτευση ως βιοκλιματικό μέσο δεν συμβάλει θετικά μόνο σε ό,τι αφορά το κτιριακό βίωμα, αλλά μιλώντας για εκτενή εφαρμογή της, μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις και σε κλίμακα πόλης. Οι αλλαγές αυτές αφορούν στην δημιουργία πράσινων δικτύων εντός των πόλεων, επηρεάζοντας το κλίμα και την αισθητική μια ευρείας περιοχής. Η κατηγορία στην οποία αναφερόμαστε στην παρούσα έρευνα έχει ως ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι μπορεί να αναλάβει ένα σύνολο λειτουργιών που διαθέτουν τα παθητικά βιοκλιματικά συστήματα.

Τα γενικότερα οφέλη των βιοκλιματικών κτιρίων:

Είναι πλέον γεγονός ότι τα πράσινα κτίρια αποφέρουν πληθώρα ωφελειών που παρατηρούνται σε ολόκληρο τον κόσμο και αποτελούν ισχυρό εργαλείο για την καταπολέμηση του προβλήματος της ολοένα αυξανόμενης θερμοκρασίας δημιουργώντας παράλληλα πιο βιώσιμες και ευημερούσες κοινότητες σε πολλαπλούς τομείς.

Τα οφέλη των πράσινων κτηρίων μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες: περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά.

Περιβαλλοντικά οφέλη

Ως γνωστόν, κάποια από τα σημαντικότερα οφέλη που προσφέρουν τα πράσινα κτίρια έχουν να κάνουν με το κλίμα και το φυσικό και αστικό περιβάλλον, αφού όχι μόνο

⁷ https://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων

μειώνουν έως και εξαλείφουν τις αρνητικές επιπτώσεις, αλλά σε πολλές περιπτώσεις έχουν θετικό αντίκτυπο σε αυτό.

Όπως προαναφέρθηκε, ο κτιριακός τομέας έχει, σε παγκόσμιο επίπεδο, τις μεγαλύτερες δυνατότητες για σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με άλλους σημαντικούς τομείς εκπομπών. Βάσει μελετών, για το έτος 2050, ο κτηριακός τομέας θα έχει την δυναμική να εξοικονομεί ενέργεια από 50% και άνω, αποτρέποντας μια τεράστια ποσότητα εκπομπών CO₂, ούτως ώστε να υποστηρίξει τον περιορισμό, του φαινομένου της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας στους 2°C.

Σε κτιριακό επίπεδο, υπάρχουν μελέτες, από αρκετά παραδείγματα εφαρμογής πράσινων κτιρίων σε ολόκληρο τον κόσμο, που φανερώνουν την απόδοσή τους σε θέματα εξοικονόμησης, αυτονομίας και συμβατότητας με το περιβάλλον. Σημαντικό παράδειγμα αποτελούν τα πράσινα κτίρια που επιτυγχάνουν την πιστοποίηση Green Star στην Αυστραλία, τα οποία έχει αποδειχθεί ότι παράγουν 62% λιγότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου από τα μέσα αυστραλιανά κτίρια και 51% λιγότερο πόσιμο νερό από το αν είχαν κατασκευαστεί για να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις της βιομηχανίας. Επίσης, πρότυπα θεωρούνται και τα πράσινα κτίρια που πιστοποιούνται από το Indian Green Building Council (IGBC) που έχουν ως αποτέλεσμα εξοικονόμηση ενέργειας 40 - 50% και εξοικονόμηση νερού 20 - 30% σε σύγκριση με τα συμβατικά κτίρια στην Ινδία.⁸

Οικονομικά οφέλη

Τα πράσινα κτίρια προσφέρουν επίσης μια σειρά από οικονομικά οφέλη. Αυτά περιλαμβάνουν: εξοικονόμηση κόστους στους λογαριασμούς κοινής ωφελείας, για ενοικιαστές ή νοικοκυριά, μέσω της ενεργειακής απόδοσης και της εξοικονόμησης

νερού, χαμηλότερο κόστος κατασκευής και υψηλότερη αξία ιδιοκτησίας για τους κατασκευαστές κτιρίων, αυξημένα ποσοστά πληρότητας για τους ιδιοκτήτες κτιρίων και δημιουργία θέσεων εργασίας.

Σε παγκόσμια στάθμη, τα διεθνή μέτρα ενεργειακής απόδοσης θα μπορούσαν να εξοικονομήσουν περίπου 280 έως 410 δισεκατομμύρια ευρώ σε εξοικονόμηση ενεργειακών δαπανών, που ισοδυναμεί με σχεδόν το διπλάσιο της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ.

Σε επίπεδο χώρας, η πράσινη οικοδομική βιομηχανία μπορεί και προσφέρει πολύ μεγάλο αριθμό θέσεων εργασίας πλήρους απασχόλησης αυξάνοντας σε μεγάλο βαθμό το ΑΕΠ των χωρών. Ειδικότερα, τα βιοκλιματικά κτίρια που εντάσσουν το φυτικό στοιχείο, τα οποία θα αναλύσουμε παρακάτω, φέρνουν νέες ανάγκες και κατ' επέκταση θέσεις εργασίας σε μια καινούρια ειδίκευση στην κηπουρική, τους «ιπτάμενους κηπουρούς».

Σε κτιριακό επίπεδο, οι ιδιοκτήτες κτιρίων αναφέρουν ότι τα πράσινα κτίρια - είτε είναι νέα είτε ανακαινισμένα - αυξάνουν την αξία του ενεργητικού τους κατά 7 τοις εκατό σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια.⁹

Κοινωνικά οφέλη

Τα οφέλη των πράσινων κτιρίων ξεφεύγουν από τα περιβαλλοντικά και οικονομικά ζητήματα, καθώς είναι αποδεδειγμένο ότι έχουν θετικές κοινωνικές επιπτώσεις. Πολλά από αυτά τα οφέλη αφορούν την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων που εργάζονται σε πράσινα γραφεία ή ζουν σε πράσινα σπίτια. Μελέτες μεγάλων επιστημονικών φορέων όπως το πανεπιστήμιο του Harvard και το American Academy of Sleep Medicine, φανερώνουν ότι εργαζόμενοι σε βιοκλιματικά, καλά αεριζόμενα γραφεία με παράθυρα, καταγράφουν αύξηση 101 τοις εκατό στη γνωστική

⁸ <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>

⁹ ο.π.

βαθμολογία, ενώ επίσης παρατηρείται αύξηση ,46 λεπτών κατά μέσο όρο, της διάρκειας του νυχτερινού ύπνου. Τέλος, έρευνες δείχνουν ότι η καλύτερη ποιότητα του εσωτερικού αέρα (χαμηλές συγκεντρώσεις CO₂ και ρύπων και υψηλοί ρυθμοί αερισμού) μπορεί να οδηγήσει σε βελτιώσεις στην εργασιακή απόδοση έως και 8 τοις εκατό.¹⁰

Προβλήματα σύγχρονου και μελλοντικού αστικού ιστού:

Το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής νησίδας

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις για τις σύγχρονες πόλεις και ιδιαίτερα για αυτές με ξηρό και τροπικό κλίμα είναι ο μετριασμός του αστικού φαινομένου θερμικών νησίδων. Η αστική θερμική νησίδα αναφέρεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες πυκνοδομημένων αστικών περιοχών σε σύγκριση με τους υπόλοιπους αστικούς χώρους και τα απομακρυσμένα αγροτικά περιβάλλοντα. Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) των Ηνωμένων Πολιτειών ταξινομεί το φαινόμενο σε δύο κατηγορίες: επιφάνεια και αέρα, με τις θερμοκρασιακές διαφορές που οφείλονται στο φαινόμενο της θερμικής νησίδας να κυμαίνονται από 12- 15 °C. Μελέτες έχουν δείξει ότι μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 1 °C για μια αστική περιοχή θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έως και 8,5%. Η μεγαλύτερη χρήση ενέργειας, έχει επίσης ως αποτέλεσμα περισσότερη ατμοσφαιρική ρύπανση, μεγαλύτερη κατανάλωση πόρων και υψηλότερο κόστος.

¹⁰ <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>

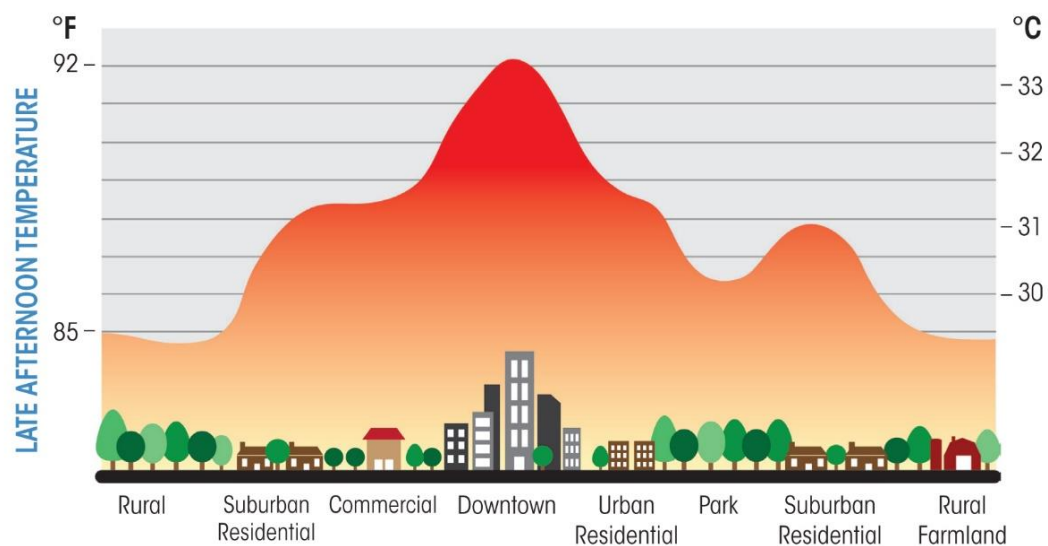
¹¹ I. Karakounos, A. Dimoudi, S. Zoras, The influence of bioclimatic urban redevelopment on outdoor thermal comfort, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Energy and Buildings, εκδ. Elsevier, 2018, σελ.1296

Το φαινόμενο της αστικής νησίδας προκαλείται από την αφαίρεση της βλάστησης και την αντικατάστασή της με υλικά αποθήκευσης περισσότερης θερμότητας, στο κτίριο και στην περιοχή. Αυτά περιλαμβάνουν δρόμους από ασφαλτό και μπετόν, κτίρια και κατασκευές. Η σκίαση των δέντρων και η εξατμισοδιαπνοή (φυσικό φαινόμενο ψύξης) αντικαθίστανται από ανθρωπογενείς δομές που απορροφούν, αποθηκεύουν και στη συνέχεια απελευθερώνουν την ηλιακή ενέργεια. Επιπλέον θερμότητα παράγεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, για κλιματισμό και από τα καύσιμα που καίνε τα αυτοκίνητα. Όσο περισσότερη θερμότητα προστίθεται, τόσο υψηλότερα είναι τα ψυκτικά φορτία, με αποτέλεσμα ακόμη περισσότερη θερμότητα.

Βάσει του Περιβαλλοντολογικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP), ο οικοδομικός τομέας αντιπροσωπεύει το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στις ευρωπαϊκές χώρες, το 36% των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποδίδεται στα κτίρια. Από αυτή την άποψη, οι πράσινες στέγες για παράδειγμα, θεωρούνται μια από τις πιο κατάλληλες βιώσιμες λύσεις για την επίλυση των αστικών ζητημάτων που σχετίζονται με το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Οι στέγες αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 20-25% των συνολικών αστικών επιφανειών. Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί γενικότερα με την παρουσία αστικού πρασίνου (Πράσινοι τοίχοι, Κατακόρυφα δάση) το οποίο δημιουργεί μικροκλίμα και σκιάζει τις επιφάνειες, αποτρέποντάς τες από το να συσσωρεύουν και να αποδίδουν επιπλέον θερμότητα.

¹¹ ¹²

¹² Vaughn Bradshaw, The Building Environment: Active And Passive Control Systems, 3^η εκδ. John Wiley & Sons, σελ.127



Εικόνα 2: Απεικόνιση φαινομένου Αστικής Θερμικής Νησίδας

Ρύπανση αστικού περιβάλλοντος¹³

Η αστικοποίηση και η ταχεία εκβιομηχάνιση ωφέλησαν την ανθρωπότητα και έκαναν τη ζωή των ανθρώπων ευκολότερη και άνετη. Ωστόσο, τόσο η αστικοποίηση όσο και η εκβιομηχάνιση βλάπτουν το περιβάλλον και τον άνθρωπο με την ατμοσφαιρική ρύπανση να καθιστά κορυφαίο παράγοντα.

¹³ Μαργαρίτα Καραβασίλη, Κτίρια για έναν Πράσινο Κόσμο, οικολογική δόμηση - βιοκλιματική αρχιτεκτονική, εκδ. Π-SYSTEMS INTERNATIONAL, 1999

Η αστική ατμοσφαιρική ρύπανση αναφέρεται στη ρύπανση του αέρα που βρίσκεται μέσα και γύρω από τις πόλεις. Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία καθώς και το κλίμα μιας περιοχής. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) 4,2 εκατομμύρια θάνατοι συμβαίνουν κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα της έκθεσης στον ρυπαρό αέρα των πόλεων. Αν και ορισμένες από τις πηγές αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι φυσικές, όπως οι ηφαιστειακές εκρήξεις και η σκόνη από την επιφάνεια της γης, οι περισσότερες από τις πηγές είναι ανθρωπογενείς και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από δραστηριότητες όπως αυτή της βιομηχανίας, των μεταφορών, της οικιακής χρήσης ορυκτών καυσίμων και της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Για αυτό το λόγο, όσο πυκνότερη πληθυσμιακά είναι μία πόλη τόσο μεγαλύτερο ατμοσφαιρικό πρόβλημα αντιμετωπίζει, καθώς πληθαίνουν οι παραπάνω διεργασίες.

Πέραν της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ακόμα μια μάστιγα των σύγχρονων πόλεων αποτελεί το πρόβλημα της ηχορύπανσης, που οφείλεται καθαρά και μόνο σε ανθρωπογενή αίτια, με πρώτο και κυριότερο τις μεταφορές, είτε είναι επίγειες είτε εναέριες, λόγω του ότι θορυβούν καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Ενώ ακολουθούν η βιομηχανίες και τα εργοτάξια.

Στις αστικές περιοχές οι άνθρωποι ζουν και εργάζονται με μεγαλύτερη εγγύτητα στην ηχορύπανση και αυτό μπορεί να επηρεάζει σοβαρά την ποιότητα ζωής τους. Ο επίμονος ή υψηλού επιπέδου θόρυβος οδηγεί σε μια σειρά από άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην υγεία και την ευημερία των πολιτών. Για τους περισσότερους ανθρώπους η διαταραχή του θορύβου οδηγεί σε τακτική αναστάτωση, ενόχληση και υπνική διαταραχή. Τέτοιου είδους καταστάσεις αν υπομένονται για μεγάλο χρονικό

διάστημα μπορεί να προκαλέσουν φυσιολογικό και ψυχολογικό στρες, το οποίο με την σειρά του μπορεί να οδηγήσει σε περεταίρω κινδύνους όπως αρτηριακή πίεση και υψηλά επίπεδα χοληστερόλης. Με περιπτώσεις που οι ήχοι βρίσκονται τακτικά σε υψηλό φάσμα ηχητικής πίεσης, τότε μιλάμε ακόμα και για καρδιαγγειακό κίνδυνο ή και απώλεια ακοής.



Εικόνα 3: Ατμοσφαιρική ρύπανση

Δυσανάλογη κατανομή δομημένου εις βάρος του αδόμητου

«Με την βιομηχανική και μεταβιομηχανική εποχή έχουμε πλέον την απόλυτη κυριαρχία των ανθρωπογενών στοιχείων επι των φυσικών εντός της πόλης (Μπίθας 2001). Ουσιαστικά, τα φυσικά στοιχεία έχουν χορικά απομακρυνθεί και λειτουργικά περιοριστεί σε αναλογικά απειροελάχιστο ποσοστό του αστικού συστήματος. Οι φυσικές και βιολογικές λειτουργίες, που είναι απαραίτητες για την λειτουργία των πόλεων, όπως το ευνοϊκό μικρόκλιμα και η διαχείριση των όμβριων υδάτων δεν εξυπηρετούνται σε επιθυμητό βαθμό, ενώ οι ανθρώπινες ψυχοσωματικές ανάγκες υποστηρίζονται, κυρίως από οικοσυστήματα που υπάρχουν εκτός του αστικού χώρου. Τα φυσικά στοιχεία που βρίσκονται εντός των πόλεων εξυπηρετούν κυρίως αισθητικούς σκοπούς και διαδραματίζουν οριακό και συμπληρωματικό ρόλο στις φυσικές και βιολογικές διεργασίες του αστικού χώρου.»¹⁴

¹⁴ Μεταπτ. Διατριβή, Πρόδρομος Βασιλειάδης Αειφόρα αστικά τοπία [προγραμματισμός και ποσοτικοποίηση της αειφορίας], ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015, σελ.11

1.6 Η συνεισφορά της φύσης στον αστικό ιστό και η εναλλακτική μορφή ένταξής της

Η έλλειψη του φυσικού στοιχείου από τις πόλεις δεν αποτελεί πηγή όλων των προβλημάτων που προαναφέρθηκαν, όμως η μη έλλειψή της θα μπορούσε να τα αποτρέψει σε μεγάλο βαθμό και επιπλέον να προσθέσει χρώμα στις πόλεις, βελτιώνοντας την αισθητική τους. Η επανένταξη της φύσης στον αστικό ιστό έχει **διττή υπόσταση** καθώς εκτός του ότι λύνει αυτά τα προβλήματα επανασυνδέει τον άνθρωπο με το φυσικό του περιβάλλον. Εκτός από αυτό η φύση από μόνη της βελτιώνει την εικόνα των κτιρίων. Δυστυχώς στις πόλεις μας λείπει ο χώρος σε οριζόντιο επίπεδο, αλλά η ανέγερση ψηλών κτιρίων δημιουργεί τη δυνατότητα για κατακόρυφη φύτευση σε μεγάλη έκταση. Επίσης ο άνθρωπος που δε ζει σε ισόγειο, πλέον, έχει τη δυνατότητα να αναβιώσει την επαφή που έχει χάσει με το φυσικό περιβάλλον. Επομένως η φύση μπορεί κατ' επέκταση να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού που εντάσσει στην μελέτη του και την γενικότερη εικόνα της πόλης και λαμβάνει υπόψη του, τις άμεσες και έμμεσες ανάγκες του ανθρώπου. Είναι γεγονός λοιπόν ότι τα πράσινα κτίρια και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την καταπολέμηση των προβλημάτων του αστικού περιβάλλοντος, αλλά χρειάζεται και η φύση σε αυτά ώστε να έρθουν σε μία ισορροπία. Εφόσον ο διαθέσιμος χώρος είναι οι επιφάνειες των κτιρίων, η ιδανική λύση-ιδέα είναι ο σχεδιασμός κυριολεκτικά πράσινων επιφανειών που συνδυάζει και ισορροπεί βέλτιστα τις ανάγκες της πόλης.

Σε επίπεδο ρύπανσης, τα φυτά απορροφούν τους ρύπους της ατμόσφαιρας ενώ παράλληλα λειτουργούν ως ένα πολύ ηχομονωτικό σύστημα με τις φυλλωσιές που διαθέτουν. Επιπλέον διαχειρίζονται τα όμβρια ύδατα αφού τους επιτρέπει να

διδυσδύουν στον υπόγειο υδροφορέα και έτσι αποτρέπεται η εμφάνιση πλημμυριακών φαινομένων στις πόλεις. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη διοχέτευση θερμότητας στα υλικά των επιφανειών της πόλης. Δεδομένου ότι μια πυκνοκατοικημένη πόλη έχει μεγάλες επιφάνειες κτιρίων, αν καλύπτονται με φύτευση επιτυγχάνεται αποτελεσματικά η ρύθμιση αυτών των θερμοκρασιών.

2. Ιστορική αναδρομή. Από τις απαρχές

της σχέσης της φύτευσης με το κτισμένο περιβάλλον και ειδικότερα το κτίριο, έως τα Κατακόρυφα δάση

2.1 Οι πράσινες στέγες σε χώρες του Βορρά

2.1.1 Οι αρχαίες στέγες από φυσικό χλοοτάπητα (sod roofs) – Συμβίωση του ανθρώπου με τη φύση

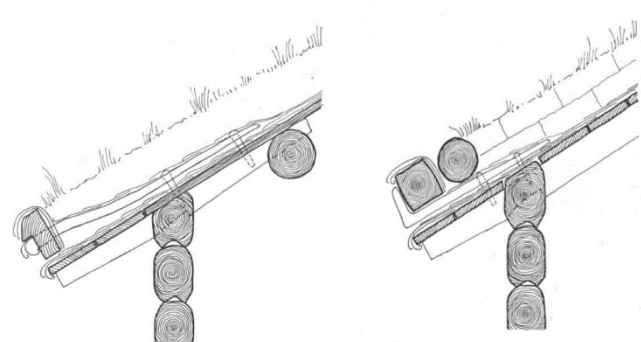
Αναζητώντας την προέλευση των πράσινων στεγών στα αρχαία χρόνια, γνωρίζουμε ότι οι άνθρωποι που ζούσαν σε σκληρές κλιματικές συνθήκες χρειαζόνταν αδιάβροχα περιβλήματα για να επιβιώσουν. Κατά την νεολιθική εποχή υπήρχαν **καταφύγια** χτισμένα με χωμάτινη επίστρωση, εμπλουτισμένη με φυσικούς σπόρους, η οποία με την βροχή δημιουργούσε, φυσικά, ένα φυτικό κάλυμμα. Όταν τα καταφύγια μετατράπηκαν και εξελίχθηκαν σε ξεχωριστούς τοίχους και στέγες, χρειαζόνταν καινοτομίες για να αυξήσουν την διάρκεια και την αντοχή τους στις καιρικές συνθήκες. Χρησιμοποιούνταν χλοοτάπητας σε ψάθινη μορφή, κομμένος από φυσικά λιβάδια, με τις ρίζες τους, ούτως ώστε να αποτρέπεται η διάβρωση στο πρώιμο στάδιο της κατασκευής. Αυτά τα καταφύγια μπορούν να θεωρηθούν ως πρόδρομος της σύγχρονης πράσινης στέγης. Το δυσμενές για ανθρώπινη διαβίωση κλίμα της Αρκτικής κατέστησε τον πληθυσμό της πρωτοπόρο σε αυτές τις τεχνικές.

15

Μέχρι το 19^ο αιώνα στη Νορβηγία και σε πολλές άλλες σκανδιναβικές περιοχές όπως η Ισλανδία, η μέθοδος των στεγών «**sod roofs**» ήταν πολύ διαδεδομένη. «Κατασκευάζονταν με την τοποθέτηση πάνω από το πέτωμα της στέγης, στρωμάτων φλοιού σήμυδας τα οποία επικαλύπτονταν με ένα στρώμα χώματος.»

¹⁵ C.Y. Jim, An archaeological and historical exploration of the origins of green roofs, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Urban Forestry & Urban Greening, εκδ. Elsevier, 2017, σελ.32

«Ο φλοιός της σημύδας αποτελούσε ιδανικό υλικό για την υγρομονωτική στρώση καθώς μπορούσε να παραμείνει αναλλοίωτος από την υγρασία για ένα χρονικό διάστημα της τάξης των 30 ετών.»¹⁶



Εικόνα 4: Τομές τυπικής στέγης χλοοτάπητα με διαφοροποίηση στο τελειώμά τους

Η μέθοδος εκτός από υγρομόνωση, παρείχε λόγω της μάζας της θερμομόνωση και με το επιπλέον βάρος της φύτευσης αυξανόταν η αντοχή της κατασκευής. Αξίζει να σημειωθεί ότι οποιαδήποτε επέμβαση των βόρειων λαών αποσκοπούσε στην αποκόμιση των υλικών, κατά κύριο λόγο του φλοιού των δέντρων, γινόταν με προσοχή

ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή τους. Τα υλικά συλλέγονταν από το κοντινό περιβάλλον όπου βρίσκονταν σε αφθονία κάνοντας πιο εύκολη τη διαδικασία. Το σύστημα εξελίχθηκε καλύπτοντας πλήρως την ανάγκη της στέγασης καθώς η ακριβής τεχνική σκόπευε στην καλή τοποθέτηση των ριζών και στην επιλογή κατάλληλων φυτών. Με κύρια φυτά να είναι τα *Sedum rosaeum*, *Allium fistulosum* και *Sempervivum tectorum*, η στέγες ανταποκρίνονταν στο κρύο και για περιόδους μεγάλης ξηρασίας.¹⁷

Παρόλο που στη σύγχρονη εποχή η μέθοδος της κάλυψης των στεγών με φυσικό χλοοτάπητα έχει εγκαταλειφθεί γιατί οι ανάγκες του κτιρίου καλύπτονται από

¹⁶ Δημήτρης Βερβέρης, Η μετάβαση από το δοχείο φύτευσης στο κτίριο δοχείο φύτευσης, Δ.Π.Μ.Σ., Σχολή Αρχ/νων Μηχανικών Ε.Μ.Π, 2016, σελ.15

¹⁷ Ο.π. σελ.16

εργοστασιακά υλικά, κάποιες από τις παραδοσιακές αυτές τεχνικές έχουν διατηρηθεί σε ορισμένες βόρειες χώρες όπως η Ισλανδία και αρκτικά νησιά όπως η Γροιλανδία και οι νήσοι Φερόες. Περιστασιακά υπολείμματα έχουν βρεθεί στο Shetland, Orkneys, Νορβηγία, Σουηδία, Σκωτία, Ιρλανδία, Αλάσκα, Σιβηρία κ.α.¹⁸



Εικόνα 5: Νήσοι Φερόες σήμερα



Εικόνα 6: σπίτια στις Νήσους Φερόες που διατηρούν τις παραδοσιακές μεθόδους κάλυψης στεγών με φυσικό χλοοτάπητα

¹⁸ C.Y. Jim, An archaeological and historical exploration of the origins of green roofs, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Urban Forestry & Urban Greening, εκδ. Elsevier, 2017, σελ.32

2.1.2 Οι νεολιθικές κατασκευές της Ιρλανδίας – Σεβασμός για τη φύση

Το σύμπλεγμα Brú na Bóinne χρονολογείται στο 3200 - 2000 π.Χ. Πρόκειται για μεγαλιθικές κατασκευές με «βασικό κοινό γνώρισμα όλων τον σχηματισμό περίπου κυκλικών αναχωμάτων κάτω από τα οποία αναπτύσσονται πέτρινοι διάδρομοι και ταφικοί χώροι. Οι τεχνητοί αυτοί λόφοι κατασκευάζονταν με επάλληλα στρώματα λίθων και χώματος, ενώ το τελευταίο στρώμα που αποτελούνταν από χώμα έφερε και φύτευση.»¹⁹ Επρόκειτο για χώρους ταφής και θρησκευτικής λατρείας.



Εικόνα 5: NEW GRANGE, ΙΡΛΑΝΔΙΑ Ο κυκλικός τάφος στο New Grange έχει πλάτος πάνω από 75μ. και περιέχει τρεις θαλάμους σε εσοχή.²⁰

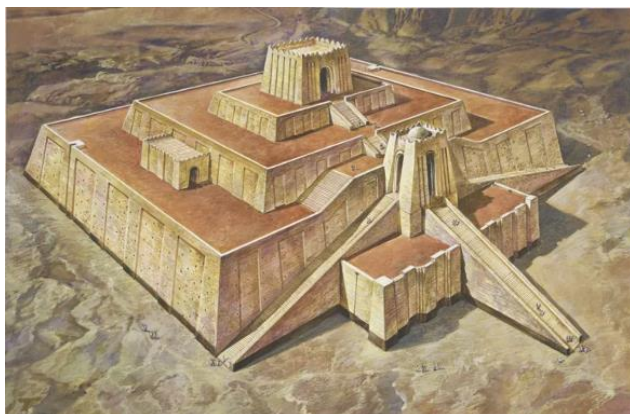
Παρατηρείται ότι η πολιτισμική θέση της πρωτόγονης κοινωνίας των βόρειων λαών υιοθετεί μία σαφή σχέση περιβάλλοντος και δόμησης, με σεβασμό στη φύση. Σε εκείνο τον τόπο και χρόνο, πρωτεύουσα σημασία αποτελούσε η φύση, για τη δημιουργία των παραπάνω μνημείων, καθώς αναπτύσσονται σε αρμονική συσχέτιση με τον περιβάλλοντα χώρο και δεν τον «επισκιάζουν». Αντιθέτως, αποτελούν παράδειγμα ισορροπίας μεταξύ φύσης και δομημένου, καθώς φαίνεται μία τάση προσθήκης φύτευσης σε ίσο εύρος με αυτό που αποψιλώνεται για τη δημιουργία του κτισμένου.

¹⁹ Δημήτρης Βερβέρης, Η μετάβαση από το δοχείο φύτευσης στο κτίριο δοχείο φύτευσης, Δ.Π.Μ.Σ., Σχολή Αρχ/νων Μηχανικών Ε.Μ.Π, 2016, σελ.17-18

²⁰ Elizabeth Boult and Chip Sullivan, Illustrated History of Landscape Design, Art Ebook, εκδ. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Canada, σελ.2

2.2 Εναλλακτική χρήση φύτευσης στα Ζιγκουράτ της Μεσοποταμίας – Θαυμασμός για το φυσικό στοιχείο

Κάποια από τα παλαιότερα φυτεμένα δώματα είναι τα Ζιγκουράτ, που χτίστηκαν στη Μεσοποταμία από την τέταρτη χιλιετία έως το 600 π.Χ. Πρόκειται για ογκώδη πυραμοειδή κτίρια με κεκλιμένα επίπεδα για πρόσβαση μέχρι την κορυφή, τα οποία περιείχαν αναβαθμίδες φυτεμένες με δέντρα. Στην κορυφή υπήρχε οικισμός ή/ και ιερό.



Εικόνα 7: Απεικόνιση Ζιγκουράτ Μεσοποταμίας

Η φύτευση κατά μήκος των διαδρομών που οδηγούσαν στην κορυφή, αποσκοπούσε στη σκίαση του περιπατητή.^{21 22}

Το πιο γνωστό παράδειγμα της αρχαιότητας όμως που ενσωματώνει την ιδέα του φυτεμένου δώματος και των πράσινων τοίχων είναι οι Κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας (επαρχία της Βαβυλωνίας του σημερινού Ιράκ), ένα

από τα Επτά Θαύματα του Αρχαίου Κόσμου (περίπου 600π.Χ). Τα πιο βάσιμα στοιχεία για την ύπαρξή τους, εκτός από ρωμαϊκά και ελληνικά κείμενα, είναι οι ανασκαφές που



Εικόνα 6: Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας

έγιναν (1899 – 1917) από τον Γερμανό Αρχαιολόγο Robert Koldewey. Σύμφωνα με τις υποθέσεις φαίνεται ότι στο τοπίο της ερήμου δημιουργήθηκε ένα έργο που πρόβαλε μεγάλη αντίθεση: η πλούσια βλάστηση εκτεινόταν στις διάφορες αναβαθμίδες της δομικής κατασκευής. Τα είδη των φυτών δεν προέρχονταν από τη Βαβυλώνα, καθώς σύμφωνα με το μύθο ο βασιλιάς Ναβουχοδονόσορ τα εμπνεύστηκε ως δώρο στη γυναίκα του Αμυίτιδα, η οποία νοσταλγούσε τα δάση της πατρίδας της.

Ακόμα και αν δεν είναι επιβεβαιωμένη η ύπαρξη των Κρεμαστών Κήπων της Βαβυλώνας, γνωρίζουμε ότι οι βασιλιάδες της Μεσοποταμίας στην αρχαιότητα κοσμούσαν τις πόλεις τους με πράσινο. Η τάση αυτή αποδεικνύει ένα σκεπτικό, που συνδέει τη ζωή, με τη φύση. Επομένως δεν έλειπε από τους τόπους κατοικίας εκείνων των λαών, το φυσικό στοιχείο, με δυνατότητα άμεσης αλληλεπίδρασης με τον άνθρωπο.^{23 24}

²¹ John Magill, A HISTORY AND DEFINITION OF GREEN ROOF TECHNOLOGY WITH RECOMMENDATIONS FOR FUTURE RESEARCH, Research paper, B.A. Southern Illinois University, 2011

²² BABANOY ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχανικών, 2013, σελ.22

²³ https://el.wikipedia.org/wiki/Κρεμαστοί_κήποι_της_Βαβυλώνας

²⁴ BABANOY ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχανικών, 2013, σελ.17-21

2.3 Από την αποστασιοποίηση του κτισμένου από τη φύση στην γεωμετρικοποίηση του τοπίου

Κατά το **Μεσαίωνα** η σημασία της φύσης στο δομημένο περιβάλλον παραμερίζεται. Εκείνη την περίοδο, αντίθέτως, σημειώθηκε εξέλιξη στην **Κίνα** με τους κινεζικούς κήπους να εκφράζουν μια κοσμολογία βασισμένη σε μια συγχώνευση κομφουκιανικών, ταοϊστικών και βουδιστικών αρχών. Ενώ κάθε θρησκεία υποστήριζε διαφορετικές στρατηγικές για την επίτευξη πνευματικής ελευθερίας, όλες είχαν κοινό σεβασμό για τη φύση.

Αργότερα η **Αναγέννηση** και ο **Μανιερισμός** προώθησαν το ενδιαφέρον για τη φύση και ακολούθησε η ευρύτερη εξέλιξη της κηποτεχνίας. Η εποχή χαρακτηρίζεται από την τάση της αριστοκρατικής τάξης να δημιουργεί μεγαλοπρεπείς κήπους. Στην Ιταλία παρατηρούνται τεράστιες εκτάσεις τοπίου που έχουν αισθητική αξία, χωρίς ιδιαίτερα στοιχεία λειτουργικότητας και χρηστικότητας. Τα παραδείγματα αυτά μεταφέρθηκαν και στην υπόλοιπη Ευρώπη, με τους τεράστιους κήπους- πάρκα στη **Γαλλία**, να αποτελούν σχεδόν ξεχωριστό



Εικόνα 8: Κήποι των Βερσαλλιών

τμήμα των οικιών ή των παλατιών. Παράδειγμα αποτελούν οι **κήποι των Βερσαλλιών**. Χαρακτηρίζονται από τοπίο οργανωμένο σε συμμετρική διάταξη, μεγάλες συστοιχίες δέντρων, τεραστίους πίδακες νερού, γλυπτά, καθώς επίσης και φυτικούς λαβυρίνθους.²⁵ Είναι η εποχή που οι κήποι του Μπαρόκ αποτελούν πολιτιστικά παραδείγματα και ενσωματώνουν τη γνώση που έχει έως τότε ο άνθρωπος στο να επεξεργάζεται δομικά τον τόπο.

Στην περίοδο της Αναγέννησης **παρατηρούμε** ότι δεν υπάρχει η απόμακρη σχέση του ανθρώπου με τη φύση, στα κτίριά του, όπως το Μεσαίωνα. Αντιθέτως όμως πολλά παραδείγματα πλησιάζουν την υπερβολή της επιβολής του κτισμένου στο φυσικό περιβάλλον. Σχεδόν όλες, οι αναγεννησιακές επαύλεις είναι παραδείγματα μεγάλης προόδου για την αρχιτεκτονική τοπίου, με χαρακτηριστική όμως την τάση για γεωμετρική οργάνωση της φύσης από τον άνθρωπο. «Οι κινήσεις αυτές γύρω από την διαμόρφωση του τοπίου υπήρξαν κεντρικές για τον δυτικό πολιτισμό του 17ου αιώνα. Αρκεί να θυμηθούμε την περίφημη παραδοχή του René Descartes, σύμφωνα με την οποία ο άνθρωπος, δηλαδή η κοινωνία, οφείλουν να αποβούν κύριοι και κυρίαρχοι της φύσης»²⁶

27 28

²⁵ ΛΑΜΠΙΔΩΝΗ ΣΤΟΥΜΠΟΥ, Διαμόρφωση πάρκου αναψυχής οδός Γερολύμπου- Ηδόνων Δράμας, Διπλωματική, 2014, σελ. 13-14

²⁶ ΜΠΑΛΗ Μ.Ε. - ΜΠΑΛΗ Χ., Κτήριο ή τοπίο;, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχ., 2012, σελ. 36

²⁷ Elizabeth Boult and Chip Sullivan, Illustrated History of Landscape Design, Art Ebook, εκδ. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Canada

²⁸ ΜΠΑΛΗ Μ.Ε. - ΜΠΑΛΗ Χ., Κτήριο ή τοπίο;, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχ., 2012

2.4 Η αξιολόγηση της φύσης τον 18° και 19° αιώνα

Μετά το κίνημα του ρομαντισμού ανακτάται η θετική **αξιολόγηση του τοπίου** και ο δυτικός πολιτισμός το 19° αιώνα αλλάζει τη φιλοσοφία του ως προς αυτό. Εκείνη την περίοδο στο σχεδιασμό τοπίου και κήπου χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά συνθήκες οι οποίες υπάγονται στον αστικό και αρχιτεκτονικό σχεδιασμό με τη σημερινή του έννοια. Με την Art Nouveau το ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση της φύσης οδηγεί σε έντονη ανάμειξη της φύσης με το κτίριο, εξωτερικά ή και στο εσωτερικό του, εισάγοντας για πρώτη φορά νέες δυναμικές. Την περίοδο του κινήματος της Art Nouveau γίνονται απόπειρες που παρομοιάζουν το ίδιο το κτίριο με οργανικούς σχηματισμούς που δημιουργεί η φύση.

Η **Αγγλία** έγινε η δύναμη που διαμόρφωσε την ιστορία του κήπου τον 18ο αιώνα όπου χρησιμοποιήθηκε η ιδέα της **τοπιακής κηποτεχνίας** (landscape gardening). Οι αγγλικοί κήποι χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη σχεδιαστική ελευθερία και το φυσικό τοπίο έχει μια πιο οργανική διαμόρφωση. Επίσης είναι αξιοσημείωτη η επίδραση των κινεζικών στυλ κήπου στους αγγλικούς και η επίδραση του τοπίου με κήπο στον πρώιμο **αμερικανικό σχεδιασμό τοπίου**. Οι **γαλλικοί κήποι** εκείνη την περίοδο διατηρούν μια πιο γεωμετριοποιημένη διάταξη μέχρι που επηρεάζονται από τους αγγλικούς των οποίων το στυλ ακολουθούν πολλές ευρωπαϊκές πόλεις. Επίσης στο Παρίσι, από τον 18ο αιώνα, αναπτύσσεται η τεχνική των trellis (πλέγματα από ξύλο ή μέταλλο) για την συγκράτηση αναρριχώμενων φυτών. Η συγκεκριμένη τεχνική επειδή ήταν πολύ πρακτική συνεχίστηκε σε **αρκετές χώρες της Ευρώπης** π.χ. στη Γερμανία. Στις αρχές του εικοστού αιώνα άρχισαν τα αναρριχώμενα φυτά να έχουν πρωταγωνιστική θέση σε όψεις πολυκατοικιών και κτιρίων. Αυτό επικρατούσε σε

σημαντικό βαθμό σε Γερμανόφωνες χώρες. Η συγκεκριμένη τάση αποσκοπούσε στην ανάμειξη του κτιρίου με το κήπο.

29 30

Η **Γερμανία**, είναι η χώρα όπου τα φυτεμένα δώματα αναπτύχθηκαν και αφομοιώθηκαν σε μεγάλη κλίμακα στην σύγχρονη εποχή, με το Βερολίνο να είναι πιθανότατα η πρώτη πόλη που υιοθέτησε πολιτικές ένταξης ενσωματωμένης βλάστησης στα κτίρια. Οι «πράσινες» στέγες έχουν μακρά ιστορία στο Βερολίνο. Μεταξύ του 1880 και 1914 περίπου δύο χιλιάδες πράσινες στέγες είχαν εγκατασταθεί με σκοπό την θερμική μόνωση του δώματος.

Το 1984 ξεκίνησε το Πρόγραμμα Τοπίου για το Βερολίνο, με στόχο την ανάπλαση της πόλης ενσωματώνοντας την φύση με τη μορφή πράσινων στεγών, πράσινων προσόψεων και κοινοτικών κήπων. Οι περιβαλλοντικές ανησυχίες αποτέλεσαν τη βάση για την έναρξη της εγκατάστασης πράσινων στεγών.

Το Paul-Linke-Ufer, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα κτιρίου που ανακαινίστηκε με πράσινη στέγη το 1985. Αυτό ήταν και ένα από τα πρώτα έργα όπου χρησιμοποιήθηκαν τα σχετικά λεπτά στρώματα βλάστησης που προκύπτουν



Εικόνα 9: Η αγάπη για τη φύση φαίνεται στο παράδειγμα του Κόκκινου Σπιτιού του William Morris στην Αγγλία, ο οποίος επιχείρησε να καλύψει το σπίτι με φύτευση, χρησιμοποίησε αναρριχώμενα φυτά σε τοίχους και ο κήπος ήταν εξίσου σημαντικός με άλλους χώρους του σπιτιού.

²⁹ Elizabeth Boult and Chip Sullivan, Illustrated History of Landscape Design, Art Ebook, εκδ. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Canada

³⁰ ΜΠΑΛΗ Μ.Ε. - ΜΠΑΛΗ Χ., Κτήριο ή τοπίο;, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/ων Μηχ., 2012

από την τεχνολογία του έτοιμου χλοοτάπητα χαλιού, το οποίο και εφαρμόζεται ευρέως στις μέρες μας.



Εικόνα 10: Φυτεμένη οροφή Paul-Lincke-Ufer

Μέσω του τοπιακού προγράμματος, επιδοτήθηκαν περίπου 65.750 m² εκτεταμένης στέγης για την αναβάθμισή τους σε πράσινες. Το Βερολίνο χρειάστηκε να τερματίσει το πρόγραμμα λόγω ελλειμμάτων, αλλά συνέχιζε να τονώνει την οικοδομή πρασίνου με τέλη και κανονισμούς. Το 1983 τουλάχιστον 24 γερμανικές πόλεις είχαν ενεργοποιήσει κινητήρια προγράμματα στήριξης έργων αστικού πρασίνου. Αργότερα, η Γερμανική Εθνική και Τοπική Νομοθεσία

προσαρμόστηκε ώστε να αναγνωρίζονται τα περιβαλλοντικά οφέλη των πράσινων στεγών. Αυτά είχαν σαν αποτέλεσμα, η συνολική κάλυψη πράσινων στεγών στην Γερμανία, μέχρι το 1996 να έχει εκτοξευτεί στα 10 εκατομμύρια τμ. Παρόμοια προγράμματα πρασίνου κινήτρου υιοθετήθηκαν αργότερα και από πόλεις της ευρύτερης Ευρώπης.

Πριν αρχίσει η έντονη ανθρώπινη ανάπτυξη να προκαλεί διαταραχές ευρείας κλίμακας, το έδαφος και η βλάστηση διαχειρίζονταν αποτελεσματικά τα όμβρια ύδατα και την ηλιακή ενέργεια. Από την στιγμή που πλέον η αναλογία δομημένου-

αδόμητου έχει διαφοροποιηθεί σημαντικά σε βάρος του αδόμητου- τα φυτεμένα δώματα εξομαλύνουν σε έναν σημαντικό βαθμό την κατάσταση, παίζοντας εμμέσως έναν υποκατάστατο ρόλο για την διεξαγωγή αυτών των απαραίτητων λειτουργιών.

31 32 33

³¹ https://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_full.html

³² Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft

³³ https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1132&context=gs_rp

2.5 Ιαπωνία – Η άλλη προσέγγιση

2.5.1 Ιαπωνία – Σχέση φύσης και αρχιτεκτονικής

Η Ιαπωνία κατέχει μια από τις σημαντικότερες και αρχαιότερες πορείες της πολιτισμικής ιστορίας, με τον λαό της, να εκδηλώνει μια άμεση επαφή και σχέση αγάπης με τη φύση και το φυσικό περιβάλλον, δημιουργώντας μια φιλοσοφία η οποία προέρχεται από τις απαρχές του πολιτισμού της και ειδικότερα της θρησκείας της. Σύμφωνα με αυτή, η φύση αποτελεί πηγή των πάντων, και η αγάπη και ο σεβασμός προς αυτή σήμαινε να ζεις μέσα της και να την θαυμάζεις. Αυτή η φιλοσοφία δεν θα μπορούσε να μην έχει άμεση επιρροή και στην αρχιτεκτονική. Κάθε αισθητική ανάγκη απόρρεε από την αυθεντικότητα και την ομορφιά της φύσης, καθώς επίσης οι πρώτοι χώροι λατρείας αφορούσαν στοιχεία της, όπως βράχους και ποτάμια. «Είναι δύσκολο να εντοπίσουμε πότε ξεκίνησε αυτή η φιλοσοφία. Ήταν πάντα εκεί».³⁴

Το μόνο σίγουρο είναι πως η εναρμόνιση μεταξύ αρχιτεκτονικής και φύσης είναι μια βαθιά ριζωμένη αρχή στην παραδοσιακή ιαπωνική αρχιτεκτονική, που επηρεάζει όλες τις πτυχές της δημιουργίας χώρου. Τα κτίρια δεν θεωρούνται ως μεμονωμένα αντικείμενα, αλλά ως μέρος του υπάρχοντος περιβάλλοντος. Αυτή η μοναδική σχέση αποτυπώνεται από διάφορες πτυχές, όπως με την χρήση φυσικού φωτισμού, την δημιουργία ατμόσφαιρας μέσω έντονων σκιών, την αναπαράσταση της φύσης στους κήπους, την ευελιξία των χώρων και επιλογή των υλικών.

Η επιλογή των υλικών γίνεται σύμφωνα με την αφθονία τους αλλά και με τις ικανότητές τους να βοηθήσουν το κλίμα. Το ξύλο, η γη, ο πηλός ή ο σοβάς απορροφούν την υγρασία τους υγρούς μήνες και απελευθερώνουν υγρασία όταν ο αέρας είναι στεγνός, διατηρώντας ένα άνετο εσωτερικό περιβάλλον.



Εικόνα 11: Παράδειγμα παραδοσιακής Ιαπωνικής κατοικίας με κήπο

³⁴ Neil Jackson καθηγητής πανεπιστήμιου του Λίβερπουλ, ειδικός στην Ιαπωνική αρχιτεκτονική



Εικόνα 14: Παράδειγμα σχέσης παραδοσιακής Ιαπωνικής κατοικίας με το τοπίο

Ο κήπος θεωρούνταν εξίσου σημαντικός με το κτίριο. Γι' αυτό το λόγο, σε πολλές περιπτώσεις τοποθετούταν στο καλύτερο μέρος του οικοπέδου, αποδίδοντάς του παράλληλα, ισάξια σχεδιαστική βαρύτητα με το κτίριο, καθώς πίστευαν πως το δομημένο πρέπει να είναι αναπόσπαστο κομμάτι του περιβάλλοντα χώρου. Χαρακτηριστικό των ιαπωνικών κήπων ήταν η παραστατικότητά τους, καθώς τα στοιχεία τοποθετούνταν με τέτοιο τρόπο ώστε να καθοδηγούν τον επισκέπτη. Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική θεωρούνταν η απεικόνιση της εναλλαγής του χρόνου και η ανάδειξη της ομορφιάς της κάθε εποχής, πράγμα που επιτυγχανόταν με την χρήση φυτών που έκαναν αισθητές τις τέσσερις εποχές.

2.5.2 Από την παράδοση στη σύγχρονη αρχιτεκτονική

Η ενοποίηση της φύσης με την αρχιτεκτονική στον ιαπωνικό κόσμο μπορεί να μην είχε ως απώτερο σκοπό την ενεργειακή κάλυψη των κτιρίων, παρόλα αυτά δεν παύει να αποτελεί μια φιλοσοφία και τεχνοτροπία που θέλοντας ή μη, διαχειρίζεται με μεγάλη επιτυχία το μικροκλίμα προς όφελος του ανθρώπου κατά την σχέση του με το κτίριο. Αυτή η λογική παραμένει διαχρονική και πιο επίκαιρη από ποτέ, ιδιαίτερα στην εποχή μας, αξιοποιώντας τόσο τον βιοκλιματικό όσο και αισθητικό χαρακτήρα της στην σύγχρονη αρχιτεκτονική.

Ενώ τα σχέδια είναι στραμμένα προς το μέλλον, έχουν την προέλευσή τους στη βαθιά ριζωμένη παράδοση της ιαπωνικής κουλτούρας, όπου η αρχιτεκτονική πρακτική λειτουργούσε αρμονικά με το φυσικό περιβάλλον. Τα κτίρια είναι χτισμένα γύρω από δέντρα, σε δέντρα ή και ως δέντρα.

Η αγάπη των Ιαπώνων για την γοητεία και την δύναμη της φύσης πάνω στην ανθρώπινη υπόσταση αντικατοπτρίζεται από μια σύγχρονη ματιά και στα μοντέρνα αρχιτεκτονήματα πολλών Ιαπώνων αρχιτεκτόνων. Οι βασικές αρχές του σχεδιασμού των Ιαπωνικών κήπων βρίσκουν εφαρμογή και στον σύγχρονο σχεδιασμό, με πολύ ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Tree-Ness House Project του Akihisha Hirata στο Τόκιο. Κτισμένο το 2017, αυτό το φουτουριστικό, οργανικά δομημένο σύμπλεγμα κατοικιών λειτουργεί ως γεφύρωση του χάσματος μεταξύ φύσης και αρχιτεκτονικής με σκοπό την διάσπαση του τυπικού είδους κατοικίας που απαρτίζει τις σύγχρονες μεγαλουπόλεις.

Η οργανική αρχιτεκτονική βασίζεται στην **μίμηση φυσικών οργανικών μορφών**, όπως στην προκειμένη περίπτωση το δέντρο, «το οποίο αναλύεται σε επιμέρους στοιχεία (ρίζα, κορμός, κλαδιά, φύλλα, άνθη) και τα οποία μέσω των αλληλοσυσχετισμών τους μπορούν να παράξουν μία αρχιτεκτονική σε στάδια και στρωματώσεις. Στο παράδειγμα της δενδρικής μορφής, ο κορμός και τα φύλλα ενός

δέντρου έχουν διαφορετική όψη και υφή, αλλά την ίδια σημασία ως δομικά στοιχεία του όλου, και αυτή η παραδοχή δημιουργεί τις βάσεις για μια στρωματοποίηση στον σχεδιασμό.»³⁵



Εικόνα 15: Tree-Ness House Project

Ο Akihisha Hirata με αυτό το «εργαλείο» δημιουργεί μια οργανική οργάνωση των επιπέδων, με τους ορόφους να διαστρωματώνονται, φαινομενικά, τυχαία ο ένας

³⁵ Παλαμίδας Κ., Ιαπωνία, φύση και αρχιτεκτονική: από την παράδοση στον σύγχρονο σχεδιασμό, Διάλεξη, Αρχ/ων Μηχ., Ε.Μ.Π., 2012, σελ. 34

³⁶ <https://tudelft.openresearch.net/page/13095/learn-from-the-past-sustainability-features-in-traditional-japanese-architectu>

επάνω στον άλλον. Ενώ παράλληλα δίνει έμφαση σχεδιαστικά, σε στοιχεία όπως η φύτευση και τα εξωτερικά κενά, μιμούμενος την φυλλωσιά ενός δέντρου που δημιουργεί ανοίγματα και ασυνέχειες στον αέρα, για να εκμεταλλευτεί καλύτερα το φως του ήλιου.



Εικόνα 16: Τομή Tree - Ness House Project Εικόνα 17: Κατασκευαστική Λεπτομέρεια Tree-Ness House Project

Τέλος, η φύτευση ως δομικό στοιχείο του σχεδιασμού, λειτουργεί και ως στοιχείο **βιωματικότητας για τον χρήστη**, αποδίδοντας παράλληλα εποχικότητα και μεταβολή στον χρόνο. Στοιχεία που αντανακλούν την παραδοσιακή τεχνοτροπία.

36 37 38

³⁷ Παλαμίδας Κ., Ιαπωνία, φύση και αρχιτεκτονική: από την παράδοση στον σύγχρονο σχεδιασμό, Διάλεξη, Αρχ/ων Μηχ., Ε.Μ.Π., 2012

³⁸ https://issuu.com/gradreview/docs/mila_20zoe

2.6 Οργανική Αρχιτεκτονική - Η άρρηκτη σχέση κτιρίου και φύσης

Κατά το τέλος του 19^{ου} με αρχές 20^{ου} αιώνα διαμορφώθηκε μια νέα αρχιτεκτονική φιλοσοφία που αφορά την σχέση μεταξύ της κτιριακής υπόστασης και της φύσης. Αυτή η φιλοσοφία ονομάστηκε οργανική αρχιτεκτονική. Ο όρος επινοήθηκε από τον Frank Lloyd Wright, έναν από τους προπομπούς και σπουδαιότερους εκπροσώπους αυτής της φιλοσοφίας.

Η οργανική αρχιτεκτονική είναι έντονα επηρεασμένη από την παραδοσιακή ιαπωνική αρχιτεκτονική και έχει ως στόχο την προώθηση της αρμονίας μεταξύ ανθρώπινης κατοικίας και φυσικού κόσμου, δηλαδή στην δημιουργία ενός οργανικά χτισμένου περιβάλλοντος που δεν διαχωρίζεται ούτε κυριαρχεί στο περιβάλλον του, αλλά λειτουργεί ως ενιαίο σύνολο.

Ο Wright στην αρχιτεκτονική του είχε ως σημαντικό παράγοντα τον σεβασμό στο τοπίο και θεωρούσε ότι η τοποθεσία θα πρέπει να αναδεικνύεται από το κτίριο, ενώ το κτίριο θα πρέπει να διαμορφώνεται ανάλογα την φύση της τοποθεσίας. Είτε αυτό βρίσκεται σε φυσικό, είτε σε αστικό τοπίο, θα πρέπει να εξελίσσεται σύμφωνα με το περιβάλλον, τόσο φυσικά όσο η βλάστηση.

«Τέλος, ο Wright, έβλεπε στην φύση αρμονία και τάξη. Στα κτίριά του αναζητούσε μια νέα ενότητα που θα αναδείκνυε την επιθυμία του ανθρώπου να βρίσκεται σε επαφή με το φυσικό κόσμο. Ο Wright, θεωρούσε ότι η φύση αποτελεί σχολή και πηγή έμπνευσης για κάθε αρχιτέκτονα. Οι αμέτρητες δυνατότητες μορφής, χρώματος, σχεδίου, υφής αναλογίας, ρυθμού και ανάπτυξης αποτελούν στοιχεία που

εντοπίζονται και αναπαρίστανται στον φυσικό κόσμο. Η οργανική αρχιτεκτονική δεν αποσκοπεί στο να μιμηθεί την φύση, αλλά στην ενασχόληση με τα φυσικά υλικά, τον τόπο και τους ανθρώπους που κατοικούν στο εκάστοτε κτίριο (Waggoner, 1996).»³⁹

Το Fallingwater, ένα κτίριο εξοχικής κατοικίας τοποθετημένο πάνω στον καταρράκτη Bear Run στην Pennsylvania των Η.Π.Α, αποτελεί το πιο αντιπροσωπευτικό έργο οργανικής αρχιτεκτονικής, επαναπροσδιορίζοντας την σχέση μεταξύ ανθρώπου, φύσης και αρχιτεκτονικής. Σε αυτό το έργο, ο Frank Lloyd μέσω της απόφασής του να εντάξει το κτίριο πάνω στο ρυάκι, αντί διπλά του, θέλησε να εναρμονίσει τόσο την κατασκευή με το φυσικό περιβάλλον, όσο και να ενσωματώσει την ζωή της οικογένειας στην γαλήνη της φύσης που αναζητούσαν, μακριά από την έντονη ζωή στη πόλη.

Ο θαυμασμός του Wright για την φιλοσοφία της παραδοσιακής Ιαπωνικής αρχιτεκτονικής όπως και σε πολλά ακόμη έργα του, αποτέλεσε παράγοντα έμπνευσης και αντανακλάται έντονα στον σχεδιασμό του Fallingwater.



Εικόνα 18: Κτίριο Fallingwater

³⁹ Ε. ΚΙΡΕΤΣΙ BLUEPRINTS OF NATURE/ ΟΤΑΝ Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΝΕΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΥΣΗ, Ερευνητική, Αρχ/ων Μηχ., Παν. Θεσσαλίας, 2019, σελ.37

2.7 Πρώιμη μοντέρνα αρχιτεκτονική

Κατά τα πρώιμα στάδια του μοντέρνου κινήματος, ο Le Corbusier έπαιξε έναν σημαντικό ρόλο σε ότι αφορά την συσχέτιση του αστικού ιστού με την φύση.

Το Ville Radieuse είναι ένα απραγματοποίητο αστικό σχέδιο του Le Corbusier, το οποίο παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1924. Ήταν σχεδιασμένο για να περιέχει αποτελεσματικά μέσα μεταφοράς, καθώς και άφθονο χώρο πρασίνου και ηλιακό φως. Η πόλη του μέλλοντος του Le Corbusier δεν θα παρείχε μόνο έναν καλύτερο τρόπο ζωής για τους κατοίκους του, αλλά θα συνέβαλε στη δημιουργία μιας καλύτερης κοινωνίας. Αν και ριζοσπαστικές, αυστηρές και σχεδόν ολοκληρωτικές ως προς τη σειρά, τη συμμετρία και την τυποποίησή τους, οι προτεινόμενες αρχές του Le Corbusier είχαν εκτεταμένη επίδραση στον σύγχρονο πολεοδομικό σχεδιασμό και οδήγησαν στην ανάπτυξη νέων τυπολογιών κατοικιών υψηλής πυκνότητας.



Εικόνα 19: Εικαστική απεικόνιση Ville Radieuse

Σύμφωνα με τα προοδευτικά μοντερνιστικά ιδεώδη, η Ακτινοβόλος Πόλη επρόκειτο να αναδυθεί από έναν «άγραφο πίνακα», δηλαδή θα κτιζόταν στα εδάφη κατεδαφισμένων δημοτικών ευρωπαϊκών πόλεων. Η νέα πόλη θα περιείχε προκατασκευασμένους και πανομοιότυπους ουρανοξύστες υψηλής πυκνότητας, απλωμένους σε μια τεράστια πράσινη περιοχή και διατεταγμένους σε καρτεσιανό

πλέγμα, επιτρέποντας στην πόλη να λειτουργεί ως «ζωντανή μηχανή». Η κατακόρυφη πυκνή δόμηση αποτελεί ουσιαστικά την λύση που επιτρέπει την ύπαρξη αυτών των ανοιχτών, οριζόντιων χώρων πρασίνου.

Οι ουρανοξύστες θα αποτελούνταν από προκατασκευασμένες πολυκατοικίες, γνωστές ως «Unités», φτάνοντας σε ύψος πενήντα μέτρων. Μια Unité θα μπορούσε να φιλοξενήσει 2.700 κατοίκους και να λειτουργήσει ως κατακόρυφο χωριό. Εγκαταστάσεις εστίασης και πλυντηρίων θα ήταν στο ισόγειο, ενώ νηπιαγωγείο καθώς και πράσινα στοιχεία θα βρίσκονταν στην ταράτσα. Θα υπήρχαν πάρκα μεταξύ των Unités, επιτρέποντας στους κατοίκους μέγιστο φυσικό φως ημέρας, ελάχιστο θόρυβο, και εγκαταστάσεις αναψυχής στα κατώφλια τους. Αυτή φιλοσοφία υλοποιήθηκε με το κτίριο Unité d'Habitation γνωστή και ως Πολυκατοικία της Μασσαλίας.⁴⁰

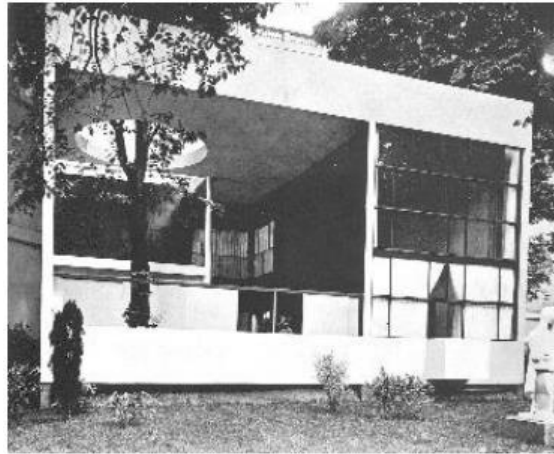


Εικόνα 20: Unite Habitation

Για πρώτη φορά, συναντάμε τον μέχρι τότε αναξιοποίητο χώρο της ταράτσας να αποκτά χρήση, καθώς επίσης την διαπερατότητα του ισόγειου με την δημιουργία πιλοτής, όπου αποδίδεται άμεση σχέση με το φυσικό στοιχείο. Θα μπορούσαμε να πούμε πως το Ville Radieuse αποτελεί τον προπομπό της γενικότερης φιλοσοφίας της κατακορυφότητας, η οποία αντικατοπτρίζεται στα κατακόρυφα δάση (Vertical Forest) του σήμερα, που θα αναλύσουμε παρακάτω.

⁴⁰ <https://www.archdaily.com/411878/ad-classics-ville-radieuse-le-corbusier>

Στην περεταίρω επιθυμία του ο Le Corbusier να ενσωματώσει την φύση στο ίδιο το κτήριο, φανερώνει μια σημαντική δουλειά που σχετίζεται με αυτό το θέμα. Το l'Esprit Nouveau Pavilion, που χτίστηκε το 1925 για την Διεθνή Έκθεση Μοντέρνας Διακόσμησης και Βιομηχανικής Τέχνης στο Παρίσι. Το έργο αφορά ένα περίπτερο, χτισμένο γύρω από ένα δέντρο το οποίο αναδύεται μέσα από μια τρύπα στο δώμα.



Εικόνα 21: l'Esprit Nouveau Pavilion



Εικόνα 22: Villa Savoye

Τέλος, το 1931 με τη Villa Savoye, ένα από τα πιο διαβόητα αρχιτεκτονήματά του, σηματοδότησε μια λεπτή αλλαγή με το να ενσωματώσει την φύση, **τοποθετώντας το τοπίο στην κορυφή του κτίριου** παρά δίπλα του. Η φυτεμένη ταράτσα αποτελείται από πολυτελή φύτευση,

θάμνους αλλά και μικρά δέντρα, πάνω από 3-4 μέτρα ύψος. Κατά αυτό τον τρόπο, η οροφή λειτουργεί ως αναρρωτήριο από την γύρω υπερ-οικοδόμηση της πόλης, καθιστώντας την ως το πιο αγαπημένο μέρος πάνω στο κτίριο.⁴¹

⁴¹ Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft, σελ.15

2.8 Η φιλοσοφία της κατακόρυφης φύτευσης τον 20^ο και 21^ο αιώνα



Εικόνα23: Musee du quai Branly του P. Blanc

Μέσω της παρούσας ιστορικής αναδρομής, σημειώνεται η γέννηση μίας φιλοσοφίας που κατευθύνεται στην εδραίωση της κατακόρυφης φύτευσης. Πέρα από την καταγραφή του πότε και πού δημιουργήθηκε αυτή η ιδέα, αποδεικνύεται το γεγονός ότι πρόκειται αδιαμφισβήτητα για το αποτέλεσμα μίας σειράς δράσεων που έχουν προηγηθεί από τον άνθρωπο, λόγω της επιθυμίας του για παρουσία φύσης στο κτισμένο περιβάλλον. Στη

σύγχρονη εποχή, αποτελεί σημαντικό κομμάτι της αρχιτεκτονικής τοπίου. Όσο εξελίσσεται η επιστήμη, ο άνθρωπος αναγνωρίζει και επιβεβαιώνει τα οφέλη της φύσης, και την εντάσσει στην πόλη του αναλογικά του κτισμένου, με μία τάση να ξεπεράσει την αποκλειστικότητα της οριζόντιας φύτευσης.

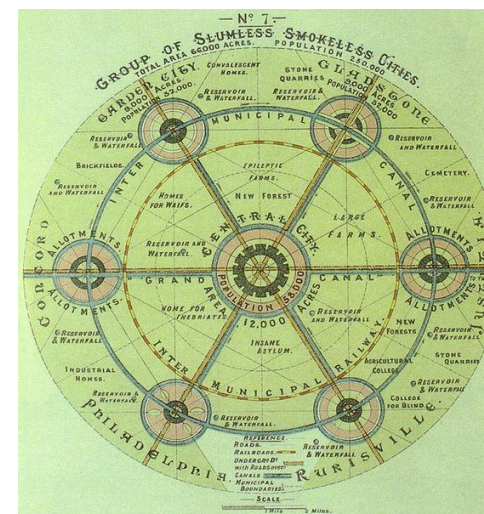
Πράσινοι Τοίχοι

Πράσινοι τοίχοι είναι ο κοινός όρος που αναφέρεται σε όλες τις μορφές φυτικών επιφανειών σε τοίχους. Οι παραδοσιακές μέθοδοι πράσινου τοίχου είναι ιστορικά γνωστές, από τους Κρεμαστούς Κήπους της Βαβυλώνας και από τη Ρωμαϊκή και την Ελληνική Αυτοκρατορία. Σε μεσογειακά κλίματα, τα αμπέλια χρησιμοποιήθηκαν συνήθως για την κάλυψη περγκόλων, σκιάζοντας το κτίριο, ή σε τοίχους κτιρίου, για

ψύξη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Από τον 17ο και 18ο αιώνα, ως επί το πλείστον στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Κεντρική Ευρώπη, η χρήση αναρριχόμενων φυτών για την κάλυψη των τοίχων των κτιρίων πολλαπλασιάζεται. Τον 19ο αιώνα τα ξυλώδη ορειβατικά φυτά χρησιμοποιούνταν συνήθως ως διακοσμητικά στοιχεία κατασκευής σε ευρωπαϊκές και βορειοαμερικανικές πόλεις. Οι πρώτες έρευνες για τις πράσινες προσόψεις βασίστηκαν στη βοτανική.⁴²

Ο Γάλλος βοτανολόγος Patrick Blanc είναι από τους πρώτους που εισήγαγαν την σύγχρονη έννοια και τάση των «κάθετων κήπων» στα κτίρια, δηλαδή τις επικαλυμμένες κατακόρυφες εξωτερικές επιφάνειες με στοιχεία φύτευσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το Musée du quai Branly στο Παρίσι.

Το κίνημα της πόλης-κήπου



Εικόνα 24: Σχέδιο Κηπούπολης - Ebenezer Howard

Η έννοια της «πόλης - κήπος» επινοήθηκε από τον Ebenezer Howard, ο οποίος δημοσίευσε το βιβλίο «Garden Cities of Tomorrow» το 1902 ούτως ώστε να διαδώσει το όραμά του στον αστικό σχεδιασμό ως απάντηση στον υπερπληθυσμό των βιομηχανοποιημένων πόλεων της Αγγλίας (Hall, 2016). Παρόλο που αρχικά οι ιδέες του επικρίθηκαν ως ουτοπικές, το μοντέλο της «κηπούπολης» υλοποιήθηκε σε πολλές προαστιακές περιοχές, ως αποτέλεσμα μονοκατοικιών και ημιανεξάρτητων κατοικιών που περιβάλλονται από μεγάλους κήπους και τοπία.

⁴² Ahmet B. Besir, Erdem Cuce, Green roofs and facades: A comprehensive review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier 2018, σελ.917

Το κίνημα της κηπούπολης τελικώς απέκτησε υποστηρικτές σε όλη την Ευρώπη, Βόρεια Αμερική και σε άλλες παγκόσμιες αστικά αναπτυσσόμενες περιοχές (Allmond, 2017). Η πρωτεύουσα της Σιγκαπούρης μας δείχνει, πως η ιδέα της «πόλης-κήπου» μπορεί να εφαρμοστεί και να αναπτυχθεί σε ένα υψηλής πυκνότητας πολυώροφο περιβάλλον. Η πρώτη εκστρατεία φύτευσης δέντρων στην Σιγκαπούρη ξεκίνησε το 1963, και οι πολιτικές για την προώθηση του αστικού πρασίνου έχουν συνεχιστεί κατά την διάρκεια των τελευταίων πέντε δεκαετιών της ραγδαίας αστικοποίησης.

Το παρατσούκλι της Σιγκαπούρης «πόλη-κήπος» μπορεί να αποδοθεί σε μια ισχυρή κυβερνητική δέσμευση για το πράσινο, η οποία αντανακλάται στην κατανομή της γης και των οικονομικών πόρων (Tan, et al., 2013).

Ένα υποδειγματικό παράδειγμα προγράμματος πρασίνου είναι το «e Skyrise Greenery Incentive Scheme» το οποίο ενθαρρύνει την εγκατάσταση πρασίνου σε υφιστάμενα κτίρια. Ήδη 110 κτήρια έχουν ανακαινιστεί με πρασινάδα και επιδιώκεται να φτάσουν τα 200 εκτάρια κατακόρυφης φύτευσης έως το 2030 (National Parks Board, 2018).



Εικόνα 25: Ξενοδοχείο PARKROYAL

Το αρχιτεκτονικό γραφείο WOHA συνέβαλε στην ανάπτυξη της κηπούπολης της Σιγκαπούρης με το να μελετήσει και να πειραματιστεί με την φυσική φύτευση ως δομικό στοιχείο. Νέες οικολογικές πολυώρφες τυπολογίες εισήχθησαν με τις κατασκευές των ξενοδοχειακών μονάδων Oasis hotel (2016) και PARKROYAL (2013). Το 2016 η εταιρεία δημοσίευσε το βιβλίο «Garden City Mega City» και άνοιξε την ομώνυμη έκθεση, για την προώθηση της ιδέας της πόλης-κήπος ως στρατηγική επίλυση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής, στις μεγαλουπόλεις.⁴³

Κατακόρυφα Δάση

Τα Vertical Forests έρχονται ως μια απάντηση στην κουλτούρα της ανύψωσης ουρανοξυστών από τσιμέντο και ατσάλι και ταυτόχρονα ως ένα ισχυρό μέτωπο απέναντι στο οικολογικό αποτύπωμα του ανθρώπου, προσφέροντας παράλληλα μια πιο βιώσιμη καθημερινότητα σε αυτόν και φέρνοντάς τον πιο κοντά στην φύση. Τα πιο σύγχρονα και καινοτόμα παραδείγματα κτιριακών τύπων αυτής της πράσινης, κατακόρυφης ιδέας είναι τα Bosco Verticale του αρχιτέκτονα Stefano Boeri στο Μιλάνο, αλλά και σε άλλες πόλεις στο κόσμο. Ο εν λόγω κτιριακός τύπος κάνει την αρχή μιας νέας μορφής αρχιτεκτονικής βιοποικιλότητας, που εστιάζει όχι μόνο στον άνθρωπο αλλά και στην μεταξύ του σχέση με άλλα έμβια είδη, καθώς η κύρια ιδέα πίσω από αυτό είναι «ένα



Εικόνα 26: Το Bosco Verticale (Κατακόρυφο Δάσος) του Stefano Boeri

⁴³ Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft

σπίτι για δέντρα που επίσης φιλοξενεί ανθρώπους και πτηνά». Τα κατακόρυφα δάση του Stefano Boeri είναι πρώτα απ' όλα βιοκλιματικά κτήρια, που ενσωματώνουν τεχνολογίες και εγκαταστάσεις βιοκλιματικού σχεδιασμού, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, ότι στηρίζουν από κάτω έως πάνω, δέντρα και πυκνή βλάστηση, καθιστώντας τα στην κυριολεξία μικρά δάση, ανεπτυγμένα καθ' ύψος.

Στις όψεις του Bosco Verticale παρατηρείται η ενδιαφέρουσα χρωματική εναλλαγή που πραγματοποιείται χάρη στην τοποθέτηση των 100 διαφορετικών φυτικών ειδών ανάλογα με τον προσανατολισμό τους και με το πως φαίνονται τις διάφορες εποχές του χρόνου. Γεγονός που μας παραπέμπει στην παραδοσιακή ιαπωνική αρχιτεκτονική τοπίου.

3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που συναντώνται σε βιοκλιματικά κτίρια με ένταξη τεχνολογίας κατακόρυφης φύτευσης, συγκριτικά με τα συμβατικά βιοκλιματικά κτίρια

3.1 Πλεονεκτήματα

3.1.1 Θετική επίδραση στη σωματική και ψυχική υγεία - εϋ ζήν

Η σωματική και ψυχική υγεία είναι σημαντικές παράμετροι για τη ζωή ενός ατόμου και αποτελούν διαστάσεις της γενικότερης ευεξίας του. Στην αρχαία Ελλάδα το «εϋ ζήν» που σημαίνει την καλή ζωή, την ευδαιμονία, θεωρούνταν ύψιστο αγαθό. Στην χρονική περίοδο που διανύουμε ο άνθρωπος ζει σε μία κοινωνία της οποίας οι απαιτήσεις δεν του επιτρέπουν να συλλογιστεί τι είναι εκείνο που χρειάζεται ο ίδιος για να επιτύχει τους στόχους του και να είναι ευτυχισμένος. Μία πόλη όπως είναι σήμερα διαμορφωμένη, με τις παροχές που προσφέρει, σε συνδυασμό με τους γρήγορους ρυθμούς της καθημερινότητας, δύσκολα τίθεται προς αμφισβήτηση ως προς τις θεμελιώδεις αρχές της. Ο σύγχρονος άνθρωπος δεν έχει την ευκαιρία να αναγνωρίσει ότι μπορεί να δημιουργήσει καλύτερη ποιότητα ζωής αν βρίσκεται σε άμεση επαφή με το φυσικό περιβάλλον και αν ζήσει σε μία διαφορετικά διαμορφωμένη πόλη. Έχει ως στόχο του το «εϋ ζήν», αλλά δεν έχει όλα τα εφόδια από το περιβάλλον της πόλης στην οποία ζει για να το επιτύχει. Είναι χρέος του αρχιτέκτονα/ πολεοδόμου, όταν αναλαμβάνει το σχεδιασμό του δομημένου περιβάλλοντος της πόλης, να λαμβάνει υπόψη του τις ανάγκες του ανθρώπου, διότι σε αντίθετη περίπτωση τον περιορίζει από το να αντιληφθεί την ύπαρξή τους και να αναζητήσει ο ίδιος λύσεις σε ατομικό επίπεδο. ^{44 45}

«Η ικανότητα χρήσης στοιχείων βιοποικιλότητας ως εργαλεία για τον μετριασμό των επιπτώσεων των υψηλών θερμοκρασιών, τη δέσμευση του βρόχινου νερού, τη μείωση της ρύπανσης και την απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα, γρήγορα μεταμόρφωσε

⁴⁴ https://www.eurolife.gr/el-GR/Blog/articles/20210920_ygeia_kataktontas_tin_evexia_wellness

⁴⁵ <https://efzin.wordpress.com>

το Κάθετο δάσος σε ένα κοινό μοντέλο για τους στόχους και τους τεχνολογικούς-ρυθμιστικούς κώδικες που σχετίζονται με τις πολιτικές των λεγόμενων Nature Based Solutions.» ⁴⁶. Μέχρι τώρα δεν έχει εφαρμοστεί εκτενώς αυτό το πλάνο. Οι πόλεις χτίζονται εδώ και αιώνες με τρόπο που ουσιαστικά **εξημερώνει «περιοχές» στη Γη** και απομακρύνει ότι δεν έχει άμεση ανθρώπινη χρησιμότητα από αυτές, ονομάζοντας τον υπολειπόμενο χώρο δάσος. Αυτό δείχνει μία τάση αποστασιοποίησης και αποξένωσης του ανθρώπου από το φυσικό στοιχείο.

Η επαφή με τη φύση αποτελεί **αντικειμενικά βασικό παράγοντα** για την καλή ποιότητα ζωής του ανθρώπου, ανεξάρτητα από προσωπικές ανάγκες. Η συνύπαρξη του ανθρώπου με τη φύση δεν είναι υποκειμενική λύση για την επίτευξη του «εὖ ζῆν», αλλά προϋπόθεση, καθώς είναι επιστημονικά αποδεδειγμένα τα άμεσα οφέλη της στην υγεία.

Ιστορικά, ο άνθρωπος **αναγνώρισε από νωρίς** ότι ζει καλύτερα όταν έρχεται σε επαφή με τη φύση. Η ευεξία είναι πολυπαραγοντική όπως και τα οφέλη που μπορεί να αποκομίσει κανείς όταν βιώνει το φυσικό περιβάλλον στο σύνολό του. Εδώ και πολλά χρόνια γίνονταν προσπάθειες να ενταχθεί η φύτευση σε περιβάλλοντα που σχετίζονται με την υγεία. Ήταν γνωστό από παλιά ότι το πράσινο, μπορεί να βελτιώσει την υγεία και να θεραπεύσει ασθένειες. Επίσης οι πόλεις συχνά σχεδιάζονταν με πάρκα τα οποία συντηρούνταν υπεύθυνα διότι αναφέρονταν ως οι «πνεύμονες της πόλης». Οι πρώτες μελέτες που επιβεβαίωναν τη σχέση μεταξύ υγείας των ανθρώπων και πράσινων χώρων βασίστηκαν στην πορεία της υγείας ασθενών που νοσηλεύονταν σε δομές περικυκλωμένες από καταπράσινους κήπους. Φαίνεται επίσης, ότι το πράσινο

πρωτοεμφανίστηκε σε ειδικές κλινικές μετά από την πεποίθηση ότι η ύπαρξη του βοηθάει τη θεραπεία ψυχικών διαταραχών.

Οι πράσινες πόλεις δεν έχουν μόνο το ρόλο της εξασφάλισης καλύτερων συνθηκών ζωής αλλά πρέπει να **ανατρέψουν τις συνέπειες** που προκαλούνται από τις επεμβάσεις του ανθρώπου στη φύση και την κλιματική αλλαγή. Οι κλιματικές προβλέψεις υποδηλώνουν αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας και επίσης ακραία καιρικά φαινόμενα στο μέλλον ⁴⁷.

Οι **επιπτώσεις στην υγεία** είναι πολλές. Υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις ότι η αύξηση της θερμοκρασίας τις τελευταίες δεκαετίες έχει ήδη συμβάλει σε μια αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα ⁴⁸. Οι ακραίες θερμοκρασίες του αέρα του περιβάλλοντος συμβάλλουν άμεσα σε θανάτους λόγω καρδιαγγειακών και αναπνευστικών παθήσεων, ιδιαίτερα μεταξύ των ευάλωτων ομάδων. Για παράδειγμα στο κύμα καύσωνα το καλοκαίρι του 2003 στην Ευρώπη, καταγράφηκαν 70.000 περισσότεροι θάνατοι ⁴⁹. Η θέρμανση στις πόλεις επηρεάζει επίσης έμμεσα την ανθρώπινη υγεία. Αν κατά την απορροή των όμβριων υδάτων οι θερμοκρασίες είναι αυξημένες, αυτό οδηγεί σε μείωση της ποιότητας του νερού και αυξημένη ρύπανση. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες του αέρα οδηγούν επίσης σε μείωση του όζοντος στο επίπεδο του εδάφους και επιδεινώνει ασθένειες του καρδιαγγειακού και του αναπνευστικού συστήματος. Επιπλέον, η γύρη και τα επίπεδα άλλων αεροαλλεργιογόνων ουσιών αυξάνονται, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα άσθματος. ⁵⁰

Μελέτες στην Ιαπωνία αποδεικνύουν ότι η αναλογία μεταξύ πράσινων και γκρίζων περιοχών έχει πολυάριθμες άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

⁴⁶ Stefano Boeri Architetti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022, σελ.153

⁴⁷ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>, IPCC, 2014

⁴⁸ Patz, J., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T. et al. Impact of regional climate change on human health. Nature 438, 310–317 (2005). <https://doi.org/10.1038/nature04188>

⁴⁹ Robine, et al., 2008

⁵⁰ Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D, et al., 2009, The toxicology of climate change: environmental contaminants in a warming world

Παρατηρείται ότι τα άτομα με πρόσβαση σε χώρους πρασίνου **επωφελούνται** από τη μείωση, της συχνότητας των καρδιακών παλμών και της διαστολικής πίεσης, καθώς και από την αύξηση της λεγόμενης καλής χοληστερόλης σε βάρος της κακής. Μελέτες κατέγραψαν χαμηλότερη συχνότητα πρόωρων τοκετών, εμφάνισης διαβήτη και καρδιαγγειακών επεισοδίων. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί επιστημονικά η μείωση των επιπέδων του στρες, που συνδέεται με το άγχος και την κατάθλιψη. Αυτό δεν συμβαίνει μόνο επειδή οι χώροι πρασίνου είναι πιο κατάλληλοι για σωματικές δραστηριότητες, αλλά και επειδή η βλάστηση συμβάλλει στη μείωση των επιπέδων θορύβου - ένα σημαντικό παράγοντα κινδύνου για αρκετές ασθένειες που προκαλούνται από το στρες. Το πράσινο έχει πολύ σημαντικό θετικό αντίκτυπο στην υγεία μας, διότι η βλάστηση απορροφά, ή τουλάχιστον μειώνει, τη συγκέντρωση ρύπων και θερμότητας στην ατμόσφαιρα. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η ικανότητα απορρόφησης ρύπων, δεν σχετίζεται μόνο με την επέκταση των χώρων πρασίνου, δεν είναι μόνο θέμα ποσοτικό αλλά και ποιοτικό. Υπάρχουν σχετικές μελέτες - για παράδειγμα αυτές που έγιναν στο C.N.R. (Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών) από τον Δρ. Baraldi που δείχνουν πώς ορισμένα δέντρα, είναι πιο αποτελεσματικά από άλλα στην απορρόφηση των ρύπων.⁵¹

Αυτές οι δράσεις δεν ωφελούν μόνο άμεσα και βραχυπρόθεσμα τον άνθρωπο αλλά επιστρέφουν σε αυτόν και **μακροπρόθεσμα**, καθώς προβλέπουν αλλαγές στο περιβάλλον οι οποίες ευνοούν όλη τη βιόσφαιρα, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπινου είδους. Σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητος ο κατάλληλος σχεδιασμός για να επιλεγθούν και να ευδοκιμήσουν τα κατάλληλα φυτά στα κατάλληλα περιβάλλοντα, εξατομικευμένα στις ανάγκες της κάθε περιοχής. Μέσω του σχεδιασμού του τοπίου επιτυγχάνεται παράλληλα με αυτό, η οργάνωση ενός πλάνου μεγαλύτερης κλίμακας που συνδέει της πράσινες πόλεις ούτως ώστε αυτά τα οφέλη

να μην περιοριστούν στο μικροκλίμα, αλλά να δημιουργούν καλύτερες συνθήκες για το μέλλον του πλανήτη και να αναστρέψουν όσο γίνεται τις παρενέργειες της αλόγιστης μέχρι τώρα ανθρώπινης δραστηριότητας.

Συμπερασματικά, η καλή ζωή δεν είναι μετρήσιμη έννοια και διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Ωστόσο μπορούμε να αναφέρουμε τη συνιστώσα της σωματικής και ψυχικής υγείας η οποία είναι αντικειμενικά βασική προϋπόθεση ευζωίας. Η σωματική και πνευματική υγεία είναι αλληλένδετες. Από τη μία, εξασφαλίζοντας ένα υγιές περιβάλλον για τον άνθρωπο, αυτομάτως ενισχύεται η ευεξία και η ψυχολογία του. Από την άλλη, η μείωση των επιπέδων στρες μακροχρόνια ωφελεί σωματικά τον άνθρωπο. Εκτός από αυτό, οι ωφέλειες που προκύπτουν για τον άνθρωπο, από τη ζωή σε ένα βιώσιμο πράσινο περιβάλλον κατοίκησης, αυξάνονται εκθετικά, γιατί δεν μιλάμε μόνο για το πως επηρεάζει αυτή η εμπειρία τα άτομα ως μεμονωμένες οντότητες αλλά και ως μέλη μίας κοινωνίας. Μέσω της συνύπαρξης και της επικοινωνίας των κατοίκων μεταδίδονται και αυξάνονται τα θετικά στοιχεία των κοινών θετικών βιωμάτων.

3.1.2 Θετική επίδραση στις οσμές

Τα κτίρια που εντάσσουν τεχνολογίες φύτευσης υπερτερούν επίσης σε ότι αφορά τις οσμές. Για παράδειγμα, στέγες οι οποίες είναι επικαλυμμένες με ασφαλτικά φύλλα, κατά την έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία, εκπέμπουν αναθυμιάσεις δυσάρεστης οσμής και επιβλαβείς για την υγεία. Σε αντιπαράθεση αυτού, μια φυτεμένη στέγη «καταργεί» τέτοιου είδους ζητήματα και παράλληλα προσφέρει ευχάριστες φυσικές οσμές, ιδιαίτερα με την χρήση έντονων μυρωδικών φυτών όπως την λεβάντα, το θυμάρι και το γαρίφαλο. Οι ευχάριστες φυσικές μυρωδιές των φυτών καλύπτουν σε μεγάλο βαθμό τις ευρύτερες αποπνικτικές οσμές των πόλεων, όπως αυτές των

⁵¹ Stefano Boeri Architetti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022, σελ.236-237

καυσαερίων, δίνοντας μια μεγαλύτερη άνεση ή ένα παραπάνω κίνητρο στον κάτοικο να περνάει περισσότερο χρόνο στους εξωτερικούς χώρους του κτιρίου.⁵²



Εικόνα 27: Αρωματικό φυτό λεβάντα

3.1.3 Ανθεκτικότητα κατασκευής

Η φύτευση στα κτίρια συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στην ανθεκτικότητα της κατασκευής, ιδίως όσον αφορά τα δώματα, ενισχύοντας την διάρκεια ζωής τους.

Η στέγη καθιστά ένα από τα πιο επιβαρυνμένα μέρη του κτιρίου σε ότι αφορά τα καιρικά φαινόμενα, τις έντονες διαφορές θερμοκρασίας, την υπεριώδη ακτινοβολία και τους ρύπους, τα οποία και φθείρουν σε μεγάλο βαθμό την κατασκευή. Η επικάλυψη βλάστησης έχει την δυναμική για μείωση των διαφορών θερμοκρασιών στους 30°C, ενώ παράλληλα προστατεύει πλήρως τα μονωτικά υλικά της κατασκευής. Ενώ τα κοινότυπα δώματα, λόγω έντονης φθοράς, χρήζουν συντήρησης εντός 5-10 ετών, οι

φυτεμένες στέγες επεκτείνουν σε σχεδόν απεριόριστο χρόνο την διάρκεια ζωής τους και αρκούνται σε συντήρηση εντός 30-40 έτη. Έτσι ο ιδιοκτήτης ευνοείται οικονομικά σε μεγάλο βαθμό σχετικά με το κόστος επαναστεγανοποίησης, αλλά και τις επισκευές του σκυροδέματος που στο σύνολό τους ελαττώνουν σημαντικά το συνολικό κόστος συντήρησης του κτιρίου.⁵³

Τέλος, η κατακόρυφη φύτευση στις όψεις μπορεί και συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων του ανέμου στο σύστημα. Νέες έρευνες φανερώνουν ότι το φύλλωμα, αντί να αποτελεί πηγή δομικής πίεσης, συνεισφέρει στη διάχυση της δύναμης του ανέμου έως και 15%.⁵⁴

3.1.4 Προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Τα ολοένα αυξανόμενα πεδία ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι ένα γεγονός που έχει λάβει υπέρμετρες διαστάσεις στην σύγχρονη κοινωνία, είτε λόγω φυσικών αιτιών που επιδεινώνονται έμμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα, όπως η υπεριώδη ακτινοβολία του ηλίου με την τρύπα του όζοντος, είτε άμεσα από τις κεραίες τηλεπικοινωνιών και ραδιοφωνίας-τηλεόρασης. Αυτό το ζήτημα διογκώνεται, ιδίως στις πόλεις λόγω της έντονης ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα κτίρια δέχονται ακατάπαυστη ακτινοβολία, της οποίας μάλιστα σημαντικό μέρος, κατηγορείται ως επιδείνωση ή και αιτία για μακροπρόθεσμα προβλήματα υγείας.

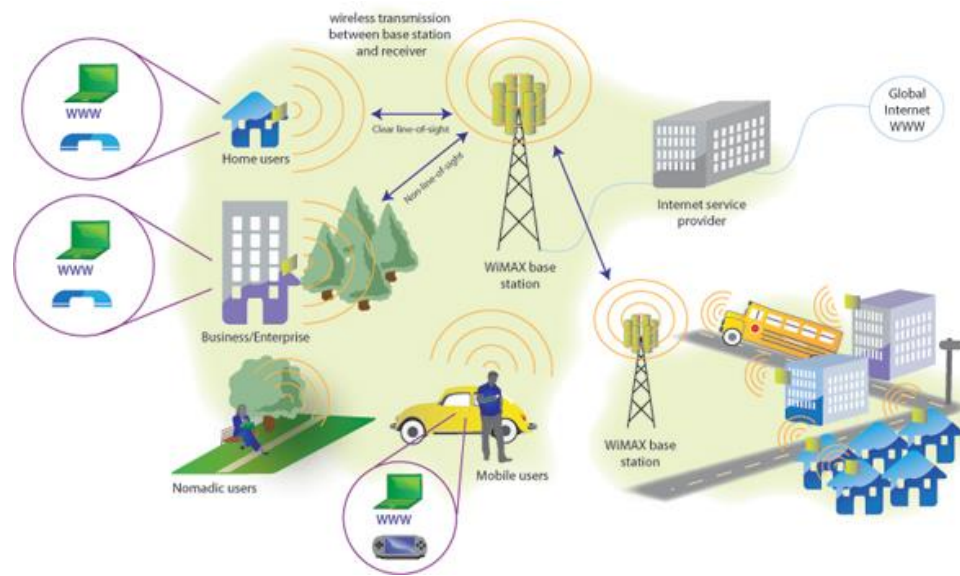
Η φύτευση, παράλληλα με όλους τους μηχανισμούς και τις ευεργετικές ιδιότητες που προσφέρει συναρτήσει του κτιρίου, λειτουργεί επίσης και ως ασπίδα προστασίας

⁵² BABANOY ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/ων Μηχανικών, 2013, σελ.96

⁵³ BABANOY ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/ων Μηχανικών, 2013, σελ.99

⁵⁴ Stefano Boeri Architetti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022, σελ.315

απέναντι στις ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Έρευνες όπως αυτή του «National Institute for Standards and Technology» έχουν φανερώσει πως τα δέντρα μειώνουν σε σημαντικό βαθμό την διαπερατότητα των ακτινοβολιών, πράγμα που κυμαίνεται και ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε νερό. Ειδικότερα για τα φυτεμένα δώματα, έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο Μόναχο της Γερμανίας αναφέρουν πως έχουν την δυναμική περιορισμού της διείσδυσης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έως και 99,4% (Herman 2003).^{55 56}



Εικόνα28: Ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες εντός των πόλεων

⁵⁵ <https://greenroofs.org/about-green-roofs>

⁵⁶ <https://www.nist.gov/publications/electromagnetic-signal-attenuation-construction-materials>

⁵⁷ Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft, σελ.36

3.1.5 Μικροκλίμα και κτιριακή ενεργειακή απόδοση

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η σωστή διάταξη των φυτών και των δέντρων γύρω από τα κτίρια έχει άμεση επίδραση και στις μικροκλιματικές συνθήκες σε αυτά, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για τον κάτοικο με έναν απόλυτα φυσικό τρόπο, αποφέροντάς του επίσης εξοικονόμηση ενέργειας.

Σε πρώτη φάση, η βλάστηση μπορεί να προσφέρει σκιά στα κτίρια, προστατεύοντάς τα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται ένα ομοιογενές μικρόκλιμα στο ενδιάμεσο μεταξύ των φυτών και των οικοδομικών επιφανειών. Έρευνες φανερώνουν ότι η σκίαση από δέντρα που βρίσκονται πιο κοντά στα κτίρια, και κατ' επέκταση πάνω στα κτίρια, έχει πολύ μεγαλύτερη αποδοτικότητα στην ψύξη των επιφανειών των κτιρίων, έως και 9°C. Επίσης, η βλάστηση, με την ικανότητα της εξατμισοδιαπνοής προσφέρει περαιτέρω δροσισμό. Επομένως, για πολυώροφα κτίρια, προκειμένου να έχουμε χαμηλότερες θερμοκρασίες στις προσόψεις τους, μια σοφή διαχείριση και τακτοποίηση των φυτών σε σύστημα κατακόρυφης φύτευσης ως προς την εκμετάλλευση της εξατμισοδιαπνοής, αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο.^{57 58 59}

Όσον αφορά τους πράσινους τοίχους, αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο τόσο για τα κτίρια στα οποία εντάσσονται, όσο και για το μικροκλίμα στα αστικά φαράγγια. Κατά τους ζεστούς μήνες έχουν την δυνατότητα να απορροφούν σε πολύ μεγάλο βαθμό την θερμότητα, εμποδίζοντας παράλληλα την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας των κτιριακών επιφανειών, που ακτινοβολούν εκ νέου στο περιβάλλον. Έτσι μειώνεται

⁵⁸ <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00107-020-01583-0.pdf>

⁵⁹ ΔΙΠΕ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ, εκδ. Ελληνικά Γράμματα, σελ.96

η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου ενώ παράλληλα προσφέρεται δροσιά στον αστικό χώρο.

Οι ζωντανοί τοίχοι έχουν βελτιωτικό αποτέλεσμα ως ρυθμιστικές έναντι, τόσο των υψηλών θερμοκρασιών, όσο και του κρύου του χειμώνα.⁶⁰

3.1.6 Αστική Γεωργία

Η επένδυση σε κτίρια με μηχανισμούς εγκατάστασης φύτευσης, στους προβόλους, στα δώματα και στους τοίχους φέρνει έντονες προοπτικές για ενασχόληση των κατοίκων με την καλλιέργεια. Δίδεται η δυνατότητα στους αστούς να έρθουν ακόμα ένα βήμα



Εικόνα29: Παράδειγμα αστικής γεωργίας σε δώμα

⁶⁰ <https://www.biotope.uk.com/benefits/benefits-of-exterior-living-walls/>

⁶¹ ΒΑΒΑΝΟΥ ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/ων Μηχανικών, 2013, σελ.106

πιο κοντά με την φύση αναπτύσσοντας μια πιο διαδραστική σχέση, που μπορεί να αποφέρει παράλληλα αυτάρκεια των ιδιοκτητών σε ποικιλία καλλιεργήσιμων προϊόντων ή ακόμα και στην εμπορευματοποίησή τους. Αυτά συνεπάγονται στην μείωση των δαπανών των νοικοκυριών αλλά και στην τόνωση της τοπικής αγοράς.⁶¹

3.1.7 Ενίσχυση της βιοποικιλότητας

Γενικότερα, η κατακόρυφη φύτευση πρόκειται για μια αρχιτεκτονική συσκευή που προωθεί τη συνύπαρξη αρχιτεκτονικής και φύσης στις αστικές περιοχές και ενθαρρύνει τη δημιουργία πολύπλοκων αστικών οικοσυστημάτων. Αυτή, δεν αυξάνει μόνο τη βιοποικιλότητα ενός αστικού χώρου με φυτά, αλλά προσφέρει επίσης ζωτικό χώρο φωλιάς, καταφύγιο και τροφή για πουλιά και έντομα. Σε περιπτώσεις κτιρίων με πράσινους τοίχους (living walls) όπως αυτό της εταιρίας Veolia Energy στην Αγγλία, έχει γίνει περεταίρω προσπάθεια ενίσχυσης της βιοποικιλότητας που συγκεντρώνεται στους πράσινους τοίχους τους, με την ενσωμάτωση δοχείων-φωλιών ως προς την κατοίκηση πτηνών και εντόμων που προσεγγίζονται. Αυτό βοηθά στη δημιουργία ενός καλά ισορροπημένου τοπικού οικοσυστήματος.

62 63



Εικόνα 30: Βιοποικιλότητα

⁶² <https://sustrainy.erasmus.site/it/the-vertical-forest-protecting-urban-biodiversity/>

⁶³ <https://www.biotope.uk.com/benefits/benefits-of-exterior-living-walls/>

3.2 Μειονεκτήματα

Η κατακόρυφη φύτευση προσφέρει αδιαμφισβήτητα πολλές και ζωτικές ωφέλειες. Παρόλα αυτά κατά την εφαρμογή τους εμφανίζονται και κάποια μειονεκτήματα, που όμως είναι κατά αναλογία πολύ λιγότερα σε σχέση με τα οφέλη και σχετικά διαχειρίσιμα. Πέραν από κάποια περισσότερο πρακτικά ζητήματα όπως είναι το κόστος συντήρησης και οι απαιτήσεις σε άρδευση, το γεγονός της ενισχυμένης βιοποικιλότητας που προαναφέραμε καθίσταται αμφιλεγόμενο ως προς την θετική του επίδραση. Ο σύγχρονος άνθρωπος των πόλεων, έχοντας πιθανότατα ζήσει μακριά από την φύση για το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του, έχει αποξενωθεί από την συνύπαρξη με όλα τα υπόλοιπα έμβια όντα, κατ' εξαίρεση ελαχίστων παραδειγμάτων. Αυτό το γεγονός, της αποξένωσης, σε αρκετές περιπτώσεις είναι η αιτία που προκαλεί δυσφορία με την οποιαδήποτε επαφή με άλλα έμβια όντα, που ήδη υφίστανται, αλλά και που πρόκειται να προσεγγίζονται από την πράσινη ανάπτυξη στα κτίρια. Παρόλα αυτά πιστεύουμε πως αυτό το φαινόμενο θα έπρεπε να μας προβληματίζει και να τεθεί σε περιορισμό, καθώς διαταράσσεται η ψυχική ηρεμία των πολιτών εξαιτίας ασήμαντων αιτιών. Η μοναδική λύση σε αυτό το ζήτημα είναι το να συνηθίσει ο πολίτης στην παρουσία της βιοποικιλότητας, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μονάχα με την επανένταξη της φύσης.

⁶⁴ Δαρβίρης Θ. Μ., Η συνεισφορά των φυτεμένων οροφών στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και στο αστικό περιβάλλον, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΤUC, Μηχ. Περιβαλ., 2012, σελ.54

3.2.1 Κόστος κατασκευής και συντήρησης

Φυτεμένο δώμα

Το υψηλό **κόστος κατασκευής** οφείλεται κυρίως στο αυξημένο φορτίο που προσθέτει η βλάστηση στη στέγη καθώς και στο κόστος εργασίας. Λόγω του βάρους του φυτεμένου δώματος, το οποίο θεωρείται επιπρόσθετο σταθερό φορτίο στο στατικό φορέα του κτιρίου και των μεταβαλλόμενων φορτίων που προκαλούνται σε αυτό, η συνολική κατασκευή πρέπει να είναι ιδιαίτερα ισχυρή. Αυτά τα προβλήματα μπορούν να λυθούν στο μέλλον, εφόσον με την εκτεταμένη εγκατάσταση συστημάτων κατακόρυφης φύτευσης, ανακαλύπτονται πιο εξελιγμένες τεχνικές και μέθοδοι για την εγκατάστασή τους. Επιπλέον παρόλο που η αρχική δαπάνη είναι υψηλή, η μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η φυτεμένη οροφή είναι περιβαλλοντικά ωφέλιμη επιλογή.

Η **συντήρηση** των φυτεμένων οροφών γίνεται αμέσως μετά τη φάση της εγκατάστασης αλλά συνεχίζεται και αργότερα για τη διατήρησή της. Γίνεται τουλάχιστον μία φορά το χρόνο, από εξειδικευμένο προσωπικό (κατά προτίμηση από τον αρχικό κατασκευαστή της) και στοχεύει στην απομάκρυνση ανεπιθύμητων φυτικών ειδών και στη συμπλήρωση υποστρώματος όπου χρειάζεται. Σημειώνεται ότι δώματα εκτατικού τύπου έχουν χαμηλότερες απαιτήσεις σε συντήρηση, συγκριτικά με δώματα εντατικού τύπου. ^{64 65}

⁶⁵ ΕΛΕΝΗ ΣΟΥΡΝΟΠΟΥΛΟΥ, Μετριασμός και Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή με εφαρμογή στον βιώσιμο σχεδιασμό κατοικιών, Διπλωματική, 2021, Πολιτικών Μηχ., ΑΠΘ, σελ. 39

Πράσινοι τοίχοι

Το **κόστος εγκατάστασης** συστημάτων πράσινου τοίχου είναι μεταβλητό με σημαντικές διαφορές για την κάθε κατηγορία. Οι ζωντανοί τοίχοι είναι πιο δαπανηροί σε σύγκριση με τις πράσινες προσόψεις. Σύμφωνα με τον Patrick Blanc η λανθασμένη εγκατάσταση των κάθετων κήπων μπορεί να οδηγήσει στην ανεπιθύμητη εμφάνιση υγρασίας στην όψη. Επιπλέον τα αναρριχώμενα φυτά μπορεί να βλάψουν την επιφάνεια με την εισχώρηση των ριζών τους σε ρωγμές ή κενά της. Η εγκατάσταση απαιτεί υψηλό κόστος ώστε να προβλεφθούν και να αποτραπούν αυτές οι αστοχίες. Ωστόσο οι πράσινοι τοίχοι δεν συγκρίνονται με τα φυτεμένα δώματα ως προς τη στατική επιβάρυνση του κτιρίου καθώς προσθέτουν μικρά φορτία. Επίσης είναι συμβατές με υφιστάμενες κατασκευές στις οποίες δεν έχει συνυπολογιστεί μεγάλο επιπλέον φορτίο στην αρχική στατική τους επίλυση.

Για τη **συντήρηση**, δεν είναι αμελητέο το κόστος εργασίας, καθώς η πρόσβαση σε μία όψη είναι δύσκολη διαδικασία που απαιτεί προσαρμοσμένους τρόπους ανύψωσης των υλικών και εξειδικευμένα εργαλεία. Η συστηματική συντήρηση για τους πράσινους τοίχους είναι απαραίτητη ανεξάρτητα από την επιτυχία της εγκατάστασης.⁶⁶

3.2.2 Απαιτήσεις σε άρδευση

Φυτεμένο δώμα

Ένας από τους λόγους που καθιστούν το περιβάλλον ενός δώματος, λιγότερο ευνοϊκό για την ανάπτυξη φυτών, είναι ότι οι συνθήκες που επικρατούν σε αυτό, προκαλούν αυξημένη ανυδρία. Η απαιτήση ενός φυτοδώματος σε άρδευση δεν είναι αμελητέες. Για να επιτευχθεί η κατάλληλη κατανομή του νερού σε μικρής επιφάνειας φυτεμένα

⁶⁶ Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 868-869

δώματα υπάρχει η ανάγκη εγκατάστασης εκτοξευτήρων νερού. Για μεγάλα φυτοδώματα γίνεται άρδευση με δύο διαδικασίες. Η μία είναι η άρδευση «με σταγόνες» κατά την οποία εισάγεται νερό στη βάση του φυτού με αποτέλεσμα να μην εξατμίζεται μεγάλο μέρος του. Η δεύτερη, διαδικασία άρδευσης η οποία γίνεται με «την τεχνητή βροχή», εκτοξεύει μεγάλη ποσότητα νερού αλλά ένα ποσοστό εξατμίζεται. Η άρδευση στα φυτεμένα δώματα είναι συνήθως απαραίτητη μέχρι να αναπτυχθεί η βλάστηση. Έπειτα, όσον αφορά τα εντατικά και τα ημι-εντατικά δώματα μπορεί να γίνει περιστασιακή. Επίσης για τα περισσότερα εκτατικά, η άρδευση μπορεί να αποφευχθεί αλλά αυτό είναι κάτι που δεν προτείνεται, καθώς σε αυτή την περίπτωση μειώνονται οι πιθανότητες να διατηρηθεί η φύτευση για τον προσδοκώμενο αριθμό ετών.

Με αυτά τα δεδομένα αντιλαμβανόμαστε ότι η πρόοδος που μπορεί να γίνει σε αυτό τον τομέα ώστε να μειωθεί το κόστος άρδευσης και η υπερβολική κατανάλωση νερού, περιορίζεται στην προσπάθεια χρήσης ανακυκλούμενου νερού. Η ανακύκλωση νερού αποτελεί εφικτό και αποτελεσματικό τρόπο για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος, επομένως θεωρούμε ότι η αυξημένη απαίτηση σε άρδευση, αποτελεί ένα επιλύσιμο παρόλα αυτά ζήτημα.

⁶⁷

Πράσινοι τοίχοι

Οι ανάγκες άρδευσης των πράσινων τοίχων εξαρτώνται από τον τύπο του συστήματος, τα φυτά που χρησιμοποιούνται και τις κλιματικές συνθήκες. Οι αρθρωτές πράσινες προσόψεις και οι ζωντανοί τοίχοι απαιτούν ένα εξειδικευμένο σύστημα άρδευσης προκειμένου να παρέχεται το απαραίτητο νερό κατά την ανάπτυξη των

⁶⁷ Δαριβίρης Θ. Μ., Η συνεισφορά των φυτεμένων οροφών στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και στο αστικό περιβάλλον, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, TUC, Μηχ. Περιβαλ., 2012, σελ.30

φυτών. Το νερό άρδευσης μπορεί να εμπλουτιστεί με θρεπτικά συστατικά, λιπάσματα, ορυκτά, φωσφορικά άλατα, αμινοξέα ή υδροπονικά υλικά για τη βελτίωση της ανάπτυξης της βλάστησης. Η παροχή νερού των ζωντανών τοίχων γίνεται μέσω της εγκατάστασης σωλήνα συνεχούς άρδευσης που βρίσκεται στο πάνω μέρος. Οι ζωντανοί τοίχοι χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού, ενώ υψηλό κόστος έχει και η κατασκευή του συστήματος άρδευσης.

Ορισμένοι ζωντανοί τοίχοι περιλαμβάνουν επίσης στρατηγικές για την ελαχιστοποίηση της πρόσληψης επεξεργασμένου νερού. Υπάρχουν στρατηγικές όπως η ανάκτηση του νερού της βροχής από τις στέγες του κτιρίου, η επαναχρησιμοποίηση του νερού που συλλέχτηκε στο σύστημα αποχέτευσης, και η παρακολούθηση των αναγκών ύδρευσης, μέσω της εγκατάστασης αισθητήρων. Μια άλλη στρατηγική συνίσταται στην εφαρμογή αισθητήρων στα μέσα καλλιέργειας για την ποσοτικοποίηση των θρεπτικών συστατικών. Μπορεί να χρειάζεται να αυξηθεί ή να ελαχιστοποιηθεί η τροφοδοσία θρεπτικών συστατικών για να ταιριάζουν με τις ανάγκες των φυτών. Επομένως στα «οργανωμένα» συστήματα πράσινων τοίχων είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψιν οι απαιτήσεις σε άρδευση και η κατάλληλη τροφοδοσία θρεπτικών συστατικών, για ένα επιτυχημένο αποτέλεσμα. Σε αυτό τον τομέα ήδη παρατηρείται, μεγάλη κινητοποίηση ως προς την αξιοποίηση ανακυκλούμενου νερού και την ελαχιστοποίηση της περιττής σπατάλης υλικών.⁶⁸

4. Ανάλυση κατηγοριών κτιρίων

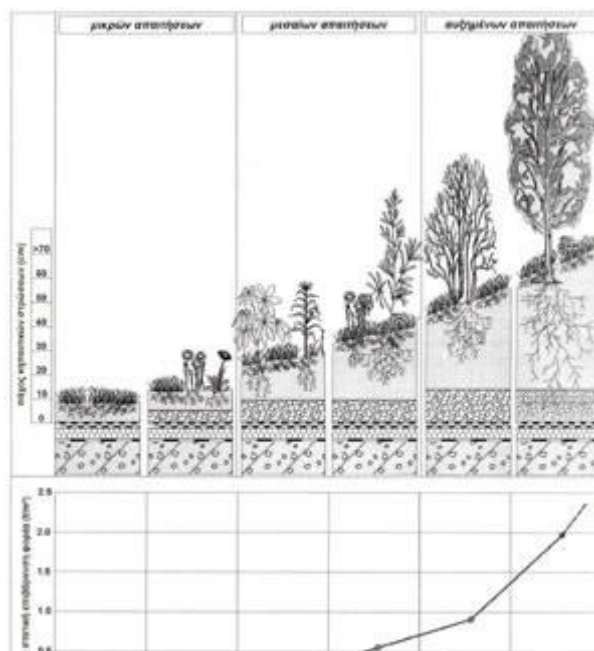
με ενσωμάτωση κατακόρυφης φύτευσης και μηχανισμοί βλάστησης

⁶⁸ Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 867

4.1 Κατηγορίες κατακόρυφης φύτευσης

4.1.1 Φυτεμένο Δώμα

Μια από τις τρεις κατηγορίες που μελετάμε ως τεχνολογία κατακόρυφης φύτευσης σε κέλυφος κτιρίου είναι τα φυτεμένα δώματα. Είναι το πιο ευρέως εφαρμοσμένο σύστημα κατακόρυφης φύτευσης και έχει την ιδιότητα, ανάμεσα στις άλλες τεχνολογίες κατακόρυφης φύτευσης, να διαχειρίζεται αποτελεσματικά τα όμβρια ύδατα χάρη στην συγκράτηση νερού του υποστρώματος. Γι' αυτό και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις αστικές περιοχές όπου συναντάμε πλημμυρικά φαινόμενα λόγω του μεγάλου ποσού των αδιαπέραστων επιφανειών. Προσφέρει όλα τα πλεονεκτήματα που συμπεριλαμβάνονται στα κτίρια με ένταξη τεχνολογίας κατακόρυφης φύτευσης, με την θερμομόνωση και ψυκτική ικανότητα να αποτελούν τα πιο ισχυρά τους σημεία. Βάσει μελετών, τους καλοκαιρινούς μήνες ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να μειώσει την θερμοκρασία των επάνω οροφών



Εικόνα 31: Διάγραμμα απαιτήσεων φυτεμένων δωμάτων

έως και 25% (Saiz, et al., 2006). Αντίστοιχες επιδόσεις θα μπορούσαν να επιτευχθούν και σε μία συμβατική οροφή με επιπλέον μόνωση, όμως οι πράσινες στέγες παρέχουν αισθητική, καθαρίζουν τον αέρα, προσδίδουν ηχομόνωση και προστατεύουν την βιοποικιλότητα (Oberndorfer, et al., 2007). Ταυτόχρονα, αν μιλάμε για ένα βατό δώμα, προσδίδεται παράλληλα χρήση σε ένα αναξιοποίητο κατά βάση χώρο του κτιρίου.⁶⁹

Σε μια στέγη ή σε μια ταράτσα είναι εφικτή όλων των ειδών η φύτευση, από λουλούδια μέχρι δέντρα, κάτι το οποίο εξαρτάται επίσης, σε μεγάλο βαθμό, από το κλίμα της περιοχής αλλά και από το επιπλέον φορτίο που μπορεί να αντέξει η οροφή. Η φύτευση γίνεται σε ζαρντινιέρες ή πάνω σε ένα διαμορφωμένο υπόστρωμα. «Όλες οι οροφές, οι ταράτσες, τα αίθρια και τα μπαλκόνια μπορούν να καλυφθούν με βλάστηση και να προκληθούν τα οφέλη που προαναφέρθηκαν στο πυκνοδομημένο και υποβαθμισμένο αισθητικά, αλλά και από κάθε άποψη, αστικό περιβάλλον.»⁷⁰

«Τα φυτεμένα δώματα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες. Τα εκτατικού τύπου, τα ημι-εντατικού ή ημι-εκτατικού τύπου και τέλος τα εντατικού τύπου φυτό-δώματα. Οι διαφορές που τα χαρακτηρίζουν αφορούν κυρίως το πάχος του υποστρώματος, το οποίο κατ' επέκταση επηρεάζει το είδος και την ποσότητα του φυτικού υλικού, τα οποία και αυτά με την σειρά τους επηρεάζουν την τελική κατασκευή, τον τρόπο χρήσης αλλά και την συντήρησή του δώματος. Βασικό χαρακτηριστικό για την επιλογή του τύπου ενός φυτό-δώματος είναι η στατικότητα (η αντοχή) του κτιρίου όπου και θα κατασκευαστεί.»⁷¹

⁶⁹ Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft, σελ.21

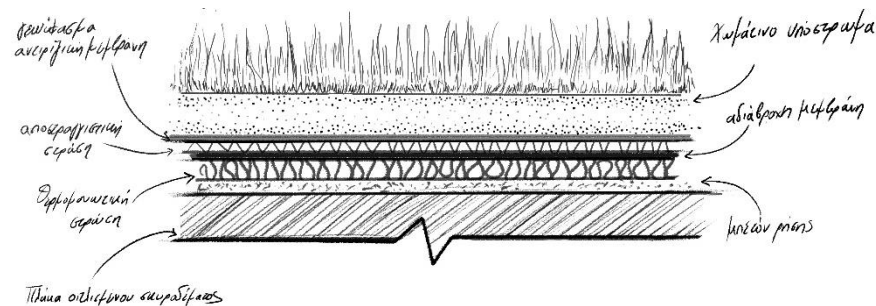
⁷⁰ Χεγκιάζι Κ., Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη, Διπλωματική Εργασία, Μηχανολόγων Μηχ. Ε.Μ.Π., 2009, σελ. 117

⁷¹ ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ ΡΗΓΑΣ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ, Πτυχιακή, Παν. Θεσσαλίας, Γεωπ. Επιστημών, Βόλος 2018, σελ. 13

Εκτατικός τύπος φυτοδώματος

Στα εκτατικού τύπου φυτεμένα δώματα, το βάθος του φυτικού υποστρώματος κυμαίνεται από 10 έως 15 εκ. Θεωρείται κατασκευή μικρού φορτίου για το κτίριο, γεγονός που της επιτρέπει την εγκατάστασή της σχεδόν σε οποιαδήποτε οροφή (με κλίση έως 45°), και χρειάζεται ελάχιστη ή έως καθόλου συντήρηση. Στο φυτικό υλικό συμπεριλαμβάνονται κατά βάση, φυτά που αναβλαστούν εύκολα και μπορούν να ανταπεξέλθουν στις δύσκολες συνθήκες, όπως την ξηρασία, τους έντονους ανέμους και την ακτινοβολία, που συναντώνται συχνότερα σε αυτού του τύπου πράσινα δώματα. Ιδανικά χρησιμοποιούνται φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως αγριολούλουδα, φυτά εδαφοκάλυψης και shedam (πολυετές είδος παχύφυτου με μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης, ευπροσάρμοστο, ανθεκτικό και εύκολο στην καλλιέργειά του).

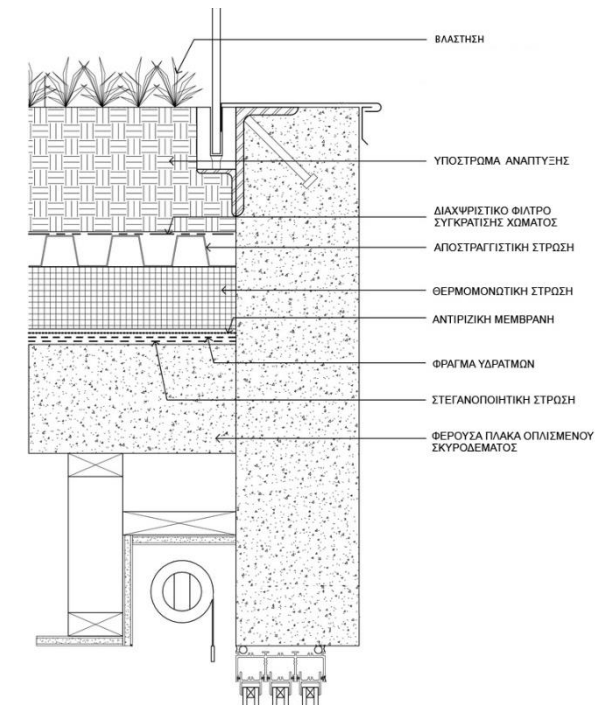
Ο εκτατικός τύπος είναι ο πιο ενδεδειγμένος για τη βιοκλιματική εφαρμογή σε υφιστάμενα κτίρια.⁷²



Εικόνα 32: Ενδεικτικό σκίτσο εκτατικού τύπου φυτοδώματος



Εικόνα 33: Oak Pass Main House / Walker Workshop



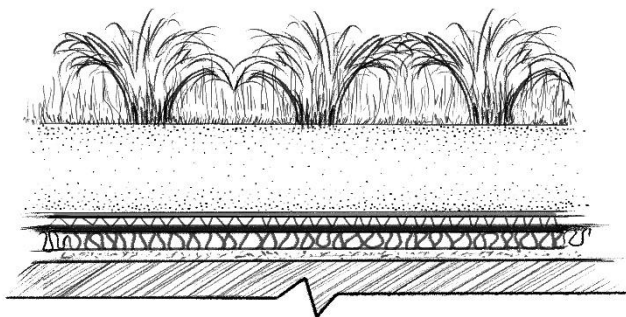
Εικόνα 34:: Κατασκευαστική λεπτομέρεια φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου του Oak Pass Main House / Walker Workshop

⁷² <https://toprasino.gr/fytemena-domata/>

Ημι-εντατικός τύπος φυτοδώματος

Τα ημιεντατικού τύπου φυτεμένα δώματα είναι η ενδιάμεση περίπτωση μεταξύ εκτατικού και εντατικού τύπου, και το αναγκαίο υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών είναι από 15 έως 25 εκατοστά βάθος. Αυτός ο τύπος εφαρμόζεται τόσο σε επίπεδες όσο και σε επικλινείς οροφές και χρειάζεται συντήρηση (άρδευση, προσθήκη λιπασμάτων κλπ). Χάρη στο μεγαλύτερο βάθος διαστρωμάτωσης του συστήματος υποδομής αυξάνεται η ποικιλία των ενδημικών φυτών που μπορούν να εγκατασταθούν. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί περεταίρω θαμνώδης βλάστηση με ύψος ανάπτυξης έως 25 εκ. και γενικά ελαφρώς ογκωδέστερα φυτά από αυτά του εκτατικού.

Αυτός ο τύπος φυτοδώματος έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εκμεταλλευτεί έως έναν σημαντικό βαθμό το περιβαλλοντικό και αισθητικό αποτέλεσμα του εντατικού τύπου δίχως όμως να είναι τόσο κοστοβόρο και να απαιτεί μεγάλες ανάγκες συντήρησης.^{73 74}



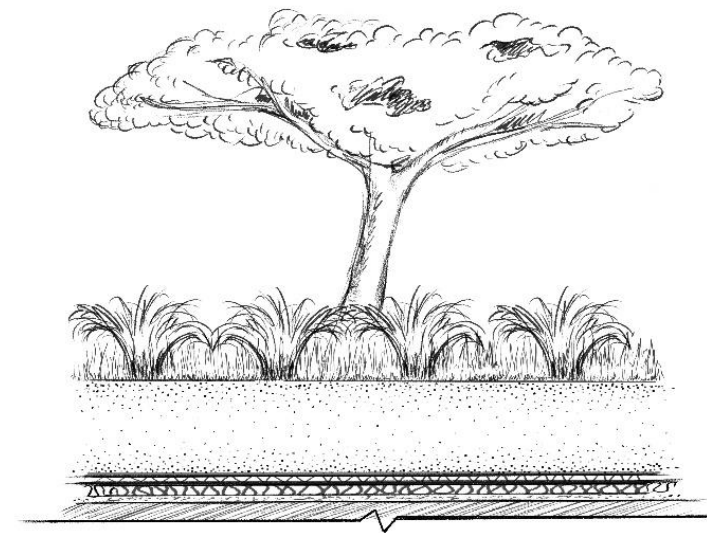
Εικόνα 35:: Ενδεικτικό σκίτσο ημι-εντατικού τύπου φυτοδώματος

⁷³ https://www.architectoniki.gr/pdf/biografiko/arthra/fytemena_domata.pdf

⁷⁴ ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ ΡΗΓΑΣ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ, Πτυχιακή, Παν. Θεσσαλίας, Γεωπ. Επιστημών, Βόλος 2018, σελ. 13

Εντατικός τύπος φυτοδώματος

Ο εντατικός τύπος αποτελεί ογκωδέστερο συστήματα και γι' αυτό η στατική μελέτη των υφιστάμενων κτιρίων καθίσταται αναγκαία πριν την οποιαδήποτε διεργασία. Το υπόστρωμα ανάπτυξης μπορεί να φτάνει έως το 1,5 μ. βάθος, έτσι ώστε να μπορεί να υποστηρίξει μεγάλη ποικιλία φυτών, θάμνων και δέντρων. Γεγονός που κάνει τόσο το κόστος όσο και τις ανάγκες συντήρησης να ανεβαίνουν ανάλογα. Στον εντατικό τύπο φυτοδώματος υποστηρίζονται επίσης διάφορες κατασκευές όπως συστήματα σκίασης, μονοπάτια, στοιχεία νερού, κλπ.^{75 76}



Εικόνα 36: Ενδεικτικό σκίτσο εντατικού τύπου φυτοδώματος

⁷⁵ Ο. π. σελ. 13 -14

⁷⁶ https://www.architectoniki.gr/pdf/biografiko/arthra/fytemena_domata.pdf

4.1.2 Πράσινοι Τοίχοι

Οι πράσινοι τοίχοι έχουν αυξημένες δυνατότητες να συνεισφέρουν στην προσθήκη πρασίνου στις πόλεις, διότι στα αστικά κέντρα η έκταση του πρασίνου των προσόψεων είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερη από την έκταση της οροφής του κτιρίου ή των μπαλκονιών του. Επιπλέον είναι σχετικά ευέλικτα όσον αφορά την τοποθέτησή τους αφού δεν προσθέτουν μεγάλο φορτίο στατικά στο κτίριο.

Πρέπει να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος τομέας αναπτύσσεται συνεχώς, επομένως υπάρχουν πολλές δυνατότητες για νέα συστήματα πράσινων τοίχων στο μέλλον. Παρακάτω αναφέρονται τα πιο αντιπροσωπευτικά συστήματα πράσινων τοίχων, ως προς τη διαμόρφωση, τη σύνθεση και τα υλικά τους.

Ο όρος «Πράσινοι τοίχοι» ή «Green walls» αναφέρεται σε όλα τα συστήματα που ενσωματώνουν τη φύτευση σε μία κατακόρυφη επιφάνεια (προσόψεις, τοίχοι, διαχωριστικά τοιχώματα), συμπεριλαμβανομένων των λύσεων με φυτά που τοποθετούνται και αναπτύσσονται επάνω ή εντός του τοίχου ενός κτιρίου. Οι πράσινοι τοίχοι μπορούν να χωριστούν σε δύο κύρια συστήματα: τις **πράσινες προσόψεις** (green facades) και τους **ζωντανούς τοίχους** (living walls). Η εμφανής διαφορά τους είναι ότι στις πράσινες προσόψεις εφαρμόζονται αναρριχώμενα ή κρεμαστά φυτά κατά μήκος του τοίχου καλύπτοντάς τον, και οι ζωντανοί τοίχοι περιλαμβάνουν υλικά και τεχνολογία που υποστηρίζει μια ευρύτερη ποικιλία από φυτά δημιουργώντας μια ομοιόμορφη ανάπτυξη κατά μήκος της επιφάνειας. Οι ρίζες της βλάστησης της δεύτερης κατηγορίας είναι συνήθως κάθετες στην κατακόρυφη επιφάνεια του τοίχου, επομένως για την αναφορά μας σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούμε τον όρο «κάθετη φύτευση».

Πράσινες Προσόψεις

Οι πράσινες προσόψεις βασίζονται στη λογική της εφαρμογής αναρριχώμενων ή κρεμαστών φυτών κατά μήκος του τοίχου. Τα φυτά μπορεί να αναπτυχθούν προς τα πάνω, όπως σε παραδοσιακά παραδείγματα, είτε προς τα κάτω, σε περίπτωση που κρεμαστούν από κάποιο ύψος. Κατηγοριοποιούνται σε **άμεσες** και **έμμεσες** προσόψεις. Οι άμεσες είναι εκείνες στις οποίες τα φυτά συνδέονται απευθείας στον τοίχο. Οι έμμεσες περιλαμβάνουν μια υποστηρικτική κατασκευή για τη βλάστηση. Οι νέες λύσεις πράσινων προσόψεων είναι έμμεσες, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές (άμεσες), με τα φυτά να έχουν τις ρίζες τους στο έδαφος ή σε ζαρντινιέρες και καθοδηγούνται για να αναπτυχθούν κατά μήκος της δομής στήριξης. Τα **έμμεσα συστήματα** πράσινων προσόψεων περιλαμβάνουν **συνεχείς** και **αρθρωτές** (με ενότητες) λύσεις. Οι συνεχείς οδηγοί βασίζονται σε μία κατασκευή που κατευθύνει την ανάπτυξη των φυτών σε όλο το μήκος της επιφάνειας. Οι αρθρωτές είναι παρόμοιες

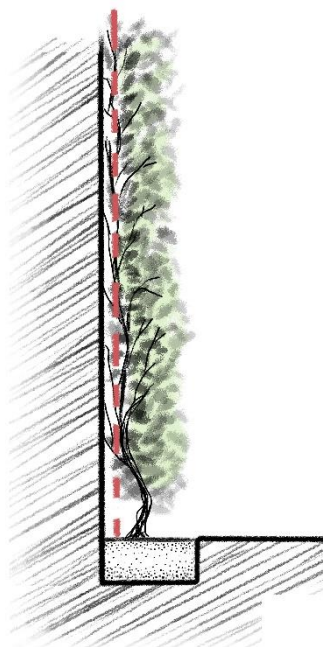


Εικόνα 37: Άμεση Πράσινη Πρόσοψη

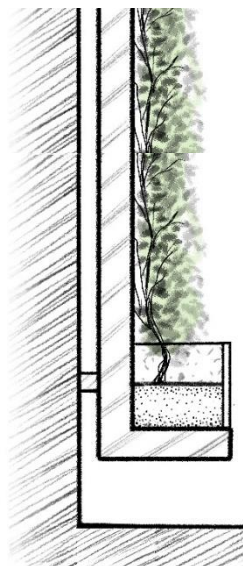


Εικόνα 38: Έμμεση Πράσινη Πρόσοψη

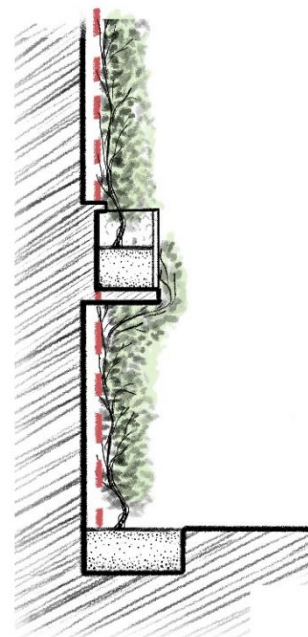
λύσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση πολλών αρθρωτών στοιχείων κατά μήκος της επιφάνειας.⁷⁷



Εικόνα 39: Άμεση Πράσινη πρόσοψη



Εικόνα 40: Έμμεση Συνεχής Πράσινη πρόσοψη



Εικόνα 41: Έμμεση Αρθρωτή Πράσινη πρόσοψη

Ζωντανοί τοίχοι

Οι ζωντανοί τοίχοι είναι μία αρκετά πρόσφατη καινοτομία στον τομέα της επένδυσης τοίχων. Προέκυψαν για να επιτρέψουν την ενσωμάτωση του πρασίνου σε τοίχους ψηλών κτιρίων. Οι ζωντανοί τοίχοι επιτρέπουν την ταχεία κάλυψη μεγάλων επιφανειών και την πιο ομοιόμορφη ανάπτυξη κατά μήκος της κατακόρυφης επιφάνειας προσαρμοζόμενοι σε κάθε είδος κτιρίου. Επιτρέπουν επίσης την ενσωμάτωση μιας ευρύτερης ποικιλίας φυτικών ειδών και η επιλογή της βλάστησης μπορεί να γίνει σίφωνα με το επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα. Το χρώμα, η υφή και οι αλλαγές του φυλλώματος ανάλογα με την εποχή είναι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό των συστημάτων για την δημιουργία καλλιτεχνικών λύσεων.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι συστημάτων για την κατασκευή μιας δομής πράσινου τοίχου, με διαφορετικές μεθόδους άρδευσης και διαφορετικούς τρόπους προσάρτησης των πράσινων στοιχείων στις επιφάνειες. Οι μέθοδοι και οι τρόποι σχετίζονται άμεσα με τον τύπο της βλάστησης που χρησιμοποιείται καθώς επίσης και με την ποσότητα και την έκταση του κτιρίου στο οποίο σχεδιάζεται να εγκατασταθεί η κατασκευή. Σήμερα υπάρχουν αρκετές τεχνολογικές λύσεις για τη δημιουργία πράσινων τοίχων. Βασικό παράδειγμα αποτελούν οι «Κάθετοι κήποι», τεχνολογία του Patrick Blanc, που περιγράφεται από τον ίδιο ως «Σχεδιασμός για την καλλιέργεια φυτών χωρίς έδαφος».

Οι **κάθετοι κήποι** (vertical gardens) του Blanc χρησιμοποιούν ένα σύστημα χτισμένο με πλαστικό PVC, που χρησιμοποιεί τσόχα αντί για χώμα, το οποίο έχει την ικανότητα να συγκρατεί νερό και να δημιουργεί ένα περιβάλλον στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν οι ρίζες. Τα φυτά λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά

⁷⁷ Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 865-866

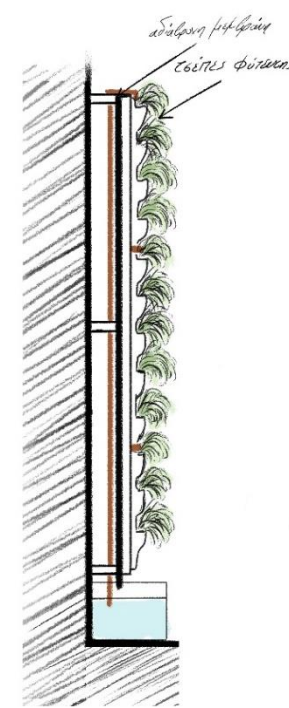
από το νερό με την τεχνική της υδροπονίας. Ονομάζεται και φυτικός τοίχος χαλί (vegetated mat wall).

Μία άλλη βασική κατηγορία ζωντανών τοίχων είναι ο **ζωντανός τοίχος με ενότητες** (Modular living wall). Πρόκειται για την εγκατάσταση τετράγωνων, ή ορθογώνιων πάνελ που διαθέτουν τα κατάλληλα μέσα για την καλλιέργεια και την ανάπτυξη του φυτικού υλικού. Ανάλογα με τα είδη των φυτών που έχουν επιλεγεί διαμορφώνεται η σύνθεση του υποστρώματος. Τα καλλιεργητικά μέσα παρέχουν νερό και καλύπτουν απαιτήσεις των φυτών σε θρεπτικά συστατικά. Τα μέσα αυτά τροφοδοτούν με νερό το σύστημα σε διάφορα σημεία και με τη βοήθεια της βαρύτητας κατανέμεται αναλόγως. Συχνά οι ενότητες είναι προφυτεμένες και το αποτέλεσμα είναι ορατό αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης.

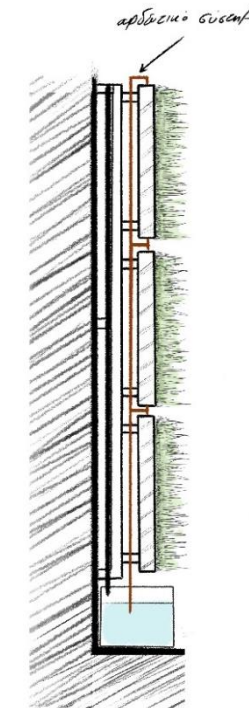
Βασική κατηγορία αποτελεί και ο **φυτικός τοίχος βιοφίλτρο** ή ενεργός τοίχος (Biowall). Διαθέτει υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιεί ανακυκλούμενο νερό με τη βοήθεια συλλέκτη και υδρορροής στο πάνω και κάτω μέρος της κατασκευής αντίστοιχα. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μεταξύ των δύο στρώσεων συνθετικού υφάσματος, το οποίο δημιουργεί τις βέλτιστες συνθήκες για το φιλτράρισμα του αέρα και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας.

78 79

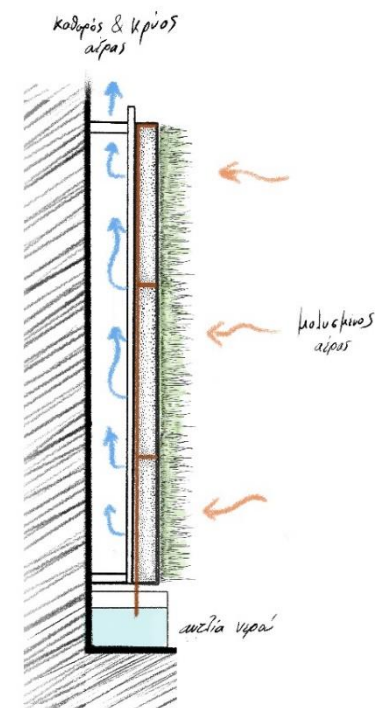
⁷⁸ Joao Silva, Urban and building integrated vegetation and the impacts on the environment inside the London urban area, Thesis Project Module, School of Architecture and cities, London 2019, σελ.22



Εικόνα 42: Απεικόνιση στοιχείων Κάθετου κήπου



Εικόνα 43: Ζωντανός τοίχος με ενότητες



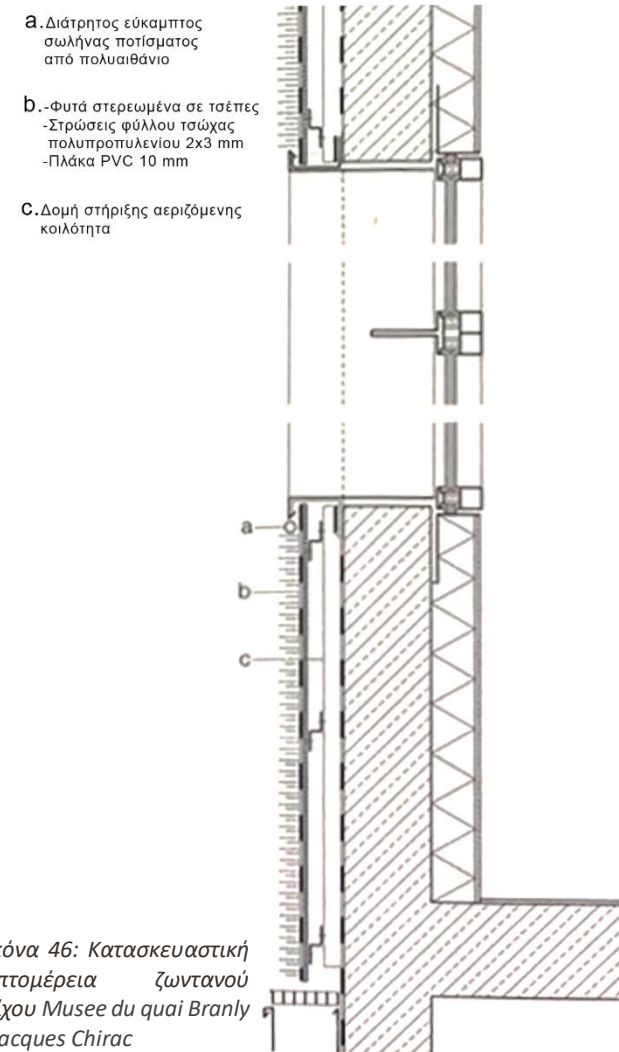
Εικόνα 44: Φυτικός Τοίχος Βιοφίλτρο

⁷⁹ ΜΟΥΝΤΡΙΧΑΣ Γ., ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENVI-MET, Διπλωματική εργασία, Πολιτικών Μηχ. Ε.Μ.Π., 2013, σελ.67



Εικόνα 45: Το Musée du quai Branly – Jacques Chirac, (2006) μήκους 200 μ. και ύψους περίπου 12 μ. είναι ένας από τους πιο διάσημους κάθετους κήπους του Blanc. Με θέα στον ποταμό Σηκουάνα, με ένα πάρκο και μικρούς δρόμους ενδιάμεσα, δημιουργεί ευχάριστο μικροκλίμα για τον περαστικό, ενώ παρέχει θερμική άνεση για το εσωτερικό του κτιρίου. 80

⁸⁰ <https://www.greenroofs.com/projects/musee-du-quai-branly-greenwall/>



4.1.3. Κατακόρυφο Δάσος

Η αστικοποίηση θέτει νέες προκλήσεις στην κοινωνία. Το δομημένο περιβάλλον γίνεται όλο και πιο πυκνοκατοικημένο και η περιορισμένη διαθεσιμότητα του χώρου απαιτεί από εμάς να τον αξιοποιήσουμε με έξυπνο τρόπο. Επί του παρόντος τα κτίριά μας, αποτελούνται κυρίως από ψυχρά σκληρά υλικά όπως χάλυβα, σκυρόδεμα και γυαλί, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα στις μεγαλουπόλεις να χτίζονται με γρήγορους ρυθμούς. Καθώς βλέπουμε τις πόλεις να εξελίσσονται συνειδητοποιούμε ότι μια πόλη χτισμένη από ορυκτά υλικά δεν είναι μια πολύ βιώσιμη πόλη. Η πρόσβαση στο φυσικό στοιχείο έχει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία πιο βιώσιμων πόλεων, καθώς γνωρίζουμε τη συνεισφορά της φύσης για τον άνθρωπο και όλα τα έμβια όντα του πλανήτη. Για να έχουμε αυτά τα οφέλη της φύσης, πρέπει να αναζητήσουμε εναλλακτικούς τρόπους για να ενσωματώσουμε το πράσινο στις πολυώροφες πόλεις υψηλής πυκνότητας στο μέλλον. Στη σύγχρονη εποχή, παρατηρείται ότι στα νέα κατασκευαστικά έργα η ένταξη του πρασίνου έχει ολοένα και πιο εξέχοντα ρόλο στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι ενοποίησης του πρασίνου με ένα κτίριο. Πρόσφατα, η εφαρμογή των πράσινων δωματίων και των πράσινων προσόψεων έχουν γίνει συνήθης πρακτική. Τα **κατακόρυφα δάση** είναι μια σχετικά νέα στρατηγική που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει την ποσότητα της βλάστησης σε πυκνές περιοχές. Τα πολυάριθμα πράσινα στοιχεία που κατανέμονται σε αρκετούς ορόφους σε όλο το ύψος του κτιρίου, είναι μια τυπολογία που στοχεύει στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας, τη θερμική, ηχητική και ψυχική άνεση στον πυρήνα των πόλεων.

81

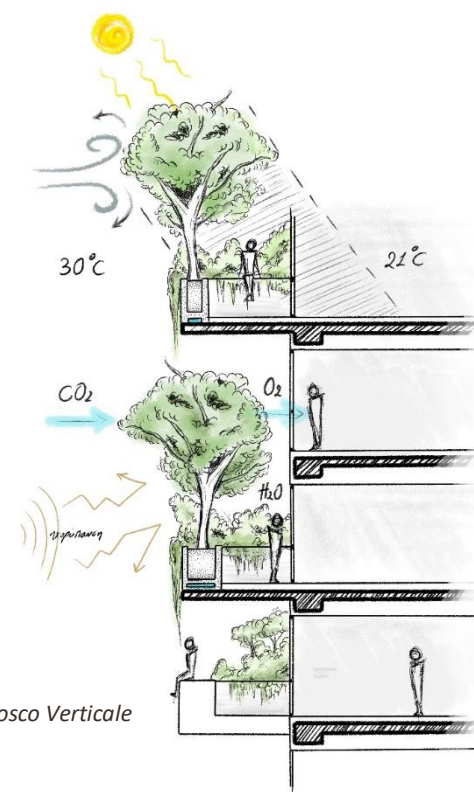
⁸¹ Joao Silva, Urban and building integrated vegetation and the impacts on the environment inside the London urban area, Thesis Project Module, School of Architecture and cities, London 2019, σελ.22

Το 2014 η ολοκλήρωση του **Bosco Verticale** (Κάθετο Δάσος) στο Μιλάνο το κατέστησε το πρώτο κατακόρυφο δάσος, καθώς συνοψίζει τη φιλοσοφία της κατακόρυφης φύτευσης σε ένα σύγχρονο κτίριο. Οι δύο οικιστικοί πύργοι του Stefano Boeri Architetti ήταν καινοτόμοι λόγω της εκτεταμένης εφαρμογής πράσινων μπαλκονιών. Στόχος του έργου ήταν να φιλοξενήσει την κατακόρυφη πυκνωση της φύσης και να αυξηθεί η βιοποικιλότητα στο αστικό περιβάλλον.

800 Δέντρα και 13.000 πολυετή φυτά και θάμνοι κατανεμήθηκαν σε σχεδιασμένα δοχεία, στους εξώστες των κτιρίων παρέχοντας μια βλάστηση που ισοδυναμεί με 30.000 τετραγωνικά μέτρα δάσους. Τα φυτά ποτίζονται αυτόματα με ένα έξυπνο αρδευτικό σύστημα, σχεδιασμένο να φιλτράρει και να διανέμει το γκρίζο νερό του κτιρίου στα δοχεία φύτευσης. Είναι σημαντικό να τονιστεί το γεγονός ότι πριν τον σχεδιασμό των όψεων, προηγείται η απαραίτητη μελέτη και κατανόηση των μοναδικών χαρακτηριστικών και αναγκών ανάπτυξης των



Εικόνα 47: Φωτορεαλιστική απεικόνιση πύργων Bosco Verticale



Εικόνα 48: Τομή - Σκίτσο Bosco Verticale

φυτών που εφαρμόζονται, καθώς αποτελούν δομικό στοιχείο, παίζοντας καθοριστικό ρόλο στον σχεδιασμό και την τελική μορφή του κτιρίου.

Από την εκτεταμένη εφαρμογή των πράσινων μπαλκονιών έχει αποδειχθεί ότι είναι εφικτό να υπάρξουν περισσότερες παρόμοιες με το συγκεκριμένο πρότζεκτ κατασκευές σε όλο τον κόσμο. Εν τω μεταξύ, η βιωσιμότητα είναι ένα διαρκές θέμα προς συζήτηση. Υπάρχει αυξημένη ευαισθητοποίηση για τη ανθρώπινη συμβολή στην παγκόσμια υπερθέρμανση και τις επιπτώσεις του κλίματος διότι η αλλαγή ήδη βιώνεται. Ειδικά στις μεγάλες πόλεις, οι κλιματικές επιπτώσεις ενισχύονται λόγω της υψηλής πληθυσμιακής πυκνότητας, της υψηλής συγκέντρωσης αδιαπέραστων επιφανειών και της χαμηλής κάλυψης από δέντρα. Επομένως, τα αστικά περιβάλλοντα πρέπει να αντιμετωπίσουν ζητήματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και η υψηλές θερμοκρασίες.⁸²

Ακολούθησαν και άλλα έργα όπως το Royal Park στη Σιγκαπούρη, (σχεδιαστής WOHA):

Σχεδιασμένο ως πολυλειτουργικό κτίριο με ξενοδοχείο, γραφείο και κήπο, αυτό το έργο είναι ένα παράδειγμα για το πώς η οικοδόμηση μπορεί όχι μόνο να διατηρήσει το πράσινο αλλά και να το πολλαπλασιάσει με αξιοσημείωτο τρόπο,



Εικόνα 49: Royal Park, Σιγκαπούρη

⁸² Stefano Boeri Architeti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022, σελ.21

⁸³ Veselin Rangelov, SOME ASPECTS OF VERTICAL LANDSCAPING IN MODERN CITIES, Αρθρο International Academy Journal Web of Scholar, 2019, σελ.12

σε συνδυασμό με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Ο στόχος των σχεδιαστών της WOHA ήταν να δημιουργήσουν ένα καταπράσινο τροπικό δάσος, ελκυστικό όχι μόνο για ανθρώπους, αλλά και για πτηνά. Αποτελεί φυσική επέκταση των περιοχών πρασίνου του Πάρκου Χονγκ Λιμ και ενθαρρύνει τη βιοποικιλότητα στην πόλη. Το κτίριο έχει σχεδιαστεί για να είναι μια κατακόρυφη επέκταση του Χονγκ Lim Park και περιέχει 15.000 τ.μ. εντατικά διαμορφωμένες περιοχές.⁸³

Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η κατηγορία κατακόρυφης φύτευσης, αναφέρεται σε κτιριακό τύπο και όχι σε επιφάνεια. Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει τη δυνατότητα στα κατακόρυφα δάση να αποτελέσουν **συνδετήριους άξονες ενός πράσινου δικτύου μέσα στις πόλεις**, ώστε να δημιουργήσουν αξιόλογες αλλαγές σε μεγάλη κλίμακα. Τα αστικά κέντρα αντιπροσωπεύουν τα τρία τέταρτα των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον πλανήτη, επομένως πρέπει να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος του ανθρώπου. Παράδειγμα αυτής της φιλοσοφίας αποτελεί η κατασκευή της δασικής πόλης Liuzhou που ξεκίνησε στην ορεινή περιοχή Guangxi της Κίνας, σχεδιασμένη από τον Stefano Boeri.^{84 85}



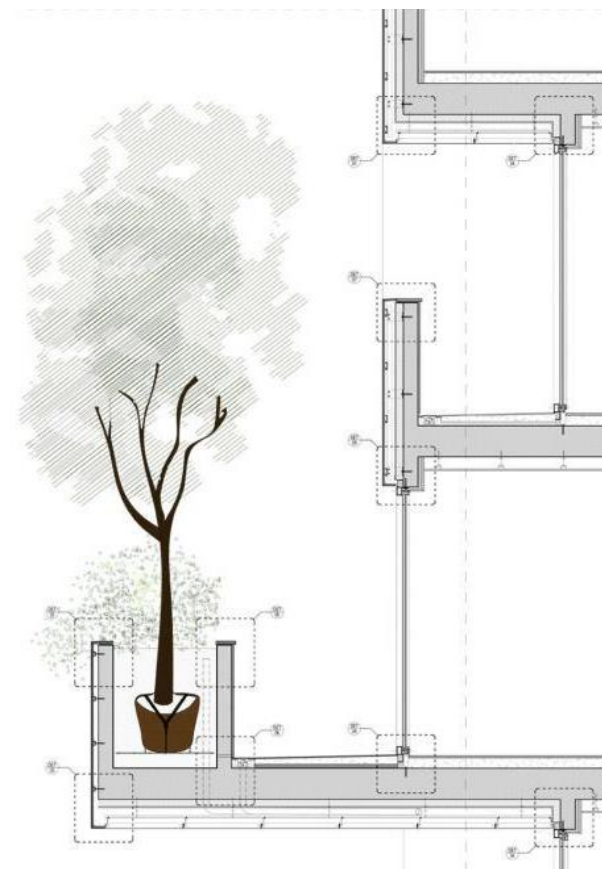
Εικόνα 50: Δασική πόλη Liuzhou του St. Boeri, Κίνα

⁸⁴ <https://www.morpho.gr/post/katakorifi-fiteusi-pleonektimata-sto-astiko-topio>

⁸⁵ <https://www.archdaily.com/874364/worlds-first-vertical-forest-city-breaks-ground-in-china>



Εικόνα 51: Αυτός ο πύργος 21 ορόφων του Stefano Boeri Architetti, εντάσσεται στο σχέδιο αστικής ανάπτυξης «Τίρανα 2030». Ο πιο σημαντικός στόχος που ορίζεται στο masterplan είναι να αυξηθεί η ποσότητα πρασίνου στην πρωτεύουσα της Αλβανίας και το Κάθετο δάσος να φιλοξενήσει πάνω από 3200 θάμνους και 145 δέντρα. 86



Εικόνα 52: Κατασκευαστική λεπτομέρεια του 'Tirana Vertical Forest'

⁸⁶ <https://www.sceproject.it/latest-news/facade-design-tirana-vertical-forest/>

4.1.4 Κατακόρυφη φύτευση σε υφιστάμενα κτίρια

Μια ακόμα κατηγορία που θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε και να συμπεριλάβουμε στις υπόλοιπες είναι αυτή της «κατακόρυφης φύτευσης σε υφιστάμενα κτίρια». Αυτή η κατηγορία αποτελεί ένα συνονθύλευμα των παραπάνω περιπτώσεων, καθώς η κάθε μία ξεχωριστά ή συνδυαστικά έχει την δυνατότητα να εφαρμοστεί σε υπάρχοντα κτίρια δηλαδή σε κτίρια που δεν τις υπολογίζουν ως στοιχείο του αρχικού τους σχεδιασμού. Οι κατηγορίες κατακόρυφης φύτευσης, με τις απαραίτητες στατικές μελέτες μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα υφιστάμενο κτίριο είτε αυτούσια – αν έχουμε να κάνουμε π.χ. με κατηγορία Πράσινου τοίχου – είτε παραλλαγμένα, αν μιλάμε για Κατακόρυφο δάσος, δηλαδή την ένταξη μεγάλων δέντρων και βλάστησης στην όψη, όπου σε αυτή την περίπτωση η επέμβαση είναι δύσκολα υλοποιήσιμη.

Η ένταξη «κατακόρυφης φύτευσης σε υφιστάμενα κτήρια» ως κατηγορία, την θεωρούμε ιδιαίτερα σημαντική, καθώς είναι ο πιο άμεσος, εύκολος και ρεαλιστικός τρόπος για υλοποίηση του οράματος «πρασινίσματος» των πόλεων. Μονάχα με νεόδμητα κτίρια το όραμα καθίσταται χρονοβόρο και κοστοβόρο, ενώ παράλληλα, ο ελεύθερος χώρος για ανέγερση σε υφιστάμενο αστικό ιστό είναι συνήθως περιορισμένος.

Ένα πρωτοποριακό παράδειγμα εφαρμογής κατακόρυφης φύτευσης σε υπάρχοντα κτίρια είναι αυτό του Prato Urban Jungle project. Το Prato Urban Jungle στην πόλη Πράτο της Ιταλίας αποτελεί ένα πρόγραμμα, με καινοτόμες περιβαλλοντικές αρχές, που εγκαθιδρύει μια νέα ισορροπία στη σχέση μεταξύ του δομημένου χώρου και της ζωντανής φύσης, μέσω διαδικασιών εκ νέου φυσικοποίησης του αστικού τοπίου. Η «ζούγκλα» γίνεται πραγματικός πράσινος αποικισμός συλλογικών χώρων, ως ενεργό μέρος του καθημερινού βίου.

Η Αστική Ζούγκλα αντιστρέφει το παράδειγμα στο οποίο επικρατεί το κατασκευασμένο στοιχείο, δημιουργώντας χώρους πρασίνου υψηλής έντασης μέσω

της εισαγωγής δέντρων και φυτών στις προσόψεις και τις στέγες των υπάρχοντων κτιρίων.

Η παρέμβαση είναι χωρισμένη σε 3 πιλοτικές περιοχές και αποσκοπεί στην ανάπλαση του χώρου Consiag – Estra, ενός κλασικού κτιρίου γραφείων, και την ανάπλαση των δημόσιων κατοικιών της πόλης του Πράτο.

Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα κτιρίων του προγράμματος, στα οποία έχει ή επρόκειτο, να υλοποιηθεί η φιλοσοφία ένταξης της κατακόρυφης φύτευσης σε υφιστάμενα κελύφη, είναι το κτίριο γραφείων στην Consiag – Estra, καθώς και του συγκροτήματος κατοικιών στην Turchia Street.

Τα θεμελιώδη στοιχεία του έργου του Consiag – Estra είναι:

- Η κατασκευή ενός Αστικού «Δάσους», διαθέσιμο σε όλους τους πολίτες, που μετριάξει τις επιπτώσεις της λεωφόρου υψηλής κυκλοφορίας μπροστά από το κτίριο.
- Η δημιουργία τριών τύπων καινοτόμων πράσινων προσόψεων, που στεγάζουν δέντρα και θάμνους σε όλη την περίμετρο του κτιρίου.
- Η μετατροπή της αχρησιμοποίητης στέγης σε πράσινη στέγη, καθιστώντας την ως νησίδα βιοποικιλότητας, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εργαζομένους ως τόπος κοινωνικοποίησης, μικρών εκδηλώσεων ή σωματικής δραστηριότητας.

Σε αυτό το εγχείρημα, η επιπρόσθετη μεταλλική κατασκευή με τα δέντρα και τους θάμνους που στηρίζει, στο σύνολό της συνιστά ένα πράσινο κέλυφος, το οποίο θα

μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η αντίστοιχη τεχνολογία Κατακόρυφου δάσους σε υπάρχοντα κτίρια.



Εικόνα 53: Consiag - Estra πριν



Εικόνα 54: Consiag Estra φωτορεαλιστική απεικόνιση

Όσον αφορά το τις κατοικίες στην Turchia Street, τα βασικά σημεία της παρέμβασης είναι:

- Η δημιουργία μιας μεγάλης πέργκολας εισόδου που καλωσορίζει τους κατοίκους και δημιουργεί μια πράσινη σύνδεση με τον κήπο.
- Η δημιουργία μεγάλων πράσινων επιφανειών (τεχνολογίες Πράσινου τοίχου) στην πρόσοψη, με κατασκευές από χάλυβα αγκυρωμένες στην περίμετρο των τριών κτιρίων και πράσινα αντηλιακά συστήματα που εφαρμόζονται στις προσόψεις που βλέπουν νότια, προκειμένου να αυξηθεί η περιβαλλοντική άνεση των κτιρίων.
- Τη μετατροπή του ισογείου και του υπάρχοντος χώρου στάθμευσης σε κοινωνικό κήπο, ως χώρο προσβάσιμο από τους κατοίκους του συγκροτήματος.

⁸⁷ <https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

Οι επεμβάσεις δίνουν πίσω φυσικά εδάφη και δημόσιο χώρο στην κοινότητα, συμπεριλαμβανομένων δέντρων, φυτών και ζωντανής φύσης, ως ενσωματωμένο κέλυφος σε υπάρχοντα κτίρια – σε προσόψεις και στέγες – μειώνοντας τις μεταλλοποιημένες επιφάνειες, απορροφώντας πολλούς τόνους CO₂ και αυξάνοντας την ευημερία των κατοίκων.

87 88



Εικόνα 55: Κατοικίες στην Turchia Street αρχική μορφή



Εικόνα 56: Κατοικίες στην Turchia Street φωτορεαλιστική απεικόνιση

⁸⁸ <https://www.stefanoboerichitetti.net/en/project/prato-urban-jungle/>

4.2 Τεχνικές άρδευσης και συντήρησης κατακόρυφης φύτευσης

Απόρροια της ανάγκης για κατακόρυφη φύτευση στον αστικό ιστό, συνιστούν και ορισμένοι σύγχρονοι μηχανισμοί οι οποίοι αναπτύχθηκαν για να υποστηρίξουν την άρδευση, την συντήρηση και γενικότερα την καλλιέργεια φυτών ως προς τον κατακόρυφο άξονα.

Υδροπονία-Αεροπονία

Η υδροπονία και η αεροπονία είναι δυο από τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί με στόχο την καλλιέργεια φυτών στον κατακόρυφο άξονα. Αναφέρονται συνήθως μαζί καθώς είναι και οι δύο αποτελεσματικές μέθοδοι καλλιέργειας χωρίς έδαφος.

Είναι και οι δύο πολύ αποτελεσματικές μέθοδοι καλλιέργειας φυτών χωρίς να έρχονται σε επαφή με χώμα. Και οι δύο έχουν πολύ καλή απόδοση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, είναι εύκολες στη συντήρηση και σχετικά εύκολες στην αυτοματοποίηση. Έτσι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανάπτυξης των φυτών χρειάζεται λιγότερη προσοχή από τον άνθρωπο. Τα πλεονεκτήματα που συναντώνται και στις δύο περιπτώσεις είναι:

- Η μη απαίτηση εδάφους
- Σταθερές και υψηλές αποδόσεις και πιο υγιή φυτά, καθώς δεν προκαλούνται παράσιτα
- Εξοικονόμηση νερού, καθώς αυτό παραμένει στο σύστημα και επομένως μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί

Η κύρια διαφορά τους είναι ότι στην αεροπονία οι ρίζες των φυτών είναι μονίμως εκτεθειμένες στον αέρα, γεγονός που βοηθάει στην μέγιστη απόδοση απορρόφησης οξυγόνου και CO₂ από τις ρίζες και τα φύλλα, και κατ' επέκταση αναπτύσσεται πολύ γρηγορότερα το φυτό. Επίσης με αυτή την τεχνική απαιτούνται ελάχιστες ποσότητες νερού. Σύμφωνα με μετρήσεις της NASA, η αεροπονία απαιτεί 65% λιγότερο νερό και 1/4 της εισροής θρεπτικών συστατικών σε σύγκριση με τα υδροπονικά καλλιεργούμενα φυτά.

Συστήματα υδροπονίας χρησιμοποιούνται ευρέως σε πράσινους τοίχους κτιρίων (green walls), όπως στα "vertical garden" του Γάλλου αρχιτέκτονα τοπίου και βοτανολόγο Patrick Blanc, καθώς είναι πολύ αποτελεσματικά για την συντήρησή και την ανάπτυξή τους.

Η τεχνική της αεροπονίας χρησιμοποιείται σπανιότερα σε Πράσινους τοίχους, αλλά εξειδικεύεται στην ανάπτυξη γεωργικών προϊόντων και λόγω των ωφέλιμων χαρακτηριστικών της μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αστική γεωργία, ως απόρροια της κατακόρυφης φύτευσης στα κτίρια, και ιδιαίτερα στις πιο άνυδρες περιοχές.^{89 90}



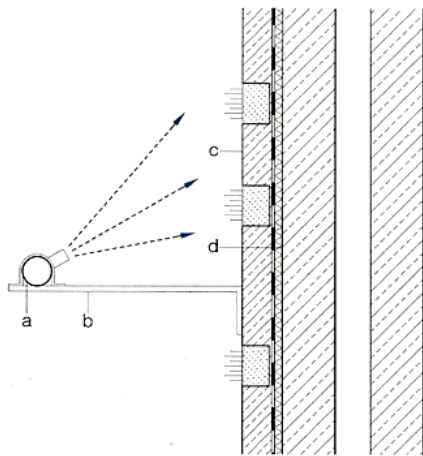
Εικόνα 57: Απεικόνιση εφαρμογής αρδευτικού συστήματος αεροπονίας σε κτίριο

⁸⁹ <https://www.journals.elsevier.com/case-studies-in-construction-materials>

⁹⁰ Natalya Shakhovska, Advances in Intelligent Systems and Computing, Άρθρο, εκδ. Springer Cham

- a. Αγωγός ατμού ενυδάτωσης φυτών
c. Εκτεθειμένος τοίχος από σκυρόδεμα με κυκλικές εσοχές για στρώση στεγανοποίησης βλάστησης

- b. Κομμάτι απόστασης
d. Φέρουσα κοιλότητα τοίχου από οπλισμένο σκυρόδεμα



Εικόνα 58: Κατασκευαστική λεπτομέρεια συστήματος αεροπονίας εφαρμοσμένο σε Πράσινο τοίχο



Εικόνα 59: Πρόσοψη από εμφανές σκυρόδεμα με εσοχές φύτευσης και σύστημα αεροπονίας

Σύστημα άρδευσης Κατακόρυφου δάσους

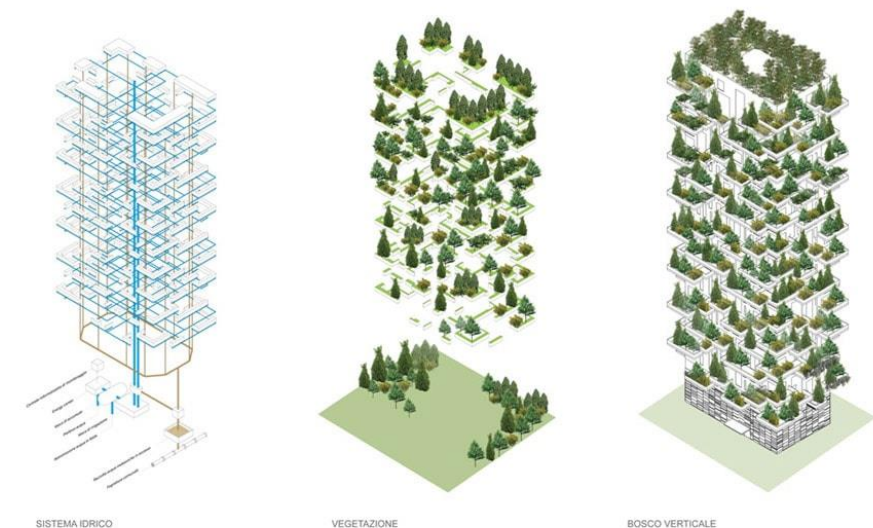
Ένας σημαντικός μηχανισμός άρδευσης για κάθετη φύτευση σε κτίρια είναι αυτός που έχει αναπτυχθεί στα Κατακόρυφα δάση του Stefano Boeri. Σε αυτή την περίπτωση

έχουμε να κάνουμε με μηχανισμό, ενσωματωμένο, που αποτελεί μέρος του σχεδιασμού του κτιρίου.

Αυτός ο ηλεκτρικός μηχανισμός άρδευσης είναι πολυσύνθετος και σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιεί το γκρίζο - δηλαδή χρησιμοποιημένο - νερό του κτιρίου που καταναλώνεται από τις ντουζιέρες και τους νεροχύτες, το οποίο αποθηκεύεται και φιλτράρεται πριν διανεμηθεί στα κιβώτια υποστρώματος, έκαστων σε όλα των φυτά και δέντρα του κτιρίου.

Πρόκειται για ένα πρωτοπόρο αυτόματο σύστημα άρδευσης με συστήματα ελέγχου, που «λύνει τα χέρια» των κατοίκων, το οποίο όμως από οικονομικής άποψης, στο παρόν στάδιο δεν μπορεί να είναι εύκολα προσβάσιμο για όλους.

91



Εικόνα 60: Αρδευτικό σύστημα Κατακόρυφου δάσους

⁹¹ Elena Giacomello, Professor, IUAV University of Venice, A New Urban Forest Rises in Milan, research paper, περιοδικό δημοσ. CTBUH Journal, 2015 Issue I, σελ. 17

4.3 Επιλογή φυτών ανά κατηγορία κατακόρυφης φύτευσης

Κατακόρυφο δάσος

Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία κατακόρυφων δασών είναι η εις βάθος κατανόηση των μηχανισμών των φυτών και των ξεχωριστών ιδιοτήτων τους πριν γίνει ο σχεδιασμός των όψεων. Τα χαρακτηριστικά της φύτευσης των κατακόρυφων δασών περιλαμβάνουν το ύψος των δέντρων, την τοποθεσία και την απόσταση μεταξύ τους (τόσο οριζόντια όσο και κατακόρυφα), την απόσταση μεταξύ βλάστησης και κελύφους του κτιρίου και τα είδη των φυτών. Η κατάλληλη επιλογή δέντρων και η σωστή τοποθέτησή τους στα κτίρια είναι σημαντική για να υπάρξουν τα μέγιστα οφέλη από τη φύση και να μειωθεί η χρήση ενέργειας από τα κτίρια. Για παράδειγμα τα φυτά και τα είδη δέντρων που αναπτύσσονται στα μπαλκόνια του Bosco Verticale επιλέχθηκαν σύμφωνα με τις αναμενόμενες κλιματικές συνθήκες, τον προσανατολισμό, την ηλιακή έκθεση και το ύψος, και συνοψίζονται στα είδη: *Acer campestre*, *Fagus sylvatica*, *Mafnolia stellate*, *Quercus ilex*, *Prunus subhirtella*, *Laburnum alpinum*.⁹²

Φυτεμένο δώμα

Οι συνθήκες στο περιβάλλον του πράσινου δώματος είναι δυσμενέστερες από εκείνες που επικρατούν στο έδαφος και τα φυτά που διατηρούνται εκεί έχουν να αντιμετωπίσουν σοβαρές προκλήσεις. Τα φυτά ενός φυτοδώματος πρέπει να επιβιώνουν στο περιφερειακό κλίμα και παράλληλα στο ιδιαίτερο μικροκλίμα του δώματος. Το είδος του φυτικού υλικού και η θέση του στο δώμα εξαρτώνται από τη γεωγραφική θέση του κτιρίου, την επίδραση του ανέμου, τη ρύπανση, το ύψος του

δώματος, την έκθεση στον ήλιο και την προσβασιμότητα του δώματος. Επιπλέον επιλέγονται με βάση την επιθυμία για διαχείριση των όμβριων υδάτων, της επιθυμητής θερμομόνωσης, την πιθανή μέθοδο άρδευσης και το πάχος του δώματος που θα χρησιμοποιηθεί. Στις πιο «ασφαλείς» ποικιλίες ανήκουν τα παχύφυτα, που έχουν τη δυνατότητα να συσσωρεύουν μεγάλες ποσότητες νερού στα φύλλα τους για να αντιμετωπίσουν την ανυδρία. Έχουν επίσης τη δυνατότητα, λόγω των ινώδων ριζών τους, να συγκρατούνται στη θέση τους σε ισχυρούς ανέμους και βροχοπτώσεις, συνθήκες οι οποίες είναι εξαιρετικά πιθανές για τα φυτά ενός πράσινου δώματος.⁹³

Τα είδη φυτών που θα επιλεχθούν εκ των προτέρων εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του πράσινου δώματος. Στο εκτατικό φυτεμένο δώμα εγκαθίστανται μικρού μεγέθους φυτά, ενώ τα εντατικά και ημι- εντατικά είναι κατάλληλα και για μικρού και μεσαίου μεγέθους δέντρα αντίστοιχα. Όσο μεγαλύτερο βάθος έχει το στρώμα του εδάφους, τόσο πιο μεγάλα δέντρα μπορούν να αναπτυχθούν.

Πράσινοι τοίχοι

Η επιλογή των φυτικών ειδών για πράσινους τοίχους εξαρτάται αυστηρά από τις κλιματικές συνθήκες και το ποσοστό έκθεσης του τοίχου. Στους ζωντανούς τοίχους, τα φυτά πρέπει να μην προσθέτουν μεγάλο βάρος και οι ρίζες τους να είναι απλωμένες. Συνίσταται να επιλέγονται βρύα, διακοσμητικά φυτά, πολυετή φυτά και θάμνοι που ζουν από μερικές έως δεκάδες χρόνια με υψηλή ανοχή στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Όπως υπάρχει ποικιλία αναρριχώμενων για τις πράσινες προσόψεις,

⁹² Wang, X., Gard, W., Borska, H. et al. Vertical greenery systems: from plants to trees with self-growing interconnections, *Άρθρο*, Eur. J. Wood Prod. 78, 1031–1043 2020, σελ.1036

⁹³ Dr. A.N.Sarkar, SELECTION OF PLANTS FOR VERTICAL GARDENING AND GREEN ROOF FARMING, *Άρθρο* International Research Journal of Plant and Crop Sciences, 2018, σελ. 134

υπάρχει και μεγάλη ποικιλία φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στους ζωντανούς τοίχους. Απόδειξη αποτελούν τα 15000 φυτά από σχεδόν 150 διαφορετικά είδη στο Μουσείο Caixa Forum που έχει σχεδιάσει ο Γάλλος βοτανολόγος Patrick Blanc.⁹⁴

Η επιλογή των φυτών για τους ζωντανούς τοίχους, επιτρέπει επίσης τη δημιουργία καλλιτεχνικών λύσεων και τη χρήση μοτίβων με τις παραλλαγές σε χρώμα, υφή, μορφές και πυκνότητα φυλλώματος. Είναι επίσης σημαντικό, να επιλέγονται αειθαλή φυτά έτσι ώστε ο πράσινος τοίχος να εκπληρώνει τον ρόλο του καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ωστόσο για να εκπληρωθούν οι στόχοι αειφορίας, η βλάστηση πρέπει να έχει χαμηλές ανάγκες άρδευσης (π.χ. με αυτοφυή φυτά), να προσαρμόζεται στις τοπικές συνθήκες έκθεσης στον ήλιο και στις καιρικές συνθήκες (π.χ. άνεμος, βροχοπτώσεις, ζέστη, ξηρασία ή παγετός).⁹⁵

Για τον Patrick Blanc, ο οποίος είναι ο εμπνευστής μίας πολύ βασικής κατηγορίας ζωντανών κήπων, των «Vertical gardens», η διαδικασία της επιλογής φυτών έχει και άλλες παραμέτρους. Εγκαθιστά μεγάλα θαμνώδη είδη στα πάνω τμήματα και μικρότερα ποώδη είδη κάτω. Πέρα από την αναδημιουργία της φυσικής διάταξης, η ύπαρξη των μεγαλύτερων όγκων πάνω και των μικρότερων όγκων κοντά στην επιφάνεια προσφέρει το πλεονέκτημα ότι δεν εμποδίζει τη διέλευση στο επίπεδο του εδάφους, είτε για κυκλοφορία αυτοκινήτων, είτε για ελευθερία σε πεζοδρόμια και περάσματα, σε εμπορικά κέντρα ή εσωτερικά διαμερίσματα.⁹⁶

⁹⁴ Tabassom S. Aminatuzuhariah M. Abdullah D. Mohammad B., A review of energy characteristics of vertical greenery systems, Άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2014, σελ. 455

5. Ενσωμάτωση κατακόρυφης φύτευσης στον ελλαδικό αστικό ιστό

⁹⁵ Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 867

⁹⁶ Patrick Blanc, The Vertical Garden: From Nature to the City, εκδ. W. W. Norton & Company, 2012, σελ.102

5.1 Η κατακόρυφη φύτευση ως λύση που προσαρμόζει τα οφέλη της φύσης στις σύγχρονες ελληνικές μεγαλουπόλεις

Σε αυτή την ενότητα προσεγγίζουμε την περίπτωση της Ελλάδας και συγκεκριμένα την πόλη της Αθήνας ως παράδειγμα μεγαλούπολης που πάσχει από τα διάφορα περιβαλλοντικά και αστικά προβλήματα που έχουμε αναφέρει παραπάνω. Βάσει της έρευνας και σε συνδυασμό με την προσωπική μας εμπειρία ως κάτοικοι της πόλης, μελετάμε τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από την εκτεταμένη παρουσία κατακόρυφης φύτευσης στην Αθήνα, προσαρμοσμένης στο κλίμα και στην ήδη υπάρχουσα κατάσταση της πόλης.

Ο ελληνικός λαός είχε ανέκαθεν μια έντονη επαφή με τη φύση, κάτι το οποίο παρουσιαζόταν ακόμα και στις μεγάλες πόλεις. Στη σημερινή εποχή παρατηρείται η τάση για ένταξη της φύτευσης είτε στον περιορισμένο χώρο της πολυκατοικίας ή ακόμα εντός μικρών δοχείων φύτευσης στους εξώστες.

Η απότομη εκβιομηχάνιση και αστικοποίηση των προηγούμενων δεκαετιών είχε ως αποτέλεσμα την επιβολή του δομημένου εις βάρος του αδόμητου και τη δημιουργία ενός ασφυκτικού περιβάλλοντος, χωρίς να έχει δοθεί ισάξια βαρύτητα στους χώρους πρασίνου. «Παρόλο που εντός του δήμου Αθηναίων υπάρχουν μεγάλοι χώροι πρασίνου όπως ο Εθνικός Κήπος, το Πεδίον του Άρεως και ο λόφος του Λυκαβηττού, δυστυχώς είναι εστιασμένοι και ασυνεχείς.»⁹⁷

Αξίζει να σημειωθεί ότι σε αυτές τις συνθήκες οφείλεται ένα από τα μείζονα προβλήματα της Αθήνας, το φαινόμενο της θερμικής νησίδας.

Λόγω των εγκατεστημένων βιομηχανικών ζωνών και της αυξημένης κυκλοφορίας, η πρωτεύουσα έχει καταλήξει θορυβώδης, με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, και με έντονη ατμοσφαιρική ρύπανση. Ειδικά στις πιο κεντρικές περιοχές η έλλειψη σε πάρκα

και χώρους πρασίνου επιβαρύνει το πρόβλημα της θερμικής νησίδας. Αυτά τα στοιχεία την καθιστούν μια λιγότερο βιώσιμη πόλη και αν δε βρεθούν λύσεις σε αυτά τα προβλήματα, η επιδείνωση της κατάστασης θα είναι αναπόφευκτη. Για αυτό το λόγο απαιτούνται δραστηκές ενέργειες.

Σήμερα ο πολίτης, δυσφορούμενος από αυτή την κατάσταση προσπαθεί να αναζητήσει διέξοδο στη φύση επιδιώκοντας την βελτίωση της σωματικής και ψυχικής του υγείας σε συνδυασμό με την θερμική και περιβαλλοντική του άνεση στο βίωμά του. Αναζητείται μια προσαρμοσμένη λύση που έχει ως στόχο να θεραπεύσει τις παρενέργειες των παραπάνω ζητημάτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ενσωμάτωση της φύσης στην κτιριακή υπόσταση, ώστε ο άνθρωπος να επωφεληθεί από τις ιδιότητές της και να έρθει πιο κοντά στην αρχέγονη ανάγκη του να συνυπάρχει μαζί της.

⁹⁷ Ε. Μυρβήλη, <https://www.lifo.gr/now/perivallon/eleni-myribili-pos-i-athina-tha-ginei-mia-biosimi-poli>

5.2 Κλιματικές συνθήκες Ελλάδος

Οι εφαρμογές κατακόρυφης φύτευσης στην Ελλάδα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα. Η Ελλάδα όντας Μεσογειακή χώρα, την χαρακτηρίζει το ανάλογο ζεστό, εύκρατο μεσογειακό κλίμα, που αποτελείται από ήπιους και υγρούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και γενικότερα από εκτεταμένες περιόδους ηλιοφάνειας κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του χρόνου. Στα διάφορα μήκη και πλάτη της χώρας παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντοτε εντός των πλαισίων του μεσογειακού κλίματος.

Το κλίμα στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας, εντασσόμενο στο μεσογειακό τύπο, χαρακτηρίζεται και αυτό από ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Οι νεφώσεις είναι παράταιρες με μικρή διάρκεια, ακόμη και κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ οι ηλιόλουστες ημέρες αποτελούν ιδιαίτερα σύνηθες φαινόμενο. Οι συχνότερες βροχοπτώσεις σημειώνονται κυρίως στους μήνες μεταξύ Οκτώβριο και Απρίλιο. Τους μήνες του καλοκαιριού οι θερμοκρασίες φτάνουν σε πολύ υψηλά επίπεδα και συχνά επικρατεί καύσωνας, με τιμές θερμοκρασίας που ξεπερνούν ακόμη και τους 40 °C.

98

⁹⁸ ΜΟΥΝΤΡΙΧΑΣ Γ., ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENVI-MET, Διπλωματική εργασία, Πολιτικών Μηχ. Ε.Μ.Π., 2013, σελ.153

5.3 Τα πλεονεκτήματα της κατακόρυφης φύτευσης σε σχέση με το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας

Στην Ελλάδα υπάρχει «πρόσφορο» έδαφος για την ενσωμάτωση κατακόρυφης φύτευσης, αρχικά λόγω της ύπαρξης πολλών διαφορετικών ειδών φυτών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτά τα συστήματα. Η χρήση τοπικής χλωρίδας και ενδημικών φυτών σε φυτεμένα δώματα και σε πράσινους τοίχους, θεωρείται πρωτίστης σημασίας καθώς είναι περισσότερο πιθανή η επιτυχής εγκατάστασή τους. Έχουν λιγότερες απαιτήσεις σε άρδευση και συντήρηση και περισσότερες πιθανότητες αύξησης της βιοποικιλότητας, χλωρίδας και πανίδας. Ενδεικτικά στην Ελλάδα «για ηλιόλουστες θέσεις κατάλληλα είδη είναι η βερβερίδα, ο κισσός, το γεράνι, το έρπον δενδrolίβανο, το κυδωνίαστρο, η λαντάνα, το έρπον τεύκριο, κ.λπ. Αναρριχώμενα με γρήγορη ανάπτυξη ιδανικά για πράσινους τοίχους είναι η βουκαμβίλια, το αγιόκλημα, το πολύγωνο, το ρυγχόσπερμο, η γλυτσίνια, κ.ά.»^{99 100} Συγκεκριμένα όσον αφορά τους πράσινους τοίχους εκτεταμένη εφαρμογή έχει στην Ελλάδα για χρόνια, η εφαρμογή των παραδοσιακών πράσινων προσόψεων με χρήση αναρριχώμενων φυτών. Ωστόσο τα τοπικά είδη φυτών ενδείκνυνται και για τα υπόλοιπα συστήματα πράσινων τοίχων εκτός από τα παραδοσιακά.

Το ζεστό εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, με τα ζεστά ξηρά καλοκαίρια του, δημιουργεί κυρίως υψηλές απαιτήσεις δροσισμού και σκίασης στις πόλεις, κατά τους θερινούς

μήνες, λόγω του κινδύνου εκθετικής αύξησης των προβλημάτων που προκύπτουν από τη ζέστη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα μίας μελέτης,¹⁰¹ που έλαβε χώρα στη Μεσογειακή κλιματική ζώνη της Ισπανίας, η μείωση της θερμοκρασίας λόγω της πράσινης πρόσοψης υπολογίζεται στους 5,5 °C κατά τη διάρκεια του Απριλίου. Η μέγιστη μείωση της θερμοκρασίας σημειώνεται στους 15,2 °C. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στις επιπτώσεις της εξατμισοδιαπνοής των φυτών των κατακόρυφων πράσινων συστημάτων.¹⁰² Επομένως σε χώρες όπως η Ελλάδα, αυτά τα συστήματα μπορούν να δημιουργήσουν μία πολύ σημαντική διαφορά στις θερμοκρασίες στις πόλεις και να λειτουργήσουν αυτόνομα σε αυτό τον τομέα αν εφαρμοστούν ευρύτερα.

¹⁰³

Συμπεραίνουμε επίσης, ότι υπάρχουν οι προοπτικές ένταξης κατακόρυφων δασών στην Ελλάδα. Η υφιστάμενη τυπολογία χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη προβόλων (εξώστες, ημιυπαίθριοι) με φύτευση, σε μεγάλο μέρος των κατοικιών της χώρας. Οι πρόβολοι και η αλληλεπίδραση των κατοίκων με τα φυτά θα μπορούσαν να θεωρηθούν πρόδρομος της φιλοσοφίας κατακόρυφων δασών, και ενδεικτικοί για το πώς θα εντασσόταν αυτή η ιδέα στο περιβάλλον της Ελλάδας.

⁹⁹ Ζλούμη Ν., Αξιολόγηση εναλλακτικών προτάσεων σε υδροπονικούς κάθετους κήπους, πτυχιακή, τεχνολ. Γεωπ., ΤΕΙ Ηπείρου, 2015, σελ.19

¹⁰⁰ Κατσουλάκου Σ., Κατακόρυφες φυτεύσεις σε εσωτερικούς χώρους Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, πτυχιακή, τεχνολ. Γεωπ., ΤΕΙ Ηπείρου, 2014, σελ.14

¹⁰¹ Gabriel Pérez, Julià Coma, Ingrid Martorell, Luisa F. Cabeza, Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2014, σελ.154

¹⁰² Ahmet B. Besir, Erdem Cuce, Green roofs and facades: A comprehensive review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier 2018, σελ.927

¹⁰³ Ahmet B. Besir, Erdem Cuce, Green roofs and facades: A comprehensive review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier 2018, σελ.927

5.4 Η τεχνολογία της κατακόρυφης φύτευσης στα νέα και υφιστάμενα κελύφη

5.4.1 Παραδείγματα/ Προτάσεις κτιρίων με τεχνολογία κατακόρυφης φύτευσης

Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος

Το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΙΣΝ) αποτελεί ένα από τα πλέον πιο σύγχρονά δημόσια κτίρια στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας και της Ελλάδος, που χαρακτηρίζεται από μία σχέση αλληλεξάρτησης με το φυσικό στοιχείο, τόσο στον σχεδιασμό του όσο και στην σχέση του με την πόλη.

Σε γενικές γραμμές, το έργο συνιστά ένα δημόσιο κτήριο που στεγάζει την Εθνική Βιβλιοθήκη, την Εθνική Λυρική σκηνή και άλλους δημόσιους χώρους, υπό την επιφάνεια ενός «λόφου» - πάρκου που καταλήγει προς την κατεύθυνση της θάλασσας, σε μια πανοραμική θέα ολόκληρης της Αθήνας.

Ενσωματώνοντας τα βασικά στοιχεία της εθνικής οικολογίας – τον ήλιο, την θάλασσα, την πέτρα και την γη – το ΙΣΝ αποτελεί έναν πυρήνα βιωσιμότητας, που αναδεικνύεται σε κάθε πτυχή του σχεδιασμού, από το πάρκο στο δώμα έως το κανάλι, που λειτουργεί επίσης και ως πρόσθετο αντιπλημμυρικό μέσο, και την φωτοβολταϊκή στέψη που παράγει ενέργεια για τις ανάγκες του κτιρίου.

Το Πάρκο, του οποίου μεγάλο τμήμα λειτουργεί ως στέγαση του κτιρίου, αποτελεί έναν ζωτικό πνεύμονα πρασίνου και μια ανάσα ζωής για την Αθήνα, μια πόλη με τους λιγότερους χώρους πρασίνου στην Ευρώπη.

Η φύτευση έχει επιλεχθεί και τακτοποιηθεί βάσει μιας ποικιλίας εποχιακής ανθοφορίας και εναλλαγής χρωμάτων ανά εποχή. Περιλαμβάνονται αειθαλή και άλλα ενδημικά φυτά, με βασικότερα είδη την ελιά, την χαρουπιιά, το κυπαρίσσι, την δάφνη, τον σχοίνο, και την Κουτσουπιιά, καθώς και πολλά αρωματικά φυτά όπως το φασκόμηλο, η ρίγανη, το θυμάρι, η λεβάντα, το δενδρολίβανο, τα ροδοπέταλα και η ευφορβία. Γενικότερα το πάρκο περιλαμβάνει 16 είδη δέντρων και 161 είδη χαμηλής βλάστησης συνιστώντας μια μεγάλη ποικιλία φυτών, ξηρόφυτα στην πλειοψηφία τους και προσαρμοσμένα στο κλίμα της περιοχής, δίχως να χρειάζονται ιδιαίτερη περιποίηση.

Όλα τα φυτά του φυτεμένου δώματος είναι μεσογειακού τύπου εντασσόμενα σε ειδικές υποδομές, και έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιοποικιλότητας, καθώς και την βελτίωση της ποιότητας του αέρα και της αισθητικής.¹⁰⁴

105



Εικόνα 61: Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος



Εικόνα 62: Σκίτσο ιδέας ΙΣΝ

¹⁰⁴ <https://www.snfcc.org/kpism/gnoriste-to-kpism/parko-stavros-niarchos>

¹⁰⁵ <https://www.archdaily.com/150392/update-the-stavros-niarchos-foundation-cultural-center-renzo-piano-building-workshop-architects>

Ουρανοξύστης 'Marin tower'

Ο ουρανοξύστης 'Marin tower' στο Ελληνικό αποτελεί μέρος ενός οράματος που αφορά μια ευρύτερη αστική ανάπλαση στον πρώην αερολιμένα Αθηνών και ενδέχεται να υλοποιηθεί τα επόμενα χρόνια.

Επισημαίνεται στην μελέτη μας ως ένα παράδειγμα βιωσιμότητας με χαρακτηριστικό παράγοντα την φιλοσοφία της κατακορυφότητας της φύτευσης στα κτίρια και τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από αυτή, για το κτιριακό και τον αστικό χώρο.

Σύμφωνα με τα λεγόμενα της Antoinette Nassopoulos-Erickson, (Senior Partner και Design Team Leader στην Foster + Partners), επικεφαλής της αρχιτεκτονικής ομάδας που σχεδίασε τον Marina Tower, ο πύργος κατοικιών της μαρίνας του ελληνικού είναι ένα κτίριο που έχει τις ρίζες του στην ιστορία της Αθήνας, με έμπνευση από την αρχιτεκτονική κληρονομιά της πόλης και από τα οικολογικά και πολιτιστικά στοιχεία του μεσογειακού τοπίου. Θα αποτελέσει «ένα αρχιτεκτονικό τοπόσημο, το οποίο θα προσδώσει το στίγμα της συνολικής ανάπλασης, έχοντας ως κεντρικό άξονα το πράσινο, τον σεβασμό στο περιβάλλον και την ποιότητα ζωής»¹⁰⁶, προσαρμοσμένα στον ελληνικό πολιτισμό και τρόπο ζωής. Παράλληλος και σπουδαιότερος στόχος του κτιρίου είναι να ξεχωρίζει ως ένα υπόδειγμα βιώσιμου σχεδιασμού.¹⁰⁷



Εικόνα 63: Marin Tower φωτορεαλιστική απεικόνιση 1

Δεν θα είναι μόνο ένα «πράσινο» - με την φαινομενική έννοια της βλάστησης - κτίριο, αλλά κυρίως ένα πράσινο και βιώσιμο με την έννοια της επίτευξης μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, σωστής διαχείρισης του νερού, ελάχιστου αποτυπώματος άνθρακα, με παράλληλη ενίσχυση του μικροκλίματος. Όλα τα διαμερίσματα θα απολαμβάνουν ανεμπόδιση θέα στη θάλασσα και θα διαθέτουν μεγάλα μπαλκόνια με βλάστηση και συστήματα συλλογής όμβριων υδάτων. Το κτίριο αίρει τα όρια μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, ενώ διχοτομείται στον κατακόρυφο άξονα από μια σχισμή με κήπους και υδάτινα στοιχεία. Όλα αυτά στο σύνολό τους συνιστούν μια κατακόρυφη γειτονιά που ενσωματώνει την φύση στον ουρανό.

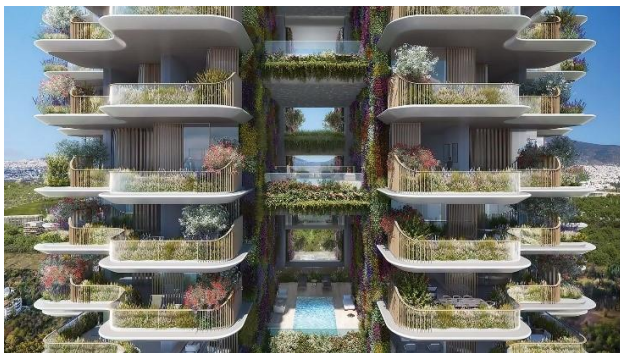
Οι επενδύσεις των όψεων και ο προσανατολισμός ελαχιστοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία και μεγιστοποιούν το φυσικό φως, ενώ προβλέπεται εξοπλισμός υψηλής ενεργειακής απόδοσης που θα ελαχιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας κατά περίπου 35%. Θα χρησιμοποιηθούν εγχώρια υλικά με χαμηλότερο ενεργειακό φορτίο και επίσης θα ενσωματωθούν στον σχεδιασμό στοιχεία όπως η ανακύκλωση νερού, η μείωση απορριμμάτων και η μεγαλύτερη βιοποικιλότητα.

Ο ουρανοξύστης ως τυπολογική επιλογή προσφέρει την δυνατότητα όχι μόνο της δημιουργίας μια κάθετης πόλης με εντατικοποίηση και πυκνωση της δόμησης, αλλά και μιας ισορροπημένης ανάπτυξης ώστε να απελευθερώνεται μεγαλύτερη έκταση για πράσινους ανοικτούς χώρους.

¹⁰⁶ Διευθύνων Σύμβουλος της Lamda Development, κ. Οδυσσέας Αθανασίου
https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/athens/720960_marina-tower-aytos-tha-einai-o-protos-prasinos-oyranoxystis

¹⁰⁷ https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/athens/720960_marina-tower-aytos-tha-einai-o-protos-prasinos-oyranoxystis

Το κτίριο, θα φιλοξενεί στους προβόλους του, κατά βάση χαμηλή προς μεσαία βλάστηση όπως θαμνοειδή φυτά και μικρά φοινικοειδή ή άλλα δέντρα, ενώ στους ενδιάμεσους κρεμαστούς κήπους θα υπάρχουν ψηλότερα δέντρα καθώς και πράσινοι τοίχοι. Εν κατακλείδι, θα εφαρμόζει σύμμικτα τις κατηγορίες κατακόρυφης φύτευσης που έχουμε επισημάνει.^{108 109}



Εικόνα 64: Marin Tower φωτορεαλιστική απεικόνιση 2



Εικόνα 65: Marin Tower φωτορεαλιστική απεικόνιση 3

¹⁰⁸ <https://greenagenda.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7->

¹⁰⁹ <https://www.greece-is.com/news/watch-the-presentation-of-greeces-first-skyscraper-the-meds-tallest/>

Ξενοδοχείο 'The Foundry Suites Athens' στην περιοχή Ψυρρή

Το παρακάτω παράδειγμα κτιρίου αφορά μια διώροφη πολυκατοικία της δεκαετίας του '30 στην καρδιά του αστικού ιστού της Αθήνας, το οποίο ανακατασκευάστηκε εξ' ολοκλήρου ώστε να μετατραπεί σε ένα ξενοδοχείο, ονόματι The Foundry Suites Athens, με ανεξάρτητα διαμερίσματα.

Οι αρχιτέκτονες του κτιρίου προσέγγισαν το θέμα ταιριάζοντας στοιχεία της αθηναϊκής ιστορίας, του βιοτεχνικού χαρακτήρα της περιοχής του Ψυρρή, καθώς και του ελληνικού τοπίου, με την χρήση εγχώριων υλικών όπως μάρμαρο και πέτρα.¹¹⁰

Το ξενοδοχείο διαθέτει 12 διαμερίσματα που αναπτύσσονται στους τρεις ορόφους, ενώ το δώμα φυτεύεται εξ' ολοκλήρου με φυτά ελληνικής χλωρίδας προσφέροντας έναν χώρο χαλάρωσης με θέα το ιστορικό κέντρο της πόλης. Το φυτεμένο δώμα, ουσιαστικά, επιχειρεί την αναβίωση της ελληνικής παραδοσιακής αυλής, αποτελούμενη από ελιές, ροδιές, λεβάντες, αρωματικά φυτά και πέργκολες με αμπέλια. Σε συνδυασμό με την ένταξη τεχνολογιών πράσινων τοίχων δημιουργείται ένα ευνοϊκό μικρόκλιμα και ιδιαίτερη αισθητική.

¹¹⁰ Βενετσάνος Ε., Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Η περίπτωση της Αθήνας., Διπλωματική Εργασία, Σχολή Θετ. Επιστημών και Τεχνολογίας Περιβαλλ. Σχεδ. Πόλεων και Κτιρίων, Ελλην. Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2020, σελ.111

Το παρόν κτίριο, λόγω της κλίμακας του - η οποία βρίσκεται στα πλαίσια μιας μέσης ελληνικής πολυκατοικίας - καθώς και των προτύπων ανάπτυξής του, που στηρίζονται στα ελληνικά δεδομένα, θα μπορούσε να αποτελέσει σημείο αναφοράς για την περαιτέρω ανάπτυξη υφιστάμενων κτιρίων της Αθήνας με παρόμοια τυπολογία.¹¹¹



Εικόνα 66: The Foundry Suites Athens



Εικόνα 67: The Foundry Suites Athens – Αυλή δώματος

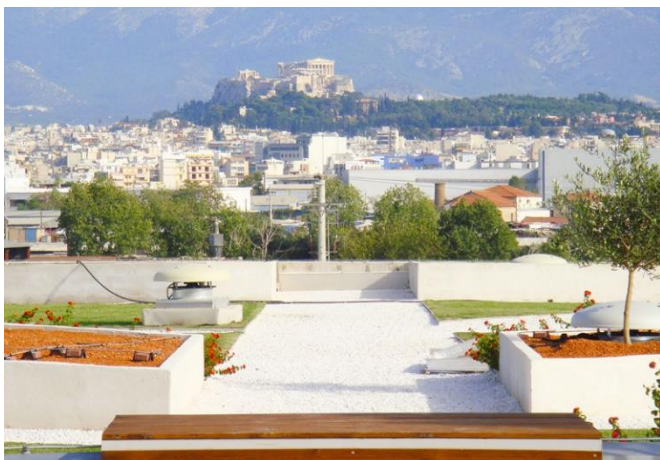
¹¹¹ Βενετσάνος Ε., Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Η περίπτωση της Αθήνας., Διπλωματική Εργασία, Σχολή Θετ. Επιστημών και Τεχνολογίας Περιβαλλ. Σχεδ. Πόλεων και Κτιρίων, Ελλην. Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2020

Αμαξοστάσιο του ΗΛΠΑΠ

Το κτίριο του Αμαξοστασίου του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ) διαθέτει από το 2009, μια επιφάνεια φυτεμένου δώματος της τάξεως των 6.000 τ.μ. η οποία και αποτελούσε για αρκετά χρόνια την μεγαλύτερη σε έκταση φυτεμένη κτιριακή επιφάνεια στην Ελλάδα.

Είναι ένα εντατικού τύπου φυτοδώμα που συνδυάζει πληθώρα ειδών και μεγεθών βλάστησης που ευδοκούν στο μεσογειακό κλίμα: από φυτά εδαφοκάλυψης (χλοοτάπητα, λαντάνα έρπουσα) και πολυετή ποώδη (λεβάντα, αρτεμίσια κλπ), μέχρι αναρριχώμενα, καθώς και πολλά μεσογειακά δέντρα, όπως ελιές και κουκουναριές.¹¹²

Η εφαρμογή του φυτοδώματος στο κτίριο επέφερε ενεργειακή εξοικονόμηση στο εσωτερικό του, ενώ παράλληλα συντέλεσε στην αύξηση του πρασίνου σε μια ιδιαίτερα επιβαρυνόμενη περιοχή της Αθήνας.¹¹³



Εικόνα 68: κτήριο του Αμαξοστασίου του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ)

¹¹² Βενετσάνος Ε., Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Η περίπτωση της Αθήνας., Διπλωματική Εργασία, Σχολή Θετ. Επιστημών και Τεχνολογίας Περιβαλλ. Σχεδ. Πόλεων και Κτιρίων ,Ελλην.Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2020, σελ.113

Η «πράσινη» πολυκατοικία στην λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

Η «πράσινη» πολυκατοικία στην λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας είναι ένα κτίριο καλυμμένο εξ ολοκλήρου από αναρριχώμενη αμπέλοψη που το καθιστά μια από τις πιο πράσινες πολυκατοικίες της Αθήνας. Αυτή η πράσινη όψη, πέρα από αισθητική, προσφέρει επιπλέον στο κτίριο σημαντική θερμομόνωση, θωρακίζοντας το από το κρύο, καθώς και από την καυτή ακτινοβολία του καλοκαιριού, ενώ παράλληλα λειτουργεί και ως προστασία από την διάβρωση.

Η αναρριχώμενη αμπέλοψη είναι Ασιατικής ποικιλίας και καθίσταται ιδανική για κάλυψη τοίχων, χάρη στις βεντούζες των ελίκων του που το βοηθάνε να σκαρφαλώνει χωρίς την βοήθεια αναρριχώμενης στήριξης. Η ανάπτυξή του είναι γρήγορη και μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 30 μέτρα ύψος καλύπτοντας εξαιρετικά μεγάλες επιφάνειες. Το καλοκαίρι, το φύλλωμά του οδηγεί στον φυσικό δροσισμό των κατοίκων ενώ μπορεί να απομακρυνθεί εύκολα από τον τοίχο κατά την ξήρανσή του.¹¹⁴



Εικόνα 69: «Πράσινη» πολυκατοικία στην λεωφόρο Βασιλίσσης Σοφίας

¹¹³ Ο.π.

¹¹⁴ <https://taratsokipos.blogspot.com/2021/>

Το συγκεκριμένο είδος φυτού έχει αρκετές ομοιότητες με τον απλό κισσό, με την διαφορά ότι ο κισσός μπορεί να δημιουργήσει φθορές στον τοίχο και επειδή δεν έχει ιδιότητες φυλλοβόλου φυτού, δεν δημιουργεί την κατάλληλη βιοκλιματική στρατηγική.

«Η καλλιέργεια της αμπέλοψης θα μπορούσε να συστηματοποιηθεί στην Αθήνα, σύμφωνα με γεωπόνους, μεταμορφώνοντας στην κυριολεξία τους γκρίζους τοίχους της πόλης.»¹¹⁵

116

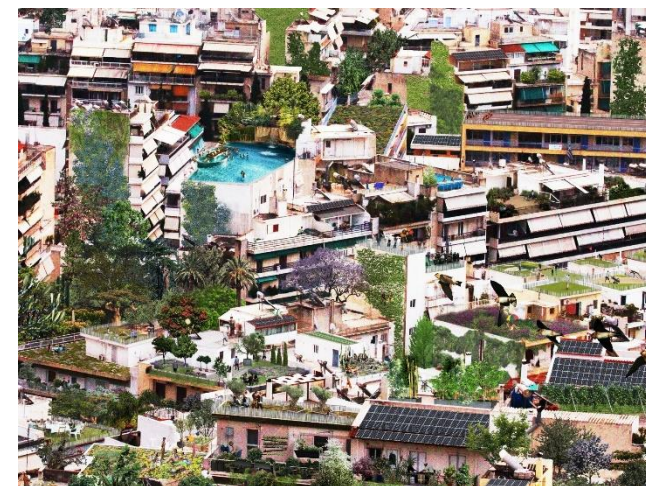
5.4.2 Συμπεράσματα για την πόλη της Αθήνας

Λόγω του γεγονότος ότι η Αθήνα έχει περιορισμένο διαθέσιμο χώρο, είτε για την ανέγερση νέων κτιρίων, είτε για πάρκα, θεωρούμε ιδανικό να προσεγγίζουμε αυτό το όραμα κατά κύριο λόγο, με την οπτική για ανάπλαση των υφιστάμενων κτιρίων (ενσωμάτωση φύσης σε αυτά), μέσω της τεχνολογίας των φυτεμένων δωμάτων και των πράσινων τοίχων. Με την ένταξη της βλάστησης στα κτίρια, στην ευρύτερη περιοχή του κέντρου της Αθήνας, θα μπορούσε να εξισορροπηθεί το πρόβλημα της ελλιπούς φύτευσης, η οποία δεν περιλαμβάνεται στον πολεοδομικό σχεδιασμό με πάρκα και δίκτυα πρασίνου. Ισχυρό σύμμαχό μας σε αυτή την ιδέα, αποτελεί η ύπαρξη προβόλων (εξώστες, ημιυπαίθριοι) στα κτίρια, οι οποίοι μπορούν να υποστηρίξουν τη βλάστηση σε μορφή που πλησιάζει τη φιλοσοφία των κατακόρυφων δασών.

Στην Ελλάδα μεγάλο ποσοστό κατοίκων έχει άμεση αλληλεπίδραση με τον εξωτερικό χώρο, μέσω του προβόλου, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις η τοποθέτηση φύτευσης αποτελεί μέρος της κουλτούρας τους. Γι' αυτόν το λόγο, η εκ των υστέρων αναβάθμιση των κτιρίων σε κατακόρυφα δάση, δε θα διαφοροποιήσει την γενική τυπολογία των κτιρίων. Όσον αφορά σε κτίρια σχεδιασμένα για χρήση εργασίας - των οποίων η όψεις

τους κατά κύριο λόγο καλύπτονται από γυαλί - ένας τρόπος να ενσωματωθεί η κατακόρυφη φύτευση είναι η προσθήκη εξωτερικού κελύφους όπως εφαρμόζεται στο παράδειγμα 'Consiag – Estra', του Stefano Boeri στην πόλη Πράτο της Ιταλίας. Όσον αφορά τις νεόδμητες προαστιακές περιοχές των πόλεων, θεωρούμε πως η υψηλή δόμηση σε συνδυασμό με την κατακόρυφη φύτευση εξοικονομεί οριζόντιο χώρο για πάρκα και ελεύθερους, βιώσιμους χώρους, ενώ παράλληλα δίνει ίσες δυνατότητες στους κατοίκους όλων των ορόφων να έρχονται σε άμεση αλληλεπίδραση με το φυσικό στοιχείο.

Παρόλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί ότι για να συμβούν τα παραπάνω, θα χρειαστεί ο πολίτης να επιβαρυνθεί με το αρχικό κόστος κατασκευής και το κόστος συντήρησης της φύτευσης, καθώς επίσης και να εντάξει νέες συνήθειες στην καθημερινότητά του. Κάποιες από αυτές είναι η τακτική ενασχόληση με τη φύτευση, είτε για τον κάτοικο είτε για τον εργαζόμενο σε ένα κτίριο. Ένας άλλος πιθανός αποτρεπτικός παράγοντας, είναι η ανάγκη για λεπτομερή και προσεκτική μελέτη/ κατασκευή αυτών των συστημάτων, ώστε να προβλεφθεί η εμφάνιση υγρασίας στην όψη του κτιρίου. Θεωρούμε όμως ότι βρισκόμαστε σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται



Εικόνα 70: Κολλάζ αφηρημένης αναπαράστασης πράσινης Αθήνας

¹¹⁵ <https://www.e-daily.gr/themata/110134/i-pio-prasini-polykatoikia-tis-athinas-pics>

¹¹⁶ https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/city-vibes/723677_oi-kathetoi-kipoi-tis-athinas

από οικολογική ευαισθητοποίηση, και ότι η επιστήμη έχει αναπτυχθεί αρκετά σε αυτό τον τομέα. Επομένως είναι καιρός για νέες προσπάθειες, καθώς με την εκτενή εφαρμογή συστημάτων κατακόρυφης φύτευσης υπάρχει επίσης η δυνατότητα να εξελιχθεί περαιτέρω αυτός ο τομέας. Με αυτή την εξέλιξη μπορεί να μειωθεί το κόστος, οι αστοχίες κατασκευής και να βρεθούν νέες προσαρμοσμένες μέθοδοι για κάθε περίπτωση κτιρίου.

Η περίπτωση της Αθήνας, όπως και κάθε πυκνοδομημένης πόλης, με έλλειψη ελεύθερων χώρων, αποτελεί μία από τις δυσκολότερες περιπτώσεις ως προς τη διαχείριση μεγάλων αλλαγών. Αν αναλογιστούμε ότι η κατακόρυφη φύτευση δημιουργεί βιώσιμες πόλεις ανεξαρτήτως χρόνου και τόπου, μπορούμε να τη θεωρήσουμε μοναδική λύση σε κάποιες περιπτώσεις αντί για εναλλακτική. Τα οφέλη είναι ξεχωριστής σημασίας όπως η καταπολέμηση των διαφόρων ειδών ρύπανσης, της επίτευξης θερμικής άνεσης, της καλύτερης σωματικής και ψυχικής υγείας και βέβαια της γενικότερης επανασύνδεσης του ανθρώπου με τη φύση στο δομημένο περιβάλλον του.



Εικόνα 71

6. Συμπεράσματα/ Αφορμή για σκέψη

Ως πρώτη φάση της έρευνας, μας απασχόλησε η μελέτη των ιστορικών δεδομένων, ούτως ώστε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα, όσον αφορά την προσπάθεια επανασύνδεσης του ανθρώπου με τη φύση στο δομημένο περιβάλλον του, στην σύγχρονη εποχή. Μέσω της αναδρομής αντιλαμβανόμαστε ποιες είναι οι ρίζες της σημερινής οικολογικής φιλοσοφίας, και θεωρούμε ότι στο μέλλον ο άνθρωπος θα εξελίσει διαρκώς αυτή την λογική, χωρίς να υπάρξει υποτροπή σε παλαιότερες επιβλαβείς για το περιβάλλον νοοτροπίες.

Ο προϊστορικός άνθρωπος εκτιμούσε το φυσικό στοιχείο καθώς ήταν απαραίτητο για την επιβίωσή του και επενέβαινε σε αυτό με σεβασμό, όπως φαίνεται από τις νεολιθικές κατοικίες που δημιουργούσε και τον προσεκτικό τρόπο συλλογής των υλικών που χρειαζόταν για τις κατασκευές του. Στην πορεία, κατά την προσπάθεια να διευκολύνει τη ζωή του, η ανάπτυξη οργανωμένων πόλεων τον κατέστησαν ανεξάρτητο από τη φύση ως ένα βαθμό. Μέχρι τότε η έλλειψη του φυσικού στοιχείου δεν ήταν υπερβολική ώστε να προκαλέσει την αιτία για να γίνει κάποια αλλαγή. Κατά το Μεσαίωνα οι άνθρωποι στις πόλεις ήταν απομακρυσμένοι από την ιδέα αυτής της συσχέτισης. Αργότερα, κατά την περίοδο της Αναγέννησης η επανένταξη του φυσικού στοιχείου σε κτίρια και πόλεις, με τα πολιτισμικά αριστουργήματα που δημιουργήθηκαν, άγγιξε την υπερβολή της επιβολής του ανθρώπινου παράγοντα σε αυτό. Ο γεωμετρικός σχεδιασμός κήπων δείχνει ότι ο άνθρωπος θέλησε να ασχοληθεί επισταμένως με τη φύση, την οποία είχε παραμελήσει να επεξεργάζεται για χρόνια. Η σημερινή οικολογική τάση που διαμορφώνεται, έχει περάσει από την αρμονική συμβίωση του ανθρώπου με τη φύση στο περιβάλλον όπου κτίζει και κατοικεί, στο σεβασμό, την

αποστασιοποίηση, την υπερβολή και οδηγείται στην πλέον επιστημονική αξιολόγηση των ωφελειών της.

Ο άνθρωπος από αρχαιοτάτων χρόνων είχε μια έντονη σχέση και αλληλεπίδραση με το φυσικό στοιχείο, επωφελούμενος από τις ιδιότητές του, όπως και κάθε ζωντανός οργανισμός. Εκμεταλλευόταν τα οφέλη της ενστικτωδώς και την επεξεργαζόταν αναλόγως στο οικιστικό του περιβάλλον, χρησιμοποιώντας την για θερμική άνεση, ανθεκτικότητα και αισθητική. Κατά την τεχνολογικά εξελικτική του πορεία και την υπέρογκη ανάπτυξη των άστεων, ο πολίτης απομακρύνεται ολοένα και περισσότερο από το φυσικό στοιχείο, σε βαθμό να χάνει την όποια ευαισθησία του για αυτή και να την βλέπει. Έπειτα έχοντας φτάσει στο σημείο να υφίσταται τις συνέπειες των πράξεών του, σε συνδυασμό με το παρόν γνωστικό του επίπεδο, αποκτά συνείδηση και λαμβάνει μέτρα ως προς την αναστροφή των προβλημάτων, με κύριο γνώμονα το φυσικό στοιχείο, ενώ αναγνωρίζει τη διττή υπόσταση της φύσης. Παρόλο που η ιστορική αναδρομή σκιαγραφεί τις απαντήσεις σε αρκετά ερωτήματα που θέτουμε, προσεγγίσαμε το θέμα και πιο συγκεκριμένα, εστιάζοντας σε κάποια περαιτέρω βασικά ερωτήματα.

1) Πως ενισχύει η φύτευση το βιοκλιματικό σχεδιασμό και το σχεδιασμό των πόλεων;

Η βλάστηση διαθέτει ιδιότητες όπως η εξατμισοδιαπνοή, η μόνωση και το φιλτράρισμα του αέρα, οι οποίες μπορούν να συμβάλουν στην περαιτέρω βιοκλιματική συμπεριφορά των κτιρίων, και για αυτό μπορεί να ενταχθεί ως ένα από τα συστήματά της. Σε αυτή την ενότητα αναγνωρίσαμε τα κτίρια που ενσωματώνουν την κατακόρυφη φύτευση, ως ξεχωριστή κατηγορία βιοκλιματικών κτιρίων, ενώ κατά την έρευνά μας καταλάβαμε ότι επισήμως δεν αποτελούν προς το παρόν, διαφοροποιημένη κατηγορία. Η κατακόρυφη φύτευση αποτελεί μία τεχνική που μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπροσθέτως, η κατακόρυφη φύτευση ως

βιοκλιματικό μέσο δεν συμβάλει θετικά μόνο σε ό,τι αφορά το κτιριακό βίωμα, αλλά μιλώντας για εκτενή εφαρμογή της, μπορεί να έχει θετικές επιδράσεις και σε κλίμακα πόλης. Οι αλλαγές αυτές αφορούν στην δημιουργία πράσινων δικτύων εντός των πόλεων, επηρεάζοντας το κλίμα και την αισθητική μια ευρείας περιοχής. Η κατηγορία στην οποία αναφερόμαστε στην παρούσα έρευνα έχει ως ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ότι μπορεί να αναλάβει ένα σύνολο λειτουργιών που διαθέτουν τα παθητικά βιοκλιματικά συστήματα. Εκτός από τη βιοκλιματική σκοπιά, μας ενδιαφέρει η ευρύτερη επανασύνδεση του ανθρώπου με τη φύση στις πόλεις. Γι' αυτό θέσαμε το παρακάτω ερώτημα.

2) Υπάρχει η ανάγκη του σύγχρονου ανθρώπου να έρθει πιο κοντά με τη φύση στο δομημένο περιβάλλον του; Με ποιο τρόπο βοηθάει η κατακόρυφη φύτευση προς αυτή την κατεύθυνση;

Εκτός από τις ωφέλειες της χρήσης φύτευσης στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, σε κλίμακα κτιρίου και πόλης, που έχουν να κάνουν με την μακροπρόθεσμη οικολογική σκέψη και την θερμική άνεση, υπάρχουν περαιτέρω ζωτικά οφέλη που σχετίζονται με την ψυχοσωματική υγεία του ανθρώπου, όπως η επίτευξη του εϋ ζήν. Αυτό το γεγονός ενισχύεται ακόμη περισσότερο με την όχι μόνο παθητική σχέση του ανθρώπου με τον φυσικό στοιχείο, αλλά και με την αλληλεπίδρασή του με αυτό, χάρη στην αύξηση της βιοποικιλότητας και την προώθησης της αστικής γεωργίας.

Η έντονη βιοποικιλότητα που τείνει να προσεγγίζεται στις πόλεις με εκτεταμένη φύτευση, ενδέχεται να προκαλεί δυσφορία για ένα ποσοστό ανθρώπων. Η αποξένωση του ανθρώπου των πόλεων από τα περισσότερα έμβια όντα, με τα οποία μπορεί να συνυπάρξει, θα έπρεπε να μας απασχολήσει. Πιστεύουμε ότι η επανάκτηση αυτής της σχέσης είναι μείζονος σημασίας. Η τοπική πανίδα (όπως και η χλωρίδα), δεν θα έπρεπε να απομακρύνεται από την πόλη, ούτε και να απειλείται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Αντίθετα, η αρμονική συμβίωση και ο επαναπροσδιορισμός αυτής της σχέσης και ειδικότερα των νέων γενεών, μπορεί να συντελέσει άμεσα στη

ευαισθητοποιήσή τους ως προς κάθε έμβιο ον. Κατ' επέκταση αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, η όποια συνήθεια του ανθρώπου, να έχει γνώμονα την προστασία των οικοσυστημάτων των ζώων και την αποφυγή επιβλαβών δραστηριοτήτων. Οι μελλοντικές γενεές θα είναι πιο ευαισθητοποιημένες ως προς την ανακύκλωση και την προστασία του ευρύτερου περιβάλλοντος, όπως οι θάλασσες και τα δάση.

Οι παροχές της κάθε πόλης είναι συγκεκριμένες. Διαπιστώνουμε ότι ο σύγχρονος άνθρωπος πρέπει να αναρωτηθεί αν η απομάκρυνση και η μη αλληλεπίδραση του με το φυσικό στοιχείο μπορεί να αψηφάτε. Συμπεραίνουμε ότι εκτός από την έλλειψη του φυσικού στοιχείου, ίσως είναι πολλά ακόμη αυτά, που υπολείπονται από τη δομή μίας πόλης, ώστε να αποτελεί τη βέλτιστη περιοχή κατοίκησης για μεγάλα ποσοστά πληθυσμού.

3) Ποιες είναι οι πρακτικές εφαρμογές της κατακόρυφης φύτευσης στο δομημένο περιβάλλον και πως λειτουργούν ως ξεχωριστό εργαλείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού;

Οι πρακτικές εφαρμογές της κατακόρυφης φύτευσης στην παρούσα χρονική φάση είναι κυρίως τα εξής συστήματα που αναλύσαμε παραπάνω: τα Φυτεμένα δώματα, οι Πράσινοι τοίχοι, το Κατακόρυφο δάσος και η Κατακόρυφη φύτευση σε υφιστάμενα κτίρια. Οι κατηγορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ξεχωριστό εργαλείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού αφού λειτουργώντας αυτόνομα έχουν τη δυνατότητα να αντικαθιστούν συστήματα του συγκεκριμένου τομέα, που συμβάλλουν στην επίτευξη χαμηλής ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και θερμικής άνεσης.

Όσον αφορά τις προαναφερθείσες κατηγορίες, θεωρούμε ιδιαίτερα σημαντική την «κατακόρυφη φύτευση σε υφιστάμενα κτίρια», καθώς είναι ο πιο άμεσος, εύκολος και ρεαλιστικός τρόπος για την υλοποίηση του οράματος «πρασινίσματος» των πόλεων. Μονάχα με νεόδμητα κτίρια το όραμα καθίσταται χρονοβόρο και κοστοβόρο, ενώ

παράλληλα, ο ελεύθερος χώρος για ανέγερση σε υφιστάμενο αστικό ιστό είναι συνήθως περιορισμένος.

Επίσης αναλύοντας τις άλλες τρεις βασικές κατηγορίες κατακόρυφης φύτευσης, συμπεραίνουμε ότι επειδή πρόκειται για ανερχόμενη τεχνολογία, καθώς αποτελεί την πιο σύγχρονη ιδέα που έχει να προσφέρει η αρχιτεκτονική τοπίου, έχει προοπτικές να εξελιχθεί αρκετά στο σύντομο και μακρινό μέλλον. Με το πέρασμα των χρόνων, είναι ιδιαίτερα πιθανή η προσθήκη νέων κατηγοριών συστημάτων και η ανακάλυψη νέων μεθόδων εφαρμογής. Αυτό μπορεί να συμβεί διότι η κάθε αρχιτεκτονική μελέτη είναι διαφορετική και είναι πολλές οι διαφορετικές λύσεις που μπορούν να δοθούν για την προσαρμογή αυτών των συστημάτων σε διάφορα κτίρια και πόλεις στο μέλλον.

4) Πως μπορεί να ενταχθεί η κατακόρυφη φύτευση στο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας;

Το κλίμα της Ελλάδας, με τους ζεστούς και ξηρούς εαρινούς μήνες, και ο συνδυασμός του έντονου φαινομένου θερμικής νησίδας και ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις πόλεις, καθιστούν έναν μείζονα λόγο για ένταξη τεχνολογιών κατακόρυφης φύτευσης στα κτίρια, ώστε να συντελέσουν σε ένα πιο βιώσιμο μικροκλίμα. Η χώρα μας πλεονεκτεί στο γεγονός ότι ευδοκιμούν πολλά και διαφορετικά είδη φυτών, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε αυτά τα συστήματα. Παράλληλα η γενικότερη κτιριακή τυπολογία πολυκατοικιών με εξώστες, που διαθέτουμε, αποτελεί «πρόσφορο» έδαφος για την εύκολη και αρμονική ένταξή τους. Μιλώντας για την συγκεκριμένη χώρα, αντιλαμβανόμαστε ότι τα μειονεκτήματα του κόστους που αναφέραμε είναι ένα ρεαλιστικό εμπόδιο για την συγκεκριμένη περίπτωση. Ωστόσο οι τρόποι αντιμετώπισης που αναλύσαμε ισχύουν ανεξαρτήτως τόπου.

Κρίνουμε επίσης ότι η ενσωμάτωση των παραπάνω συστημάτων στην πόλη της Αθήνας για παράδειγμα, θα αποδώσουν ένα ισορροπημένο, ευχάριστο και συμβατό με τα κτίρια, αισθητικό αποτέλεσμα. Για τις πόλεις της Ελλάδας θα προωθούσαμε, με

βεβαιότητα όλους τους τύπους κατακόρυφης φύτευσης που έχουμε αναφέρει, με κυριότερους το «Κατακόρυφο δάσος» για τα νέα κτίρια, και την» κατακόρυφη φύτευση σε υφιστάμενα κελύφη» για τα υφιστάμενα. Είναι οι κατηγορίες, οι οποίες κατά τη γνώμη μας, θα πρόσφεραν χρώμα στην τρίτη διάσταση, θα σέβονταν τη μέχρι τώρα αρχιτεκτονική διαμόρφωση και θα αναδείκνυαν μία νέα πλευρά των κτιρίων και των πόλεων.

Βιβλιογραφία

Συγγράμματα

Ευαγγελία Αθανασίου, Πόλη + Φύση: Θεωρήσεις της φύσης στον πολεοδομικό σχεδιασμό, ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2015

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΤΟΜΠΑΖΗΣ, Οικολογική σκέψη και αρχιτεκτονική, εκδ. ΜΕΛΙΣΣΑ, 2010

Μαργαρίτα Καραβασίλη, Κτίρια για έναν Πράσινο Κόσμο, οικολογική δόμηση - βιοκλιματική αρχιτεκτονική, εκδ. Π-SYSTEMS INTERNATIONAL, 1999

Vaughn Bradshaw, The Building Environment: Active And Passive Control Systems, 3η εκδ. John Wiley & Sons

Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft

Stefano Boeri Architetti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022

ΔΙΠΕ, ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ, εκδ. Ελληνικά Γράμματα

Patrick Blanc, The Vertical Garden: From Nature to the City, εκδ. W. W. Norton & Company, 2012

Freizeitkultur statt Infrastruktur, Lebende Wände, vertikale Gärten, Special Bau 2009, DETAIL, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Review of Architecture, Devue d' Architecture, Serie 2008, 12, Stadtraum und Landschaft, Urban Space and Landscape

Dominique Gauzin- Muller, ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 29 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ, εκδ. ΚΤΙΡΙΟ- ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΤΗ ΔΟΜΗΣΗ, 2003

ΓΕΤΙΜΗΣ Π. ΚΑΥΚΑΛΑΣ Γ., ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΠΟΙΗΣΗ, ΔΙΑΚΥΒΕΡΝΗΣΗ, ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ, εκδ. ΤΟΠΟΣ, 2003

Herbert Girardet, Cities People Planet, εκδ. John Wiley & Sons Inc, 2008

Maf Smith, John Whitelegg, Nick J. Williams, Greening the Built Environment, εκδ. Routledge, 1998

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΩΡΑΪΤΗΣ, Σχήματα Τοπίου: Ο Σχεδιασμός του Τοπίου ως ειδική περίπτωση Αρχιτεκτονικής Διδακτικής, εκδ. Ελληνικά, Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα, www.kalipos.gr, 2015

Amjad Almusaed, Biophilic and Bioclimatic Architecture Analytical Therapy for the Next Generation of Passive Sustainable Architecture, εκδ. Springer, 2011

WOHA Architects and Patrick Bingham-Hall, Garden City Mega City: Rethinking Cities for the Age of Global Warming, εκδ. Pesaro Publishing

Ακαδημαϊκές Εργασίες – Διαλέξεις

Πρόδρομος Βασιλειάδης, Μεταπτ. Διατριβή, Αειφόρα αστικά τοπία [προγραμματισμός και ποσοτικοποίηση της αειφορίας], ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2015

Δημήτρης Βερβέρης, Η μετάβαση από το δοχείο φύτευσης στο κτίριο δοχείο φύτευσης, Δ.Π.Μ.Σ., Σχολή Αρχ/νων Μηχανικών Ε.Μ.Π, 2016

Elizabeth Boult and Chip Sullivan, Illustrated History of Landscape Design, Art Ebook, εκδ. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Canada

John Magill, A HISTORY AND DEFINITION OF GREEN ROOF TECHNOLOGY WITH RECOMMENDATIONS FOR FUTURE RESEARCH, Research paper, B.A. Southern Illinois University, 2011

ΒΑΒΑΝΟΥ ΑΝΤΩΝΙΑ, Φυτεμένα Δώματα ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ / ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχανικών, 2013

ΜΠΑΛΗ Μ.Ε. - ΜΠΑΛΗ Χ., Κτήριο ή τοπίο;, Διάλεξη, Ε.Μ.Π. Αρχ/νων Μηχ., 2012

Παλαμίδας Κ., Ιαπωνία, φύση και αρχιτεκτονική: από την παράδοση στον σύγχρονο σχεδιασμό, Διάλεξη, Αρχ/νων Μηχ., Ε.Μ.Π., 2012

Ε. ΚΙΡΕΤΣΙ BLUEPRINTS OF NATURE/ ΟΤΑΝ Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΜΠΝΕΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΥΣΗ, Ερευνητική, Αρχ/νων Μηχ., Παν. Θεσσαλίας, 2019

Δαρβίρης Θ. Μ., Η συνεισφορά των φυτεμένων οροφών στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια και στο αστικό περιβάλλον, ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, ΤUC, Μηχ. Περιβαλ., 2012

ΕΛΕΝΗ ΣΟΥΡΝΟΠΟΥΛΟΥ, Μετριάσμος και Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή με εφαρμογή στον βιώσιμο σχεδιασμό κατοικιών, Διπλωματική, 2021, Πολιτικών Μηχ., ΑΠΘ

Χεγκάζι Κ., Βιοκλιματική Δόμηση & Βιώσιμη Ανάπτυξη, Διπλωματική Εργασία, Μηχανολόγων Μηχ. Ε.Μ.Π., 2009

ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ ΡΗΓΑΣ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ ΓΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ, Πτυχιακή, Παν. Θεσσαλίας, Γεωπ. Επιστημών, Βόλος 2018

Joao Silva, Urban and building integrated vegetation and the impacts on the environment inside the London urban area, Thesis Project Module, School of Architecture and cities, London 2019

ΜΟΥΝΤΡΙΧΑΣ Γ., ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΕΡΕΥΝΑ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ENVI-MET, Διπλωματική εργασία, Πολιτικών Μηχ. Ε.Μ.Π., 2013

Elena Giacomello, Professor, IUAV University of Venice, A New Urban Forest Rises in Milan, research paper, περιοδικό δημοσ. CTBUH Journal, 2015 Issue I

Ζλούμη Ν., Αξιολόγηση εναλλακτικών προτάσεων σε υδροπονικούς κάθετους κήπους, πτυχιακή, τεχνολ. Γεωπ., ΤΕΙ Ηπείρου, 2015

Κατσουλάκου Σ., Κατακόρυφες φυτεύσεις σε εσωτερικούς χώρους Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, πτυχιακή, τεχνολ. Γεωπ., ΤΕΙ Ηπείρου, 2014

Βενετσάνος Ε., Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Η περίπτωση της Αθήνας., Διπλωματική Εργασία, Σχολή Θετ. Επιστημών και Τεχνολογίας Περιβαλλ. Σχεδ. Πόλεων και Κτιρίων, Ελλην. Ανοικτό Πανεπιστήμιο, 2020

Άρθρα

I. Karakounos, A. Dimoudi, S. Zoras, The influence of bioclimatic urban redevelopment on outdoor thermal comfort, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Energy and Buildings, εκδ. Elsevier, 2018

C.Y. Jim, An archaeological and historical exploration of the origins of green roofs, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Urban Forestry & Urban Greening, εκδ. Elsevier, 2017

Ahmet B. Besir, Erdem Cuce, Green roofs and facades: A comprehensive review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier 2018

Patz, J., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T. et al. Impact of regional climate change on human health. Nature 438, 310–317 (2005)

Noyes, P.D., McElwee, M.K., Miller, H.D, et al., 2009, The toxicology of climate change: environmental contaminants in a warming world

Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015

Veselin Rangelov, SOME ASPECTS OF VERTICAL LANDSCAPING IN MODERN CITIES, Άρθρο International Academy Journal Web of Scholar, 2019

Natalya Shakhovska, Advances in Intelligent Systems and Computing, Άρθρο, εκδ. Springer Cham

Wang, X., Gard, W., Borska, H. et al. Vertical greenery systems: from plants to trees with self-growing interconnections, άρθρο, Eur. J. Wood Prod. 78, 1031–1043 2020, σελ.1036

Dr. A.N.Sarkar, SELECTION OF PLANTS FOR VERTICAL GARDENING AND GREEN ROOF FARMING, Άρθρο International Research Journal of Plant and Crop Sciences, 2018

Tabassom S. Aminatuzuhariah M. Abdullah D. Mohammad B., A review of energy characteristics of vertical greenery systems, Άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2014

Gabriel Pérez, Julià Coma, Ingrid Martorell, Luisa F. Cabeza, Vertical Greenery Systems (VGS) for energy saving in buildings: A review, άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2014

Areti Tseliou Ioannis X. Tsiros Marialena Nikolopoulou, Seasonal differences in thermal sensation in the outdoor urban environment of Mediterranean climates – the example of Athens, Greece, άρθρο δημοσιευμένο στο Int J Biometeorol 61, 1191–1208 (2017)

Διαδικτυακές πηγές

https://el.wikipedia.org/wiki/Αειφόρος_ανάπτυξη

<https://www.zerman.gr/bioclimate>

https://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων

<https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>

https://el.wikipedia.org/wiki/Κρεμαστοί_κήποι_της_Βαβυλώνας

https://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_full.html

https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1132&context=gs_rp

<https://tudelft.openresearch.net/page/13095/learn-from-the-past-sustainability-features-in-traditional-japanese-architectu>

https://issuu.com/gradreview/docs/mila_20zoe

<https://www.archdaily.com/411878/ad-classics-ville-radieuse-le-corbusier>

https://www.eurolife.gr/el-GR/Blog/articles/20210920_ygeia_kataktontas_tin_evexia_wellness

<https://efzin.wordpress.com>

<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

<https://doi.org/10.1038/nature04188>

<https://greenroofs.org/about-green-roofs>

<https://www.nist.gov/publications/electromagnetic-signal-attenuation-construction-materials>

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00107-020-01583-0.pdf>

<https://www.biotope.uk.com/benefits/benefits-of-exterior-living-walls/>

<https://sustrainy.erasmus.site/it/the-vertical-forest-protecting-urban-biodiversity/>

<https://toprasino.gr/fytemena-domata/>

<https://www.morpho.gr/post/katakorifi-fiteusi-pleonektimata-sto-astiko-topio>

<https://www.archdaily.com/874364/worlds-first-vertical-forest-city-breaks-ground-in-china>

<https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

<https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/prato-urban-jungle/>

<https://www.journals.elsevier.com/case-studies-in-construction-materials>

<https://www.lifo.gr/now/perivallon/eleni-myribili-pos-i-athina-tha-ginei-mia-biosimi-poli>

<https://www.snfcc.org/kpism/gnoriste-to-kpism/parko-stavros-niarchos>

<https://www.archdaily.com/150392/update-the-stavros-niarchos-foundation-cultural-center-renzo-piano-building-workshop-architects>

https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/athens/720960_marina-tower-aytos-tha-einai-o-protos-prasinos-oyranoxystis

https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/athens/720960_marina-tower-aytos-tha-einai-o-protos-prasinos-oyranoxystis

<https://greenagenda.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7->

<https://www.greece-is.com/news/watch-the-presentation-of-greeces-first-skyscraper-the-meds-tallest/>

<https://taratsokipos.blogspot.com/2021/>

<https://www.e-daily.gr/themata/110134/i-pio-prasini-polykatoikia-tis-athinas-pics>

https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/city-vibes/723677_oi-kathetoi-kipoi-tis-athinas

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Αρχική εικόνα: Stefano Boeri Architetti, Green Obsession: Trees Towards Cities, Humans Towards Forests, Actar Publishers New York, Barcelona, 2022, σελ.18

Εικόνα 2: <https://eco-intelligent.com/2017/04/13/the-urban-heat-island-effect/>

Εικόνα 3: <https://www.airqoon.com/urban-air-pollution-sources-and-pollutants.html#:~:text=Urban%20air>

Εικόνα 4: Δημήτρης Βερβέρης, Η μετάβαση από το δοχείο φύτευσης στο κτίριο δοχείο φύτευσης, Δ.Π.Μ.Σ., Σχολή Αρχ/νων Μηχανικών Ε.Μ.Π, 2016, σελ.16

Εικόνα 5: <https://www.altervan.com/faroe-islands/>

Εικόνα 6: <https://www.smileacadimos.gr/trips/nisi-feroes>

Εικόνα 7: <https://www.hurleytravel.net/newgrange-county-meath-ireland-a-site-of-great-mystery/>

Εικόνα 8: <https://www.thoughtco.com/ziggurat-ancient-towering-temples-or-ziggurats-116908>

Εικόνα 9: <https://www.tovima.gr/2013/12/11/science/poy-briskontai-oi-kremastoi-kipoi-tis-babylwnas/>

Εικόνα 10: <https://www.tiqets.com/el/versailles-attractions-c66594/tickets-for-palace-of-versailles-all-areas-guided-tour-transport-from-paris-p997046/>

Εικόνα 11: <https://www.lifo.gr/guide/arts/news/mia-toihografia-sti-ntoylapa>

Εικόνα 12: https://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_full.html

Εικόνα 13: <https://www.toki.tokyo/blogt/2020/4/8/eight-elements-of-japanese-architecture>

Εικόνα 14: <https://www.busyboo.com/2008/01/10/japanese-architecture-interior-design/>

Εικόνα 15: <https://www.archdaily.com/895346/tree-ness-house-akihisa-hirata>

Εικόνα 16: <https://www.archdaily.com/895346/tree-ness-house-akihisa-hirata>

Εικόνα 17: <https://anc.masilwide.com/473>

Εικόνα 18: <https://www.phaidon.com/agenda/architecture/articles/2014/january/22/a-japanese-view-of-frank-lloyd-wright/>

Εικόνα 19: <https://www.archdaily.com/411878/ad-classics-ville-radieuse-le-corbusier>

Εικόνα 20: <https://www.inexhibit.com/wp-content/uploads/2022/01/Le-Corbusier-Unite-Habitation-Cite-Radieuse-Marseille-aerial.jpg>

Εικόνα 21: Caithlin Ann Marugg, Vertical forests The Impact of Green Balconies on the Microclimate by Solar Shading, Evapotranspiration and Wind Flow Change, TU Delft, σελ.15

Εικόνα 22: <https://johnschwarz.fr/Villa-Savoye-Le-Corbusier>

Εικόνα 23: <https://www.discoverfranceandspain.com/musee-du-quai-branly-jacques-chirac/>

Εικόνα 24: https://en.wikipedia.org/wiki/Garden_city_movement

Εικόνα 25: <https://www.traveller.com.au/parkroyal-on-pickering-singapore-hotel-review-h17da7>

Εικόνα 26: <https://placotech.net/wp-content/uploads/2018/09/Bosco-Verticale.png>

Εικόνα 27: <https://www.geoponiko-kentro.gr/product/levanta/>

Εικόνα 28: <https://www.healthweb.gr/nea-ygeias/epistimonika-nea/pos-i-ilektromagnitiki-aktinovolgia-epireazei-ton-organismo>

Εικόνα 29: https://www.prasinistegi.gr/2020/01/21/greenroofs_kitchengardens/

Εικόνα 30: <https://dasarxeio.com/2015/02/22/19852/>

Εικόνα 31: <https://www.monumenta.org/article.php?IssueID=2&lang=gr&CategoryID=3&ArticleID=89>

Εικόνα 32: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 33: https://www.archdaily.com/632742/oak-pass-house-walker-workshop/572302a9e58ece757b000043-oak-pass-house-walker-workshop-photo?next_project=no

Εικόνα 34: https://www.archdaily.com/632742/oak-pass-house-walker-workshop/572302a9e58ece757b000043-oak-pass-house-walker-workshop-photo?next_project=no

Εικόνα 35: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 36: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 37: Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 865

Εικόνα 38: Maria Manso - João Castro-Gomes, Green wall systems: A review of their characteristics, Άρθρο δημοσιευμ. στο περιοδ. Renewable and Sustainable Energy Reviews, εκδ. Elsevier, 2015, σελ. 865

Εικόνα 39: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 40: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 41: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 42: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 43: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 44: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 45: <https://nickkahler.tumblr.com/post/119477505478>

Εικόνα 46: Freizeitkultur statt Infrastruktur, Lebende Wände, vertikale Gärten, Special Bau 2009, DETAIL, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Review of Architecture, Devue d' Architecture, Serie 2008, 12, Stadtraum und Landschaft, Urban Space and Landscape, σελ. 1458

Εικόνα 47: <https://www.cerclemagazine.com/en/magazine/articles-magazine/vertical-forest-by-boeri-architetti/>

Εικόνα 48: προσωπικό αρχείο

Εικόνα 49: <https://inhabitat.com/groundbreaking-park-royal-tower-is-draped-with-curtains-of-greenery-in-singapore/park-royal-woha-3/>

Εικόνα 50: <https://www.archdaily.com/874364/worlds-first-vertical-forest-city-breaks-ground-in-china/594d4546b22e38e9290004fe-worlds-first-vertical-forest-city-breaks-ground-in-china-photo>

Εικόνα 51: <https://www.sceproject.it/latest-news/facade-design-tirana-vertical-forest/>

Εικόνα 52: <https://www.sceproject.it/latest-news/facade-design-tirana-vertical-forest/>

Εικόνα 53: <https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

Εικόνα 54: <https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

Εικόνα 55: <https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

Εικόνα 56: <https://www.travelwritersmagazine.com/prato-journal-the-first-urban-jungle-in-the-world-proposed-for-tuscan-city/>

Εικόνα 57: Freizeitkultur statt Infrastruktur, Lebende Wände, vertikale Gärten, Special Bau 2009, DETAIL, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Review of Architecture, Devue d' Architecture, Serie 2008, 12, Stadtraum und Landschaft, Urban Space and Landscape, σελ. 1460

Εικόνα 58: Freizeitkultur statt Infrastruktur, Lebende Wände, vertikale Gärten, Special Bau 2009, DETAIL, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Review of Architecture, Devue d' Architecture, Serie 2008, 12, Stadtraum und Landschaft, Urban Space and Landscape, σελ. 1462

Εικόνα 59: Freizeitkultur statt Infrastruktur, Lebende Wände, vertikale Gärten, Special Bau 2009, DETAIL, Zeitschrift für Architektur + Baudetail, Review of Architecture, Devue d' Architecture, Serie 2008, 12, Stadtraum und Landschaft, Urban Space and Landscape, σελ. 1462

Εικόνα 60: <https://www.inexhibit.com/case-studies/the-vertical-forest-towers-in-milan-by-boeri-phenomenon-or-archetype/>

Εικόνα 61: <https://www.naftemporiki.gr/story/1618664/to-kpissn-timithike-me-to-1o-brabeio-stin-kategoria-mobility-actions>

Εικόνα 62: https://www.archdaily.com/150392/update-the-stavros-niarchos-foundation-cultural-center-renzo-piano-building-workshop-architects/ath_138?next_project=no

Εικόνα 63:
<https://greenagenda.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%80%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D-%>

Εικόνα 64: <https://www.protothema.gr/economy/article/1140869/etsi-tha-einai-o-marina-tower-sto-elliniko-o-protos-prasinos-ouranoxystis-stin-ellada/>

Εικόνα 65: <https://www.iefimerida.gr/ellada/elliniko-anarpasta-ta-diamerismata-prasinoy-ouranoxysti>

Εικόνα 66: <https://www.openhouseathens.gr/portfolio-item/the-foundry-hotel/>

Εικόνα 67: <https://www.thefoundrysuitesathens.com/el/picnic-garden/>

Εικόνα 68: <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-depot-of-the-public-electrical-buses-company-osy-rouf-2009/>

Εικόνα 69: https://www.athensvoice.gr/life/urban-culture/city-vibes/723677_oi-kathetoi-kipoi-tis-athinas

Εικόνα 70: <https://www.lifo.gr/now/athens/ti-tha-allaze-stin-athina-stis-taratses-ton-polykatoikion-fyteyame-kipoys>

Εικόνα 71: <https://www.nea-acropoli-athens.gr/arthra/filosofia/1156-h-filosofia-zen-sthn-kina-kai-sthn-iapwnia>