



Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας
Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων

Διπλωματική Εργασία

Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον.

Η περίπτωση της Αθήνας.

Επαμεινώνδας Βενετσάνος

Επιβλέπων καθηγήτρια: Δρ. Ελένη Κανετάκη

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγήτρια:

Δρ.Ελένη Κανετάκη

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Δρ.Κωνσταντίνος Καρτάλης

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2020

Περίληψη

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η διερεύνηση και η εφαρμογή των υλικών και του πρασίνου, με την δημιουργία κατακόρυφων κήπων και φυτεμένων δωμάτων. Η έρευνα εστιάζει στις επιπτώσεις του πρασίνου και των υλικών στα κτίρια και στο αστικό περιβάλλον. Τα οφέλη είναι αρκετά αλλά υπάρχουν και δυσκολίες, η κυριότερη είναι το κόστος υλοποίησης και συντήρησης τους. Η συγκριτική μελέτη των πηγών και των παραδειγμάτων στην εργασία, θα προβεί σε μια κριτική θεώρηση μέσα από τα συγκριτικά στοιχεία, συσχετίζοντας το πράσινο και πως αυτό χρησιμοποιείται με τα υλικά που δομείται το αστικό περιβάλλον. Τα στοιχεία θα προκύψουν τόσο από την μελέτη αντιπροσωπευτικών κτιρίων, όσο και μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα. Από την μελέτη της βιβλιογραφίας αλλά και από τα υφιστάμενα κτίρια με πράσινες οροφές, ιδιωτικού ή δημοσίου καθεστώτος, φάνηκε ότι υπάρχει σήμερα η εμπειρία και η τεχνογνωσία για τη μαζική δημιουργία φυτεμένων δωμάτων στην Αθήνα. Επίσης θα μελετηθούν νομικά πλαίσια και ευρωπαϊκά προγράμματα που αφορούν την εφαρμογή του πρασίνου στον αστικό περιβάλλον. Ειδικά μελετήθηκε η περίπτωση της πόλης της Αθήνας, η οποία και είναι πλέον αντιμέτωπη με έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η εφαρμογή του πρασίνου στα κτίρια σε συνδυασμό με τις υφιστάμενες τεχνολογίες δόμησης, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και στην βελτίωσης της ποιότητας ζωής και υγείας των κατοίκων. Μέσα από το υλικό που θα συγκεντρωθεί, θα επιχειρηθεί η ανάλυση των θεμάτων πρασίνου και η συσχέτιση της ολοένα αναπτυσσόμενης τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών στα κτίρια και στις πόλεις. Η εργασία αναφέρεται στα προβλήματα που προκύπτουν από στην κλιματική αλλαγή στις πόλεις και παράλληλα υπενθυμίζει τη χρησιμότητα των φιλικών υλικών και του πρασίνου προς το περιβάλλον.

Λέξεις – Κλειδιά

Φυτεμένα δώματα, κατακόρυφοι κήποι, καινοτόμα υλικά, αστικό περιβάλλον, εξοικονόμηση ενέργειας.

The effects of construction materials and greenery on the urban environment.
The case of Athens.

Abstract

The object of this study is the research and implementation of materials and greenery by creating vertical gardens and green roofs. The research focuses on the effects of greenery and materials on buildings and urban environment. The benefits are quite a lot, but there are also difficulties, the main one being the cost of their implementation and maintenance. The comparative study of sources and examples in this study will make a critical view through the comparative data, correlating green and how it is used with the materials that structure the urban environment. The data will emerge both from the study of representative buildings and through the bibliographic research. From the study of the literature, but also from the existing buildings with green roofs, private or public, it seemed that today there is the experience and expertise for the mass creation of green roofs in Athens. Legal frameworks and European programs related to the implementation of green in the urban environment will also be studied. In particular, the case of the city of Athens was studied, which is now facing severe environmental problems.

The implementation of greenery in buildings, in conjunction with existing building technologies, can significantly contribute to reducing energy consumption, but also to improving the quality of life and health of residents. Through the data that will be collected, an analysis of green issues and the correlation of the ever-developing technology of building materials in buildings and cities will be attempted. The study addresses the problems arising from climate change in cities, and at the same time reminds us of the usefulness of environmentally friendly materials and greenery.

Keywords

Green roofs, vertical gardens, innovative materials, urban environment, energy saving.

Συνεισφορά ΔΕ

Αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας είναι οι επιπτώσεις του πράσινου και των υλικών στα κτήρια και σε ανοιχτούς χώρους. Η εργασία θέτει το θέμα του αστικού πρασίνου και τις θετικές επιπτώσεις στο αστικό περιβάλλον. Η συνεισφορά της εργασίας είναι να υπενθυμίσει ότι μέσα από την σωστή χρήση των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον, αναβαθμίζουν σε μεγάλο βαθμό της ποιότητα ζωής στην πόλη, με οφέλη τόσο για τους κατοίκους, όσο και για το περιβάλλον συνολικά. Επίσης μέσα από ευρωπαϊκά προγράμματα μπορούν να βρεθούν οι οικονομικοί πόροι για την ενίσχυση του πρασίνου και την χρήση οικολογικών υλικών στον αστικό ιστό, είτε σε ανοιχτούς χώρους, είτε σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Ενδιαφέρον προκαλούν οι τεχνικές κατασκευής που υπάρχουν όσον αφορά τα φυτεμένα δώματα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στα κτίρια. Η μελέτη περίπτωσης είναι η Αθήνα επειδή αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα βιβλιογραφικών πηγών, παραδειγμάτων και ανάπτυξη κριτικής θεώρησης στην συλλογή πληροφοριών, που αφορά τις επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στον αστικό περιβάλλον.

Highlights

- Αστικό πράσινο, οι επιπτώσεις του στο αστικό περιβάλλον.
- Ευρωπαϊκά προγράμματα και Νομικά πλαίσια για την ενίσχυση του πρασίνου.
- Κατασκευαστικά Υλικά στο αστικό περιβάλλον.
- Φυτεμένα δώματα.
- Κατακόρυφοι κήποι.
- Η περίπτωση της Αθήνας και τα περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω έλλειψης πρασίνου.
- Σύνοψη για τα φυτεμένα δώματα στην Αθήνα.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	iv
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	viii
1.Εισαγωγή: Αστικό πράσινο.....	1
1.1.Κατηγορίες αστικού πρασίνου	3
1.2.Οι επιπτώσεις του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον	12
1.3.Θετικές Επιπτώσεις.....	15
1.4.Αρνητικές επιπτώσεις - Κόστος υλοποίησης και συντήρησης	18
2.Ευρωπαϊκά Προγράμματα και Νομικό πλαίσιο	20
2.1.Ευρωπαϊκά προγράμματα για ενίσχυση του πρασίνου	20
2.2.Πράσινο Ταμείο και Προγράμματα	21
2.3.Νομικό πλαίσιο	27
3.Κατασκευαστικά Υλικά στο αστικό περιβάλλον	31
3.1.Κατασκευαστικά Υλικά για εξοικονόμηση ενέργειας.....	34
3.2.Οικολογικά υλικά.....	40
4.Ευρωπαϊκά Προγράμματα και Θεσμικό Πλαίσιο για κατασκευαστικά υλικά.	45
4.1.Ευρωπαϊκά προγράμματα για ενίσχυση οικολογικών υλικών	48
5.Φυτεμένα δώματα	71
5.1.Τεχνικές φυτεμένων δωματίων	71
5.2.Παραδείγματα φυτεμένων δωματίων	71
5.3.Έρευνες για φυτεμένα δώματα.....	75
5.4.Συμπεράσματα για φυτεμένα δώματα.....	76
6.Κατακόρυφοι κήποι.....	78
6.1.Κατηγορίες και τεχνικές κατακόρυφων κήπων	81
6.2.Παραδείγματα κατακόρυφων κήπων	91
7. Η περίπτωση της Αθήνας.....	95
7.1.Τα περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω έλλειψης πρασίνου.....	98
7.2.Παραδείγματα φυτεμένων δωματίων στην Αθήνα	100
8.Σύνοψη για τα φυτεμένα δώματα στην Αθήνα	115
9.Συμπεράσματα	116
10.Βιβλιογραφικές Αναφορές	120
Παράρτημα Α: «τίτλος παραρτήματος».....	140
Νεος Οικοδομικός Κανονισμός, 2012, Άρθρο 18: Φυτεμένα δώματα	140

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 1. High Line, New York (πηγή : https://www.thehighline.org/).	1
Εικόνα 2. Εθνικός Κήπος (πηγή: https://urbanlife.gr/urban-city/o-ethnikos-kipos-tis-athinas/).	3
Εικόνα 3. Οδός Ρηγίλλης (πηγή : https://www.google.it/maps).	4
Εικόνα 4. Πεζόδρομος Διονυσίου Αεροπαγίτου (πηγή : https://greatruns.com/athens-acropolis/).....	5
Εικόνα 5. Πλατεία Νέα Σμύρνης (πηγή : https://www.lifo.gr/mag/columns/5715).	5
Εικόνα 6. Πάρκο Ναυαρίνου, Αθήνα (πηγή : https://www.inexarchia.gr/story/local/parko-nayarino-y-einai-i-psyhi-ton-exarheion).	6
Εικόνα 7. Πάρκο Βεΐκου (πηγή : https://www.veikoutrail.gr/index.php/park-veikou).	7
Εικόνα 8. Βοτανικός Κήπος Διομήδους (πηγή : https://www.kathimerini.gr/908416/article/politismos/polh/h-krymmenh-agria-fysh-toy-xaidarioy-votanikos).	7
Εικόνα 9. Αστικός Λαχανόκηπος, Θεσσαλονίκη (πηγή : https://parallaximag.gr/thessaloniki/astikos-lachanokipos-pou-dinei-adialeipta-zoi-stin-gkriza-thessaloniki).	8
Εικόνα 10. Ιδιωτικές αυλές στην περιοχή του Ψυχικού, Αθήνα (πηγή : https://www.google.it/maps).	9
Εικόνα 11. Ακάλυπτος χώρος (πηγή : https://popaganda.gr/citylife/ise-etimos-na-metamorfosis-ton-akalipto-sou/).	10
Εικόνα 12. Φυτεμένο δώμα στο Ελληνικοαμερικάνικο Κολέγιο Αθηνών (πηγή : https://www.prasinistegi.gr/portfolio/ellinoamerikaniko-kollegio-athinwn/#&gid=1&pid=2).....	11
Εικόνα 13. Κατακόρυφος κήπος στο κτίριο της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη (πηγή : https://popaganda.gr/life/o-kathetos-kipos-tis-thessalonikis/).....	12
Εικόνα 14. Κύκλος ζωής του κτιρίου (πηγή : https://www.petefowler.com/blog/2014/06/09/bim-and-blom).	13
Εικόνα 15. Πράσινο Ταμείο (πηγή: https://ypodomes.com/prasino-tameio-56-ekat-eyro-gia-astikes-anaplastiseis-se-oloy-toys-dimoys/).....	22
Εικόνα 16. Εικόνα 16 . Διπλά κελύφη κτιρίου (πηγή: https://www.slideshare.net/MV1965/1-5546700).	29
Εικόνα 17. Green Building (πηγή : http://architectsdelhi.blogspot.com/2014/02/why-build-green.html).	32
Εικόνα 18. Κύκλος ζωής του κτιρίου (πηγή : http://www.constructionplusasia.com/my/green-green-building/).	35
Εικόνα 19. Φυσική πέτρα (πηγή: https://cupastone.com/gabion-walls-3-projects-natural-stone/).	42
Εικόνα 20. Παγκάκια από ξύλο(πηγή : https://www.euroform-w.com/en/photos/references/england-manchaster-circle-square#718-1).	43

Εικόνα 21. the Bamboo Stalactite pavilion, διοργάνωση της Biennale στη Βενετία το 2018, έργο των Vo Trong Nghia Architects, photo © Inexhibit (πηγή : https://www.designboom.com/architecture/vtn-bamboo-stalactite-installation/).	44
Εικόνα 22. Κύκλος ζωής της κατασκευής (πηγή : https://www.cleantech.com/are-we-overdue-a-building-construction-revolution/).	45
Εικόνα 23. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (πηγή : https://www.b2green.gr/el/post/68076/kenak-energeiaki-epitheorisi-energeiaki-apodosi-kai-ktiria-nzeb-methodologia-kai-nomothesia).	48
Εικόνα 24. Φυτεμένο δώμα στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Nanyang στην Σιγκαπούρη (πηγή : https://www.thecoolist.com/green-roof-design-10-stunning-sustainable-works-of-architecture/).	53
Εικόνα 25. Φυτεμένο δώμα στο Δημαρχείο του Σικάγου, ΗΠΑ (πηγή : https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe).	54
Εικόνα 26. Συνεδριακό κέντρο στο Βανκούβερ, Καναδάς (πηγή : https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe).	55
Εικόνα 27. Φυτεμένο δώμα στο Νομαρχιακό κτίριο στην Φουκουόκα, Ιαπωνία (πηγή : https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe).	57
Εικόνα 28. Τύπος γρασίδι kikuyu. (πηγή : https://www.agroserv.gr/product/kikuyu).	58
Εικόνα 29. Τύποι γρασιδιών Zoysia, Paspalum, Bermuda, ST. Augustine και Bahia (πηγή : https://aytomatopotisma.blogspot.com/p/blog-page_5.html).	58
Εικόνα 30. Θυμαρί (πηγή : http://meli-lithaion.blogspot.com/2016/06/2016.html).	59
Εικόνα 31. Φασκόμηλο (πηγή : https://www.fytopromitheytiki.gr/index.php/component/eshop/catalog/item/fita/18-aromatika---botana/6543-faskomilo-%28salbia%29).	59
Εικόνα 32. Λεβάντα (πηγή : https://portnet.gr/themata/21090-levanta-mia-kalliergeia-pou-kerdizei-synexos-edafos-stin-ellada.html).	60
Εικόνα 33. Δεντρολίβανο (πηγή :)	60
Εικόνα 34. Φεστούκα (πηγή : https://www.kipogeorgiki.gr/festuca-glauca-futo).	61
Εικόνα 35. Μίσχανθος (πηγή :)	61
Εικόνα 36. Διάφορα είδη φυτών Sedum (πηγή : https://en.wikipedia.org/wiki/Sedum)...	62
Εικόνα 37. Τομή φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου (πηγή : https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/ektatikos-tupos-diadem-150/). ...	62
Εικόνα 38. Τομή φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου (πηγή : Dow, 2015).	63
Εικόνα 39. Φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου (πηγή : https://efb-greenroof.eu/work/extensive-green-roof-portugal/).	63
Εικόνα 40. Πυξάρι (πηγή : https://www.kipogeorgiki.gr/puksari-buxus-sempervirens)...	64
Εικόνα 41. Πικροδάφνη (πηγή : https://www.geoponiko-kentro.gr/product/pikrodafni-rododafni/).	65
Εικόνα 42. Κουμαριά (πηγή : http://xlorida.blogspot.com/2013/04/arbutusunedo-ericaceae-800.html).	65
Εικόνα 43. Τομή φυτεμένου δώματος ημιεντατικού τύπου (πηγή : https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/imientantikos-tupos-diadem-350/).	66
Εικόνα 44. Φυτεμένο δώμα ημιεντατικού τύπου (πηγή : https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617306522).	66
Εικόνα 45. Φυτεμένο δώμα με βιοποικιλότητα (πηγή : https://zincogreenroof.com/systems/biodiversity-green-roof).	67
Εικόνα 46. Τομή φυτεμένου δώματος με βιοποικιλότητα (πηγή : https://zincogreenroof.com/systems/biodiversity-green-roof).	67

Εικόνα 47. Τομή φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου (πηγή : https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/entatikos-tupos-diadem-750/)...	68
Εικόνα 48. Φυτεμένο δώμα εντατικής φύτευσης (πηγή : Dow,2015).	69
Εικόνα 49. Φυτεμένο δώμα εντατικής φύτευσης (πηγή : https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-roofs/intensive-green-roofs/).....	69
Εικόνα 50. Τομή φυτεμένου δώματος επικλινής τύπος(πηγή : https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/epiklinis-tupos/).....	70
Εικόνα 51. Φυτεμένο δώμα επικλινής τύπος(πηγή : https://www.permagard.co.uk/advice/green-roof-construction).....	70
Εικόνα 52. Τομές φυτεμένων δωμάτων τύπων εκτατικού, ημιεντατικού και εντατικού (πηγή : https://www.resitrix.com/gb/applications-solutions/areas-of-application/green-roof-waterproofing/).....	71
Εικόνα 53. Κατοικία Aloni, Αντίπαρο. (πηγή : https://deca.gr/project/aloni/).....	71
Εικόνα 54. Περιβαλλοντικό πάρκο στο Τορίνο, Ιταλία (πηγή : https://www.greenroofs.com/projects/environment-park-envipark/).....	72
Εικόνα 55. Μουσείο Biesbosch, Εθνικό Πάρκο De Biesbosch, Ολλανδία (πηγή : https://www.dezeen.com/2015/12/04/museum-netherlands-grass-roof-studio-marco-vermeulens-island/).....	73
Εικόνα 56. Στέγη Μουσείου Biesbosch, Εθνικό Πάρκο De Biesbosch, Ολλανδία (πηγή : https://www.dezeen.com/2015/12/04/museum-netherlands-grass-roof-studio-marco-vermeulens-island/).....	74
Εικόνα 57. Banco de Santander, κοντά στην Μαδρίτη, Ισπανία (πηγή : https://zinco-greenroof.com/references/banco-santander).....	75
Εικόνα 58. Κατακόρυφος κήπος στην γέφυρα Max Juvenal , Aix-en-Provence.....	79
Εικόνα 59. Κατακόρυφος κήπος σε αυτοκινητόδρομο στην πόλη του Μεξικού, Μεξικό. (πηγή : https://mexiconewsdaily.com/news/via-verde-prepares-to-go-international/).....	80
Εικόνα 60. Τύποι κατακόρυφων κήπων, Πράσινες προσόψεις με μεταλλικό πλέγμα και με αρθρωτά πλαίσια. (πηγή : https://theconstructor.org/building/green-walls-types-benefits-features/16625/).....	82
Εικόνα 61. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με μεταλλικό πλέγμα (πηγή: https://gr.pinterest.com/pin/699395017101852436/).....	83
Εικόνα 62. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με αρθρωτά πλαίσια, στο αρχικό στάδιο φύτευσης (πηγή : https://www.archiexpo.com/prod/tournesol-siteworks/product-158869-1966866.html).....	84
Εικόνα 63.. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με αρθρωτά πλαίσια, στο μεταγενέστερο στάδιο φύτευσης (πηγή: https://www.archiexpo.com/prod/tournesol-siteworks/product-158869-1966866.html).....	84
Εικόνα 64. Κατακόρυφοι κήποι, τύπου Πράσινης πρόσοψης και Ζωντανός Τοίχος (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Green-facade-Left-and-living-wall-Right_fig1_280918106).....	85
Εικόνα 65. Κατακόρυφος κήπος, τύπου Ζωντανός τοίχος με σύστημα χαλαρού υποστρώματος, soil-on-a-bag (πηγή: https://upgardener.co.uk/vertical-garden-ideas/).....	86
Εικόνα 66. Κατακόρυφος κήπος , τύπος Ζωντανός Oasis of Aboukir green wall του Patrick Blanc στο αρχικό στάδιο φύτευσης, Παρίσι, Γαλλία (πηγή : https://www.dezeen.com/2013/09/08/the-oasis-of-aboukir-green-wall-by-patrick-blanc/).....	88
Εικόνα 67. Κατακόρυφος κήπος , τύπος Ζωντανός Oasis of Aboukir green wall του Patrick Blanc στο μεταγενέστερο στάδιο φύτευσης, Παρίσι, Γαλλία (πηγή :	

: https://www.dezeen.com/2013/09/08/the-oasis-of-aboukir-green-wall-by-patrick-blanc/).	88
Εικόνα 68. Παράδειγμα φυτικού τοίχου τοπίου (https://stewardsofearth.wordpress.com/2012/04/13/a-green-retaining-wall/).	89
Εικόνα 69. Παράδειγμα συστήματος «ενοτήτων» (Modular living walls). (https://www.researchgate.net/figure/Example-of-modular-living-wall-in-Malaysia-Source-Hydro-Solution_fig3_334963069).	90
Εικόνα 70. Μουσείο Quai Branly στο Παρίσι (πηγή : https://www.udesign.es/wp-content/uploads/2018/03/UD-vertical-gardens-quai-branly-jacques-chirac-museum-vertical-garden-patrick-blanc-13-years-after-its-creation-june.jpg).	91
Εικόνα 71. Sydney towers. (πηγή: https://www.dezeen.com/2014/10/10/one-central-park-sydney-jean-nouvel-vertical-gardens/).	92
Εικόνα 72. Bosco Verticale (πηγή: https://www.greenroofs.com/projects/bosco-verticale-vertical-forest-milan/).	93
Εικόνα 73. Caixa Forum, Μαδρίτη, Ισπανία (πηγή: https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/).	94
Εικόνα 74. Αστικό πράσινο στην Αθήνα. (πηγή: https://www.researchgate.net/profile/Georgia_Gemenetzi/publication/325897837_Setting_the_grounds_for_the_Green_Infrastructure_in_the_metropolitan_areas_of_Athens_and_Thessaloniki_the_role_of_green_space/links/5be0ad00a6fdcc3a8dc164de/Setting-the-grounds-for-the-Green-Infrastructure-in-the-metropolitan-areas-of-Athens-and-Thessaloniki-the-role-of-green-space.pdf)	97
Εικόνα 75. Το πρότυπο Πάρκο του ΚΠΙΣΝ (πηγή : Γιώργης Γερόλυμπος, http://www.yerolymbos.com/).	102
Εικόνα 76. Πράσινη στέγη στο Υπουργείο Οικονομικών, στην Αθήνα (πηγή : https://www.andro.gr/business/oikosteges/).	104
Εικόνα 77. Η βλάστηση στην πράσινη στέγη του Υπουργείου Οικονομικών στην Αθήνα. (πηγή : https://www.deltiakairou.gr/gr/climate-changes/article/210/oikonomia-kai-oikologia-me-prasines-steges)	104
Εικόνα 78. Φυτεμένο Δώμα σε Δημοτικό Σχολείο (πηγή : http://www.fytokomia.gr/permalink/18488.html)	106
Εικόνα 79. Δημοτικό Πάρκο Αθλητισμού και Αναψυχής Δήμου Καλλιθέας (πηγή : http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf).	107
Εικόνα 80. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Δημοτικού Πάρκου Αθλητισμού και Αναψυχής Δήμου Καλλιθέας (πηγή : http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf).	107
Εικόνα 81. Το Κτιριακό Συγκρότημά Καρελά στην Παιανία (πηγή : https://www.fortunegreece.com/article/karela-office-park/).	108
Εικόνα 82. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Κτιριακού Συγκροτήματος Καρελά στην Παιανία (πηγή : http://www.egreen.gr/images/stories/pdf/projects/grf_karelas.pdf).	109
Εικόνα 83. Κτίριο γραφείων στην Πειραιώς (πηγή : http://domesindex.com/companies/egreen/kthrio-grafeiwn-shop-trade-a8hna-2009/).	110
Εικόνα 84. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Κτιρίου γραφείων στην Πειραιώς (πηγή :)	110
Εικόνα 85. The Foundry Suites Athens (πηγή : http://kataskevesktirion.gr/the-foundry-suites-athens).	111
Εικόνα 86. Κτίριο γραφείων του Ναυτιλιακού Ομίλου της Agemar (πηγή :)	112

Εικόνα 87. Αμαξοστάσιο του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ) (πηγή: https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-depot-of-the-public-electrical-buses-company-osy-rouf-2009/#&gid=1&pid=2).....	113
Εικόνα 88. Κτίριο γραφείων της Noval SA στο Χαλάνδρι (πηγή : https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-butterfly-noval-s-a/#&gid=1&pid=2).	114

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Επιπτώσεις κτιρίων στο περιβάλλον ανάλογα το στάδιο	14
Πίνακας 2. Οι θετικές επιπτώσεις των φυτών στο αστικό περιβάλλον	15
Πίνακας 3. Προγράμματα Πράσινου Ταμείου κατά έτος	23
Πίνακας 4. Αστική Αναζωογόνηση 2012-2015	25
Πίνακας 5. Κατηγορίες αστικού πράσινου στην Αθήνα με την εξέλιξη της δόμησης.	96
Πίνακας 6. Οι τελευταίες διακρίσεις του ΚΠΙΣΝ.....	102

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΔΕ : Διπλωματική Εργασία

FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau

ΕΜΠ: Εθνικό Μετσόβειο Πανεπιστήμιο

ΕΤΕΡΠΣ: Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής Ρυθμιστικών και Πολεοδομικών Σχεδίων

ΚΠΠΣΝ: Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design

ΕΑΠ : Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

1.Εισαγωγή: Αστικό πράσινο

Η αστικοποίηση οδηγεί στο να αυξάνεται ο πληθυσμός που ζει στις μεγάλες πόλεις. Για παράδειγμα στην Ευρώπη υπολογίζεται ότι μελλοντικά περίπου τα τρία τέταρτα του πληθυσμού θα ζουν σε αστικές περιοχές. Η αστική διαβίωση όμως έχει ένα μεγάλο αρνητικό, περιορίζει την πρόσβαση στη φύση και αυξάνει την έκθεση σε ορισμένους περιβαλλοντικούς κινδύνους, όπως είναι η ατμοσφαιρική και η ηχητική ρύπανση. Πολλές αστικές περιοχές βρίσκονται αντιμέτωπες με την αυξανόμενη πίεση από την αύξηση του πληθυσμού, τους περιορισμένους πόρους αλλά και τις αυξανόμενες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 1. High Line, New York (πηγή : <https://www.thehighline.org/>).

Αυτές οι προκλήσεις πρέπει να βρεθούν τρόποι αντιμετώπισης προκειμένου οι πόλεις να παρέχουν στους κατοίκους τους υγιή και βιώσιμα περιβάλλοντα διαβίωσης. Το αστικό πράσινο είναι μια λύση γιατί δημιουργεί χώρους πρασίνου ενώ υπάρχουν και άλλες φυσικές λύσεις που προσφέρουν καινοτόμες προσεγγίσεις για να αυξηθεί η ποιότητα στην ζωή των αστικών περιοχών, η ενίσχυση της τοπικής ανθεκτικότητας, η προώθηση βιώσιμου τρόπου ζωής, η βελτίωση της υγείας και η ευημερία των κατοίκων των πόλεων. (World Health Organization Regional Office for Europe, 2017).

Αναλυτικότερα, οι χώροι πρασίνου συμβάλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη της πόλης και τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών (Luttik, 2000). Οι χώροι αστικού πρασίνου αποτελούν μέσο για ψυχαγωγία αλλά και σύσφιξης των σχέσεων και κοινωνικής συνοχής, (Jupp, Warren, & Secomb, 2002) καθώς και μέσω αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Alexandri και Jones, 2008). Στη χώρα μας ο αστικός ιστός φαίνεται να βρίσκεται σε περιορισμένες περιοχές ακολουθώντας την άναρχη δόμηση, χωρίς να υπάρχει στρατηγικός σχεδιασμός (Christopoulou, Polyzos & Minetos, 2007).

Αποτέλεσμα των ανώτερο, είναι στις μεγάλες πόλεις η εξαφάνιση του πρασίνου που επιφέρει πολλά προβλήματα, που υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων. Τα φυσικά στοιχεία μέσα στην πόλη είναι πλέον καταφανές ότι πρέπει να επανέλθουν και να αναστραφεί αυτή η εικόνα των τσιμεντένιων μεγαλουπόλεων. Η κατάσταση αυτή μπορεί να ανατραπεί με τη λύση των φυτεμένων δωματίων, που αποτελούν έναν από τους λιγιστούς πλέον τρόπους παρέμβασης, δεδομένης της υφιστάμενης δόμησης (Timur & Karaca, 2013).

Οι παρεμβάσεις που γίνονται στον αστικό πράσινο χώρο ορίζονται ως οι ενέργειες εκείνες που τροποποιούν σημαντικά, ποιότητα, ποσότητα, προσβασιμότητα του αστικού πρασίνου. Αυτό μπορεί να γίνει, είτε με την δημιουργία νέων αστικών χώρων πρασίνου, είτε με την αλλαγή των χαρακτηριστικών και των λειτουργιών των ήδη υπάρχοντων. (World Health Organization Regional Office for Europe, 2017).

1.1.Κατηγορίες αστικού πρασίνου

1.1.1.Δημόσιοι Χώροι πρασίνου

Οι ελεύθεροι δημόσιοι ανοιχτοί χώροι πρασίνου αγκαλιάζονται από μικρούς και μεγάλους. Το πράσινο και η δενδροφυτεύσεις σε αυτούς τους χώρους συμβάλουν σημαντικά στην διαμόρφωση του αστικού περιβάλλοντος. Οι δημόσιοι ανοιχτοί χώροι πρασίνου έχουν αρκετές κατηγορίες και βεβαίως είναι προσβάσιμοι και δωρεάν για όλους τους πολίτες.



Εικόνα 2. Εθνικός Κήπος (πηγή:<https://urbanlife.gr/urban-city/o-ethnikos-kipos-tis-athinas/>).

1.1.2.Δρόμοι

Δρόμους αποκαλούμε τις κοινόχρηστες εκτάσεις που εξυπηρετούν την κυκλοφορία στον αστικό ιστό. Οι δρόμοι περιλαμβάνουν τα πεζοδρόμια, τις διαβάσεις των πεζών, τις νησίδες και τις φυτεύσεις όπου αυτές υπάρχουν. Η κίνηση των αυτοκινήτων δημιουργεί αναπόφευκτα ατμοσφαιρική ρύπανση που επιβαρύνει το κλίμα της πόλης, για αυτό το λόγο είναι σημαντικό στους δρόμους να υπάρχουν φυτεύσεις πρασίνου πλευρικές, έτσι ώστε να πέτυχουμε σε ένα βαθμό μείωση των αρνητικών επιπτώσεων και δημιουργίας ενός πιο ευχάριστου μικροκλίματος για τον πεζό. Επίσης σε μεγάλους δρόμους κυκλοφορίας είναι

απαραίτητη μεγάλη κλίμακα φυτεύσεων, μιας και θα λειτουργήσει ως ηχοπροστασία αλλά και ως μείωση ακραίων θερμοκρασιών προστατεύοντας τις όμορες περιοχές από την ηχορύπανση και τις ακραίες θερμοκρασίες.



Εικόνα 3. Οδός Ρηγάλης (πηγή : <https://www.google.it/maps>).

1.1.3.Πεζόδρομοι

Οι πεζόδρομοι είναι δρόμοι που χρησιμοποιούνται για την κίνηση των πεζών, κάποιοι από αυτούς, μάλλον οι περισσότεροι βρίσκονται σε περιοχές αμιγούς κατοικίας και έχουν ήπια κυκλοφορία οχημάτων συγκεκριμένες ώρες, κυρίως για τους μονίμους κάτοικους που θέλουν να πάνε στους χώρους στάθμευσης των σπιτιών τους. Στους πεζόδρομους υπάρχουν έντονες φυτεύσεις από δέντρα και θάμνους. Στις πυκνοκατοικημένες περιοχές οι πεζόδρομοι έρχονται να εξασφαλίσουν αυτό που λείπει και είναι απαραίτητο για την ποιότητα ζωής σε μια πόλη, δηλαδή εξασφάλιση ελεύθερου χώρου, αλλά και χώρου πρασίνου.



Εικόνα 4. Πεζόδρομος Διονυσίου Αεροπαγίτου (πηγή : <https://greatruns.com/athens-acropolis/>)

1.1.4.Πλατείες

Οι πλατείες είναι ανοιχτοί δημόσιοι χώροι αναψυχής όπου μαζεύονται οι άνθρωποι. Οι φυτεύσεις τους συνήθως είναι οργανωμένες και πυκνές. Ο περιβάλλον χώρος συνήθως αποτελείται από κτίρια σύμβολα (παραδοσιακά, κτίρια ρολογιών, κ.α) και υπηρεσίες των πόλεων και των περιοχών (δήμος, νομαρχία, ιατρεία κ,α).

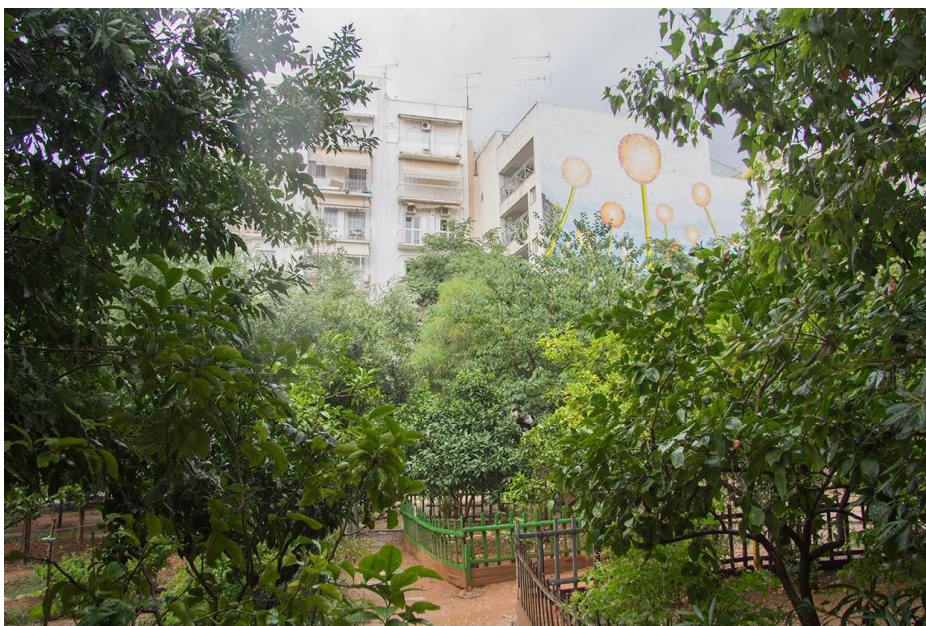


Εικόνα 5. Πλατεία Νέα Σμύρνης (πηγή : <https://www.lifo.gr/mag/columns/5715>).

1.1.5. Πάρκα και Άλση

Πρόκειται για μεγάλους κήπους ή μεμονωμένα τμήματα δασών εντός του αστικού ιστού. Συνήθως αποτελούνται από μεγάλες φυσικές επιφάνειες και από δέντρα. Τα πάρκα πλην του πράσινου, ψηλού ή χαμηλού, έχουν μέσα τους και δραστηριότητες όπως: διαδρομές αναψυχής, υδάτινες επιφάνειες, παιδικές χάρες, όργανα γυμναστικής, πιθανόν και αθλητικές εγκαταστάσεις.

Το Πάρκο Ναυαρίνου έχει γίνει παράδειγμα χωροταξικό και για άλλες δράσεις, που αφορούν επαναχρησιμοποίηση και αξιοποίηση προς όφελος των κατοίκων δημόσιου χώρου. Η ιδέα γεννήθηκε το 2009 από κατοίκους της περιοχής των Εξαρχείων που διεκδίκησαν δημόσιο χώρο για την περιοχή τους. Η δημιουργία του πάρκου βασίστηκε στην συλλογική εργασία η οποία τον μετέτρεψε σε χώρο πρασίνου, παιχνιδιού και συνάντησης. (inexarcheia, 2018).



Εικόνα 6. Πάρκο Ναυαρίνου, Αθήνα (πηγή : <https://www.inexarchia.gr/story/local/parko-nayarinoi-einai-i-psyhi-ton-exarheion>).



Εικόνα 7. Πάρκο Βεΐκου (πηγή : <https://www.veikoutrail.gr/index.php/park-veikou>).

1.1.6.Κήποι

Οι κήποι συνήθως είναι πλούσιοι σε βλάστηση η οποία απαρτίζεται από μεγάλη ποικιλία φυτών, παράλληλα ξεχωρίζουν για την κηποτεχνική τους και την ιστορική τους αξία.



Εικόνα 8. Βοτανικός Κήπος Διομήδους (πηγή : <https://www.kathimerini.gr/908416/article/politismos/polh/h-krymmenh-agria-fysh-toy-xaidariou-votanikos>).

1.1.7. Αστικοί κήποι

Οι αστικοί κήποι έχουν το πλεονέκτημα ότι όχι μόνον αυξάνουν την βιοποικιλότητα μέσα στον αστικό ιστό, αλλά και το ότι φιλοξενούν μέσα τους πολύτιμα έντομα επικονίασης. Η σημαντική παρουσία τους βελτιώνει τη ρυθμιστική ικανότητα του τοπικού μικροκλίματος, βοηθώντας παράλληλα και εμπλουτίζοντας την συγκεκριμένη περιοχή. Όλα αυτά τα θετικά οφείλονται στην αύξηση των χώρων πρασίνου. Οι αστικοί κήποι σήμερα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της πόλης, ενώ στους σχεδιασμούς νέων συνοικιών και πληθυσμιακών κέντρων θεωρούνται ως απαραίτητο στοιχείο. Επίσης προσφέρουν στον κοινωνικό ιστό, καθώς βοηθούν την αλληλεπίδραση και την κοινωνική ένταξη. Παράλληλα όμως έχουν και μια άλλη χρησιμότητα, αυτή των οικονομικών πλεονεκτημάτων και αυτό γιατί ένας μικρός κήπος λαχανικών, άνετα μπορεί να καλύψει τις ετήσιες ανάγκες μιας οικογένειας. (Rivistanatura, 2018)



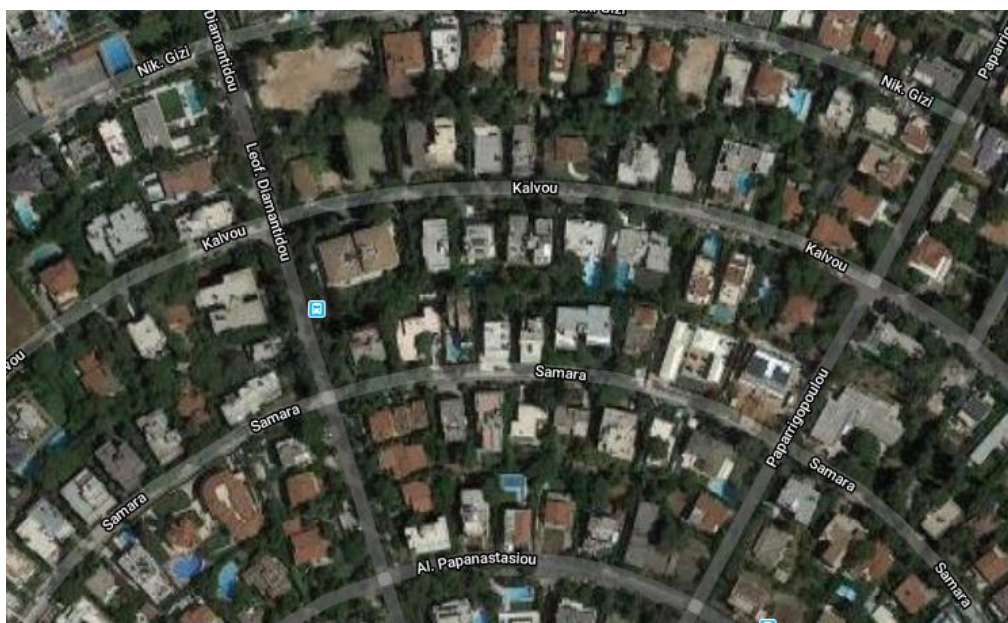
Εικόνα 9. Αστικός Λαχανόκηπος, Θεσσαλονίκη (πηγή : <https://parallaximag.gr/thessaloniki/astikos-lachanokipos-pou-dinei-adialeipta-zoi-stin-gkriza-thessaloniki>).

1.1.8.Ιδιωτικοί Χώροι πρασίνου

Οι ιδιωτικοί χώροι πρασίνου παίζουν σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση του τοπικού μικροκλίματος σε μια πόλη, ενώ διαμορφώνουν και την αισθητικής της. Οι ιδιωτικοί χώροι είναι μεμονωμένοι, άρα πρόκειται για μικρές εκτάσεις οι οποίες όμως στο σύνολο τους φτάνουν να αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του αστικού ιστού. Παρακάτω αναφέρονται κάποιες κατηγορίες ιδιωτικών χώρων πρασίνου.

1.1.9.Περιβάλλον χώρος

Πολλές κατοικίες έχουν ιδιωτικές αυλές στις οποίες υπάρχουν κυρίως για αισθητικούς λόγους δεντροφυτεύεις. Οι αυλές έχουν περίφραξη έτσι ώστε να ξεχωρίζουν τα όρια της ιδιοκτησίας των ιδιωτών. Επίσης χώρους πρασίνου οι οποίοι συντηρούνται ευλαβικά θα συναντήσουμε σε ιδιωτικά κτίρια γραφείων ή υπηρεσιών.



Εικόνα 10. Ιδιωτικές αυλές στην περιοχή του Ψυχικού, Αθήνα (πηγή : <https://www.google.it/maps>).

1.1.10.Ακάλυπτοι χώροι

Στις πολυκατοικίες και στα ιδιόκτητα οικόπεδα υποχρεωτικά πρέπει να αφήνονται ακάλυπτοι χώροι, αυτό επιβάλλεται για να έχουμε αερισμό και φωτισμό των κτιρίων. Αρκετές φορές ο ακάλυπτος χώρος που προκύπτει από την κατασκευή χρησιμοποιείται για να γίνουν χαμηλές φυτεύσεις ή αν το μέγεθος το επιτρέπει τοποθετούνται δέντρα. (Ν.Μπελαβίλας, Φ.Βαταβάλη)



Εικόνα 11. Ακάλυπτος χώρος (πηγή : <https://popaganda.gr/citylife/ise-etimos-na-metamorfosis-ton-akalipto-sou/>).

1.1.11.Τα Φυτεμένα δώματα

Τα φυτεμένα δώματα. Πρόκειται για μια σύνθετη δομή, ένα κάλυμμα που το αναγνωρίζουμε είτε από την από την παρουσία πλούσιας βλάστησης, δενδροκηπευτικών ή λουλουδιών, είτε από την πολυπλοκότητα του σχεδιασμού. Τα φυτεμένα δώματα έχουν ακόμη και σήμερα τα ίδια τεχνικά και εννοιολογικά χαρακτηριστικά του παρελθόντος. Η μόνη αλλαγή είναι ο τύπος της δομής που επιλέγεται για την κατασκευή τους. Χάρη στην ακανόνιστη αστικοποίηση, ο

άνθρωπος δεν έχει στην διάθεση του τους χώρους πρασίνου που του χρειάζονται, μια απάντηση σε αυτές του τις ανάγκες δόθηκε με τις πράσινες στέγες. (styrodur)



Εικόνα 12. Φυτεμένο δώμα στο Ελληνικοαμερικάνικο Κολέγιο Αθηνών (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/ellinoamerikaniko-kollegio-athinwn/#&gid=1&pid=2>).

1.1.13.Κατακόρυφοι κήποι

Οι κατακόρυφοι κήποι δεν είναι ξεχωριστοί χώροι αλλά αποτελούν μέρος των προσόψεων των κτηρίων. Εάν υπάρχουν σε μεγάλη κλίμακα έχουν την δυνατότητα επηρεασμού ως προς την αισθητική αλλά το κυριότερο ως προς την δημιουργία μικροκλίματος. Όταν οι προσόψεις βρίσκονται μπροστά σε δημόσιους δρόμους τότε έχουμε την δημιουργία κοινόχρηστου πράσινου. Ένας κατακόρυφος κήπος έχει φυτά που αναπτύσσονται σε υποστηριζόμενα κατακόρυφα συστήματα τα οποία συνδέονται με έναν εσωτερικό ή εξωτερικό τοίχο, αν και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι ανεξάρτητος. Όπως πολλές πράσινες στέγες έτσι και οι πράσινοι τοίχοι ενσωματώνουν βλάστηση, μέσω καλλιέργειας, άρδευσης και αποστράγγισης σε ένα μόνο σύστημα. (growinggreenguide)



Εικόνα 13. Κατακόρυφος κήπος στο κτίριο της Διεύθυνσης Διαχείρισης Αστικού Περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη (πηγή : <https://popaganda.gr/life/o-kathetos-kipos-tis-thessalonikis/>).

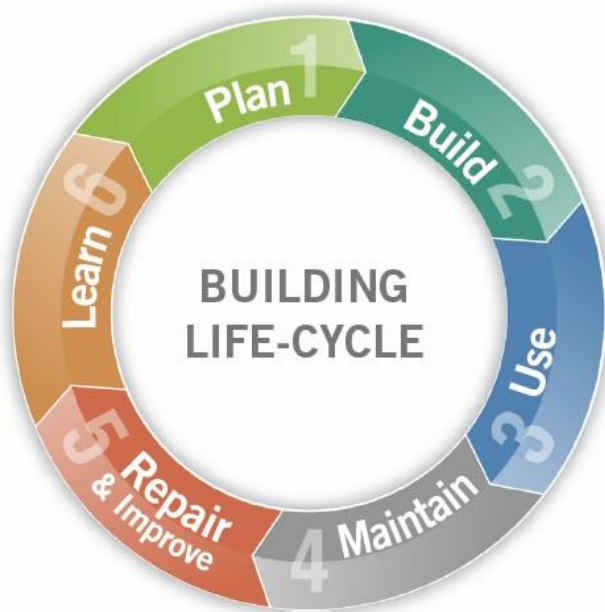
1.2.Οι επιπτώσεις του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον

Όπως προαναφέρθηκε το βασικότερο μέρος των έργων των ανθρώπων είναι συνδεδεμένο με τον κτιριακό τομέα. Τα κτίρια ασκούν σημαντική επίδραση στο περιβαλλοντικό αποτύπωμα διότι συνήθως καταναλώνουν φυσικούς πόρους και ενέργεια, και ρυπαίνουν το περιβάλλον. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον, κατά το στάδιο της κατασκευής, της λειτουργίας, και της κατεδάφισης.

Το στάδιο της κατασκευής, περιλαμβάνει κάποιες βιομηχανικές δραστηριότητες με τις αντίστοιχες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αλλά και τις εργασίες του εργοταξίου που απαιτούν μηχανήματα και κατανάλωση ενέργειας και παράγουν ρύπους και θόρυβο. Συνήθως οι ρύποι των εργασιών αφορούν τη σκόνη

αδρανών υλικών και αέριους ρύπους κατά τα τελειώματα (στόκοι, βερνίκια κ.α.). Όσον αφορά στα υγρά απόβλητα, σχετίζονται κυρίως με την ανεξέλεγκτη απόρριψη υλικών ή ξέπλυμα αυτών από τα νερά της βροχής. Τέλος, κατά την κατασκευή, μια περιβαλλοντική πίεση αποτελούν και τα «μπάζα», που στην ουσία αποτελούν στερεά απόβλητα, που μπορεί να προκαλέσουν τόσο αισθητική ρύπανση όσο και κίνδυνους υγιεινής και ατυχημάτων.

Κατά το στάδιο της λειτουργίας, που έχει και τη μεγαλύτερη διάρκεια, οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις αφορούν την κατανάλωση ενέργειας, οι οποίες αφορούν τη θέρμανση, τον κλιματισμό, τον φωτισμό, την λειτουργία συσκευών και τέλος το ζεστό νερό. Η κατανάλωση αυτή της ενέργειας αφορά κυρίως την ατμοσφαιρική ρύπανση (καυσαέρια θέρμανσης, διαρροή ψυκτικών αερίων από τον κλιματισμό). Τέλος σημαντική επίπτωση αποτελούν και τα οικιακά λύματα καθώς και η εκπομπή θορύβων και η διάδοση των ακτινών του ηλίου.



Εικόνα 14. Κύκλος ζωής του κτιρίου (πηγή : <https://www.petefowler.com/blog/2014/06/09/bim-and-blm>).

Τέλος, όσον αφορά στο στάδιο της κατεδάφισης ενός κτιρίου, όπου ο κύκλος της ζωής του λήγει, υπάρχουν οι επιπτώσεις από τις εργασίες κατεδάφισης (σκόνη και όχληση), οι επιπτώσεις από τη λειτουργία των μηχανημάτων, καθώς και τα στερεά απορρίμματα (μπάζα), σε μεγάλες συνήθως ποσότητες. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι μεγάλο μέρος των υλικών αυτών θεωρούνται επαναχρησιμοποιήσιμα και ανακυκλώσιμα.

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον, στο στάδιο κατασκευής, λειτουργίας και κατεδάφισης.

Πίνακας 1. Επιπτώσεις κτιρίων στο περιβάλλον ανάλογα το στάδιο

Στάδιο Κατασκευής
Κατανάλωση φυσικών πόρων για την παραγωγή των υλικών
Κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή των υλικών
Κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των μηχανημάτων
Εκπομπές ρύπων από τα μηχανήματα και το εργοτάξιο
Όχληση από το εργοτάξιο και τα μηχανήματα
Αλλοίωση της περιοχής
Επιπτώσεις στη χλωρίδα και πανίδα
Στάδιο Λειτουργίας
Κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό και θέρμανση
Κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων όπως ανελκυστήρες ή συσκευές
Εκπομπές ρύπων (αέριων, υγρών και στερεών)
Όχληση
Στάδιο Κατεδάφισης
Κατανάλωση ενέργειας για τα μηχανήματα
Εκπομπές ρύπων από τα μηχανήματα και το εργοτάξιο
Όχληση
Απόρριψη μπάζων

1.3.Θετικές Επιπτώσεις

Το πράσινο στον αστικό χώρο μπορεί να είναι με τη μορφή διατηρημένων δασικών εκτάσεων, πάρκων, αλανών, παιδικών χαρών, πράσινων ζωνών για τη συνδεσιμότητα των περιοχών, φυτεμένων δωματίων και κήπων, λωρίδων πρασίνου και δεντροστοιχιών παράλληλων με τα οδικά δίκτυα. Έτσι λοιπόν το αστικό πράσινο έχει έναν πολυδιάστατο ρόλο που αφορά τόσο οικολογικούς και κοινωνικούς όσο και οικονομικούς παραμέτρους. Αναλυτικότερα, με το αστικό πράσινο συντηρείται το υπάρχον οικοσύστημα και μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση (Tian κ.α., 2014). Επίσης, σημαντικός είναι και ο ρόλος των χώρων πρασίνου στην συνεισφορά του στον έλεγχο του μικροκλίματος (Santamouris κ.α., 2011).

Με τους χώρους πρασίνου βελτιώνεται συνολικά η αισθητική μιας πόλης, μειώνονται τα επίπεδα ηχορύπανσης και δημιουργείται η υποδομή για ψυχαγωγία των πολιτών (Lehmann, 2011; Bertram και Rehdanz, 2015). Αναλυτικότερά, τα φυτά βελτιώνουν το αστικό κλίμα μετριάζοντας την θερμοκρασία και εξισορροπώντας την υγρασία. Ακόμη βελτιώνουν τον αέρα, με τη δέσμευση της σκόνης και των αέριων ρύπων. Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι θετικές επιπτώσεις των φυτών στο αστικό περιβάλλον.

Πίνακας 2. Οι θετικές επιπτώσεις των φυτών στο αστικό περιβάλλον

Θετική επίπτωση	Τρόπος λειτουργίας
Μετρίαση θερμοκρασίας	Με το φύλλωμα τους τα φυτά συγκρατούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και εμποδίζουν την εκπομπή ακτινοβολίας από τη Γη στην ατμόσφαιρα. Επιπρόσθετα, με το φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής, αποβάλλουν νερό, το οποίο εξατμίζεται

	και έτσι πέφτει η υψηλή θερμοκρασία κατά τους θερινούς μήνες (περίπου κατά 3-4 °C χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα).
Εξισορρόπηση υγρασίας	Μέσω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής αυξάνεται η υγρασία του αέρα το καλοκαίρι κατά περίπου 7%
Βελτίωση φωτεινότητας	Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια ενός φύλλου κατά ένα μέρος της ανακλάται (20% κυρίως πράσινο φως), κατά ένα άλλο μέρος απορροφάται και ένα άλλο μέρος διέρχεται από το φύλλο. Το διάχυτο φως κάτω από το φύλλωμα των δέντρων μειώνεται σημαντικά σε ένταση και «εμπλουτίζεται» σε πράσινο και σκοτεινό κόκκινο.
Δέσμευση σκόνης και αέριων ρύπων	Τα φυτά έχουν αντιρρυπαντική επίδραση, συγκρατώντας τα στερεά σωματίδια της σκόνης και απορροφώντας τους αέριους ρύπους όπως το διοξείδιο του θείου.
Μείωση θορύβων	Τα φυτά βοηθούν στη μείωση των θορύβων. Η επίδραση αυτή (ηχομόνωση και ηχομείωση) αυξάνεται όσο αυξάνονται και οι όροφοι της βλάστησης.

Πηγή: Wolch κ.ά., 2014.

Οι πράσινοι χώροι στην πόλη εμποδίζουν την επέκταση της ρύπανσης και βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα, που είναι περιβαλλοντικά επιβαρυνμένος από τους αέριους ρύπους. Πέρα από την ποιότητα του αέρα, οι πράσινοι χώροι βοηθούν και στην ποιότητα του εδάφους, μειώνοντας τη διάβρωση και τις

κατολισθήσεις (Design Centre for American Urban Landscape, 2003). Επιπρόσθετα, από τους πράσινους χώρους προκύπτουν πολλά οφέλη για την ψυχική υγεία του ανθρώπου και την καθημερινή του λειτουργία (Cairns, 2001).

Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί η σημασία των πράσινων οροφών τόσο στην προστασία των κτιρίων και τη μόνωση, όσο και στη δημιουργία ευνοϊκότερων περιβαλλοντικών συνθηκών. Πολλά από τα φαινόμενα ξηρασίας στις πόλεις, οφείλονται στο ότι η βλάστηση είναι ανεπαρκής και συνεπώς δεν υπάρχουν επιφάνειες ικανές να απορροφήσουν νερό και να ακολουθήσει η διήθηση και η εξάτμισή του. Συνεπώς όταν δεν είναι επαρκείς οι επιφάνειες αυτές μειώνεται η ατμοσφαιρική υγρασία αλλά και τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι εντονότερα.

Με τις φυτεμένες επιφάνειες αρχικά μειώνεται σημαντικά η απορροή των υδάτων, ανάλογα βέβαια και με τη διαστρωμάτωση που έχει γίνει, δεδομένου ότι τα ειδικά υλικά των πράσινων οροφών μπορούν να αποθηκεύσουν περίπου 17 λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο. Το νερό αυτό αποδίδεται με την εξάτμιση και τη διαπνοή, ωφελώντας και το μικροκλίμα της περιοχής (California Academy of Science, 2011).

Συμπερασματικά το πράσινο μέσα στην πόλη έχει πολλά κοινωνικά οφέλη, διότι διαμορφώνει την ψυχολογία των κατοίκων, μειώνει τη βία και την εγκληματικότητα, προωθεί την περιβαλλοντική συνείδηση και λειτουργεί εποικοδομητικά στην εξασφάλιση συνθηκών υγιεινής, αερισμού και υδροδότησης των πόλεων. Επιπρόσθετα, οι χώροι αστικού πρασίνου προσφέρουν στις πόλεις και οικονομικά οφέλη, με την άνοδο των τιμών των γύρω ακινήτων (Δαμίγος και Καλαβρυτινός, 2006). Επίσης, η αύξηση των χώρων αστικού πρασίνου σε μια πόλη, προσελκύει κατοίκους, επιχειρήσεις και τουρίστες και έτσι ενισχύεται η οικονομική δραστηριότητα των πόλεων και δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας.

Τέλος, οι χώροι πρασίνου αποτελούν, κύριο στοιχείο για τη βελτίωση του αστικού κλίματος, ωφελώντας στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στη βελτίωσης της ποιότητας του αέρα. Επιπλέον, το αστικό πράσινο συμβάλει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας στον αστικό χώρο, δηλαδή στη μείωση της θερμοκρασίας το καλοκαίρι και στην αύξησή της το χειμώνα (Arvanitidis &

Skouras, 2008). Συνεπώς οι χώροι πρασίνου είναι πολύ σημαντικοί και έχουν πολλές θετικές επιδράσεις για τους κατοίκους της πόλης και το περιβάλλον. Οι θετικές αυτές επιδράσεις μπορεί να είναι τόσο σε επίπεδο κοινωνικό, όσο και σε οικονομικό και περιβαλλοντικό (Levent & Nijcamp 2004, Wooley 2003). Οι χώροι πρασίνου μέσα στην πόλη ικανοποιούν τις ανάγκες των κατοίκων και βελτιώνουν τόσο το μικροκλίμα όσο και την αισθητική της πόλης. Επίσης, μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση δεσμεύοντας το διοξείδιο του άνθρακα και ελευθερώνοντας οξυγόνο. Τέλος, το αστικό πράσινο ευνοεί και την ποσότητα αλλά και την ποιότητα των υδάτων, απορροφώντας μέρος του βρόχινου νερού και αποτρέποντας τη διάβρωση του εδάφους (Πούλιου, 2007).

1.4.Αρνητικές επιπτώσεις - Κόστος υλοποίησης και συντήρησης

Οι πράσινες στέγες, βοηθούν σημαντικά στην επίτευξη των περιβαλλοντικά βιώσιμων πόλεων. Όμως ο ρόλος αυτός περιορίζεται σε περιφερειακά μεγάλα εμπορικά κτίρια και οικιακά συγκροτήματα. Αντίθετα, σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα οι πράσινες στέγες είναι πολύ αποτελεσματικές σε περιοχές με υψηλότερη από τη μέση τιμή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, σε πολυώροφα κτίρια (Blackhurst et al., 2010).

Παρά τα πολλά πλεονεκτήματα των πράσινων οροφών, υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Αρχικά η δαπάνη των πράσινων οροφών είναι μεγαλύτερη από ότι των συμβατικών, κυρίως λόγω της υποστήριξης που απαιτείται για το χειρισμό του αυξημένου φορτίου. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι πράσινες στέγες αυξάνουν το βάρος των κτιρίων και για το λόγο αυτό απαιτούν μεγαλύτερη δομική υποστήριξη. Συνήθως η προσθήκη μιας πράσινης στέγης, θα προσθέσει μεταξύ 50 και 200kg / m² σε μια υπάρχουσα στέγη. Αν και ορισμένες στέγες θα πρέπει να τοποθετηθούν εκ των υστέρων για να αντιμετωπίσουν την αύξηση του φορτίου, ευτυχώς οι επίπεδες στέγες είναι συχνά σε θέση να χειριστούν αυτήν την χωρητικότητα. Ακόμη οι πράσινες στέγες απαιτούν επιπλέον συντήρηση, που σημαίνει επιπλέον κόστος.

Συνοψίζοντας, τα πιθανά μειονεκτήματα των πράσινων οροφών είναι ο κατασκευαστικός περιορισμός, το μεγάλο κόστος τόσο κατά την εγκατάσταση όσο και κατά τη συντήρησή τους, καθώς και η ανάπτυξη της ποικιλομορφίας εντόμων και μικρών ζώων, που συχνά εκτός από θετικές επιπτώσεις για την φύση, αν ξεφύγει από τον έλεγχο μπορεί να περιλαμβάνει αρνητικές επιπτώσεις για την ζωή των κατοίκων.

Παρομοίως, τα πράσινα κτίρια, παρά τα πολλαπλά τους οφέλη που αναλύθηκαν παραπάνω, έχουν και κάποια μειονεκτήματα. Αρχικά, το κόστος, η χρηματοδότηση και η διαθεσιμότητα των υλικών είναι κάποιοι περιοριστικοί παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά την επένδυση. Το κόστος αυξάνεται κυρίως λόγω της ποιότητας των μεθόδων κατασκευής, αλλά και των υλικών που χρησιμοποιούνται. Παρόλο που η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να εξισορροπήσει το επιπλέον κόστος, εξακολουθεί να θεωρείται ως μειονέκτημα το γεγονός ότι πρέπει να δαπανηθούν επιπλέον χρήματα στο στάδιο της κατασκευής. Τα οικοδομικά υλικά που είναι φιλικά προς το περιβάλλον είναι συχνά δύσκολο να βρεθούν, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε πολύ υψηλότερες τιμές από τα τυπικά δομικά υλικά. Μάλιστα πολλά υλικά απαιτούν ειδική παραγγελία, η οποία θα μπορούσε να αυξήσει περαιτέρω το κόστος.

Εκτός από το αρχικό κόστος του πράσινου κτιρίου, μπορεί να είναι δύσκολη η εύρεση μιας εταιρείας υποθηκών ή τράπεζας που προσφέρει δάνεια για ένα κτίριο που δεν είναι χτισμένο με τον παραδοσιακό τρόπο. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός πράσινου κτηρίου μπορεί επίσης να θεωρηθεί μειονέκτημα. Τα οικοδομικά έργα ενθαρρύνουν τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών και η προσπάθεια δημιουργίας αυτών μπορεί να προσθέσει χρόνο για την ολοκλήρωση ενός συγκεκριμένου σταδίου της κατασκευής, που ο ανάδοχος και ο πελάτης δεν έχουν επιτρέψει στο έργο (Santamouris, 2005).

2. Ευρωπαϊκά Προγράμματα και Νομικό πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση εδώ και αρκετά χρόνια έχει περιλάβει μέσα στην περιβαλλοντική της στρατηγική, τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Όσον αφορά πιο συγκεκριμένα στον κτιριακό τομέα, με την Οδηγία 2002/91, η Ευρωπαϊκή Ένωση υποχρέωσε τα κράτη μέλη να διαθέτουν Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης σε όλα τα μεγάλα τους δημόσια κτίρια.

2.1. Ευρωπαϊκά προγράμματα για ενίσχυση του πρασίνου

Σύμφωνα με τον Καραβασίκη (2000), «το 80% των ανθρώπων περίπου ζει σε πόλεις ενώ το 20% ζει σε μεγάλα αστικά συγκροτήματα άνω των 250.000 κατοίκων». Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι το 2010 οι πόλεις με πληθυσμό άνω του ενός εκατομμυρίου κατοίκων ήταν πάνω από 500, ενώ 20 από αυτές συγκέντρωναν πληθυσμό άνω των δέκα εκατομμυρίων ανθρώπων (Wheeler & Beatley, 2004). Κατά τον 20^ο αιώνα οι πόλεις πέρασαν από την προ-μοντέρνα, τη μοντέρνα και τη μετα-μοντέρνα ευρωπαϊκή πόλη. Αναλυτικότερα, κατά τη δεκαετία του '50 οι πόλεις χαρακτηρίστηκαν ως μοντέρνες και όλες οι χρήσεις τοποθετήθηκαν σε ειδικές ζώνες. Κατά τις δεκαετίες του '80 και '90 οι πόλεις χαρακτηρίστηκαν ως μεταμοντέρνες με μίξη των χρήσεων γης και δημιουργία επιλεκτικών χωρικών οικονομικών συγκεντρώσεων (clusters) (Γοσπονδίνη και Μπεριάτος 2006).

Οι Ευρωπαϊκές πόλεις είναι οι κύριοι χώροι συγκέντρωσης της οικονομικής δραστηριότητας, αλλά ταυτόχρονα αποτελούν και χώρους παροχής υπηρεσιών υγείας, εκπαίδευσης και πολιτισμού (EC, 2007). Τα καίρια προβλήματα που εντοπίστηκαν στο Σχέδιο Ανάπτυξης του Κοινοτικού Χώρου, ΕΕ (1999) αφορούν την κοινωνία, την οικονομία και το περιβάλλον. Όσον αφορά στο περιβάλλον, έχει διαπιστωθεί ότι η αστική ανάπτυξη έχει δημιουργήσει αρκετά προβλήματα, όπως μείωση της βιοποικιλότητας, ρύπανση του αέρα και των υδάτινων πόρων και ηχορύπανση.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση ξεκίνησε ουσιαστικά να ασχολείται με τα ζητήματα των πόλεων από το τέλος της δεκαετίας του 1980 με την καθιέρωση της πολιτικής συνοχής (ΕΕΑ, 2009). Από τότε σχεδιάστηκαν διάφορα Προγράμματα Δράσης για το Περιβάλλον, τα οποία και αποσκοπούσαν στη μείωση των ρύπων που προέρχονται από τις πόλεις (Ανδρικοπούλου κ.α., 2007). Βασικές αρχές που υιοθετήθηκαν ήταν οι εξής:

- Οποίος ρυπαίνει πληρώνει.
- Η αρχή της πρόληψης.
- Η αρχή της θεραπείας στην πηγή.

Από το 4^ο Πρόγραμμα Δράσης (1987-92) και μετά περιλαμβάνεται η έννοια του αστικού περιβάλλοντος και διαμορφώνεται η πολιτική για τη φυσική διάρθρωση της πόλης αλλά και για τη μείωση των επιπτώσεων των πόλεων στο περιβάλλον (Ανδρικοπούλου κ.α., 2007:198).

2.2.Πράσινο Ταμείο και Προγράμματα

Το Πράσινο Ταμείο δημιουργήθηκε με στόχο την ενίσχυση της ανάπτυξης μέσω της προστασίας του περιβάλλοντος. Στηρίζει την περιβαλλοντική πολιτική της Ελλάδας με κύριες αρμοδιότητες τη διασφάλιση της απόδοσης των Πράσινων Πόρων και τη διαμόρφωση προγραμμάτων και δράσεων για την προστασία του περιβάλλοντος. Επιπρόσθετα, το Πράσινο Ταμείο οργανώνει και παρακολουθεί τα προγράμματα και τις δράσεις αυτές και συντάσσει ετήσιες εκθέσεις για την εκτέλεσή τους. Τέλος, στις αρμοδιότητες του Πράσινου Ταμείου ανήκουν επίσης και όλες οι αρμοδιότητες που προβλέπονται στη παράγραφο 5 του άρθρου 9 του ν. 3855/2010.



Εικόνα 15. Πράσινο Ταμείο (πηγή: <https://ypodomes.com/prasino-tameio-56-ekat-eyro-gia-astikes-anaplasteiseis-se-oloyis-toys-dimoys/>)

Όσον αφορά τους Πόρους του Πράσινου Ταμείου είναι αυτοί που ορίζονται από το Άρθρο 3 του ν. 3889/2010. Με τον όρο «πράσινοι πόροι» νοείται το σύνολο των εσόδων και πόρων όπως:

1. Οι πόροι του Ειδικού Ταμείου Εφαρμογής Ρυθμιστικών και Πολεοδομικών Σχεδίων (ΕΤΕΡΠΣ).
2. Οι πόροι του «Ειδικού Φορέα Δασών».
3. Οι πόροι του ειδικού κωδικού «Ταμείο Περιβαλλοντικού Ισοζυγίου».
4. Εισφορές, δωρεές, χορηγίες, κληρονομιές, κληροδοσίες από δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς ή άλλα ημεδαπά ή αλλοδαπά νομικά ή φυσικά πρόσωπα.
5. Χρηματοδοτήσεις από προγράμματα και πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
6. Κέρδη, τόκοι ή άλλα έσοδα από την συμμετοχή του Πράσινου Ταμείου σε άλλα νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, σύμφωνα και με παράγραφο 7 του άρθρου 5 (prasino-tameio).

Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα προγράμματα του Πράσινου Ταμείου από το 2011 έως και το 2017.

Πίνακας 3. Προγράμματα Πράσινου Ταμείου κατά έτος

Έτος	Πρόγραμμα
2011	Μεταβατικό πρόγραμμα ΕΤΕΡΠΣ
	Μεταβατικό πρόγραμμα Γαλάζιο Ταμείο
	Μεταβατικό πρόγραμμα για τα Δάση
	«Πρόληψη δασικών πυρκαγιών»
	«Γαλάζιο Ταμείο 2011»
	«Απόκτηση και διαμόρφωση ελεύθερων χώρων στις πόλεις»
	«Στήριξη Φορέων Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών»
	«Περιβαλλοντική έρευνα, καινοτομία, επιδεικτικές δράσεις, διεθνής συνεργασία»
2012	«Προστασία Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και Πρόληψη / Αντιμετώπιση Θαλάσσιας Ρύπανσης 2012»
	«Προστασία και Αναβάθμιση Δασών 2012»
	«Αστική Αναζωογόνηση»
	«Ολοκλήρωση Πολεοδομικού Σχεδιασμού 2012»
	«Συγχρηματοδότηση Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων LIFE+»
	«Απόκτηση και Διαμόρφωση Ελεύθερων Χώρων στις Πόλεις»
	«Περιβαλλοντική έρευνα – καινοτομία – επιδεικτικές δράσεις – διεθνής συνεργασία»
	«Στήριξη Φορέων Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών 2012»
2013	«Προστασία και Αναβάθμιση Δασών 2013»
	«Ολοκλήρωση Πολεοδομικού Σχεδιασμού 2013»
	«Προστασία Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και Πρόληψη / Αντιμετώπιση Θαλάσσιας Ρύπανσης 2013»
	«Απόκτηση και Διαμόρφωση Ελεύθερων Χώρων και Διατηρητέων Κτιρίων στις Πόλεις 2013»

	«Περιβαλλοντική έρευνα – καινοτομία – επιδεικτικές δράσεις 2013»
	«Αστική Αναζωογόνηση 2012 - 2015 - έτος 2013»
	«Φυσικό Περιβάλλον 2013»
2014	«Προστασία και Αναβάθμιση Δασών 2014»
	«Ολοκλήρωση Πολεοδομικού Σχεδιασμού 2014»
	«Προστασία Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και Πρόληψη / Αντιμετώπιση Θαλάσσιας Ρύπανσης 2014»
	«Απόκτηση και Διαμόρφωση Ελεύθερων Χώρων και Διατηρητέων Κτιρίων στις Πόλεις 2014»
	«Περιβαλλοντική έρευνα – καινοτομία – επιδεικτικές δράσεις 2014»
	«Αστική Αναζωογόνηση 2012 - 2015 - έτος 2014»
	«Φυσικό Περιβάλλον 2014»
2015	Προστασία και αναβάθμιση Δασών 2015»
	«Προστασία Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και Πρόληψη / Αντιμετώπιση Θαλάσσιας Ρύπανσης 2015»
	Έγκριση Χρηματοδοτικού Προγράμματος του Πράσινου Ταμείου «Συνεχιζόμενο προς χρηματοδότηση Πρόγραμμα για την Απόκτηση και Διαμόρφωση Ελευθέρων Κοινόχρηστων Χώρων και Διατηρητέων Κτιρίων στις πόλεις 2014-Α.Π.4»
	«ΥΑ ΔΡΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΕΙΔΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ ΔΑΣΩΝ 2015»
	Έγκριση του Χρηματοδοτικού Προγράμματος του Πράσινου Ταμείου «Πληρωμή των χρηματικών ενταλμάτων έργων, προμηθειών και δράσεων που έχουν ενταχθεί σε χρηματοδοτικά προγράμματα του Πράσινου Ταμείου».
	Συνεχιζόμενα προς χρηματοδότηση έργα έτους 2015
2016	Προστασία και αναβάθμιση Δασών 2016

	«Προστασία Θαλάσσιου Περιβάλλοντος και Πρόληψη / Αντιμετώπιση Θαλάσσιας Ρύπανσης 2016»
	«Καινοτόμες Περιβαλλοντικές Δράσεις 2016»
	«Διαχείριση Φυσικού Περιβάλλοντος»

Πηγή: www.prasinotameio.gr

Ειδική αναφορά αξίζει στο Χρηματοδοτικό Πρόγραμμα του Πράσινου Ταμείου «Αστική Αναζωογόνηση» που αφορούσε τα έτη 2012-2015, με σκοπό την αναβάθμιση των πόλεων και την ολοκληρωμένη ανάπτυξη τους. Με το πρόγραμμα αυτό χρηματοδοτήθηκαν οι δράσεις που εναρμονίζονται με το περιβαλλοντικό ισοζύγιο, όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (Άρθρο 40 του ν. 4178/2013).

Πίνακας 4. Αστική Αναζωογόνηση 2012-2015

1	Δημιουργία νέων κοινόχρηστων χώρων
2	Ανάδειξη, διαχείριση και συντήρηση υφισταμένων ελεύθερων κοινόχρηστων χώρων πρασίνου στον αστικό ιστό
3	Δημιουργία κοινοχρήστων χώρων πρασίνου με υπόγειους χώρους στάθμευσης οχημάτων.
4	Αποκατάσταση δημοσίων διατηρητέων κτιρίων και μνημείων.
5	Διαμόρφωση /ανακαίνιση κτιρίων για επανάχρηση, που ανήκουν στην ιδιοκτησία φορέων του ευρύτερου δημόσιου τομέα, για την κάλυψη αναγκών εγκατάστασης κοινωνικών, πολιτιστικών και εν γένει αναπτυξιακών δραστηριοτήτων.
6	Δημιουργία, συμπλήρωση, συντήρηση, διαχείριση δικτύων κοινόχρηστων χώρων πρασίνου ή /και δικτύων πράσινων παρεμβάσεων στον αστικό ιστό με σκοπό τη βελτίωση των περιβαλλοντικών όρων.
7	Συντήρηση, βελτίωση και αναβάθμιση της διαμόρφωσης και του αστικού εξοπλισμού ελεύθερων κοινόχρηστων χώρων, παιδότοπων και πλατειών.
8	Συντήρηση, βελτίωση και αναβάθμιση του αστικού εξοπλισμού κάθε είδους στο δημόσιο χώρο των πόλεων.
9	Αισθητική, λειτουργική, περιβαλλοντική, βιοκλιματική αναβάθμιση,

	διεύρυνση, ανακατασκευή, επισκευή - συντήρηση πεζοδρομίων ή και πεζοδρόμων και επιμέρους υποδομών τους.
10	Δημιουργία δικτύου κίνησης πεζών με πρόνοια για εμποδιζόμενα άτομα.
11	Αισθητική αναβάθμιση όψεων κτιρίων σε αξιόλογα τουριστικά, κοινωνικά ή πολιτιστικά σημεία της πόλης ή του Δήμου (κεντρικές πλατείες, κτίρια κεντρικών αξόνων, παραλιακών μετώπων κ.λπ.).
12	Αναβάθμιση ενεργειακή, αισθητική και κτιριολογική σχολικών κτιρίων και υπαίθριων χώρων αυτών.
13	Καθαρισμός και οριοθέτηση ρεμάτων και έργα διευθέτησης και/ή ανάδειξης αυτών.
14	Ανάδειξη και προστασία περιοχών που χρίζουν ειδικής προστασίας μέσω αναπλάσεων.
15	Εργασίες διαμόρφωσης δωματίων σε κτίρια ιδιοκτησίας δημοσίου φορέα.
16	Χρηματοδότηση ολοκλήρωσης ή αναθεώρησης πολεοδομικού σχεδιασμού.
17	Ειδικά σε παραδοσιακούς οικισμούς, περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλους, ιστορικούς τόπους και οικιστικά σύνολα χαρακτηρισμένα ως μνημεία, ορίζονται ως δράσεις περιβαλλοντικού ισοζυγίου: α. Αναπλάσεις. β. Ανάδειξη δημοσίων κτιρίων. γ. Απόκτηση διατηρητέων κτιρίων και μνημείων, καθώς και αποκατάσταση δημοσίων διατηρητέων κτιρίων και μνημείων.
18	Σε εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμού περιοχές, ορίζονται ως δράσεις περιβαλλοντικού ισοζυγίου οι δράσεις δημοσίου ενδιαφέροντος για την ανάδειξη και προστασία περιοχών πλησίον αρχαιολογικών χώρων, προστατευόμενων περιοχών και διατηρητέων μνημείων εντός της γεωγραφικής ενότητας του οικείου Ο.Τ.Α..

Πηγή: www.prasinotameio.gr

Ο προϋπολογισμός του προγράμματος αυτού ήταν για το έτος 2014 8.500.000 €, ενώ η εκάστοτε χρηματοδότηση ανά δήμο δεν πρέπει να υπερβαίνει το ποσό των 200.000,00 ευρώ. Τέλος, το πεδίο εφαρμογής του χρηματοδοτικού αυτού προγράμματος καλύπτει δήμους της Ελλάδας με πληθυσμό πάνω από 5.000 κατοίκους, οι οποίοι βέβαια δεν πρέπει να έχουν λάβει χρηματοδότηση στο παρελθόν από το Χ.Π. του Πράσινου Ταμείου «Αστική Αναζωογόνηση 2012-2015». (prasinotameio).

2.3.Νομικό πλαίσιο

Ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός ψηφίστηκε το 2012, ο οποίος και αντικατέστησε τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό του 1985, με στόχο να εναρμονίζεται με τον σύγχρονο τρόπο δόμησης και τις ανάγκες που επιβάλλει η κλιματική αλλαγή και η σύγχρονη παγκόσμια πραγματικότητα.

Οι κύριες διαφορές του Νέου Οικοδομικού Κανονισμού με τον παλαιότερο, αφορούν τόσο θέματα απλής δόμησης όσο και θέματα σχετικά με το περιβάλλον και τις υπάρχουσες κλιματικές συνθήκες. Οι νέες ρυθμίσεις λοιπόν του Νόμου αποδίδουν μεγαλύτερη επιφάνεια ελεύθερων χώρων πρασίνου στις κορεσμένες αστικές περιοχές (μείωση της κάλυψης από 70% σε 60%) και προάγουν τον βιοκλιματικό και φιλικό προς το περιβάλλον σχεδιασμό.

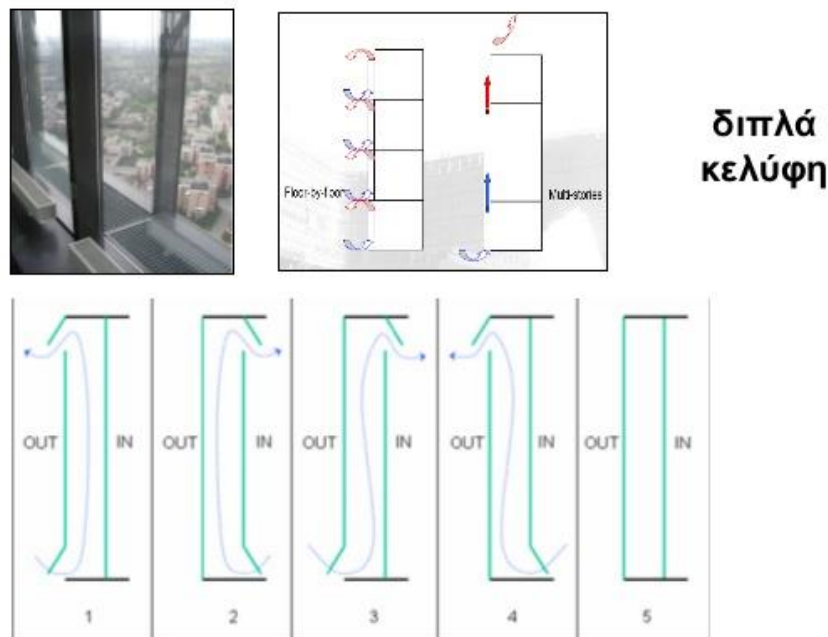
Επιπρόσθετα, ο νέος Κανονισμός δίνει κίνητρα για τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων, όπως τα κίνητρα αύξησης του συντελεστή δόμησης κατά 5%. Τα κτίρια με ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση, έχουν επιπλέον κίνητρο την πρόσθετη αύξηση του Συντελεστή Δόμησης κατά 10%. Ακόμη με το νέο Νόμο ο ημιυπαίθριος χώρος προσμετράτε στη δόμηση και το φυσικό τοπίο προστατεύεται σε μεγαλύτερο βαθμό. Σχετικά με τα φυτεμένα δώματα και τις πράσινες

επιφάνειες στα κτίρια, δόθηκε ως κίνητρο η απλούστευση της διαδικασίας έγκρισης της κατασκευής τους.

Ειδική αναφορά θα μπορούσε να γίνει στο Άρθρο 10 του Νέου Κανονισμού το οποίο ασχολείται με την οικοδομησιμότητα ενός οικοπέδου και του κτιρίου αλλά και για την αναβάθμιση όλου του οικοδομικού τετραγώνου. Συνοψίζοντας το Άρθρο 10, η συνένωση των επιμέρους οικοπέδων παρέχει κίνητρα μείωσης κάλυψης και αύξηση του συντελεστή δόμησης, άρα και του ύψους, έτσι ώστε να συγκροτηθούν κτίρια σε επίπεδα οικοδομικού τετραγώνου και να υπάρξουν περισσότεροι και μεγαλύτεροι ελεύθεροι χώροι στην εκάστοτε περιοχή. Αποσκοπώντας σε συνεκτικούς και λειτουργικούς χώρους μειώνεται η ανεξάρτητη οικοδομική ανάπτυξη, που δίνει χώρο για μια ποιοτική αρχιτεκτονική στην πράξη.

Επιπρόσθετα, ένα ακόμη σημαντικό Άρθρο, είναι το 16, στο οποίο αναλύεται το ζήτημα των λειτουργικών, ενεργειακών και διακοσμητικών στοιχείων στις όψεις των κτιρίων. Τα στοιχεία αυτά δεν υπολογίζονται στο συντελεστή δόμησης και περιλαμβάνουν τα εξής:

- Αρχιτεκτονικές προεξοχές και λειτουργικά στοιχεία (πέργκολες, σκίαστρα, καμινάδες, κ.λ.π.).
- Διπλά κελύφη στις όψεις των κτιρίων, προκειμένου να υπάρξει δροσισμός, φυσικός αερισμός και σκίαση των χώρων κοντά στην όψη του κτιρίου.



Εικόνα 16. Εικόνα 16 . Διπλά κελύφη κτιρίου (πηγή:
<https://www.slideshare.net/MV1965/1-5546700>).

Ειδική αναφορά θα πρέπει επίσης να γίνει για το άρθρο 18 που εισάγει τα φυτεμένα δώματα, στοχεύοντας στην ευρύτερη χρήση των πράσινων οροφών, έτσι ώστε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση στις πόλεις και να βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα. Επιπρόσθετα στοχεύει στην αισθητική αναβάθμιση των ταρατσών, αλλά κυρίως στην βελτίωσης της ποιότητας ζωής των κατοίκων μέσω της βελτίωσης του μικροκλίματος.

Πιο αναλυτικά στο Άρθρο 18 στην παράγραφο 1, αναφέρει ότι επιτρέπονται οι φυτεμένες επιφάνειες τόσο στα δώματα και τις στέγες, όσο και στους υπαίθριους χώρους, με την προϋπόθεση ότι δεν αντίκειται αυτό σε ειδικότερους όρους δόμησης που ισχύουν. Το υπόστρωμα θα πρέπει να έχει ύψος έως 40 εκατοστά πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος του κτιρίου, ενώ η βλάστηση δεν πρέπει να είναι πάνω από 3 μέτρα. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στις απολήξεις των κλιμακωστών καθώς και στα φρεάτια των

ανελκυστήρων, στα οποία και δεν επιτρέπεται καμία φύτευση. Ακόμη, όλες οι φυτεύσεις θα πρέπει να εναρμονίζονται με την αισθητική του κτιρίου και τις λοιπές κατασκευές που υπάρχουν.

Ειδική αναφορά γίνεται για τις στέγες, στις οποίες η φυτεμένη επιφάνεια θα πρέπει να είναι σύμφωνα με την κλίση των στεγών. Όσον αφορά τα φυτεμένα δωμάτια στη δεύτερη παράγραφο του Άρθρου, αναφέρεται ότι για τα καινούρια κτίρια θα πρέπει να ακολουθούνται οι διαδικασίες πληρότητας του Νόμου 4030/2011 σχετικά με τις άδειες δόμησης και την τεχνική έκθεση για τις πράσινες επιφάνειες, οι οποίες καταχωρούνται στο Μητρώο των φυτεμένων επιφανειών (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2012).

Στην Τρίτη παράγραφο του Άρθρου περιγράφεται αναλυτικά η όλη διαδικασία της τεχνικής έκθεσης και των απαιτούμενων δικαιολογητικών που υποβάλλονται. Σύμφωνα με το Παράρτημα της Απόφασης 911/2012 η τεχνική έκθεση περιλαμβάνει στοιχεία όπως δομικά, κλιματολογικά, περιβάλλοντος και τύπου φύτευσης. Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει την περιγραφή των εργασιών, τα είδη των φυτών και των υλικών υποδομής, τη μέθοδο άρδευσης και τον υπολογισμό των φορτίων. Επίσης περιλαμβάνονται και σχέδια όπου κρίνεται ότι απαιτείται.

Ειδική αναφορά επίσης αξίζει στο Άρθρο 25, στο οποίο αναλύονται διεξοδικά τα κίνητρα για χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση. Αναλυτικότερα, όσα κτίρια κάνουν χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή έχουν συστήματα που εξοικονομούν ενέργεια, λαμβάνουν και μεγαλύτερο συντελεστή δόμησης.

Βασικό μειονέκτημα του Νέου Κανονισμού θεωρείται η μείωση της κάλυψης, η οποία θα οδηγήσει σε πιθανές λύσεις αντιαισθητικών κτιριακών όγκων, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να οδηγήσουν σε υποβάθμιση των γειτονικών υφιστάμενων κτιρίων.

Συμπερασματικά, ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για μια πόλη πιο φιλική στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Πέρα από τα θετικά και αρνητικά του Νέου Κανονισμού που αναφέρθηκαν, θα πρέπει να

σημειωθεί ότι η εφαρμογή του αποτελεί ένα δύσκολο πεδίο δεδομένου ότι το δομημένο περιβάλλον είναι υφιστάμενο στο μεγαλύτερο του ποσοστό. (Νέος Οικοδομικός Κανονισμός, 2012).

3.Κατασκευαστικά Υλικά στο αστικό περιβάλλον

Τα δομικά υλικά σε κτίρια και ανοιχτούς χώρους θα μπορούσε να ειπωθεί ότι έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον, δεδομένου ότι διαταράσσουν τη συνέχεια του φυσικού τοπίου, θέτοντας πολλές φορές σε κίνδυνο τη βιοποικιλότητα της εκάστοτε περιοχής. Επιπρόσθετα, για να γίνει η όποια κατασκευαστική δραστηριότητα απαιτούνται δομικά υλικά. Τις περισσότερες φορές δεν υπάρχει πρόβλεψη ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης των υλικών αυτών, με αποτέλεσμα να προκύπτουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον από την απόθεση τους (Zougra, 2000).

Τα κύρια προβλήματα που προκαλούνται από τη δημιουργία δομημένου περιβάλλοντος με επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος, αφορούν την εξόρυξη των πρώτων υλών, την μεγάλη δαπάνη ενέργειας για τη δημιουργία των υλικών, τις εκλύσεις ρύπων και την δημιουργία αποβλήτων (Anink, Boonstra & Mak, 1996).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το δομημένο περιβάλλον και τη μεταφορά θερμότητας σε αυτό είναι η κλιματική ζώνη, το μικροκλίμα, η δομική μορφή, ο προσανατολισμός, καθώς και η επιλογή των δομικών υλικών. Η επιλογή των δομικών υλικών, αφορά τη θερμική διαπερατότητα και τη διείσδυση των ηλιακών ακτινοβολιών. Οι παράγοντες που ευθύνονται για την αύξηση της θερμότητας μέσω του κελύφους του κτιρίου είναι η διοχέτευση της θερμότητας μέσω του περιβλήματος, η αύξηση της ηλιακής θερμότητας μέσω διαφανών στοιχείων και οι αλλαγές αέρα για την ανταλλαγή θερμότητας. Τα κύρια στοιχεία που επηρεάζουν την απόδοση ενός κελύφους του κτιρίου είναι η σύνθετη κατασκευή υλικών και η

αντοχή τους, η θερμική τους ικανότητα, η ηλιακή ανάκλαση των φινιρισμάτων, το χρώμα, οι επιφάνειες και η θέση της μόνωσης (Kumar, 2014).

Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση ενέργειας και για το λόγο αυτό έχει θέσει ως βασική προτεραιότητα στην πολιτική που έχει υιοθετήσει, την ενεργειακή εξοικονόμηση στον τομέα των κατασκευών και των κτιρίων. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στη χρήση νέων υλικών, «οικολογικών», «έξυπνων» και «καινοτόμων», τα οποία ανατρέπουν τις δεδομένες τάσεις και ανοίγουν νέες προοπτικές στον κτιριακό τομέα (Kearnes & Rip, 2009).



Εικόνα 17. Green Building (πηγή : <http://architectsdelhi.blogspot.com/2014/02/why-build-green.html>).

Δυστυχώς, παρά τα πολλά και επιστημονικά τεκμηριωμένα οφέλη τους, τα πράσινα κτίρια δεν έχουν μεγάλη εξάπλωση, διότι οι περισσότεροι κατασκευαστές συσχετίζουν πράσινα χαρακτηριστικά με ακριβές τεχνολογίες που αυξάνουν το κόστος (π.χ. φωτοβολταϊκά πάνελ, συστήματα επαναχρησιμοποίησης νερού κ.α) (Matthiessen & Morris, 2007; Sherwin, 2006). Παρ όλα αυτά, μια προσεκτική

διαδικασία σχεδιασμού και μια ολοκληρωμένη μέθοδο επιλογής υλικών, μπορεί να είναι επαρκής για την επίτευξη ιδανικών περιβαλλοντικών στόχων με χαμηλότερο κόστος.

Έτσι λοιπόν, δεδομένου ότι οι ανθρώπινες παρεμβάσεις έχουν αλλάξει σημαντικά το μικροκλίμα, η αστική δόμηση αποκτά έναν βαρυσήμαντο ρόλο, στην ποιότητα ζωής των κατοίκων αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος (Πολυχρονόπουλος, 2000). Επειδή λοιπόν ο κτιριακός τομέας αντιπροσωπεύει τον κύριο τομέα κατανάλωσης ενέργειας και φυσικών πόρων (της τάξης του 40-50%) η αλλαγή κουλτούρας δόμησης κρίνεται πλέον απαραίτητη και στην Ελλάδα (Παναγιωτακόπουλος, 2007). Τα υλικά που προκύπτουν από τον κτιριακό τομέα, είτε ως απόβλητα, είτε ως δομικά υλικά, έχουν μεγάλες και σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την υγεία των ανθρώπων. Για το λόγο αυτό η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση στον κτιριακό τομέα, κρίνεται πιο αναγκαία από ποτέ (Ευθυμιόπουλος, 2004). Απαιτείται πλέον και στην Ελλάδα, ένας σχεδιασμός δόμησης, που σέβεται τον άνθρωπο και το περιβάλλον (Givoni, 1993). Συμπερασματικά, τα οφέλη της πράσινης δόμησης συνοψίζονται στα εξής (Golubchikov & Badyina, 2012):

- Βελτιώνει το μικροκλίμα και την ποιότητα ζωής των κατοίκων.
- Βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ενοίκων.
- Βελτιώνει την υγεία των ενοίκων και την παραγωγικότητα των εργαζομένων.
- Μειώνει το κόστος κατανάλωσης ενέργειας.
- Μειώνει το κόστος συντήρησης του κτιρίου.
- Βελτιώνει την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.
- Βελτιώνει την κοινωνική συνοχή.

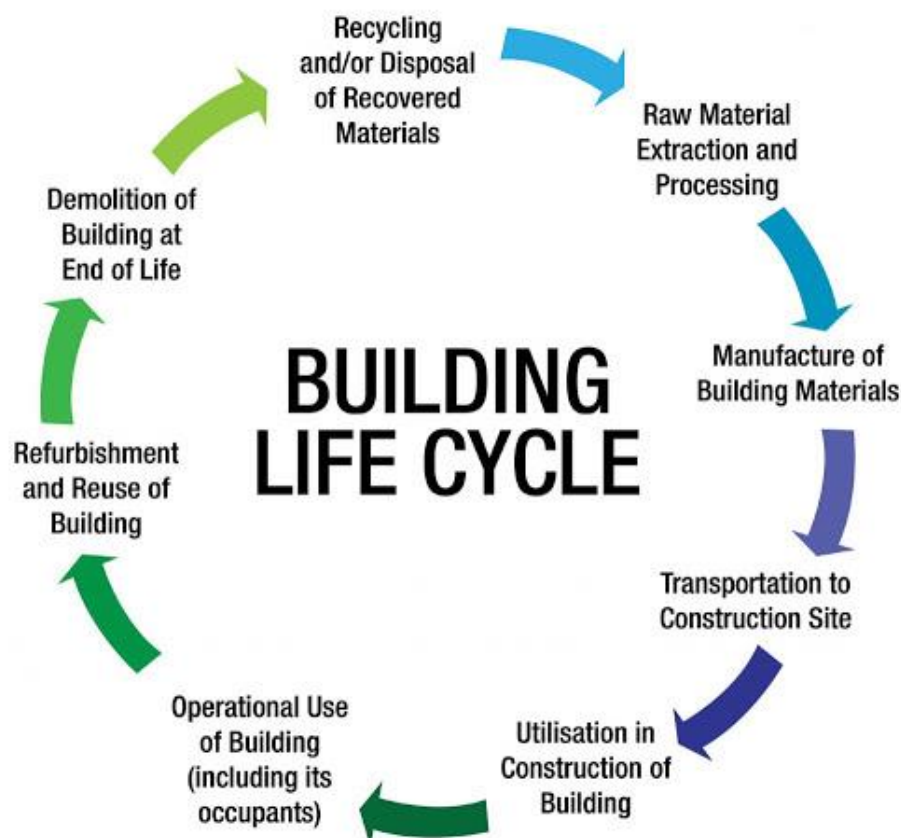
Ένα κτίριο που κατασκευάζεται με βάση τη πράσινη δόμηση ή ανακαινίζεται με βάση τις αρχές της βιωσιμότητας, επιφέρει πολλά οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη (Βουρδουμπάς, 2014). Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως πράσινο θα πρέπει να λαμβάνονται δείκτες σχετικά με τις εκπομπές

αερίων θερμοκηπίου, την κατανάλωση ενέργειας και νερού και τις εκπομπές διαφόρων ρύπων (Μαυρουλέας, 2009).

3.1.Κατασκευαστικά Υλικά για εξοικονόμηση ενέργειας

Τα ενεργειακά αποδοτικά υλικά μπορούν να υποστηρίξουν τις κατασκευές τόσο οικολογικά όσο και οικονομικά λόγω των περιβαλλοντικών θετικών χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον, τα υλικά που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια ταυτόχρονα προκαλούν λιγότερες επιβλαβείς εκπομπές και μειώνουν την περιβαλλοντική ρύπανση που προκαλείται από τα δομικά υλικά. Επίσης, με τις διάφορες θερμικές ιδιότητές τους συμβάλλουν στη δημιουργία θερμικής άνεσης σε εσωτερικούς χώρους (Esin, 2006).

Η οικοδομική βιομηχανία χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες υλικών, που αντιστοιχούν στο 50% περίπου της ευρωπαϊκής εξόρυξης πόρων (European Comission, 2011), αλλά τα συνηθέστερα δομικά υλικά είναι επίσης κοινά και στη φύση. Ωστόσο, λόγω της μεγάλης και ογκώδους φύσης τους, τα αδρανή υλικά θα πρέπει να προέρχονται από σημεία που βρίσκονται κοντά στις αγορές τους. Οι βιώσιμες πηγές δομικών υλικών ενδέχεται να περιοριστούν σε περιφερειακό αλλά και σε τοπικό επίπεδο (Ahmed & Vidyadhara, 2013), εάν η βιώσιμη τοπική προσφορά τους δεν είναι στρατηγικά προγραμματισμένη (European Comission, 2010).



Εικόνα 18. Κύκλος ζωής του κτιρίου (πηγή : <http://www.constructionplusasia.com/my/green-green-building/>).

Συνεπώς, υπάρχει άμεση ανάγκη για νέες τεχνολογίες για τη βελτιστοποίηση της εφαρμογής δομικών υλικών χαμηλού αντίκτυπου, ενώ κάποιες από αυτές έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται αυτήν τη στιγμή (Seyfang, 2009; Hulme & Radford, 2010). Πολλές από αυτές τις τεχνολογίες προήλθαν μετά από μια παλαιότερη εισροή βιώσιμου ακτιβισμού και ανάπτυξης κατοικιών, που προκλήθηκε από το περιβαλλοντικό κίνημα της δεκαετίας του 1970 και στη συνέχεια ενισχύθηκε από τη δύναμη για καλύτερα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια (Cooper, 1999).

Υπάρχουν πολλές τεχνολογικές εξελίξεις που πρέπει να πραγματοποιηθούν για την επίλυση των επιπλοκών της εξάντλησης των πόρων, της διάβρωσης, της ρύπανσης, της αντοχής, της διάρκειας ζωής κ.λπ. που σχετίζονται με τα δομικά υλικά. Πρώτον, οι νέες κατασκευές πρέπει να κατασκευαστούν πιο βιώσιμα, έτσι

ώστε όχι μόνο να μειώνουν τις αρνητικές πτυχές της κατασκευής και των λειτουργιών, αλλά να ενισχύουν πρωτίστως τη διάρκεια ζωής του κτιρίου, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εξάλειψη των σχεδιαστικών χαρακτηριστικών που θα είναι γρήγορα ξεπερασμένα. Επίσης, όλοι οι απαιτούμενοι παράγοντες με ελάχιστη διάρκεια ζωής πρέπει να σχεδιάζονται για ανακύκλωση ή ανάκτηση πρώτων υλών. Αυτό πρέπει να επιτευχθεί σε όλες τις πτυχές, χωρίζοντας προσεκτικά την πολυπλοκότητα του κτιρίου στα συστατικά του, και κατανοώντας ουσιαστικά τυχόν συμβιβασμούς μεταξύ ολοκληρωμένων συστημάτων, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια εντελώς βιώσιμη λύση. Αυτό μπορεί να υποβοηθηθεί από την επίγνωση της ταχέως αναπτυσσόμενης σειράς υλικών, που είναι άμεσα διαθέσιμα για κατασκευές, περιβλήματα και συστήματα.

Τέλος, όσον αφορά την διάρκεια ζωής ενός κτηρίου, πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα προσεκτική μέριμνα για την επεξεργασία των υλικών. Αυτό πρέπει να εξεταστεί προηγουμένως και κατά τη διάρκεια του σταδίου σχεδιασμού οποιουδήποτε κτιρίου. Πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν αμέσως, χωρίς να χρειάζεται να τα ανακατασκευάσουν. Εάν δεν μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν αμέσως, μπορούν να ανακτηθούν ως πρώτες ύλες. Εάν πρέπει να επαναχρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με την ίδια ποιότητα.

Η επιλογή σταθερών, ελκυστικών και περιβαλλοντικά υπεύθυνων οικοδομικών υλικών, αποτελεί βασικό συστατικό κάθε προσπάθειας οικοδόμησης υψηλής απόδοσης. Η χρήση φυσικών και υγιών υλικών συμβάλλει στην ευημερία των κατοίκων και σε μια αίσθηση σύνδεσης με το φυσικό κόσμο. Πολλά οικοδομικά υλικά έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από εκλύσεις ρύπων, καταστροφή ενδυνάμειων και εξάντληση φυσικών πόρων. Αυτό θα συμβεί κατά την εξαγωγή και την απόκτηση πρώτων υλών, τις διαδικασίες παραγωγής και κατασκευής και τη μεταφορά. Επιπλέον, ορισμένα δομικά υλικά ενδέχεται να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία εκθέτοντας τους εργαζόμενους ή τους κατοίκους σε τοξικές και επικίνδυνες χημικές ουσίες. Κατά συνέπεια, η αναγνώριση και η επιλογή των περιβαλλοντικά προτιμώμενων υλικών για χρήση

σε κατασκευαστικές δραστηριότητες κατά τη φάση πριν από την οικοδόμηση, αποτελούν την ευκαιρία για περιορισμό τέτοιων περιβαλλοντικών και ανθρώπινων επιπτώσεων στην υγεία.

Η επιλογή περιβαλλοντικά ελκυστικών υλικών με ελαχιστοποιημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, επιτυγχάνεται γενικά μέσω της διαδικασίας διατήρησης πόρων και επιλογής μη τοξικών υλικών. Οι πόροι που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή δομικών υλικών επηρεάζουν το περιβάλλον. Υλικά που περιέχουν ερεθιστικά, οσμή, επικίνδυνα ή τοξικά στοιχεία επηρεάζουν δυσμενώς τη γενική υγεία του ανθρώπου. Κατά προτίμηση, οι επιλογές υλικών μπορούν να γίνουν με βάση μια αυστηρή εκτίμηση περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων σε ολόκληρο το προϊόν ή το υλικό. Αυτή η διαδικασία, που αναφέρεται ως περιβαλλοντική εκτίμηση κύκλου ζωής, σπάνια είναι εφικτή για τις περισσότερες αποφάσεις προμηθειών κτιρίων. Είναι, ωστόσο, δυνατό να εφαρμοστεί η σκέψη του κύκλου ζωής για να αξιολογηθεί τι είναι γνωστό για την περιβαλλοντική απόδοση των προϊόντων και να γίνουν συνετές επιλογές.

Η αξιολόγηση των δομικών προϊόντων, από τη συλλογή των πρώτων υλών έως την τελική τους διάθεση, δίνει καλύτερη αντίληψη για το μακροπρόθεσμο κόστος των υλικών. Αυτά τα έξοδα πληρώνονται όχι μόνο από τον πελάτη, αλλά και από τον ιδιοκτήτη, τους κατοίκους και το περιβάλλον. Οι αρχές του Σχεδιασμού Κύκλου Ζωής προσφέρουν βασικές οδηγίες για την επιλογή δομικών υλικών. Κάθε φάση της διαδικασίας κατασκευής, από τη συλλογή πρώτων υλών, την κατασκευή, τη διανομή και την εγκατάσταση, έως την τελική ανακύκλωση ή απόρριψη ελέγχεται για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της. Ο κύκλος ζωής ενός υλικού θα μπορούσε να οργανωθεί καλά σε τρία στάδια, την προ-οικοδόμηση, την οικοδόμηση και την μετα-οικοδόμηση (Kim, Rigdon & Graves, 2009).

Τα στάδια αυτά είναι παράλληλα με τις φάσεις του κύκλου ζωής του ίδιου του κτιρίου. Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των οικοδομικών υλικών σε κάθε φάση, επιτρέπει μια ανάλυση κόστους-οφέλους καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής ενός κτιρίου, αντί απλώς να υπολογίζει το αρχικό κόστος κατασκευής.

Αρχικά στη φάση της προ-οικοδόμησης, εξηγείται η διαδικασία παραγωγής και παράδοσης ενός υλικού, αλλά όχι συμπεριλαμβανομένου του σημείου εγκατάστασης. Αυτό συνίσταται στην εύρεση πρώτων υλών στη φύση, καθώς και στην εξαγωγή, κατασκευή, συσκευασία και μεταφορά σε εργοτάξιο. Αυτό το συγκεκριμένο στάδιο έχει τη μεγαλύτερη δυνατότητα δημιουργίας περιβαλλοντικής καταστροφής. Η γνώση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στη φάση προ-οικοδόμησης θα έχει ως αποτέλεσμα τη συνετή επιλογή δομικών υλικών. Οι μέθοδοι προμήθειας πρώτων υλών, η διαδικασία κατασκευής και η απόσταση από την τοποθεσία παραγωγής έως το εργοτάξιο, έχουν όλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η κατανόηση της έναρξης των οικοδομικών υλικών είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση των συλλογικών περιβαλλοντικών επιπτώσεών τους, όταν αναφέρεται στο είδος ενός κτιρίου (Kim, Rigdon & Graves, 2009).

Κατά τη φάση της οικοδόμησης, αναφέρεται η χρήσιμη ζωή ενός οικοδομικού υλικού. Αυτό το στάδιο ξεκινά στο σημείο της συναρμολόγησης του υλικού σε μια δομή, περιλαμβάνει τη συντήρηση και την επισκευή του υλικού και περνά καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του υλικού ως μέρος του κτιρίου. Τα απορρίμματα υλικών που δημιουργούνται σε ένα εργοτάξιο μπορεί να είναι σημαντικά. Η επιλογή δομικών υλικών σε σχέση με τα ελαχιστοποιημένα οικοδομικά απόβλητα και τα απόβλητα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν είναι ζωτικής σημασίας σε αυτό το στάδιο του κύκλου ζωής του κτιρίου. Η μακροχρόνια έκθεση σε συγκεκριμένα δομικά υλικά, μπορεί να είναι επιβλαβής για τη συνολική υγεία των κατοίκου του κτιρίου αυτού. Παρά την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με τα περιβαλλοντικά προβλήματα υγείας, σε σχέση με την έκθεση σε ορισμένα προϊόντα, τα σχολεία στην πραγματικότητα δεν δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην επιλογή υλικών με βάση τις δυνατότητές τους να εκφορτώνουν επιβλαβείς χημικές ουσίες, να απαιτούν τακτική συντήρηση με τέτοιες χημικές ουσίες ή να απαιτούν τακτικές αντικαταστάσεις, διαιωνίζοντας έτσι τον κύκλο έκθεσης.

Τέλος, η φάση μετά την οικοδόμηση, αναφέρεται στα δομικά υλικά όταν η απόδοσή τους σε ένα κτίριο έχει τελειώσει. Σε αυτό το στάδιο, ένα υλικό θα μπορούσε ενδεχομένως να ανακυκλωθεί στο σύνολό του, να επαναχρησιμοποιηθούν τα στοιχεία του σε άλλα αγαθά, ή ίσως και να απορριφθούν. Από την αντίληψη του σχεδιαστή, ίσως το ελάχιστο μετρούμενο και λιγότερο αναγνωρισμένο στάδιο του κύκλου ζωής του κτιρίου συμβαίνει όταν έχει εξαντληθεί η ωφέλιμη ζωή του κτιρίου ή του υλικού. Όμως, η κατεδάφιση κτιρίων και η εκκαθάριση των απορριμμάτων που προκύπτουν έχουν σημαντικό περιβαλλοντικό κόστος. Τα αποικοδομήσιμα υλικά μπορεί να παράγουν επιβλαβή απόβλητα, μόνα τους ή ακόμη και σε μείγμα με πολλά άλλα. Τα αδρανή υλικά καταναλώνουν σταδιακά περιορισμένο χώρο υγειονομικής ταφής. Η προσαρμοστική ανακύκλωση μιας παρούσας δομής διατηρεί την ενέργεια που πήγε στα υλικά και την κατασκευή της. Η ενέργεια που ενσωματώνεται μόνο στην κατασκευή του κτηρίου και στην κατασκευή αυτών των υλικών, θα σπαταληθεί εάν αυτοί οι πόροι δεν χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά.

Εξ ορισμού τα βιώσιμα οικοδομικά υλικά, είναι υλικά που παράγονται και προέρχονται από το εσωτερικό και μειώνουν το κόστος μεταφοράς και τις εκπομπές CO₂, μπορούν να αποτελούνται από επαναχρησιμοποιούμενα υλικά, έχουν χαμηλότερη περιβαλλοντική επίδραση, είναι θερμικά αποτελεσματικά, χρειάζονται λιγότερη ενέργεια από τα συμβατικά υλικά, είναι χαμηλότερα σε επιβλαβείς εκπομπές και είναι οικονομικά βιώσιμα. Ένα βιώσιμο οικοδομικό υλικό πρέπει να χρησιμοποιείται σωστά και με βάση τα συμφραζόμενα σε κάθε κοινοτική ανάπτυξη. Η εφαρμογή βιώσιμων οικοδομικών υλικών όχι μόνο ελαχιστοποιεί το κόστος μεταφοράς, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, και στις περισσότερες περιπτώσεις το κόστος υλικών, αλλά προσφέρει επίσης και ευκαιρίες απασχόλησης και ανάπτυξης δεξιοτήτων στα μέλη της κοινότητας. Η βιωσιμότητα ως εναλλακτικό κριτήριο για οικοδομικά υλικά επιλέγεται γενικά μέσω λειτουργικών, τεχνικών και οικονομικών προδιαγραφών. Ωστόσο, με τη βιωσιμότητα ως κρίσιμη πρόκληση τις τελευταίες δεκαετίες, ιδίως στις ανεπτυγμένες χώρες, το περιβαλλοντικό φορτίο οικοδομικών υλικών καθίσταται επιπλέον μια πιο σημαντική απαίτηση. Ο κατασκευαστικός τομέας, άμεσα ή ίσως

έμμεσα δημιουργώντας ένα σημαντικό μέρος της ετήσιας περιβαλλοντικής καταστροφής, μπορεί να αναλάβει την υποχρέωση να προωθήσει την αειφόρο ανάπτυξη, με την εξεύρεση πιο φιλικών προς το περιβάλλον προσεγγίσεων για τις κατασκευές και τα κτίρια. Μεταξύ των κατευθύνσεων για λύσεις είναι να δούμε σε νέες εφαρμογές υλικών, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση, βιώσιμη κατασκευή προϊόντων ή χρήση πράσινων πόρων (Sherwin, 2006).

3.2.Οικολογικά υλικά

Η χρήση φυσικών πρώτων υλών σε κτίρια μπορεί να μειωθεί χρησιμοποιώντας ελαφρές κατασκευές, ελαχιστοποιώντας τις απώλειες, βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα και τη διάρκεια ζωής και χρησιμοποιώντας δευτερογενή υλικά (Salmi et al., 2013). Ως οικολογικά χαρακτηρίζονται τα υλικά που δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον σε όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής τους, ενώ ταυτόχρονα διατηρούν τις επιδόσεις. Τα οικολογικά υλικά διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην επιστήμη και την τεχνολογία των υλικών και έχουν ως κύριο στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, την βελτίωση της ανακυκλωσιμότητας των υλικών και την αύξηση της ενεργειακής και υλικής απόδοσης τους (Halada & Yamamoto, 2001). Ένας από τους πιο ολοκληρωμένους ορισμούς για τα οικολογικά υλικά προτάθηκε από τον καθηγητή Yagi (2002) και αναφέρει ότι, από το οπτικό πεδίο της επιστήμης των υλικών και της μηχανικής, ένα οικολογικό υλικό πρέπει να έχει τουλάχιστον μία από τις δέκα παρακάτω ιδιότητες σε σχέση με τα συμβατικά υλικά:

1. Δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κύκλου ζωής ενός συστήματος ή μιας συσκευής.
2. Ικανότητα εξοικονόμησης πόρων, για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης υλικού ενός κύκλου ζωής ενός συστήματος ή μιας συσκευής.

3. Επαναχρησιμοποίηση του συλλεγόμενου προϊόντος σε παρόμοιες λειτουργίες.
4. Ανακυκλωσιμότητα ώστε να επιτρέπεται η χρήση του συλλεγμένου προϊόντος από υλικό ως πρώτη ύλη.
5. Δομική αξιοπιστία που πρέπει να χρησιμοποιείται στις βασικές αξιόπιστες μηχανικές ιδιότητές του.
6. Χημική σταθερότητα για μακροχρόνια χρήση χωρίς χημική αποικοδόμηση.
7. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια χωρίς να έχει αρνητικές επιπτώσεις στο οικολογικό σύστημα.
8. Η υποκατάσταση πρέπει να χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση για τα «κακά» υλικά.
9. Εμπιστοσύνη για την εξασφάλιση της άνεσης του περιβάλλοντος εργασίας.
10. Καθαριότητα για τον διαχωρισμό, τη σταθεροποίηση, την αφαίρεση και την αποτοξίνωση ενός ρύπου, για τη διαδικασία περιβαλλοντικής επεξεργασίας.

Παρακάτω θα αναφερθούν κάποια παραδείγματα οικολογικών υλικών :

Πέτρα

Ένα από τα πρώτα υλικά που έχει χρησιμοποιήσει ο άνθρωπος είναι αυτό που έβρισκε σε μεγάλη αφθονία γύρω του και δεν είναι τίποτε άλλο από την πέτρα. Παλαιότερα είχε χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό οικιών αλλά και για την κατασκευή ειδικά στα νησιά μας ξερολιθιών, που συγκρατούσαν το χώμα για να αναπτυχθούν καλλιέργειες. Στην σύγχρονη εποχή μας την χρησιμοποιούμε κυρίως ως διακοσμητικό υλικό, είτε σε πλακοστρώσεις πεζοδρόμων ή στις πλατείες δημιουργώντας εντυπωσιακές γωνίες από πέτρα, τονίζοντας έτσι το φυσικό στοιχείο που μας λείπει. Η πέτρα είναι ένα δομικό στοιχείο που δεν χρειάζεται έντονη κατεργασία, είναι αρκετά ανθεκτικό, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και βεβαίως είναι ανακυκλώσιμο υλικό με την έννοια ότι χαλώντας ένα μέρος που είναι φτιαγμένο από πέτρες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάτι καινούργιο, το μόνο που θα λείπει είναι το συνδετικό υλικό για να τις δέσει. (ΕΑΠ ΤΟΜΟΣ Α ΠΣΠ60), (Brent Ehrlich, 2013)

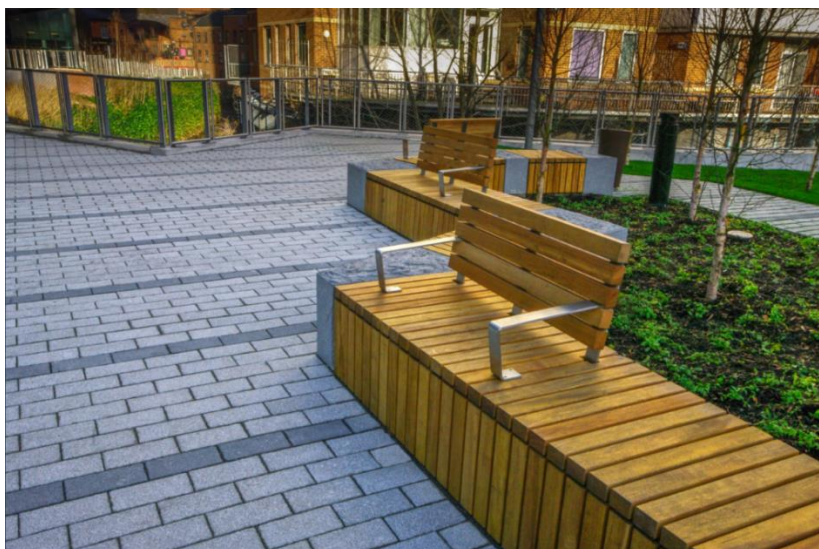


Εικόνα 19. Φυσική πέτρα (πηγή:<https://cupastone.com/gabion-walls-3-projects-natural-stone/>).

Ξύλο

Το ξύλο όπως και η πέτρα είναι από τα πρώτα υλικά που ο άνθρωπος χρησιμοποίησε και αυτό γιατί τα έβρισκε σε αφθονία στην φύση. Το ξύλο είναι ένα δομικό υλικό που έχει αρκετά πλεονεκτήματα αν τα συγκρίνουμε με άλλα δομικά υλικά, όπως είναι ο χάλυβας ή το σκυρόδεμα, ενώ οι εφαρμογές του είναι άφθονες. Το ξύλο όμως προέρχεται από δάση που έχουν αρχίσει να μειώνονται επικίνδυνα, για αυτό πρέπει να το παίρνουμε από μέρη όπου υπάρχουν αυστηρά διαχειριζόμενα δασικές περιοχές, έτσι που να πετυχαίνετε η ανανέωση των κομμένων δέντρων. Όπως είπαμε το ξύλο έχει πάρα πολλές εφαρμογές, κάποιος πιο τολμηρός ίσως να έλεγε και άπειρες, εμείς όμως θα περιοριστούμε σε πιο στατικά θέματα χρήσης του, όπως είναι: πέργκολες, διαχωριστικά, ξύλινα στόρια, παγκάκια σε πλατείες, δάπεδα σε οικίες και άλλα πολλά. Υπάρχει όμως μια βασική προϋπόθεση για να γίνει το ξύλο ανθεκτικό και να μακροημερεύσει, πρέπει να απαλλαγεί από τυχόν ζιζάνια ή από μεταγενέστερη επίθεση τους, αυτό το πετυχαίνουμε όταν κατά την επεξεργασία και συντήρηση των προϊόντων ξυλείας χρησιμοποιούμε φυσικά αβλαβή παρασιτοκτόνα φυτικής προέλευσης

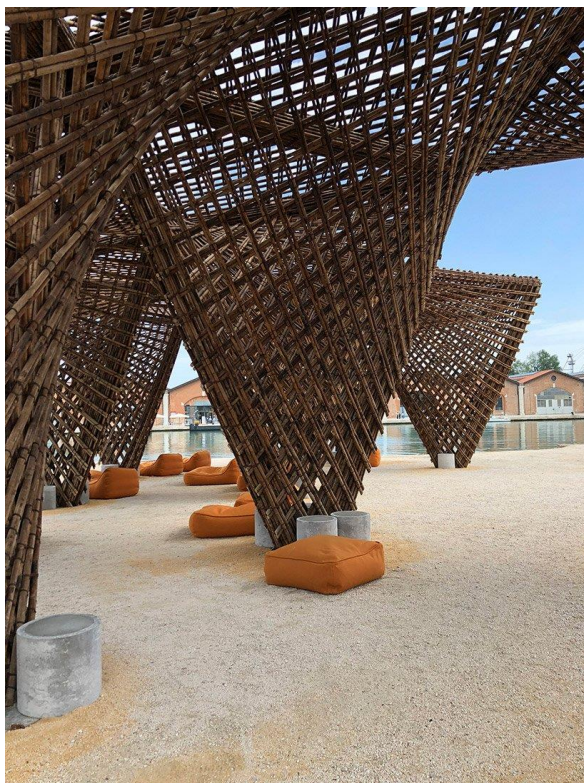
όπως: φυτικά έλαια, φυτικές ρητίνες, κερί). Εάν πέτυχουμε την σωστή συντήρηση το ξύλο μας όχι μόνο θα έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, αλλά θα μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί μελλοντικά και για άλλες χρήσεις. (eletech), (Emily Peckenhams, 2016).



Εικόνα 20. Παγκάκια από ξύλο(πηγή : <https://www.euroform-w.com/en/photos/references/england-manchaster-circle-square#718-1>).

Μπαμπού

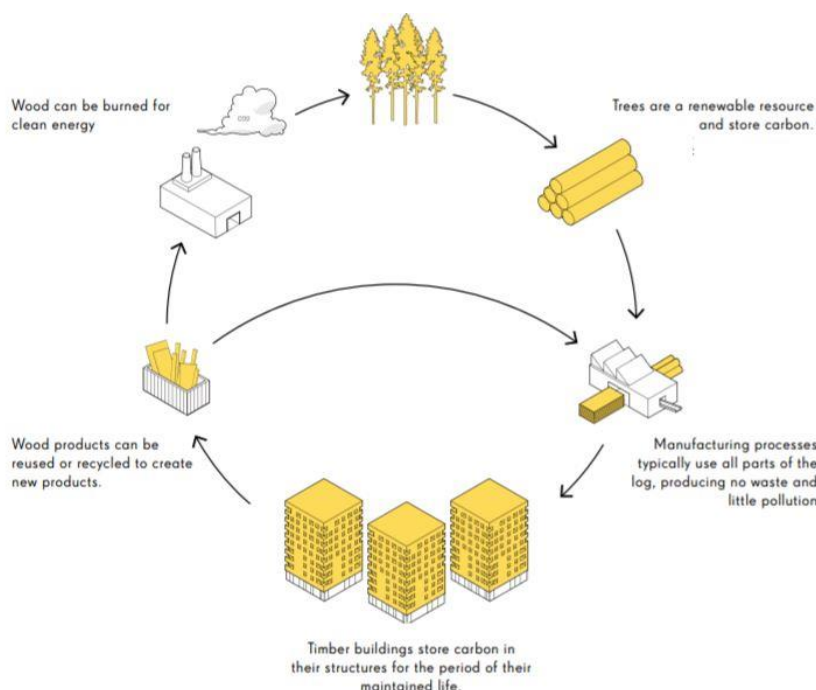
Ένα άλλο υλικό είναι το μπαμπού το οποίο έχει χαρακτηριστικά που συνδυάζουν την αντοχή και τον εφελκυσμό, παράλληλα έχει μικρό βάρος αναπτύσσεται εξαιρετικά γρηγορά ως φυτό. Επίσης έχει αντοχή στην κρούση, ενώ ανάλογα με το επιφανειακό φινίρισμα που θα του εφαρμόσουν, δεν απορροφά λεκέδες ή υγρά μέχρι και μετά από πολύ καιρό. Αυτό το κάνει να είναι εξαιρετικά πρακτικό, μια και είναι εύκολο στον καθαρισμό και χρειάζεται χαμηλό επίπεδο συντήρησης. Το μεγάλο του πλεονέκτημα ως οικολογικό υλικό είναι ότι έχει έναν γρήγορο κύκλο ανάπτυξης περίπου κάθε πέντε χρόνια. (Pavibamboo), (Emily Peckenhams, 2016).



Εικόνα 21. the Bamboo Stalactite pavilion, διοργάνωση της Biennale στη Βενετία το 2018, έργο των Vo Trong Nghia Architects, photo © Inexhibit (πηγή : <https://www.designboom.com/architecture/vtn-bamboo-stalactite-installation/>).

Συνεπώς, τα οικολογικά υλικά μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του περιβαλλοντικού φόρτου μέσα από τους κύκλους ζωής τους (Shinozaki 2004). Με άλλα λόγια, οποιοδήποτε υλικό θα μπορούσε να είναι ένα οικολογικό υλικό εφόσον θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις προϋποθέσεις και τα προαπαιτούμενα των οικολογικών υλικών. Οι προϋποθέσεις των οικολογικών υλικών περιλαμβάνουν τη βελτιστοποίηση των φυσικών ή / και χημικών ιδιοτήτων και την καλύτερη τεχνική απόδοση ενώ τα προαπαιτούμενα είναι τα εξής:

- Σημαντικές περιβαλλοντικές βελτιώσεις σε σύγκριση με τα συμβατικά υλικά.
- Δεν υπάρχει εμπόδιο στο περιβαλλοντικό φορτίο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής.
- Και θα πρέπει να είναι διαθέσιμα περιβαλλοντικά δεδομένα κύκλου ζωής.



Εικόνα 22. Κύκλος ζωής της κατασκευής (πηγή : <https://www.cleantech.com/are-we-overdue-a-building-construction-revolution/>).

4.Ευρωπαϊκά Προγράμματα και Θεσμικό Πλαίσιο για κατασκευαστικά υλικά.

Με το 4^ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον, τέθηκε ως σκοπός η αναζήτηση κονδυλίων για περιβαλλοντικά προγράμματα εντός των πόλεων, γεγονός που ενισχύθηκε το 1990 με το Πράσινο Βιβλίο για το Αστικό Περιβάλλον. Η πορεία αυτή συνεχίστηκε από το 5^ο Πρόγραμμα Δράσης για το Περιβάλλον, από το 1992 έως και το 2000, όπου και δίνεται έμφαση στη Βιώσιμη Ανάπτυξη και της αστική πολιτική της Ευρώπης και έπειτα το 6^ο Πρόγραμμα Δράσης (2000-2010), το οποίο στόχευε και στην βελτίωση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος. Με το 7^ο Πρόγραμμα Δράσης (2012-2020) τίθεται ως βασικός σκοπός η εφαρμογή

των αρχών της βιώσιμης δόμησης στις πόλεις της Ευρώπης (Βιτοπούλου κ.α., 2015).

Συνεπώς, οι κύριες προκλήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις πόλεις έχουν να κάνουν με την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας τους, την πάταξη του κοινωνικού αποκλεισμού και την περιβαλλοντική αναζωογόνηση με βάση τις αρχές της αειφορίας. Με το πρόγραμμα URBAN, έλαβε χώρα μια προσπάθεια για τη βιώσιμη ανάπτυξη στις πόλεις. Το πρώτο αφορούσε την χρονική περίοδο από το 1994 έως και το 1999, με 118 πόλεις της Ευρώπης να παίρνουν μέρος. Ακολούθησε το δεύτερο που αφορούσε την χρονική περίοδο από το 2000 έως και το 2006 και κάλυψε περιοχές που συνολικά κατοικούν περίπου 2.000.000 άνθρωποι (Αγγελίδης, 2004), προσπαθώντας πάντα για την άμβλυνση των έντονων αστικών προβλημάτων, όπως η υπερκατανάλωση ενέργειας και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Γιαννακού, 2004).

Σύμφωνα με τις στατιστικές των τελευταίων ετών στην Ευρώπη, ο κτιριακός τομέας απορροφά περίπου το 50% των υλικών πόρων που λαμβάνονται από τη φύση (Anink, Boostra & Mark, 1996) και περισσότερο από το 50% της εθνικής παραγωγής αποβλήτων προέρχεται από τον οικοδομικό τομέα. Επιπρόσθετα, το 40% περίπου της κατανάλωσης ενέργειας συνδέεται με την οικοδόμηση (Naga, Alsalla & Eloiastry, 1997).

Για όλους τους παραπάνω λόγους, η Ευρώπη πλέον αναζητά με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές της, την αειφόρο ανάπτυξη, έτσι ώστε η πρόοδος και η ανάπτυξη να ανταποκρίνονται στην ανάγκη του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες (Steele, 1997). Από το 1992, με τη Σύνοδο Κορυφής στο Ρίο, συζητήθηκε σχετικά με τον κτιριακό τομέα, η χρήση τοπικών υλικών και εγχώριων πηγών δόμησης, τα κίνητρα για την προώθηση της συνέχισης των παραδοσιακών τεχνικών, με περιφερειακούς πόρους και στρατηγικές αυτοβοήθειας, η ρύθμιση αρχών ενεργειακής απόδοσης σχεδιασμού, η διεθνής ανταλλαγή πληροφοριών για όλες τις πτυχές των κατασκευών που σχετίζονται με το περιβάλλον, μεταξύ των αρχιτεκτόνων και των εργολάβων, ιδιαίτερα των μη συμβατικών πόρων, η

διερεύνηση μεθόδων για την ενθάρρυνση και τη διευκόλυνση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης οικοδομικών υλικών, ιδίως εκείνων που απαιτούν εντατική χρήση ενέργειας κατά την κατασκευή, και η χρήση καθαρών τεχνολογιών (Sitarz, 1992).

Η κύρια Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την ενεργειακή απόδοση στα κτίρια είναι η Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία και αντικατέστησε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Επιπρόσθετα, η Οδηγία 2009/28/ΕΚ αναφέρεται ειδικότερα για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Με τις Οδηγίες αυτές απώτερος στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας στα νέα κτίρια καθώς και η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων που ανήκουν στο δημόσιο έως το 2020.

Η χώρα μας για να συμμορφωθεί με την κοινοτική Οδηγία 2010/31/ΕΕ, εξέδωσε το Ν. 3661/08 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις». Με την ενσωμάτωση αυτή εκδόθηκαν τα εξής:

- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).
- Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού».
- Σύσταση Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), με το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 (ΦΕΚ 132/Α/2010).

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) κατάργησε τον Κανονισμό Θερμομόνωσης που ίσχυε και έδωσε έμφαση στη βελτίωση της «ενεργειακής συμπεριφοράς» των κτιρίων. Δύο χρόνια μετά από την έκδοση του Ν.3661/2008 ενσωματώθηκε και η Οδηγία 2006/32/ΕΚ με το Ν.3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις».



Εικόνα 23. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (πηγή : <https://www.b2green.gr/el/post/68076/kenak-energeiaki-epitheorisi-energeiaki-apodosi-kai-ktiria-nzeb-methodologia-kai-nomothesia>).

4.1.Ευρωπαϊκά προγράμματα για ενίσχυση οικολογικών υλικών

Σύμφωνα με την Οδηγία 2006/32/EK και τη νεότερη Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση, τέθηκε ως στόχος η εξοικονόμηση ενέργειας. Ο Νόμος 3855/2010 (ΦΕΚ, Α, 95, 23-06-2010) «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» αποτέλεσε το πλαίσιο για την προώθηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στη χώρα μας.

Σύμφωνα με τις πρώτες ενδείξεις από την εφαρμογή των μέτρων, παρουσιάστηκε πτωτική τάση στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το 2007 έως και το 2012, της τάξης του 22%. Ειδικότερα η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας βάση των δεικτών ODEX ήταν 11,2 TWh (0,96 Mtoe).

Με την εναρμόνιση της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ, διατυπώνεται στο Άρθρο 3 ο στόχος της ενεργειακής απόδοσης για το 2020 σε τελική κατανάλωση ενέργειας

στα 18,4 Mtoe. Στο Άρθρο 7 αναφέρεται ο στόχος εξοικονόμησης ενέργειας από το έτος 2014 έως και το 2020 σε 3.332,7 ktoe (38,8 TWh) εκ των οποίων το σύνολο των νέων ετήσιων εξοικονομήσεων ισούται με 902,1 ktoe (10,5 TWh). Τέλος, στο Άρθρο 5 αναλύεται ο ρόλος των κτιρίων του δημοσίου, στα οποία αποφασίστηκε ανακαίνιση στο 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου.

Παρακάτω αναφέρονται κάποια από τα βασικότερα προγράμματα που έλαβαν χώρα στην Ελλάδα, με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα και το προώθηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των πράσινων υλικών.

- ΕΣΠΑ 2007-2013 με προϋπολογισμό 439.997.500€: Με τα Επιχειρησιακά Προγράμματα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη (ΕΠΕΡΑΑ) καθώς και τα Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα (ΠΕΠ), δίνεται έμφαση στην βελτίωση της κατάστασης του αστικού περιβάλλοντος και συνεπώς της ποιότητας της ζωής των κατοίκων καθώς και στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).
- Εξοικονομώ κατ' Οίκον: αποτελεί ένα Πρόγραμμα που βασίζεται στο νέο Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ), αριθ. 397/2009 (ΕΕ L126/21.05.2009) για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς επίσης και στον Κανονισμό αριθ. 539/2010 της 16ης Ιουνίου 2010 (ΕΕ L158/24.6.2010) που αφορά τα κίνητρα για μια ενεργειακά αποδοτικότερη δόμηση.
- Πρόγραμμα Εξοικονομώ για τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ): Το πρόγραμμα άνοιξε το έτος 2009 με φορέα το Υπουργείο Ανάπτυξης και αφορά ΟΤΑ πρώτου βαθμού, δηλαδή Δήμους με κατοίκους άνω των 10.000. Κύριος στόχος του προγράμματος αυτού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας 63GWh κατά μέσο όρο στα κτίρια που ανήκουν στο Δημόσιο. Κύριες δράσεις αφορούσαν τα υφιστάμενα δημοτικά κτίρια, τους χώρους αστικού πρασίνου, στις αστικές μεταφορές, καθώς και κάποιες δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης σχετικά με το βιοκλιματικό σχεδιασμό και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής στις πόλεις.

- Χτίζοντας για το Μέλλον: το έτος 2010 το Υπουργείο Περιβάλλοντος παρουσίασε το Πρόγραμμα «Χτίζοντας για το Μέλλον», με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων της Ελλάδας, τα οποία όπως και διαπιστώθηκε στο μεγαλύτερο μέρος τους ήταν πολύ ενεργοβόρα ενώ ταυτόχρονα οι ιδιοκτήτες τους δεν είχαν την οικονομική δυνατότητα για να τα αναβαθμίσουν ενεργειακά. Έτσι λοιπόν το συγκεκριμένο πρόγραμμα προσπαθεί να μειώσει και τις ανισότητες, βοηθώντας τους οικονομικά ασθενέστερους πολίτες να αναβαθμίσουν τα κτίρια τους.
- Πράσινες Γειτονιές: Πρόκειται για μία δράση του ΕΣΠΑ στον Άξονα «Προστασία Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος & Αστικές Μεταφορές – Αντιμετώπιση Κλιματικής Αλλαγής –Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του ΕΠΠΕΡΑΑ, με προϋπολογισμό περίπου 7.000.000 ευρώ. Ο κύριος στόχος του προγράμματος ήταν να δημιουργηθούν κάποιες αστικές ενότητες, στις οποίες τα κτίρια να έχουν μηδενική ή χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση. Η πρώτη υλοποίηση του συγκεκριμένου προγράμματος έλαβε χώρα στο Δήμο Αγίας Βαρβάρας στις πολυκατοικίες πρόνοιας. Στα κτίρια αυτά τοποθετήθηκε εξωτερική θερμομόνωση στους τοίχους και στο δώμα, νέα κουφώματα, ψυχρά επιχρίσματα, πράσινες οροφές και συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες (Τράτσα, 2011).
- Build-up Skills: Αποτελεί ένα πρόγραμμα με συντονιστή το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) κατά το έτος 2012 με διάρκεια 18 μηνών, που έχει ως κύριο στόχο την προετοιμασία των διαδικασιών για την κατάρτιση σε δεξιότητες κτιριακού τομέα. (European Commission).
- Power of Ten: Αποτελεί μια ιδιωτική πρωτοβουλία κατά το έτος 2011, που αφορά την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά και αξιοποιεί την ενεργό συμμετοχή των παιδιών και τη δύναμη αλλαγής που αυτά φέρουν (4green).

Συμπερασματικά, με όλα αυτά τα προγράμματα που προσφέρθηκαν στην Ελλάδα, έγινε μια σημαντική προσπάθεια να αναβαθμιστούν ενεργειακά τα κτίρια της Ελλάδας, τα περισσότερα από τα οποία έχουν κριθεί ως ιδιαίτερα ενεργοβόρα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί, αν και δεν υπάρχει θεσμοθετημένο εθνικό ταμείο για την ενεργειακή απόδοση, το ρόλο αυτό έχει αναλάβει το Πράσινο Ταμείο, όπως αναφέρεται στο Άρθρο 9 του Ν. 3855/2010, ενθαρρύνει τις επενδύσεις που στοχεύουν στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια και την προώθηση της χρήσης των ΑΠΕ. Επιπλέον επιδοτεί ή δίνει δυνατότητες χρηματοδότησης επιχειρηματικών σχεδίων, επενδύσεων και προγραμμάτων που σχετίζονται με την βιώσιμη ανάπτυξη στον κτιριακό τομέα.

5.Φυτεμένα δώματα

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960 ερευνήθηκαν τεχνολογίες με πράσινων δωμάτων και αναπτύχθηκε σε πολλές χώρες, όπως στην Ελβετία και στη Γερμανία. Κατά τη δεκαετία του 1970 έλαβε χώρα σημαντική τεχνική έρευνα σχετικά με τα διάφορα συστατικά του πράσινου. Πραγματοποιήθηκε τεχνολογία στέγης, συμπεριλαμβανομένων μελετών για παράγοντες απωθητικής ριζών, αδιάβροχες μεμβράνες, παροχέτευση, ελαφρά αναπτυσσόμενα μέσα και φυτά. Η ανάπτυξη των αγορών πράσινης στέγης στη Γερμανία επεκτάθηκε γρήγορα, με μέση ετήσια αύξηση 15 έως 20%. Μέχρι το 1989, 1 εκατομμύριο τετραγωνικά μέτρα πράσινων στεγών είχαν εγκατασταθεί στη Γερμανία. Μέχρι το 1996, αυτός ο αριθμός είχε φτάσει σε 10 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα. Αυτή η αξιοσημείωτη ανάπτυξη ενθαρρύνθηκε από το κράτος με κρατικές και δημοτικές επιχορηγήσεις, από τριάντα πέντε έως σαράντα γερμανικά μάρκα ανά τετραγωνικό μέτρο στέγης. Άλλα ευρωπαϊκά κράτη και πόλεις έχουν υιοθετήσει παρόμοια είδη πολιτικής. Ως αποτέλεσμα της κυβερνητικής πολιτικής και υποστήριξης προγραμμάτων προώθησης στην Ευρώπη, δημιουργήθηκε μια νέα βιομηχανία πράσινων στεγών για φυτά και προμηθευτές υλικών, επαγγελματίες στέγης,

εγκαταστάτες και συνεργεία συντήρησης. Έτσι, στη Γαλλία, στην Αυστρία, στη Νορβηγία, στην Ελβετία αλλά και σε άλλα ευρωπαϊκά κράτη τα φυτεμένα δώματα έγιναν κοινά αποδεκτό χαρακτηριστικό στον κατασκευαστικό κλάδο και το αστικό τοπίο (Peck et al. 1999).

Σήμερα, η Ευρώπη έχει πάνω από τριάντα χρόνια έρευνας και προϊόντων πράσινης στέγης, για να υποστηρίξει την επιτυχημένη βιομηχανία πράσινης στέγης, αν και η πρώιμη έρευνα για φυτεμένα δώματα πραγματοποιήθηκε στη Γερμανία, την Ελβετία και τη Σκανδιναβία (Dvorak, 2010, Koehler, 2007, Mentens et al., 2006).

Από αυτήν την ευρεία εμπειρία, κατασκευάστηκαν οι εξελίξεις των κατευθυντήριων γραμμών που βασίζονται σε ακαδημαϊκή έρευνα, ανάπτυξη προϊόντων / συστατικών αλλά και παρακολούθηση πεδίου (Dvorak, 2011). Αυτές οι οδηγίες, που ονομάζονται FLL, χρησιμοποιούνται συχνά για τις φυτεμένα δώματα σε όλη την Ευρώπη σήμερα. Το FLL είναι σύντομο για το Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau. Επισημώς, είναι γνωστές ως Οδηγίες για τον Προγραμματισμό, Εκτέλεση και Συντήρηση χώρων πράσινης στέγης και χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό πράσινης στέγης, προδιαγραφές, συντήρηση και δοκιμές (Dvorak, 2011).



Εικόνα 24. Φυτεμένο δώμα στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Nanyang στην Σιγκαπούρη (πηγή : <https://www.thecoolist.com/green-roof-design-10-stunning-sustainable-works-of-architecture/>).

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν ένα τύπο κατασκευής οροφής που υπήρχε εδώ και χιλιάδες χρόνια σε όλο τον κόσμο. Ο κύριος ρόλος των πράσινων στεγών σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα ήταν η βελτίωση των συνθηκών εσωτερικής άνεσης μέσα στο κτίριο.

Τόσο οι παλιές απλές κατασκευές των πράσινων στεγών, όσο και οι σημερινές σύγχρονες αποσκοπούν στην θερμική άνεση. Οι σημερινές όμως εγκαταστάσεις οικολογικής οροφής, παρέχουν και άλλα πλεονεκτήματα. Αρχικά, για τους περισσότερους επιστήμονες του κτιρίου, το επιπλέον στρώμα εδάφους στην κορυφή της στέγης θεωρήθηκε απλά ως πρόσθετο μονωτικό στρώμα το οποίο στη χειρότερη περίπτωση θα μείωνε τις θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα και θα σκίαζε τα συμβατικά στρώματα κατασκευής το καλοκαίρι προσφέροντας προστασία από υπερθέρμανση λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας.

Μια τυπική πράσινη οροφή αποτελείται από ένα ελαφρύ μίγμα εδάφους και ένα στρώμα αποστράγγισης. Ένα φίλτρο υφάσματος διατηρεί αυτά τα

στρώματα διαχωρισμένα και ένα ειδικό στρώμα κάτω από την αποστράγγιση προστατεύει την υποκείμενη δομή από τις ρίζες της βλάστησης. Υψηλής ποιότητας στεγανοποίηση απαιτείται για να αποφευχθεί η διαρροή νερού. Το ύψος κάθε στρώματος εξαρτάται από τις απαιτήσεις της επιλεγμένης βλάστησης. Ο ρόλος της στρώσης αποστράγγισης μπορεί να είναι απλώς ο έλεγχος της υγρασίας του εδάφους και η σωστή αποστράγγιση, καθώς σε πολλές περιπτώσεις το κορεσμένο έδαφος θα προκαλέσει μόνιμη βλάβη στις ρίζες. Σε ορισμένους τύπους πράσινης οροφής, το στρώμα αποστράγγισης έχει σχεδιαστεί για να κρατά τη βροχή ή το νερό άρδευσης και να διατηρεί το μίγμα εδάφους υγρό, δημιουργώντας ένα περιβάλλον κατάλληλο για βλάστηση που απαιτεί νερό.



Εικόνα 25. Φυτεμένο δώμα στο Δημαρχείο του Σικάγου, ΗΠΑ (πηγή : <https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe>).

Σύμφωνα με τους Dunnett & Kingsbury (2004), με βάση τις κατασκευαστικές ιδιότητες, τα ύψη των στρωμάτων και τις απαιτήσεις συντήρησης των στεγών οροφής, αναφέρθηκαν κυρίως δύο κύριες κατηγορίες, που είναι οι εκτεταμένες και οι εντατικές φυτεμένα δώματα. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι, τα όρια μεταξύ αυτών των κατηγοριών δεν είναι πάντοτε σαφή.



Εικόνα 26. Συνεδριακό κέντρο στο Βανκούβερ, Καναδάς (πηγή : <https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe>).

Τα φυτεμένα δώματα σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υλικά που ανά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για στέγες, επηρεάζουν τη θερμική ροή μέσα από την περιοχή που καταλαμβάνουν και τα στρώματα τους αποτελούν ένα ζωντανό σύστημα που αλληλοεπιδρά τόσο με το κτίριο, όσο και με το περιβάλλον, με διάφορους τρόπους. Τα κυριότερα των πράσινων στεγών συνοψίζονται στα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

- Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη.
- Μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας.
- Απορρόφηση ατμοσφαιρικών ρύπων και σκόνης.
- Εξασθένηση της απορροής των ομβρίων υδάτων.
- Επέκταση της ζωής για στρώματα στεγανοποίησης.
- Ελκυστικό ανοιχτό χώρο (αισθητικά οφέλη).
- Παροχή οικοτόπων άγριας πανίδας.
- Μείωση του αστικού θορύβου.
- κοινωνικά και ψυχολογικά οφέλη.

Από την άλλη πλευρά, τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των φυτεμένων δωματίων είναι τα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

- Υψηλό αρχικό κόστος.
- Πρόσθετο φορτίο που πρέπει να υποστηριχθεί. Στην περίπτωση υφιστάμενων κτιρίων, αυτό περιορίζει την επιλογή του τύπου πράσινης οροφής στον εκτεταμένο τύπο, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις δεν χρειάζεται πρόσθετη υποστήριξη.

Έτσι λοιπόν οι φυτεμένα δώματα συμβάλλουν θετικά στο μικροκλίμα της πόλης, αυξάνοντας την ηχομόνωση και μειώνοντας την ενέργεια που απαιτείται για τη συντήρηση του εσωτερικού κλίματος και συνεπώς μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας τόσο για θέρμανση όσο και για κλιματισμό. Επιπρόσθετα, τα φυτεμένα δώματα μετριάζουν το πρόβλημα της απορροής του νερού τις βροχής στις πόλεις, αποτρέποντας έτσι πλυμμηρικά φαινόμενα. Ακόμη βελτίωση επέρχεται και στην ποιότητα του αέρα, με την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα και την απελευθέρωση οξυγόνου, καθώς και με την άμβλυνση του φαινομένου της θερμικής νησίδας. Φυσικά, πέρα από όλα τα παραπάνω, οι πράσινες οροφές, μπορούν να αποτελέσουν με την κατάλληλη διαμόρφωσης και χώρους αναψυχής και ψυχαγωγίας (Green Roofs as Urban Ecosystems, 2007).



Εικόνα 27. Φυτεμένο δώμα στο Νομαρχιακό κτίριο στην Φουκουόκα, Ιαπωνία (πηγή : <https://www.goodnet.org/articles/5-impressive-green-roofs-from-across-globe>).

Παρόλα τα θετικά των φυτεμένων δωματίων, θα πρέπει να δοθεί βάση κατά το στάδιο της κατασκευής, έτσι ώστε να υπολογιστεί η στατική επιβάρυνση του κτιρίου. Η στατική επιβάρυνση πολλές φορές μπορεί να είναι τέτοια, που το υπάρχον κτίριο να μην αντέχει τη δημιουργία πράσινης οροφής. Επίσης, σοβαρά θα πρέπει να ληφθεί το ζήτημα της στεγανοποίησης, έτσι ώστε να προληφθούν φαινόμενα υγρασίας στο κτίριο. Τέλος, στη μελέτη θα πρέπει να συμπεριληφθεί και η οικονομική επιβάρυνση που αφορά τόσο την κατασκευή, όσο και συντήρηση της πράσινης στέγης (Cappelli, Cianfrini, & Corcicone, 1998).

5.1.Τεχνικές φυτεμένων δωματίων

5.1.1.Εκτατικά φυτεμένα δώματα: Τα εκτατικά φυτεμένα δώματα προσφέρουν μια ελαφριά και χαμηλή συντήρηση, δίνουν άμεση λύση. Δεν προορίζονται για πρόσβαση στο ευρύ κοινό αλλά επιλέγονται κατά κύριο λόγο για τα οικολογικά τους οφέλη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδες ή κεκλιμένες στέγες. Επίσης είναι οικονομικά αποδοτικά μια και έχει ελαφριές απαιτήσεις συστήματος. Μπορούν να σχεδιαστούν σε νέα κτίρια ή σε υπάρχοντα κτίρια και χρειάζεται απλό σχεδιασμό. Τα συγκεκριμένα φυτεμένα δώματα χρησιμοποιούν βλάστηση

όπως: θερμόφιλοι χλοοτάπητες (kikuyu, zoysia, αγριάδα κλπ), αρωματικά φυτά (θυμάρια, φασκόμηλα, λεβάντες, δενδρολίβανα κλπ), ως εδαφοκάλυψη τα καλλωπιστικά αγρωστώδη (φεστούκα, μίσχανθος κλπ) και τα παχύφυτα (κυρίως είδη Sedum). Τα Sedum έχουν την ικανότητά να ανθίζουν σε σκληρά περιβάλλοντα. Είναι κυρίως αυτοσυντηρούμενα κοινότητα φυτών (Καφρίτσα Γεώργιο), (greenroofers).



Εικόνα 28. Τύπος γρασίδι kikuyu. (πηγή : <https://www.agroserv.gr/product/kikuyu>).



Εικόνα 29. Τύποι γρασιδιών Zoysia, Paspalum, Bermuda, ST. Augustine και Bahia (πηγή : https://aytomatorpotisma.blogspot.com/p/blog-page_5.html).



Εικόνα 30. Θυμάρι (πηγή : <http://meli-lithaion.blogspot.com/2016/06/2016.html>).



Εικόνα 31. Φασκόμηλο (πηγή :
<https://www.fytotropmitheyтики.gr/index.php/component/eshop/catalog/item/fita/18-aromatika---botana/6543-faskomilo-%28salbia%29>).



Εικόνα 32. Λεβάντα (πηγή : <https://portnet.gr/themata/21090-levanta-mia-kalliergeia-pou-kerdizei-synexos-edafos-stin-ellada.html>).



Εικόνα 33. Δεντρολίβανο (πηγή : https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF:Rosemary_bush.jpg).



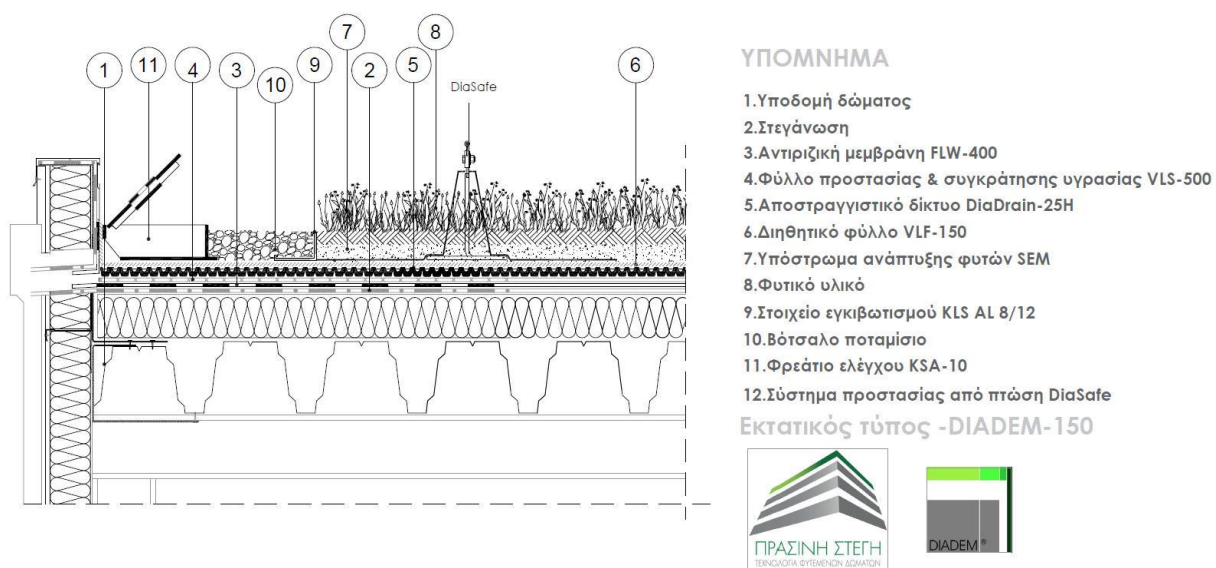
Εικόνα 34. Φεστούκα (πηγή : <https://www.kipogeorgiki.gr/festuca-glauca-futo>).



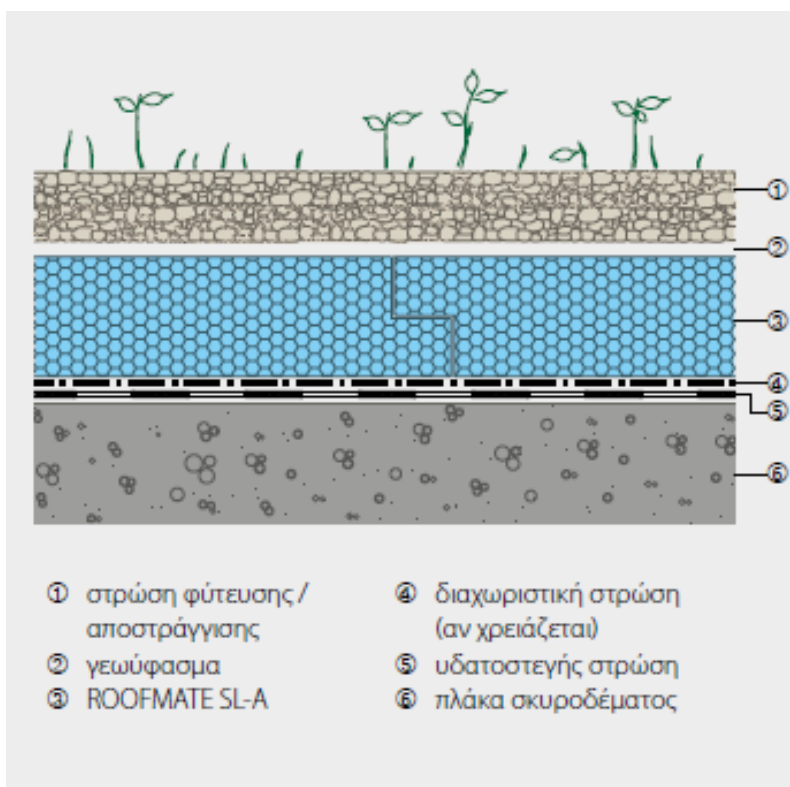
Εικόνα 35. Μίσχανθος (πηγή : <https://sites.google.com/site/mygardengr/home/se-prasines-orophes/mischanthos>).



Εικόνα 36. Διάφορα είδη φυτών Sedum (πηγή : <https://en.wikipedia.org/wiki/Sedum>).



Εικόνα 37. Τομή φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoifutemenwn-dwmatwn/ektatikos-tupos-diadem-150/>).



Εικόνα 38. Τομή φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου (πηγή : Dow,2015).



Εικόνα 39. Φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου (πηγή : <https://efb-greenroof.eu/work/extensive-green-roof-portugal/>).

5.1.2. Ημι-εντατικά φυτεμένα δώματα: Τα ημι-εντατικά συστήματα φυτεμένων δωμάτων έχουν ένα πλουσιότερο, βαθύτερο διάλυμα υποστρώματος και αποστράγγισης σε σύγκριση με τις εκτατικές στέγες, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την χρήση ενός ευρύτερου φάσματος σύνθετων μιγμάτων φυτών. Οι ημι-εντατικές στέγες χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε ορατές περιοχές για τη βελτίωση του αισθητικού σχεδιασμού χρησιμοποιώντας μικρούς ανθεκτικούς θάμνους όπως: πυξάρι, πικροδάφνη, κουμαριά, πιρουνία και γρασίδι. Απαιτούν υψηλότερο επίπεδο συντήρησης σε σύγκριση με τις εκτατικές στέγες και αυτό λόγω της βλάστησης και των υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται. Έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούν μια ευρύτερη γκάμα σύνθετων μιγμάτων φυτών και μικρών θάμνων, λόγω του βαθύτερου χώρου και σαφώς πιο πλούσιου σε θρεπτικά μέσα καλλιέργειας που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους (Καφρίτσα Γεώργιο), (greenroofers).



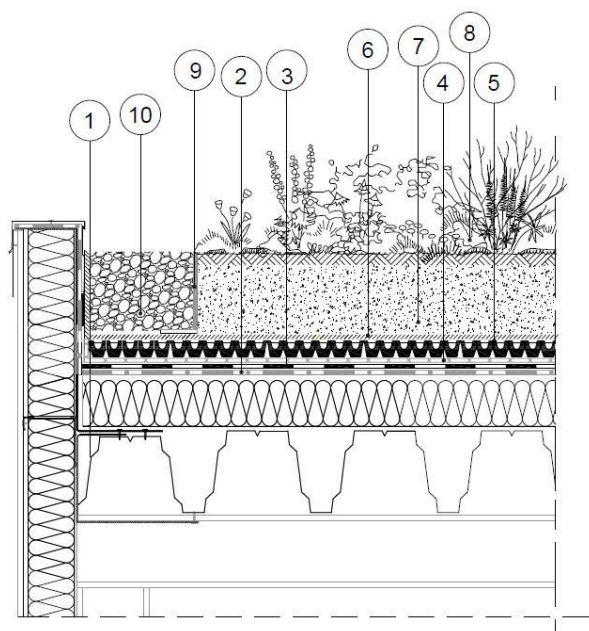
Εικόνα 40. Πυξάρι (πηγή : <https://www.kipogeorgiki.gr/puksari-buxus-sempervirens>).



Εικόνα 41. Πικροδάφνη (πηγή : <https://www.georoniko-kentro.gr/product/pikrodafni-rododafni/>).



Εικόνα 42. Κουμαριά (πηγή : <http://xlorida.blogspot.com/2013/04/arbutusunedo-ericaceae-800.html>).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1.Υποδομή δώματος
- 2.Στεγάνωση
- 3.Αντιρριζική μεμβράνη FLW-400
- 4.Φύλλο προστασίας & συγκράτησης υγρασίας VLS-500
- 5.Αποστραγγιστικό δίκτυο DiaDrain-40H
- 6.Διηθητικό φύλλο VLF-200
- 7.Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών SRM
- 8.Φυτικό υλικό
- 9.Στοιχείο εγκιβωτισμού RDL-19
- 10.Βότσαλο ποταμίσιο

Ημιεντατικός τύπος -DIADEM-350



Εικόνα 43. Τομή φυτεμένου δώματος ημιεντατικού τύπου (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/imientantikos-tupos-diadem-350/>).

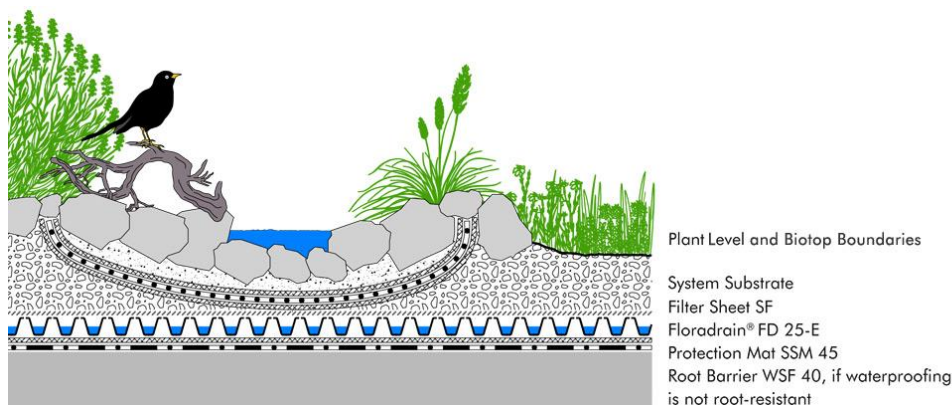


Εικόνα 44. Φυτεμένο δώμα ημιεντατικού τύπου (πηγή : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617306522>).

5.1.3.Βιοποικιλότητα σε φυτεμένα δώματα: Οι στέγες βιοποικιλότητας χρησιμοποιούνται κυρίως γιατί έχουν οικολογικά οφέλη. Περιέχουν μέσα τους μια σειρά από ανακυκλωμένα υλικά, όπως είναι τα χαλίκια, το καουτσούκ, ή ακόμη μικρούς κορμούς, για να ενθαρρύνουν την κατοίκηση μικρών ζώων όπως οι μέλισσες και τα μικρά έντομα. Επίσης συμβάλλουν στην υποστήριξη του περιβάλλοντος και βοηθούν στον προγραμματισμό εφαρμογών από την τοπική αυτοδιοίκηση καθώς και τις πολιτικές αρχές για την οικοδόμηση ενός βιώσιμου περιβάλλοντος (Greenroofers).

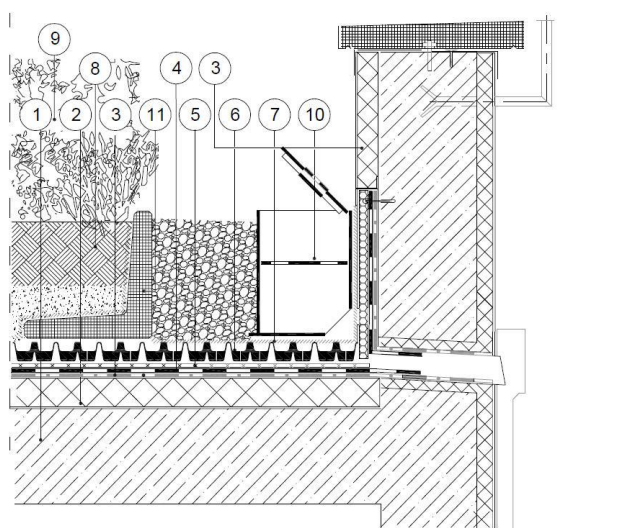


Εικόνα 45. Φυτεμένο δώμα με βιοποικιλότητα (πηγή : <https://zincogreenroof.com/systems/biodiversity-green-roof>).



Εικόνα 46. Τομή φυτεμένου δώματος με βιοποικιλότητα (πηγή : <https://zincogreenroof.com/systems/biodiversity-green-roof>).

5.1.4.Εντατικά φυτεμένα δώματα: Είναι οι στέγες που προορίζονται να αναπαράγουν αυτό που συνήθως υπάρχει στο επίπεδο του εδάφους στο φυσικό τοπίο και σε χώρους πρασίνου, όπως πάρκα ή καλλιεργημένους κήπους. Ταιριάζουν σε στέγες με ιδιαίτερα ορατή παρουσία ή πρόσβαση στο κοινό και συνήθως αναφέρονται ως «roof garden». Οι επιλογές για αυτήν την περίπτωση περιλαμβάνουν θάμνους, γηγενή χορτάρια και χόρτα, μεγαλύτερα πολυετή φυτά, τροπική μη γηγενή βλάστηση (Greenroofers).



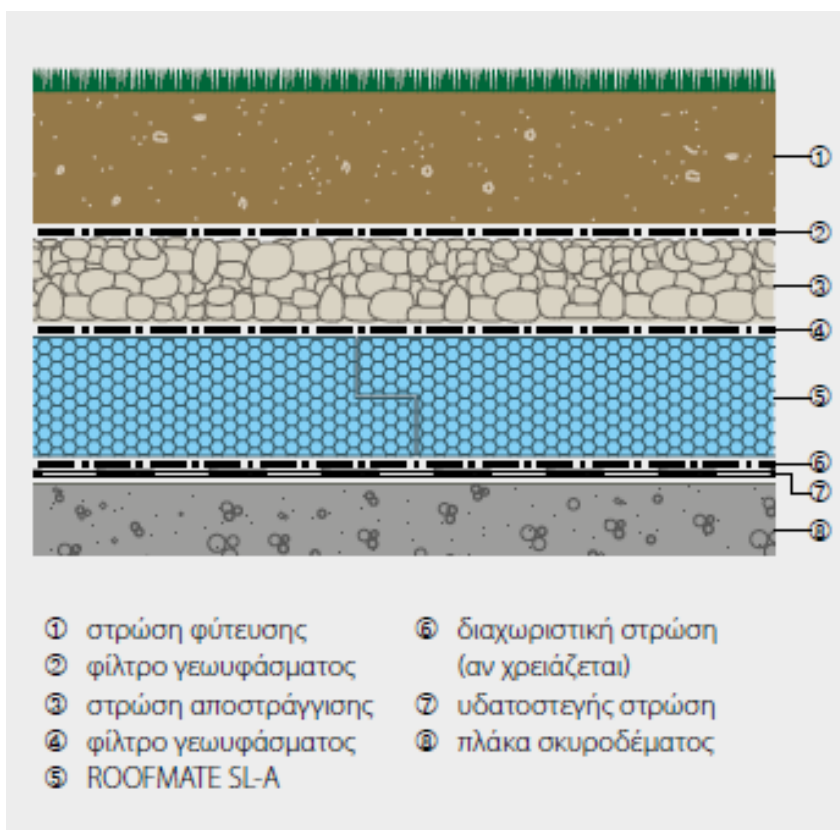
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1.Ενισχυμένο σκυρόδεμα
- 2.Φράγμα υδρατμών
- 3.Θερμομόνωση
- 4.Αντιριζική μεμβράνη με επιπλέον υδρομονωτικές ιδιότητες FLW-1000
- 5.Φύλλο προστασίας & συγκράτησης υγρασίας VLS-500
- 6.Αποστραγγιστικό δίκτυο DiaDrain-60H
- 7.Διηθητικό φύλλο VLF-200
- 8.Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών SRM
- 9.Φυτικό υλικό
- 10.Φρεάτιο ελέγχου KSA-40
- 11.Στοιχείο εγκιβωτισμού BW

Εντατικός τύπος -DIADEM-750



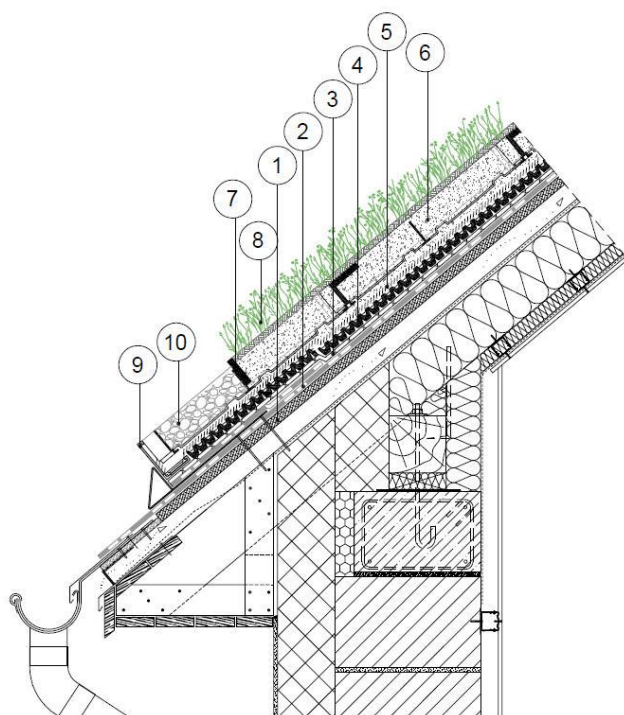
Εικόνα 47. Τομή φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/entatikos-tupos-diadem-750/>).



Εικόνα 48. Φυτεμένο δώμα εντατικής φύτευσης (πηγή : Dow,2015).



Εικόνα 49. Φυτεμένο δώμα εντατικής φύτευσης (πηγή : <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-roofs/intensive-green-roofs/>).



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- 1.Υποδομή δώματος
- 2.Στεγάνωση με αντιριζικές ιδιότητες
- 3.Φύλλο προστασίας VLU-300
- 4.Αποστραγγιστικό δίκτυο DiaDrain-25H
- 5.Διηθητικό φύλλο VLF-150
- 6.Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών SEM
- 7.Σύστημα συγκράτησης υποστρώματος ανάπτυξης φυτών DIADOMINO
- 8.Φυτικό υλικό
- 9.Στοιχείο εγκιβωπισμού KLS AL 8/12
- 10.Βότσαλο ποταμίσιο

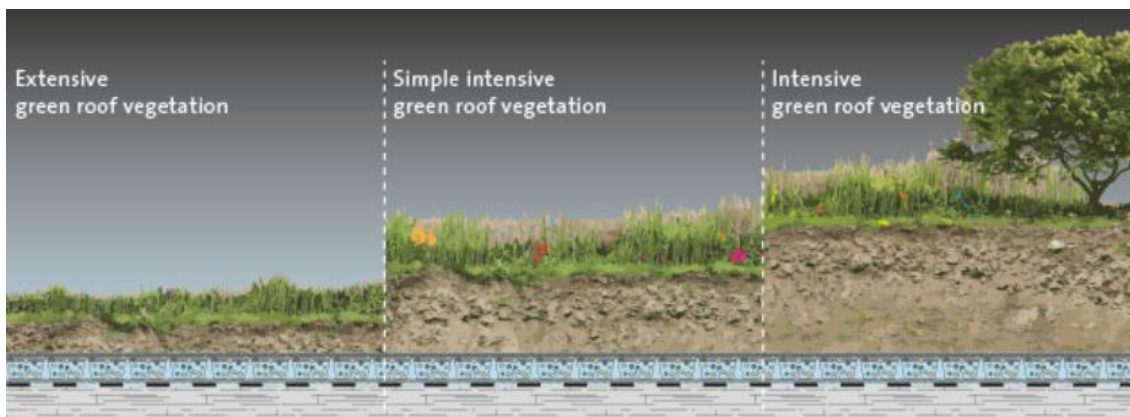
Επικλινής τύπος



Εικόνα 50. Τομή φυτεμένου δώματος επικλινής τύπος(πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/epiklinis-tupos/>).



Εικόνα 51. Φυτεμένο δώμα επικλινής τύπος(πηγή : <https://www.permagard.co.uk/advice/green-roof-construction>).



Εικόνα 52. Τομές φυτεμένων δωμάτων τύπων εκτατικού, ημιεντατικού και εντατικού (πηγή : <https://www.resitrix.com/gb/applications-solutions/areas-of-application/green-roof-waterproofing/>).

5.2. Παραδείγματα φυτεμένων δωμάτων



Εικόνα 53. Κατοικία Aloni, Αντίπαρο. (πηγή : <https://deca.gr/project/aloni/>).

Στην Αντίπαρο 2008 τέλειωσε η κατοικία Aloni από το αρχιτεκτονικό γραφείο Deca architecture. Η κατοικία έχει συνολικό εμβαδό 210 τ.μ. Ο σχεδιασμός του σπιτιού αποτελεί μια διπλή ανταπόκριση που αφορά στην συγκεκριμένη τοπογραφία του χώρου καθώς και στις τεχνικές αγροτικής εξημέρωσης, που στο

παρελθόν διαμορφώσαν το άγριο και ακατέργαστο τοπίο «Κυκλαδίτικο νησί». Στο παρελθόν, οι πέτρινοι τοίχοι οι λεγόμενες ξερολιθιές, έκαναν την γη βατή για την γεωργία και συγκρατούσαν το λιγυστό χώμα δημιουργώντας καλλιεργήσιμα οροπέδια, ως εκ τούτου μπορούμε να πούμε ότι ήταν οι πιο σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο τοπίο. Ο σχεδιασμός εδώ λοιπόν χρησιμοποιεί το προηγούμενο των πέτρινων τοίχων (ξερολιθιές) που διατηρούν τη γη για να δημιουργήσει ένα τεχνητό τοπίο που είναι αγροτικό και συνάμα οικιακό. Η τοποθεσία είναι στην κυριολεξία μια φυσική σέλα όπου συναντώνται οι δύο πλαγιές. Στον άξονα Βορρά-Νότου η κλίση υψώνεται μεταξύ δύο λόφων ενώ στον άξονα Ανατολής-Δύσης η κλίση πέφτει, ανοίγοντας έτσι την θέα προς στην θάλασσα. Παράλληλα δύο μεγάλοι τοίχοι φτιαγμένοι από πέτρα γεφυρώνουν τους λόφους επιτρέποντας στο σπίτι να κάτσει μέσα στο χώρο διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο την συνέχεια του τοπίου που ρέει ανενόχλητα από πάνω του (archdaily),(deca).



Εικόνα 54. Περιβαλλοντικό πάρκο στο Τορίνο, Ιταλία (πηγή : <https://www.greenroofs.com/projects/environment-park-envipark/>).

Το συγκεκριμένο περιβαλλοντικό πάρκο στο Τορίνο της Ιταλίας καταλαμβάνει μια έκταση περίπου 30.000 m² η οποία αποτελείται από γραφεία, εργαστήρια, κέντρα εξυπηρέτησης και κατοικημένες περιοχές. Η περιοχή που αναπτύχθηκε το πάρκο ήταν ένα μέρος με εργοτάξιο βαριάς βιομηχανίας 1,5 εκατομμυρίων m². Η

έγκριση για το νέο Master Plan εγκρίθηκε το 1993, ενώ η κατασκευή και η ανασυγκρότηση ξεκίνησαν από το 1996 έως το 1999 και πραγματοποιήθηκε η αποκατάσταση του χώρου, η ανακατασκευή του τοπίου, η οικολογική ανανέωση των υδάτινων συστημάτων καθώς και η κατασκευή κατοικιών, ενώ δεν έλειψε και βιομηχανικός τομέας. Οι σχεδιαστές του περιβαλλοντικού πάρκου έριξαν φως στον ποταμό Ντόρα, ο οποίος είχε καταλάβει την περιοχή, αλλά είχε σκεπαστεί από μπετόν για να φιλοξενήσει μεταξύ των άλλων και ένα εργοστάσιο της Fiat. Σήμερα το ποτάμι Ντόρα ρέει μέσα από ένα γαλήνιο και καταπράσινο χώρο, ο οποίος διαθέτει επίσης μεγάλες εκτάσεις τόσο επίπεδων όσο και πράσινων στεγών. θεωρείται και μάλλον είναι η μεγαλύτερη πράσινη στέγη στην Ιταλία. Ο τύπος του φυτεμένου δώματος είναι εντατικός και ο σχεδιασμός έγινε από τους αρχιτέκτονες Emilio Ambasz, Benedetto Camerana και Giovanni Durbiano, ενώ το σύστημα του φυτεμένου δώματος έγινε από την εταιρεία ZinCo (greenroofs-environment-park, 2020).



Εικόνα 55. Μουσείο Biesbosch, Εθνικό Πάρκο De Biesbosch, Ολλανδία (πηγή : <https://www.dezeen.com/2015/12/04/museum-netherlands-grass-roof-studio-marco-vermeulens-island/>).



Εικόνα 56. Στέγη Μουσείου Biesbosch, Εθνικό Πάρκο De Biesbosch, Ολλανδία (πηγή : <https://www.dezeen.com/2015/12/04/museum-netherlands-grass-roof-studio-marco-vermeulens-island/>).

Η ανακαίνιση του Μουσείου Biesbosch έγινε το 2015 από το αρχιτεκτονικό γραφείο Studio Marco Vermeulen. Πρόκειται για ένα κτήριο με πολλαπλές στέγες στο οποίο πρόσθεσε μια νέα πτέρυγα για τη σύγχρονη τέχνη. Το τοπικό μουσείο ιστορίας βρίσκεται πάνω σε ένα νεοσύστατο νησί στο Εθνικό Πάρκο De Biesbosch. Είναι μια περιοχή υγροτόπου που περιβάλλεται από δάση από ιτιές και βρίσκεται στα νοτιοανατολικά του Ρότερνταμ. Αυτή η περιοχή έδωσε στους αρχιτέκτονες την ώθηση για να καλύψουν το υπάρχον κτίριο με ένα στρώμα από βότανα και χόρτα. Αυτό το πέτυχαν μετατρέποντάς το σε ένα μικροσκοπικό τοπίο λόφων, με μονοπάτια και ρέματα. Η οροφή αυτού του μουσείου καλύπτεται από ένα στρώμα από γρασίδι, ενσωματωμένο στο ελώδες περιβάλλον της Ολλανδίας (dezeen, 2015).



Εικόνα 57. Banco de Santander, κοντά στην Μαδρίτη, Ισπανία (πηγή : <https://zinco-greenroof.com/references/banco-santander>).

Η οικονομική πόλη «Banco de Santander», κοντά στη Μαδρίτη, είναι ένα από τα μεγαλύτερα έργα πράσινης στέγης σε όλο τον κόσμο. Σε περίπου 100.000 m² επιφάνειας στέγης, εγκαταστάθηκαν εκτεταμένες και εντατικές οικοδομικές εγκαταστάσεις πράσινης στέγης, διανεμημένες σε 13 κτίρια. Δεν είναι μόνο αυτό το έργο εντυπωσιακό από το τεράστιο μέγεθός του, αλλά και από το σχεδιασμό και το σχεδιασμό της πράσινης στέγης. Ο σχεδιασμός της επιλογής των φυτών στις πράσινες περιοχές ήταν μια πρόκληση για την κάλυψη των κλιματολογικών συνθηκών και των αρχιτεκτονικών ιδεών (zinco-greenroof).

5.3. Έρευνες για φυτεμένα δώματα

Επιπρόσθετα, στο πείραμα του Spolek (2008) σε δύο κτίρια (χωρίς πράσινη οροφή και με πράσινη οροφή) στο Portland, βρέθηκε ότι η μείωση της ροής θερμότητας στην περίπτωση της πράσινης οροφής ήταν 13% το χειμώνα και 72% κατά τους θερινούς μήνες. Παρόλο που δεν αναφέρεται παθητική ψύξη για την καλοκαιρινή περίοδο, οι θερμοκρασίες στην κορυφή της πλάκας σκυροδέματος ήταν χαμηλότερες από εκείνες της γυμνής οροφής και του ατμοσφαιρικού αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Μια ιδιαίτερα σημαντική έρευνα για τη χώρα μας, είναι αυτή της Theodossiou (2000), η οποία έφτιαξε ένα μοντέλο που συμπυκνώνει περισσότερο την ανάπτυξη του δομοστοιχείου αποστράγγισης, προκειμένου να καταγράψει την αποθήκευση νερού κατά τη θερινή περίοδο. Μετά την επικύρωση του μοντέλου με τη χρήση δεδομένων μέτρησης για μια περίοδο 2 ετών, πραγματοποίησε επίσης παραμετρική ανάλυση ευαισθησίας ενσωματώνοντας το μοντέλο σε λογισμικό προσομοίωσης κτιρίων, προκειμένου να ληφθεί υπόψη η θερμική αλληλεπίδραση μεταξύ των χώρων κάτω από την πράσινη οροφή. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η πυκνότητα του φυλλώματος είναι ο σημαντικότερος παράγοντας όταν χρησιμοποιείται κανονική άρδευση και χρησιμοποιείται ένα αποστειρωτικό στρώμα για την αποφυγή της ξήρανσης του εδάφους και μαζί με το πάχος του εδάφους αποτελούν τους σημαντικότερους παράγοντες σχεδιασμού για την παροχή της παθητικής ψύξης. Ανέφερε επίσης ότι η παθητική ψύξη μεγιστοποιείται σε μη μονωμένες κατασκευές στέγης. Η σχετική υγρασία αποτελεί τον σημαντικότερο κλιματικό παράγοντα. Οι υψηλές τιμές σχετικής υγρασίας μειώνουν τις δυνατότητες εξατμισοδιαπνοής και επομένως την εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη (Theodossiou, 2003).

5.4.Συμπεράσματα Φυτεμένα δώματα

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας είναι εύκολο να πεισθεί κανείς για τη θετική συμβολή της πράσινης στέγης στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Όσον αφορά τη συμπεριφορά ενός φυτεμένο δώματος σε χειμερινές συνθήκες, οι περισσότερες μελέτες συμφωνούν ότι αν και τα πρόσθετα στρώματα μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση της θερμομονωτικής προστασίας του στοιχείου στέγης, δεν μπορούν να αντικαταστήσουν το στρώμα θερμικής μόνωσης. Η θετική συμβολή των πράσινων οροφών γίνεται πιο εμφανής κατά τη θερινή περίοδο, όπου όλοι οι ερευνητές συμφωνούν ότι η παρουσία μιας πράσινης οροφής μπορεί να μειώσει τα ψυκτικά φορτία (Αραβαντινός & Ευμορφοπούλου, 2006).

Συμπερασματικά τα πλεονεκτήματα των πράσινων στεγών είναι τα εξής:

- Βελτίωση θερμομόνωσης.
- Μείωση απορροής των όμβριων υδάτων.
- Μείωση ηχορύπανσης.
- Βελτίωση ποιότητας αέρα.
- Βελτίωση του μικροκλίματος.
- Φυσικό καταφύγιο χλωρίδας και πανίδας.
- Επανάκτηση περιοχών πρασίνου.
- Περιορισμός του φαινομένου της αστικής νησίδας.
- Αξιοποίηση του χώρου με κοινωνικά οφέλη.
- Αύξηση της αξίας της ιδιοκτησίας.
- Αισθητική αναβάθμιση του αστικού τοπίου.
- Αύξηση διάρκειας ζωής του κτιρίου.

Από την άλλη πλευρά ως κύρια μειονεκτήματα θεωρούνται τα εξής:

- Στατική επιβάρυνση του κτιρίου.
- Κίνδυνοι υγρασίας.
- Κίνδυνος ανεπαρκούς άρδευσης.
- Δυσκολία επισκευών των πιθανών βλαβών.

Ως βασικό μειονέκτημα εμφανίζεται να είναι το κόστος και ότι οι περισσότερες στέγες είναι αρκετά χαμηλής βλάστησης, με αποτέλεσμα να μην προσφέρουν όσο πρέπει στο περιβάλλον. Στην Ελλάδα Σύμφωνα με τον Νέο Οικοδομικό Κανονισμό (νόμος 4067/2012), (Δημήτρης Κ.Μέλισσας (2015)) - Φυτεμένα δώματα Άρθρο 18. Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών με τη διαστρωμάτωση των εξειδικευμένων υλικών, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 40 εκ. πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος του κτιρίου. Οπότε υπάρχει περιορισμός στην ανάπτυξη των φυτών, καθώς στα υφιστάμενα κτίρια το χώμα για να φυτά μπορεί να είναι μέχρι 40 εκατοστά, αυτό ευνοεί την ανάπτυξη μόνο μικρής κλίμακας φυτά. Άρα σύμφωνα με τα μειονεκτήματα και τις

μελέτες, αυτό που μπορεί να είναι περισσότερο υλοποιήσιμο στην Αθήνα είναι οι πράσινες στέγες με καλλιέργειες, δηλαδή οι λαχανόκηποι, όπου όχι μόνο προσφέρουν θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και την αισθητική, αλλά και έχουν και το πιο το σημαντικό κομμάτι τους, που είναι αυτό της παραγωγής προϊόντων για τους χρήστες τους.

6.Κατακόρυφοι κήποι

Η εξωτερική βλάστηση με τα αναρριχητικά φυτά χρησιμοποιείται ανά τους αιώνες ως μια πράσινη επένδυση των κτιρίων για αισθητικούς κυρίως λόγους (Dunnett and Kingsbury, 2004). Κατά τα τέλη του 19ου αιώνα που εμφανίστηκαν και οι πρώτες οικολογικές θεωρίες και ανησυχίες, οι κάθετοι κήποι θεωρούνται ως μια πιθανή λύση για την άμβλυνση των προβλημάτων που σχετίζονται με την αστικοποίηση (Uffelen, 2012).

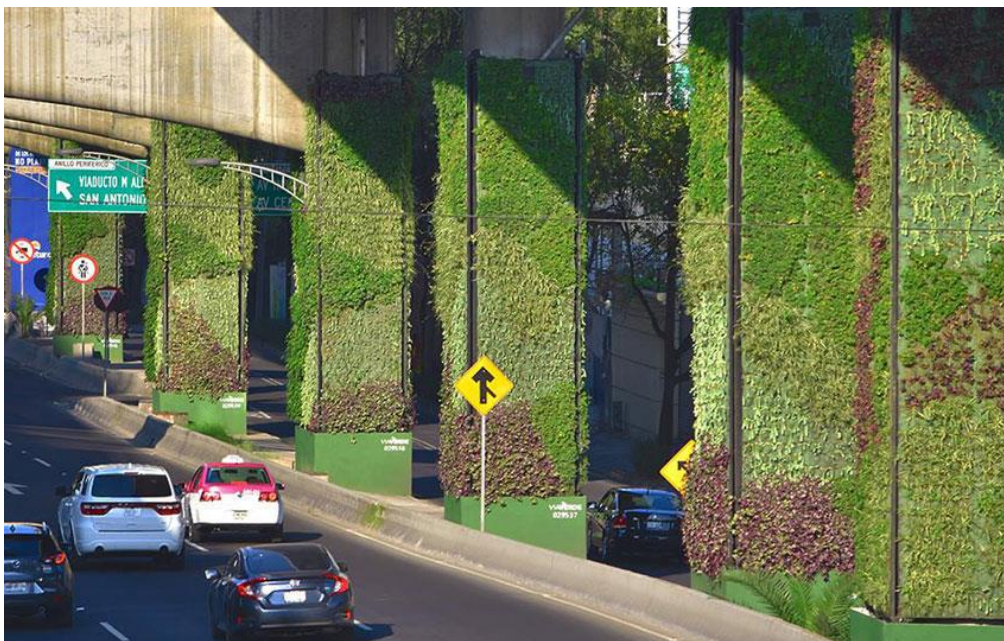
Η συμβολή των φυτών στις προσόψεις κτιρίων είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της βιωσιμότητας του δομημένου περιβάλλοντος. Η εφαρμογή τους είναι επίσης οικολογικά και αισθητικά αποδεκτή ως επαρκές αρχιτεκτονικό χαρακτηριστικό που αναβαθμίζει τις προσόψεις. Η εκμετάλλευσή τους οδηγεί σε μια σχεδιαστική ενεργειακή προσέγγιση που εμποδίζει τις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές να μετατραπούν σε φτωχό φυσικό περιβάλλον. Απλώς λόγω της τεράστιας ποσότητας των τοίχων, η ευρεία χρήση των κατακόρυφων συστημάτων πρασίνου, όχι μόνο αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο δυναμικό για τον μετριασμό της επίδρασης του UHI μέσω της εξατμισοδιαπνοής και της σκίασης, αλλά αποτελεί και έναν πολύ δυναμικό τρόπο μετασχηματισμού του αστικού τοπίου (Krushe, 1982).



Εικόνα 58. Κατακόρυφος κήπος στην γέφυρα Max Juvenal , Aix-en-Provence France του 2008, έργο του Patrick Blanc (πηγή : <http://thefinestmagazine.com/green-walls-patrick-blanc/>).

Οι κατακόρυφοι κήποι έχουν πολλά οφέλη τόσο για το περιβάλλον, όσο και για το κτίριο, μειώνοντας το λειτουργικό του κόστος και βοηθώντας στην υγεία του ανθρώπου. Αρχικά τα φυτεμένα δώματα αποτελούν έναν φυσικό κλιματισμό και βοηθούν στην αποτελεσματική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου (Lambertini, 2007). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία στα υγρά κλίματα μπορούν να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη από τη μέγιστη μείωση της θερμοκρασίας κατά 8,4 °C με τα συστήματα κατακόρυφων πρασίνων. Σημειώθηκε επίσης ότι η βλάστηση μπορεί να ανακουφίσει άμεσα το UHI με σκίαση επιφανειών απορρόφησης θερμότητας και μέσω ψύξης με εξατμισοδιαπνοή (McPherson, 1994). Η βλάστηση μπορεί να μειώσει δραματικά τις μέγιστες θερμοκρασίες ενός κτιρίου με σκίαση τοίχων από τον ήλιο, ενώ η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας μειώνεται κατά 50%. Μέσω της εξατμισοδιαπνοής, μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να μετατραπούν σε λανθάνουσα θερμότητα, η οποία δεν προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπλέον, μια πρόσοψη που καλύπτεται πλήρως από το πράσινο προστατεύεται

από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και μπορεί να αντανακλά ή να απορροφά στην κάλυψη των φύλλων της το 40% έως 80% της λαμβανόμενης ακτινοβολίας, ανάλογα με την ποσότητα και τον τύπο του πράσινου. Συνεπώς, μαζί με τη μόνωση της βλάστησης, οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του τοίχου μπορούν να μειωθούν από 10 ° C έως 60 ° C σε μεταξύ 5 °C και 30 °C (Peck et al., 1999).



Εικόνα 59. Κατακόρυφος κήπος σε αυτοκινητόδρομο στην πόλη του Μεξικού, Μεξικό. (πηγή : <https://mexiconewsdaily.com/news/via-verde-prepares-to-go-international/>).

Επιπρόσθετα, από την εφαρμογή των κατακόρυφων κήπων, τα πτηνά και τα έντομα μπορούν να ωφεληθούν. Οι κατακόρυφοι κήποι ωφελούν επίσης το περιβάλλον βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού και του αέρα. Οι εγκαταστάσεις πρόσοψης χρησιμοποιούν και επιβραδύνουν τη ροή των όμβριων υδάτων πριν την ένταξή τους στις αστικές απορροές. Η ποιότητα του αέρα βελτιώνεται όταν οι εγκαταστάσεις πρόσοψης συλλαμβάνουν σωματίδια και απορροφούν ρύπους όπως CO₂, NO_x και SO₂ (Ottele, van Bohemen & Fraaij, 2010). Τέλος, οι κατακόρυφοι κήποι δημιουργούν μια ελκυστική φυσική πρόσοψη, προσθέτοντας αισθητική αξία σε ένα κτίριο και επηρεάζουν θετικά την ψυχική και σωματική ευεξία των γύρω του. Οι μελέτες δείχνουν ότι οι πράσινες δομές και τοπία συνδέονται με τον

ταχύτερο χρόνο αποκατάστασης του ασθενούς, τη μείωση του στρες και τη βελτιωμένη διάθεση (Maas et al., 2006; Ulrich, 1984)

6.1.Κατηγορίες και τεχνικές κατακόρυφων κήπων

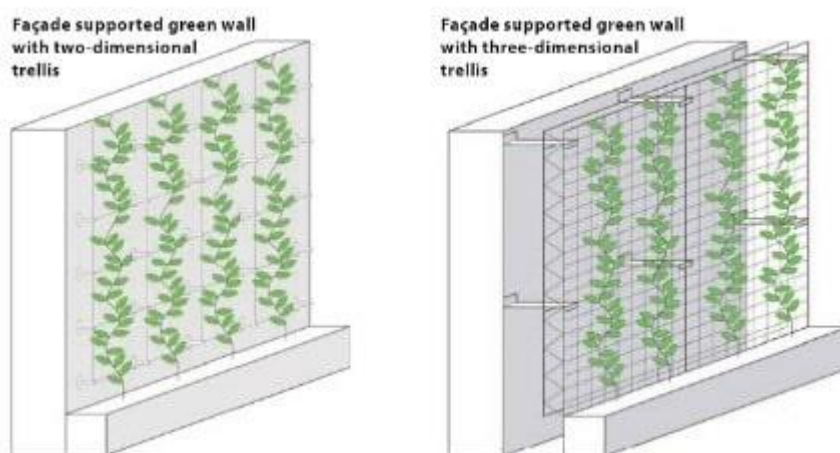
Πρακτικά οι κατακόρυφοι κήποι χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις «πράσινες προσόψεις» και τους «ζωντανούς τοίχους».

6.1.1 Πράσινες προσόψεις

Οι «πράσινες προσόψεις» είναι ένα σύστημα πράσινου τοίχου στον οποίο τα φυτά έχουν την δυνατότητα είτε να κρέμονται, είτε να είναι αναρριχόμενα, καλύπτουν τις τεχνικές δομές που έχουν κατάλληλα σχεδιαστεί προκειμένου να στηριχθούν τα συγκεκριμένα είδη φυτών. Τις ρίζες αυτών των φυτών τις βρίσκουμε στη βάση των δομών στήριξης και μπορεί να είναι είτε απευθείας στο έδαφος ή σε γλάστρες στα ενδιάμεσα του τοίχου. Χρειάζονται περίπου τρία με πέντε χρόνια τα φυτά μέχρι να γίνει κατορθωτή η πλήρη κάλυψη της δομής. Οι πράσινες προσόψεις στηρίζονται είτε πάνω στους ήδη στους υπάρχοντες τοίχους ή σε διαφορετική περίπτωση κατασκευάζονται ως ξεχωριστές δομές π.χ πάνω σε φράχτες ή κολώνες. Στην συγκεκριμένη κατασκευή υπάρχει και ένα σημαντικό μειονέκτημα μιας και τα φυτά αναρριχώνται κατευθείαν στους τοίχους και καλύπτουν μεγάλες επιφάνειες, λόγω της κατασκευής της ρίζας τους όμως υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να προξενήσουν ζημιές σε ακατάλληλες τοιχοποιίες, ενώ παρουσιάζουν προβλήματα συντήρησης, είτε της ίδιας της οικοδομής ή όταν χρειαστεί να απομακρυνθούν τα φυτά. Βέβαια οι καινούργιες καινοτομίες της τεχνολογίας σε Ευρώπη και Βόρεια Αμερική δημιούργησαν νέα καφασωτά ή άκαμπτα πάνελ, καθώς και καλωδιακά συστήματα για την υποστήριξη των αμπελιών, διατηρώντας με αυτούς τους τρόπους τα φυτά μακριά από τοίχους και γενικά τις επιφάνειες των κτιρίων.

(Γεωρθημική ΑΤΕ), (Introduction to Green Walls, 2008). Η πράσινη πρόσοψη δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένας τύπος συστήματος πράσινου τοίχου πάνω στον οποίο αναρριχώνται φυτά ή καταρράκτες βλάστησης. Τα συστήματα που

χρησιμοποιούνται πιο συχνά για την κατασκευή μιας πράσινης πρόσοψης είναι τα εξής: **Modular Trellis Panel, Grid System and Wire – Rope Net System.** (Özgür Burhan Timur and Elif Karaca, 2013).



Εικόνα 60. Τύποι κατακόρυφων κήπων, Πράσινες προσόψεις με μεταλλικό πλέγμα και με αρθρωτά πλαίσια. (πηγή : <https://theconstructor.org/building/green-walls-types-benefits-features/16625/>).

6.1.1.α. Με μεταλλικό πλέγμα (Grid System and Wire – Rope Net System).

Το μεταλλικό πλέγμα το στερεώνουν στον τοίχο ενώ αφήνουν ένα μικρό κενό από αυτόν που ανέρχεται στα 3cm, με αυτόν τον τρόπο αποφεύγουν τα φυτά να έχουν άμεση επαφή με τον τοίχο και κατά επέκταση να του προκαλούν καταστροφές. Πρόκειται για μία εύκολη εγκατάσταση με μικρό κόστος κατασκευής και συντήρησης και αυτό είναι το πλεονέκτημα του συγκεκριμένου συστήματος. Έχει όμως και κάποια μειονεκτήματα όπως είναι η μεγάλη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών, που χρειάζεται για να μεγαλώσουν και να ολοκληρωθεί ο κάθετος κήπος ακόμη και τα 5-10 χρόνια, παράλληλα χρειάζεται προσοχή μιας και τα φυτά καθώς

μεγαλώνουν υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να καλύψουν το κενό που έχει αφεθεί μεταξύ του πλέγματος και του τοίχου και έτσι να δημιουργηθούν προβλήματα στον τοίχο από την υγρασία που θα αναπτυχθεί. Βασική προϋπόθεση για την εγκατάσταση αυτού του συστήματος, είναι ο τοίχος να αντέχει το βάρος του (Έφη Νυδριώτη,2017), (Γεωρρυθμική ΑΤΕ), (Introduction to Green Walls, 2008).



Εικόνα 61. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με μεταλλικό πλέγμα (πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/699395017101852436/>).

6.1.1.β. Με αρθρωτά πλαίσια (Modular trellis panel system).

Αυτά τα πλαίσια έχουν κατασκευαστεί από ατσάλι που είναι ανοξείδωτο και η βασική διαφορά από το πιο πάνω σύστημα είναι ότι ο τοίχος δεν σηκώνει το βάρος της κατασκευής. Βασική προϋπόθεση βέβαια είναι το πλαίσιο να έχει θεμελιωθεί σε στέρεο έδαφος, ενώ στην συνέχεια κατά μήκος του πλαισίου στερεώνονται και τα σύρματα για τη στήριξη των φυτών. Η εγκατάσταση μπορούμε να πούμε ότι είναι γρήγορη αλλά με ένα μειονέκτημα, του μεγάλου χρονικού διαστήματος που είναι απαραίτητο για την ολοκλήρωση του κάθετου κήπου. Έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε τα φυτά να μην προσκολλώνται στο κτίριο, κρατώντας μια απόσταση μεταξύ τους. (Έφη Νυδριώτη,2017), (Γεωρρυθμική ΑΤΕ), (Introduction to Green Walls, 2008).



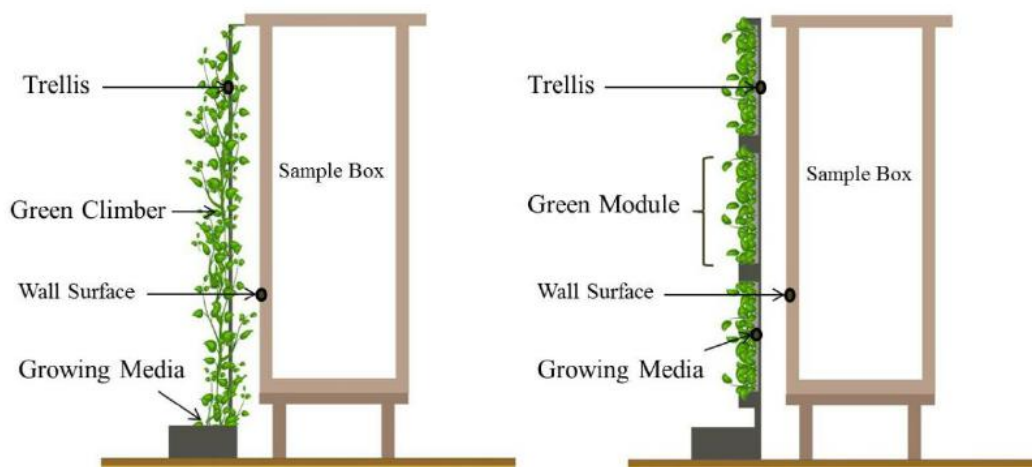
Εικόνα 62. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με αρθρωτά πλαίσια, στο αρχικό στάδιο φύτευσης (πηγή : <https://www.archiexpo.com/prod/tournesol-siteworks/product-158869-1966866.html>).



Εικόνα 63.. Κατακόρυφος κήπος, τύπου πράσινης πρόσοψης με αρθρωτά πλαίσια, στο μεταγενέστερο στάδιο φύτευσης (πηγή: <https://www.archiexpo.com/prod/tournesol-siteworks/product-158869-1966866.html>).

6.1.2. Ζωντανοί τοίχοι

Οι «ζωντανοί τοίχοι» είναι συστήματα που αποτελούνται από βλαστημένα πάνελ, δηλαδή κάθετες ενότητες ή φυτεμένες επιφάνειες, οι οποίες εφαρμόζονται κάθετα πάνω σε διαρθρωτικό τοίχο ή πλαίσιο. Αυτά τα πάνελ είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά όπως: πλαστικό, συνθετικό ύφασμα, διογκωμένη πολυστερίνη, πηλό, μέταλλο ή ακόμη και σκυρόδεμα και υποστηρίζουν μια μεγάλη γκάμα φυτικών ειδών (π.χ. ένα πλούσιο μείγμα από εδαφοκαλυπτικά φυτά, φτέρες, πολυετή λουλούδια, χαμηλούς θάμνους, και φυτά βρώσιμα). Εδώ όμως έχουμε ένα πρόβλημα το οποίο δημιουργείται από το ότι έχουμε πολλές μορφές φυτών με πυκνότητα μεταξύ τους, έτσι οι τοίχοι διαβίωσης έχουν ανάγκη πιο εντατική συντήρηση συγκριτικά με τις πράσινες προσόψεις. (Γεωρυσμική ΑΤΕ), (Introduction to Green Walls, 2008).



Εικόνα 64. Κατακόρυφοι κήποι, τύπου Πράσινης πρόσοψης και Ζωντανός Τοίχος (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Green-facade-Left-and-living-wall-Right_fig1_280918106).

6.1.2.α. Σύστημα «χαλαρού υποστρώματος»

Τις συγκεκριμένες μονάδες του τύπου κάθετου κήπου, τις αντιλαμβανόμαστε σαν μικρές θήκες τοποθετημένες στη σειρά μέσα στις οποίες υπάρχει το υπόστρωμα για να τοποθετηθούν τα φυτά μας. Μοιάζουν με ράφια, τσέπες ή και με τσάντες. Αυτός ο τύπος κάθετου κήπου είναι γνωστός και σαν “soil-on-a-shelf” ή “soil-in-a-bag”. Η εγκατάσταση του συστήματος γίνεται πάνω στον τοίχο και φυσικά δεν

συνίσταται για περιοχές που έχουν συχνή σεισμική δραστηριότητα. Ο άνεμος ειδικά αν είναι δυνατός αλλά και οι βροχές επηρεάζουν έντονα τον κάθετο κήπο μια και του διασκορπίζουν σημαντικό μέρος από το υπόστρωμα του, με αποτέλεσμα να πρέπει να συμπληρωθεί. Στους εξωτερικούς κάθετους κήπους η αναπλήρωση του υποστρώματος γίνεται μία φορά το χρόνο, ενώ στους εσωτερικούς ανά δύο χρόνια μια φορά. Στα σύγχρονα συστήματα χαλαρού υποστρώματος παρατηρούμε ότι έχουν ένα επιπλέον σύστημα θωράκισης έτσι ώστε ο κάθετος κήπος να επηρεάζεται λιγότερο από τα καιρικά φαινόμενα. Ο συγκεκριμένος τύπος κάθετου κήπου χρησιμοποιείται σε μικρής κλίμακας κατασκευές όπως είναι τα διαχωριστικά σε μπαλκόνια, σε οικιακούς κήπους, κ.λ.π, ενώ ο ρόλος του είναι ως επί το πλείστον διακοσμητικός. Βέβαια θα πρέπει να τονίσουμε ότι για λόγους ασφαλείας το ύψος της κατασκευής δεν θα πρέπει να ξεπερνάει αυτό του ανθρώπου. Στα επαγγελματικά συστήματα αυτού του τύπου το ύψος δεν πρέπει να ξεπερνά τα 8m. Μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου, ειδικά όταν χρησιμοποιείται σε μικρής κλίμακας έργα, είναι ότι έχουμε σχετικά εύκολη την εναλλαγή των φυτεύσεων ανάλογα την εποχή (Έφη Νυδριώτη, 2017).



Εικόνα 65. Κατακόρυφος κήπος, τύπου Ζωντανός τοίχος με σύστημα χαλαρού υποστρώματος, soil-on-a-bag (πηγή: <https://upgardener.co.uk/vertical-garden-ideas/>).

6.1.2.β. Σύστημα «χαλιού» (Le Mur Végétal) .

Είναι ένα σύστημα που δημιούργησε και εφαρμόζει ο Patrick Blanc. Ο σκελετός αυτού του συστήματος έχει φτιαχτεί από κοκκοφοίνικα ή ειδική τσόχα, με θετικό αποτέλεσμα στο πάχος και βάρος. Στον τοίχο που είναι να κατασκευαστεί ο κάθετος κήπος μπαίνει ένα μεταλλικό πλαίσιο πάνω στο οποίο θα δημιουργηθεί ο κάθετος κήπος. Το πλαίσιο αυτό θα «σηκώσει» το βάρος της κατασκευής, αποφεύγοντας έτσι μεγάλη επιβάρυνση του τοίχου, παράλληλα δημιουργεί ένα κενό μεταξύ του κάθετου κήπου και του τοίχου το οποίο επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του αέρα. Με αυτόν τον τρόπο ξεπερνάμε προβλήματα που πιθανών να δημιουργούσε στην τοιχοποιία η υγρασία. Στην κοκκοφοίνικα ή την τσόχα έχουν ανοιχτεί σκισίματα που μοιάζουν με τσέπες, εκεί πρόκειται να τοποθετηθούν και να αναπτυχθούν τα φυτά. Σε αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται η τεχνολογία της σύγχρονης υδροπονίας για την θρέψη των φυτών η οποία γίνεται ταυτόχρονα με την άρδευση. Στην ουσία πρόκειται για ένα σύστημα που ανακυκλώνει το νερό. Το νερό πέφτει σιγά-σιγά από την κορυφή του κάθετου κήπου και αφού διαβρέξει το στρώμα που αναπτύσσονται τα φυτά μαζεύεται στη βάση του κήπου. Πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι:

- α) Το μικρό του βάρος.
- β) Οι πολλές σχεδιαστικές δυνατότητες που δίνει στον κατασκευαστή και το ότι ο τοίχος φαίνεται ολοκληρωμένος και με πλήρη κάλυψη αμέσως μετά την εγκατάσταση.

Βασικό μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι ότι η συντήρηση του κάθετου κήπου απαιτεί από όσους έχουν την έχουν να δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον, μιας και δεν υπάρχει έδαφος χρειάζεται προσοχή ώστε να διατηρείται η ισορροπία του υδατικού διαλείμματος που προσφέρει στα φυτά το νερό και τα θρεπτικά συστατικά. Σε περίπτωση όμως που ο υπεύθυνος που κάνει την συντήρηση του αστοχήσει και κάποια από τα φυτά χαλάσουν, πρέπει να γίνει αντικατάσταση της συγκεκριμένης περιοχής του κάθετου κήπου. (Εφη Νυδριώτη, 2017).



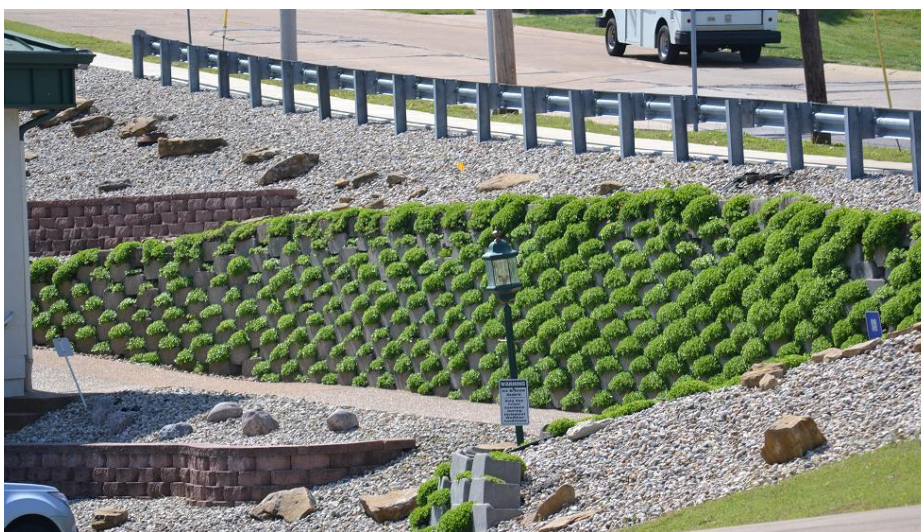
Εικόνα 66. Κατακόρυφος κήπος , τύπος Ζωντανός Oasis of Aboukir green wall του Patrick Blanc στο αρχικό στάδιο φύτευσης, Παρίσι, Γαλλία (πηγή : <https://www.dezeen.com/2013/09/08/the-oasis-of-aboukir-green-wall-by-patrick-blanc/>).



Εικόνα 67. Κατακόρυφος κήπος , τύπος Ζωντανός Oasis of Aboukir green wall του Patrick Blanc στο μεταγενέστερο στάδιο φύτευσης, Παρίσι, Γαλλία (πηγή : <https://www.dezeen.com/2013/09/08/the-oasis-of-aboukir-green-wall-by-patrick-blanc/>).

6.1.2.γ. Φυτικοί Τοίχοι τοπίου

Τα φυτικά τοιχώματα τοπίου φτιάχνονται ως συνήθως κεκλιμένα και ως κύρια λειτουργία τους έχουν την μείωση του θορύβου και την σταθεροποίηση του εδάφους. Χρησιμοποιούνται σε κήπους ή σε δρόμους για τις λειτουργίες που προανέφερα. Οι τοίχοι τοπίου με τις φυτεύσεις τους φτιάχνουν ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον στις πόλεις και κάνουν καλύτερη την ποιότητα ζωής στις πόλεις (Özgür Burhan Timur and Elif Karaca, 2013).



Εικόνα 68. Παράδειγμα φυτικού τοίχου τοπίου
(<https://stewardsofearth.wordpress.com/2012/04/13/a-green-retaining-wall/>).

6.1.2.δ. Σύστημα «ενοτήτων» (Modular living walls)

Σύστημα «ενοτήτων» (Modular living walls): Είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι κατασκευαστές, αφού πιστεύουν ότι έχει περισσότερα πλεονεκτήματα από τα άλλα. Εδώ ο κάθετος κήπος «δομείται» σε ανεξάρτητες ενότητες (blocks) στις οποίες υπάρχει το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Στον τοίχο μπαίνει ένα μεταλλικό πλαίσιο (αφήνοντας κενό από τον τοίχο) που έχει προκάτ πάνελ. Τα πάνελ έχουν κελιά ή κουτιά μέσα στα οποία είναι τοποθετημένο το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών. Εννοείται ότι το όλο σύστημα έχει σύστημα άρδευσης και αποστραγγιστική στρώση. Πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι τα εξής:

- α) Κατάλληλο για εσωτερικούς και εξωτερικούς κάθετους κήπους.
- β) Αντοχή στο χρόνο.
- γ) Αντίσταση σε δυνατούς ανέμους, σε έντονες βροχοπτώσεις και στον παγετό.
- δ) Η σχετικά εύκολη και οικονομική του συντήρηση.
- ε) Αντοχή στους σεισμούς.

Σχεδιαστικά είναι δύσκολη η δημιουργία οργανικών σχημάτων, μιας και τα πάνελ είναι τετράγωνα ή ορθογώνια. Τέλος το κόστος της κατασκευής μπορεί να θεωρηθεί ως μειονέκτημα μια και είναι υψηλότερο σε σχέση με τα άλλα συστήματα, κάτι όμως το οποίο δεν ισχύει μιας και αντισταθμίζεται από το χαμηλό κόστος συντήρησης (Γεωρυσμική ΑΤΕ), (Introduction to Green Walls, 2008), (Εφη Νυδριώτη, 2017).



Εικόνα 69. Παράδειγμα συστήματος «ενοτήτων» (Modular living walls).
(https://www.researchgate.net/figure/Example-of-modular-living-wall-in-Malaysia-Source-Hydro-Solution_fig3_334963069).

6.2. Παραδείγματα κατακόρυφων κήπων



Εικόνα 70. Μουσείο Quai Branly στο Παρίσι (πηγή : <https://www.udesign.es/wp-content/uploads/2018/03/UD-vertical-gardens-quai-branly-jacques-chirac-museum-vertical-garden-patrick-blanc-13-years-after-its-creation-june.jpg>).

Οι τοίχοι του μουσείου Quai Branly στο Παρίσι είναι καλυμμένοι από πράσινο σε ύψος 25 μέτρα το οποίο καλύπτει μια επιφάνεια 800 τ.μ. και στην οποία φυτρώνουν 15.000 φυτά από 150 διαφορετικά είδη. Οι πράσινοι τοίχοι είναι δημιουργία του Patrick Blanc¹³. Το κτίριο καλύφτηκε από πράσινο το 2004.



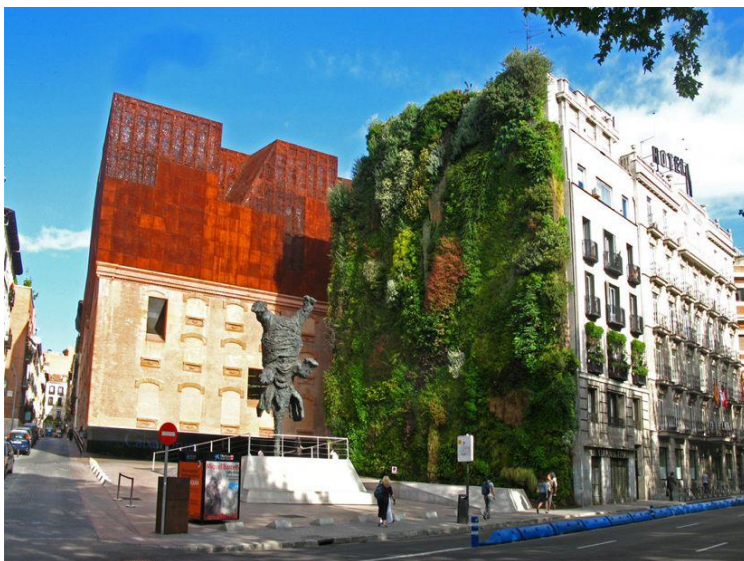
Εικόνα 71. Sydney towers. (πηγή: <https://www.dezeen.com/2014/10/10/one-central-park-sydney-jean-nouvel-vertical-gardens/>).

Ο Γάλλος αρχιτέκτονας Jean Nouvel συνεργάστηκε με τον βοτανολόγο Patrick Blanc για να φτιάξει το ζευγάρι των πύργων του Σίδνεϋ οι οποίοι καλύπτονται από φυτά και αντανακλούν το φως στα χαμηλότερα επίπεδα μέσα από ένα τεράστιο πάνελ καθρεφτών. Η πρόσοψη του κτιρίου έχει έναν από τους ψηλότερους πράσινους τοίχους παγκόσμιος. Είναι σχεδιασμένος από τον Patrick Blanc, που έχει αυτοανακηρυχθεί «εφευρέτης του κάθετου κήπου». Με έκταση 1.000 τετραγωνικών μέτρων καλύπτεται από φυτά που αποτελούνται από 35 διαφορετικά είδη (dezeen,2014).



Εικόνα 72. Bosco Verticale (πηγή: <https://www.greenroofs.com/projects/bosco-verticale-vertical-forest-milan/>).

Το Bosco Verticale ξεκίνησε το 2007 και τελείωσε οριστικά το 2014 είναι το πρωτότυπο κτίριο μιας νέας αρχιτεκτονικής βιοποικιλότητας, η οποία εστιάζει όχι μόνο στον άνθρωπο, αλλά στη σχέση που έχει αυτός με άλλα ζωντανά είδη. Ο σχεδιασμός έγινε από τον αρχιτέκτονα Stefano Boeri. Αποτελείται από δύο πύργους που το ύψος τους είναι 80 και 112 μ., και οι οποίοι στεγάζουν συνολικά 800 δέντρα, 480 δέντρα του πρώτου και δεύτερου μεγέθους, 300 μικρότερου μεγέθους, 15.000 πολυετή φυτά ή φυτά κάλυψης εδάφους και 5.000 θάμνους. Είναι μια εντυπωσιακή βλάστηση που είναι ισοδύναμη με 30.000 τετραγωνικών μέτρων δάσους και βλάστησης, μόνο που εδώ είναι συγκεντρωμένη σε 3.000 τετραγωνικά μέτρα αστικής επιφάνειας. Το έργο επομένως λειτουργεί ως ανάσα οξυγόνου και ως παράδειγμα οικολογικής πόλης μια και η πράσινη κουρτίνα «ρυθμίζει» την υγρασία, παράγει οξυγόνο και απορροφά CO₂ και λεπτή σκόνη (Stefano Boeri).



Εικόνα 73. Caixa Forum, Μαδρίτη, Ισπανία (πηγή: <https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/>).

Ο κάθετος κήπος του Caixa Forum Museum σχεδιάστηκε και δημιουργήθηκε από τον Patrick Blanc ο οποίος χρησιμοποίησε το σύστημα Le Mur Végétal. Η διπλανή του πλατεία είναι ανοιχτή στους πολίτες οι οποίοι έχουν την δυνατότητα είτε να περπατήσουν, είτε να αγγίξουν και να εξερευνήσουν πάνω από 15.000 φυτεύσεις που υπάρχουν στον υδροπονικό τοίχο. Ο Patrick Blanc έκανε επιλογή για φύτεμα από σχεδόν 300 διαφορετικά είδη, στα οποία έλαβε υπόψη τις πολύ απαιτητικές εποχές της Μαδρίτης που έχει εξαιρετικά ζεστό το καλοκαίρι και κρύο το χειμώνα (greenroofs-caixa-museum, 2020).

7.Η περίπτωση της Αθήνας

Σχεδόν όλες οι χώρες πλήττονται από μια παγκόσμια οικολογική κρίση που μπορεί να είναι τόσο ηθική όσο και ενεργειακή. Το τελευταίο έχει οδηγήσει σε αυξημένη ευαισθητοποίηση σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα (Tsipiras, 2005). Στην Ελλάδα, η ανοικοδόμηση των τελευταίων δεκαετιών οδήγησε σε σημαντική μείωση των αστικών χώρων πρασίνου, χαμηλή ποιότητα του κλίματος και μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Αφενός, αυτό μπορεί να σχετίζεται με την κακή διαχείριση του αστικού πρασίνου και αφετέρου, με την μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού και την έντονη κυκλοφορία οχημάτων (Santamouris et al., 2005). Η έλλειψη νομικού πλαισίου σχετικά με την ενέργεια, ενέτεινε τα περιβαλλοντικά προβλήματα στην πόλη της Αθήνα (Tsipiras, 2005).

Η Αθήνα έχει μια πρωτιά μεταξύ όλων των χωρών της Ευρώπης, η οποία είναι ιδιαίτερα δυσάρεστη και απαιτεί πολλαπλές αλλαγές. Αποτελεί την πόλη με την μικρότερη παρεχόμενη αναλογία πρασίνου, που φτάνει περίπου τα 2,5 m² ανά κάτοικο. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος το ελάχιστο όριο επιβίωσης βρίσκεται στα 10 m². Θέτοντας το πρόβλημα της Αθήνας στην πράξη, θα πρέπει να αναζητηθούν περίπου 40.000 στρέμματα, που θα αποτελέσουν χώρους πρασίνου, έτσι ώστε η Αθήνα να φτάσει στο όριο που έχει θέσει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Υγείας.

Τα σημεία αστικού πρασίνου της Αθήνας, έτσι όπως έχουν διαμορφωθεί με την εξέλιξη της δόμησης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

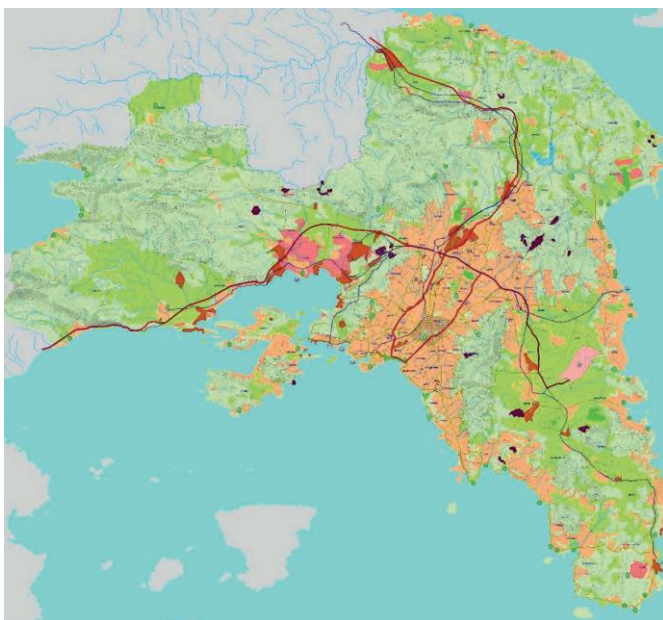
Πίνακας 5. Κατηγορίες αστικού πράσινου στην Αθήνα με την εξέλιξη της δόμησης.

Αριθμός	Κατηγορία	Ενδεικτικά Παραδείγματα
1	Η ιστορική πράσινη ζώνη με τα αστικά πάρκα και κήπους, την αρχαιολογική ζώνη και την πράσινη λοφοσειρά της κεντρικής Αθήνας	Αρδηττός Φιλοπάππου Στρέφη Λυκαβηττός
2	Τα συνοικιακά άλση και πάρκα της μεσοπολεμικής περιφέρειας	Άλσος Νέας Σμύρνης Άλσος Ν. Φιλαδέλφειας Άλσος Παγκρατίου
3	Τα συνοικιακά άλση και τα πάρκα της μεταπολεμικής περιφέρειας και της φάσης της μεταπολίτευσης	Πρώην βιομηχανικοί ή στρατιωτικοί χώροι στο Χαϊδάρι, το Αιγάλεω, το Περιστέρι, τον Πειραιά
4	Τα μεγάλα διαμορφωμένα ή υπό διαμόρφωση μητροπολιτικά πάρκα της τελευταίας φάσης του 20ου αιώνα και της «ολυμπιακής» περιόδου	Πύργος Βασιλίσσης Σελεπίτσαρι. Γουδί. Ελληνικό. Φαληρική ακτή.

Πηγή: ΕΜΠ, 2010.

Ειδικότερα, Σύμφωνα με το Εργαστήριο Αστικού Περιβάλλοντος στο Πολεοδομικό Συγκρότημα της Αθήνας, οι πράσινοι χώροι μητροπολιτικής εμβέλειας είναι λιγοστοί και εντοπίζονται κυρίως στην κεντρική περιοχή (ΕΜΠ, 2010: 210-218). Εντονότερο είναι το πρόβλημα της έλλειψης χώρων πρασίνου στις ζώνες που αναπτύχθηκαν στη φάση της μεταπολεμικής ανοικοδόμησης, όπου και οι δυνατότητες δημιουργίας ελεύθερων χώρων μητροπολιτικής σημασίας σε αυτές τις εκτάσεις είναι πολύ περιορισμένες. Επιπλέον αναφέρεται ότι αρκετοί από τους θεσμοθετημένους ελεύθερους χώρους είναι πλέον σε κατάσταση μη αναστρέψιμη, δεδομένης της δόμησης ή κατάτμησης του χώρου (ΕΜΠ, 2010: 210-218).

Σύμφωνα με την έρευνα που διεξήγαγε το Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, στο Δήμο των Αθηναίων οι πράσινοι χώροι καλύπτουν μόλις τα 4m², το οποίο αποτελεί λιγότερο από το 10% της συνολική έκτασης του Δήμου Αθηναίων. Μάλιστα το ποσοστό της ενεργής φυτομάζας φτάνει μόλις στο 3% (ΓΕΩΤΕΕ, n.d.). Στην έρευνα των Μπελαβίλα και Βαταβάλη (2009), διαπιστώθηκε ότι στο Δημοτικό Διαμέρισμα Κολωνός-Σεπόλια, η αναλογία αστικού πρασίνου είναι μόλις 1,68 m² ανά κάτοικο.



Εικόνα 74. Αστικό πράσινο στην Αθήνα. (πηγή: https://www.researchgate.net/profile/Georgia_Gemenetzi/publication/325897837_Setting_the_grounds_for_the_Green_Infrastructure_in_the_metropolitan_areas_of_Athens_and_Thessaloniki_the_role_of_green_space/links/5be0ad00a6fdcc3a8dc164de/Setting-the-grounds-for-the-Green-Infrastructure-in-the-metropolitan-areas-of-Athens-and-Thessaloniki-the-role-of-green-space.pdf)

7.1 Τα περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω έλλειψης πρασίνου

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της Αθήνας είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, τα αστικά απόβλητα και η κατάσταση του φυσικού τοπίου (τόσο του εξωαστικού όσο και του ενδοαστικού).

Όσον αφορά την ποιότητα του αέρα, αφορά τη χημική ρύπανση, την θερμορύπανση αλλά και την ηχορύπανση. Η χημική ρύπανση σχετίζεται ιδιαίτερα με τις μεταφορές αλλά και με τη δόμηση και είναι πολύ έντονη στην Αθήνα. Επίσης, τόσο οι διαταραχές του μικροκλίματος θερμική ρύπανση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όσο και η ηχορύπανση, είναι ζητήματα ιδιαίτερα έντονα στην πόλη της Αθήνας. Τέλος, όσον αφορά στο φυσικό τοπίο, υποβαθμίζεται ολοένα και περισσότερο, τόσο από άποψη αισθητικής όσο και από άποψη φυσικής κληρονομιάς, με αποτέλεσμα να αυξάνονται σημαντικά οι κίνδυνοι φυσικών καταστροφών. Άλλα περιβαλλοντικά προβλήματα της Αθήνας, αποτελούν η ποιότητα των υδάτων, οι πυρκαγιές και οι πλημμύρες, οι τοξικές ουσίες από την ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων, η κλιματική αλλαγή και η θερμική ρύπανση.

Ειδική αναφορά αξίζει σχετικά με τη ρύπανση του αέρα, που πιθανολογείται ότι είναι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα της Αθήνας. Αρχικά, η χημική ρύπανση της Αθήνας οφείλεται στην μεγάλη συγκέντρωση του πληθυσμού, χωρίς να υπάρχει ο ανάλογος σχεδιασμός. Επιπρόσθετα, η Αθήνα περικλείεται από βουνά και αποτελεί μια περιοχή με έντονη ηλιοφάνεια, με αποτέλεσμα να εντείνεται ακόμη περισσότερο η χημική ρύπανση του αέρα. Σύμφωνα με τις επιστημονικές μετρήσεις που έχουν λάβει χώρα στο παρελθόν από αυτόματους σταθμούς μέτρησης ρύπων, η χημική ρύπανση ήταν έντονη από τη δεκαετία του '70, άλλαξε ποιοτικά κατά τη δεκαετία του '80 και μειώθηκε αισθητά κατά τη δεκαετία του '90, με την απόσυρση των παλαιών αυτοκινήτων και με τα κίνητρα που δόθηκαν για τα καταλυτικά. Από εκεί και έπειτα παρατηρείται μια σταθεροποιητική τάση των τιμών της χημικής ρύπανσης (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006).

Η χημική ρύπανση έχει πολλές αρνητικές συνέπειες, τόσο στη σωματική όσο και στην ψυχική υγεία των κατοίκων της Αθήνας, αλλά και στον τουρισμό και την οικονομία. Για την αντιμετώπιση του μεγάλου αυτού περιβαλλοντικού προβλήματος στην Αθήνα, θα πρέπει να γίνουν κινήσεις και έργα σχετικά με την κυκλοφορία και τις μεταφορές (όπως για παράδειγμα η ανανέωση των μέσων μαζικής μεταφοράς) αλλά και τις σωστές και ολοκληρωμένες μετρήσεις δεδομένων αέριας ρύπανσης, με τον πληρέστερο δυνατό τρόπο, έτσι ώστε να μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

Όσον αφορά στο θέμα της ηχορύπανσης, και εδώ το ζήτημα είναι έντονο στην πόλη της Αθήνας, το οποίο και επιφέρει πολλές αρνητικές συνέπειες στην υγεία (βλάβες στην ακοή, προβλήματα στην καρδιά, ανωμαλίες ύπνου). Χαρακτηριστικά αναφέρονται οι χώροι με το εντονότερο θέμα ηχορύπανσης στην Αθήνα (Ψύχας, 2005):

- Χώροι δουλειάς όπως κτιριακές-οδικές κατασκευές ή εργοστάσια.
- Μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, δίκυκλα κ.α.).
- Χώροι διασκέδασης.

Σχετικά με τη θερμική ρύπανση, η μέση ετήσια θερμοκρασία στην Αττική έχει υπολογιστεί να είναι 16,5°C με 19°C, με καύσωνες να εμφανίζονται το καλοκαίρι και συνηθέστερα το μήνα Ιούλιο. Η έντονη αστικοποίηση έχει επιδράσει αισθητά στη θερμοκρασία της πόλης, η οποία είναι αισθητά υψηλότερη στη δομημένη περιοχή και παρατηρείται το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Οι κάτοικοι εξαρτώνται ολοένα και περισσότερο από τον κλιματισμό τόσο στο σπίτι όσο και στο αυτοκίνητο, με αποτέλεσμα το πρόβλημα να επιτείνεται. Η παρουσία χώρων πρασίνου θα μπορούσε να μειώσει το φαινόμενο της θερμικής νησίδας και να βελτιώσει το μικροκλίμα της Αθήνας (Commission of the European Communities, 2005).

7.2. Παραδείγματα φυτεμένων δωματίων στην Αθήνα

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη επιλογή για την κατασκευή ενός παθητικού συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας, που μπορεί σε μεγάλο βαθμό να ωφελήσει σημαντικά την ποιότητας ζωής στην πόλη της Αθήνας (Perdios, 2006; Nectarios, 2009).

Δυστυχώς στην πράξη, τα φυτεμένα δώματα δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως (Fioretti, 2010). Θα πρέπει να γίνει ευρέως γνωστό ότι τα φυτεμένα δώματα εάν σχεδιαστούν και συντηρηθούν καλά, παρέχουν μια καλή θερμομόνωση, και μειώνουν το θερμικό φορτίο του κτιρίου (Santamouris et al., 2005). Στην χώρα μας οι φυτεμένα δώματα ξεκίνησαν να δημιουργούνται από το 2000 και μετά, σε κτίρια του Ελληνικού Δημοσίου. Χαρακτηριστικά τέτοια κτίρια αποτέλεσαν τα εξής το Αμαξοστάσιο του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ) και το κτίριο του Υπουργείου Οικονομίας στην Αθήνα.

Στις ελληνικές πόλεις, οι σχολικές αυλές και οι στέγες του σχολείου αποτελούν συχνά το μόνο ανοιχτό κοινό χώρο σε αστικά κατοικημένες περιοχές και συνεπώς αποτελούν μια μοναδική ευκαιρία για ανάπτυξη νέων πράσινων χώρων (Danks Gamson, 2010). Στην Ελλάδα μια ενεργοποιημένη πρωτοβουλία που ονομάζεται «Φυτεμένα δώματα σε δημόσια κτίρια» συγχρηματοδοτείται από την ΕΕ και το διαχειρίζεται το Εθνικό Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (CRES, 2012). Σε αυτό το πλαίσιο, πιλοτικά εκτεταμένες φυτεμένα δώματα δημιουργήθηκαν στον Πειραιά με συνολική έκταση 0,6 εκτάρια.

Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος

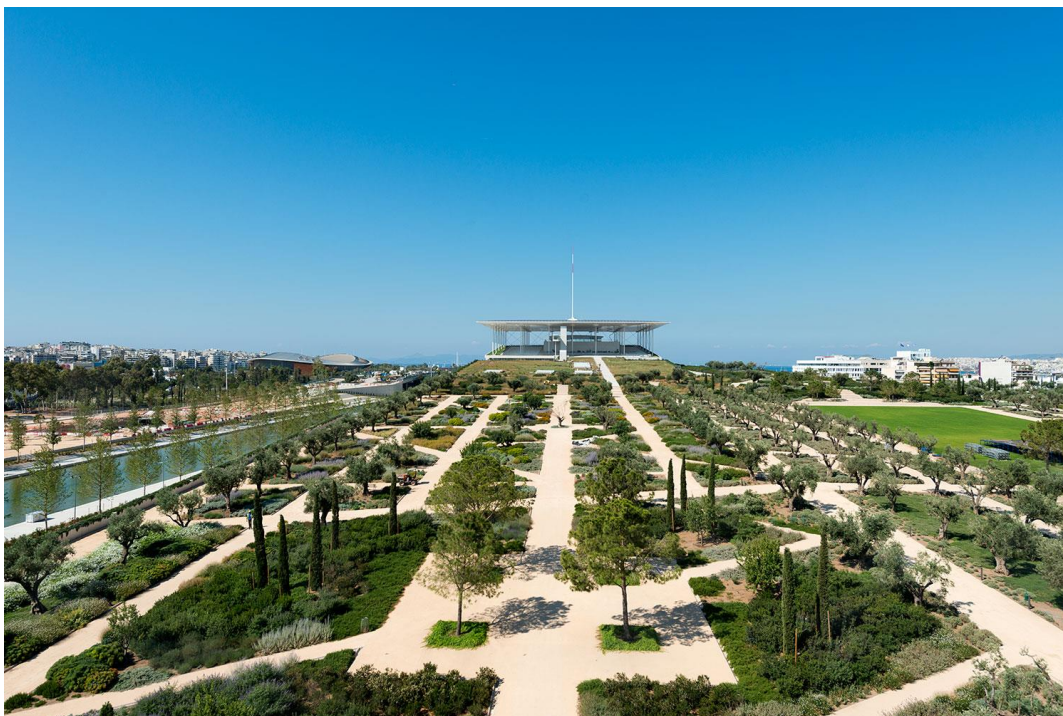
Το Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος ολοκληρώθηκε το 2016, έχει αναγνωριστεί με την πλατινένια πιστοποίηση LEED ως πράσινο κτίριο φιλικό προς το περιβάλλον. Το Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΚΠΙΣΝ), ιδρύθηκε με βασικές αρχές τη βιωσιμότητα και την αειφορία. Ο αρχιτέκτονας Renzo Piano σχεδίασε το κτήριο. Συνολικά το πάρκο έχει έκταση 210 στρέμματα

και φιλοξενεί πολλά φυτικά είδη, με κυριότερα τις ελιές, τις κουμαριές, τις χαρουπιές, τους σχοίνους, τις δάφνες, τις κουτσουπιές, τα κυπαρίσσια και πολλά αρωματικά είδη. Αναλυτικότερα, στο πάρκο υπάρχουν 16 είδη από δέντρα, 161 θαμνοειδή και πολλά αγροστώδη. Η μεγάλη αυτή ποικιλία φυτικών ειδών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, οδήγησε στην αύξηση της βιοποικιλότητας εντόμων και πουλιών. Τα περισσότερα από τα φυτά του πάρκου είναι ξηροφυτικά και συνεπώς είναι προσαρμοσμένα στο κλίμα της περιοχής, χωρίς να χρειάζονται ιδιαίτερη περιποίηση.

Όσον αφορά στα φυτεμένα δωμάτια, έχουν έκταση περίπου 18.500 τετραγωνικά μέτρα και πιο συγκεκριμένα βρίσκονται στα εξής κτίρια:

- Εθνική Βιβλιοθήκης της Ελλάδος.
- Εθνική Λυρική Σκηνή.
- Κτιρίου Στάθμευσης.

Στα φυτεμένα αυτά δωμάτια, τα φυτά είναι μεσογειακού τύπου και φύονται σε ειδικές υποδομές και έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα αλλά και τη βελτίωση της αισθητικής του χώρου. Τα φυτεμένα δώματα έχουν κατασκευαστεί από την εταιρεία GREEN/Zinco.



Εικόνα 75. Το πρότυπο Πάρκο του ΚΠΙΣΝ (πηγή : Γιώργης Γερόλυμπος, <http://www.yerolymbos.com/>).

Οι διακρίσεις του Ιδρύματος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6. Οι τελευταίες διακρίσεις του ΚΠΙΣΝ

Έτος	Διάκριση
2016	<p>ΚΠΙΣΝ έλαβε την υψηλότερη βαθμολογία στην περιβαλλοντική πιστοποίηση LEED Platinum του U.S. Green Building Council, η οποία καλύπτει τις εξής πτυχές:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το πρώτο πολιτιστικό έργο μεγάλης κλίμακας στην Ευρώπη που βραβεύθηκε με την πλατινένια διάκριση του LEED. • Σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι ελάχιστα τα κτίρια τόσο μεγάλης εμβέλειας και με τόσους πολλούς

	επισκέπτες που έχουν αυτή τη διάκριση.
2017	Most Innovative Leisure & Entertainment Facility InAVation Awards
2016	International Project of the Year, Building Awards
2016	Best Project – Cultural, ENR Global Best Projects Awards
2016	Έπαινος, International Safety Awards, British Safety Council
2016	Award for Arts/Entertainment Structures, Structural Awards
2017	European Solar Prize, EUROSOLAR
2017	Βραβείο από το EUROSOLAR (Ευρωπαϊκή Ένωση για την Ανανεώσιμη Ενέργεια) στην κατηγορία Ηλιακής αρχιτεκτονικής και αστικού σχεδιασμού, ως ένα ισχυρό σύμβολο βιωσιμότητας που αναδεικνύει τις δυνατότητες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ενσωματωμένο σε ένα πολιτιστικό κέντρο που θέτει νέα αρχιτεκτονικά πρότυπα.

Πηγή: ΚΠΙΣΝ, 2017.

Φυτεμένο δώμα στο Υπουργείο Οικονομικών

Σε ένα από τα πιο κεντρικά και ιστορικά σημεία της Αθήνας, στην πλατεία Συντάγματος, δημιουργήθηκε το 2008 μια πρότυπη πράσινη οροφή, στο κτίριο του Υπουργείου Οικονομικών, απέναντι από τη Βουλή.



Εικόνα 76. Πράσινη στέγη στο Υπουργείο Οικονομικών, στην Αθήνα (πηγή : <https://www.andro.gr/business/oikosteges/>).

Αναλυτικότερα, το ελληνικό Υπουργείο Οικονομικών εγκατέστησε το φυτεμένο δώμα, με κύριο στόχο να παρέχει ερευνητική οροφή για να μελετήσει τη θερμοδυναμική επίδραση στην Αθήνα.



Εικόνα 77. Η βλάστηση στην πράσινη στέγη του Υπουργείου Οικονομικών στην Αθήνα. (πηγή : <https://www.deltiokairou.gr/gr/climate-changes/article/210/oikonomia-kai-oikologia-me-prasines-steges>)

Σύμφωνα με τις μελέτες που διενεργήθηκαν, η θερμική απόδοση του κτιρίου μετά τη δημιουργία της πράσινης οροφής, επηρεάστηκε σημαντικά με αποτέλεσμα να εξοικονομηθεί ενέργεια 50% για κλιματισμό στο διαμέρισμα ακριβώς κάτω από τη στέγη. Αναλυτικότερα, το υπό μελέτη κτίριο είναι δεκαώροφο με συνολικό εμβαδόν 1,4 εκτάρια και η οικοστέγη είχε εμβαδόν 650 τετραγωνικά μέτρα. Η ενέργεια που εξοικονομήθηκε πέρα από τα περιβαλλοντικά οφέλη έχει και οικονομικό όφελος, το οποίο υπολογίστηκε περίπου σε 5.630 ευρώ το έτος (μείωση λογαριασμών κλιματισμού κατά 9% ή και θέρμανσης κατά 4% σε όλο το κτίριο).

Επίσης, σύμφωνα με τα ερευνητικά αποτελέσματα από το Εθνικό Μετσόβιο Πανεπιστήμιο, η διαφορά θερμοκρασίας στην φυτεμένη και τη συμβατική ταράτσα ήταν 18 βαθμοί Κελσίου. Συγκεκριμένα η μέση θερμοκρασία της φυτεμένης στέγης ανήλθε σε 37 βαθμούς, ενώ της συμβατικής σε 55 βαθμούς Κελσίου. Τέλος, από τη μελέτη της πράσινης στέγης στο Υπουργείο Οικονομικών διαπιστώθηκε ότι όσο αυξάνεται η βιομάζα αυξάνονται και τα οφέλη της μόνωσης και ότι ενισχύθηκε η βιοποικιλότητα στην περιοχή με προσέλκυση εντόμων και πτηνών.

Όσον αφορά τα τεχνικά στοιχεία της κατασκευής, το υγρό βάρος είναι λιγότερο των 50 kg / m², κάτι που επιτεύχθηκε με μικρό βάθος και ελαφρότητα υποστρώματος. Η άρδευση είναι επιθυμητή μόνο κατά τους θερινούς μήνες, λόγω των φυτικών ειδών που επιλέχθηκαν, που ήταν αυτόχθονα αρωματικά φυτά της Ελλάδας (θυμάρι, φασκόμηλο, λεβάντα, μέντα, ματζουράνα και ρίγανη) αλλά και λουλούδια (όπως Hypericum, Phlomis, παπαρούνες και χαμομήλι), (greenroofs).

Σχολικά κτίρια της Αθήνας με φυτεμένα δώματα

Πέρα από τα παραπάνω δημόσια κτίρια, έχει σχεδιαστεί η δημιουργία πράσινων στεγών και σε δεκατέσσερα σχολικά κτήρια στην Αθήνα, τα οποία σύμφωνα με τις μελέτες πληρούν όλες τις προϋποθέσεις. Για την κατασκευή των φυτεμένων δωμάτων προτάθηκε η χρήση ειδικών αποστραγγιστικών συστημάτων και ειδικών εδαφικών υποστρωμάτων, έτσι ώστε να προκύψουν τα μέγιστα περιβαλλοντικά αλλά και οικονομικά οφέλη.

Επιλέχθηκε το εκτατικό σύστημα πράσινης στέγης με υπόστρωμα από 12 έως και 15 εκατοστά, ανάλογα το κτίριο και πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του FLL-2008. Η συντήρηση του συστήματος αυτού είναι ιδιαίτερα εύκολη και το κορεσμένο φορτίο είναι περίπου 130kg/m^2 . Τα φυτά που επιλέχθηκαν ήταν τα φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως φυτικοί τάπητες, πόες και φυτά εδαφοκάλυψης με επιφανειακό ριζικό σύστημα που αναβλαστάνουν εύκολα.(urbanpoint).



Εικόνα 78. Φυτεμένο Δώμα σε Δημοτικό Σχολείο (πηγή : <http://www.fytokomia.gr/permalink/18488.html>)

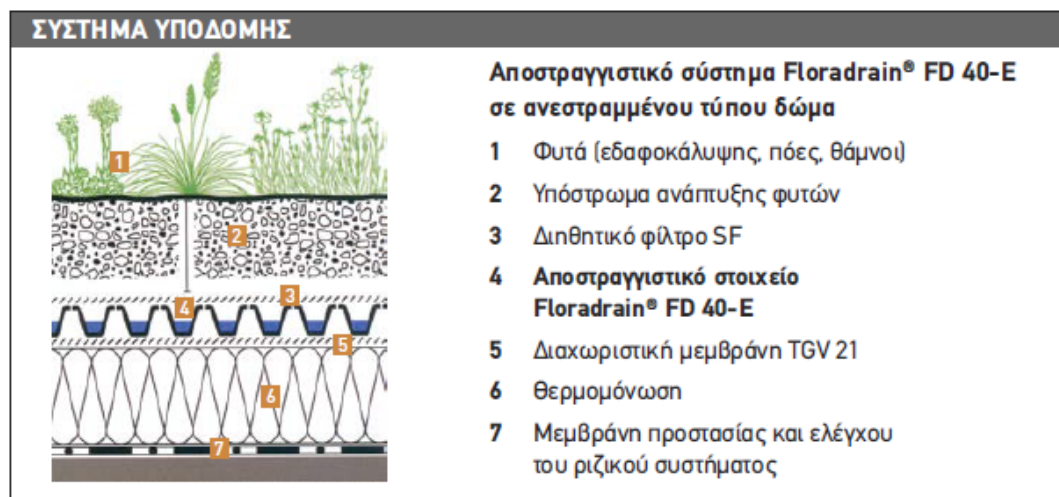
Πριν δύο χρόνια, ολοκληρώθηκε στην πόλη της Αθήνας, το έργο του συγχρηματοδοτούμενου προγράμματος «Φυτεμένα δώματα» του Δήμου Αθηναίων, με στόχο της δημιουργία πράσινων στεγών σε 17 σχολεία στην Αθήνα, στα οποία τηρούνταν βάση μελετών, όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις. Τα περισσότερα από τα σχολεία αυτά, είναι νηπιαγωγεία ή δημοτικά και έτσι τα

παιδιά θα έχουν και τη δυνατότητα εξοικείωσης με τη φύση και το σημαντικό ρόλο του αστικού πρασίνου (Σαλού Εύη, 2016).

Άλλες περιπτώσεις Φυτεμένων δωματίων στην Αθήνα



Εικόνα 79. Δημοτικό Πάρκο Αθλητισμού και Αναψυχής Δήμου Καλλιθέας (πηγή : http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf).

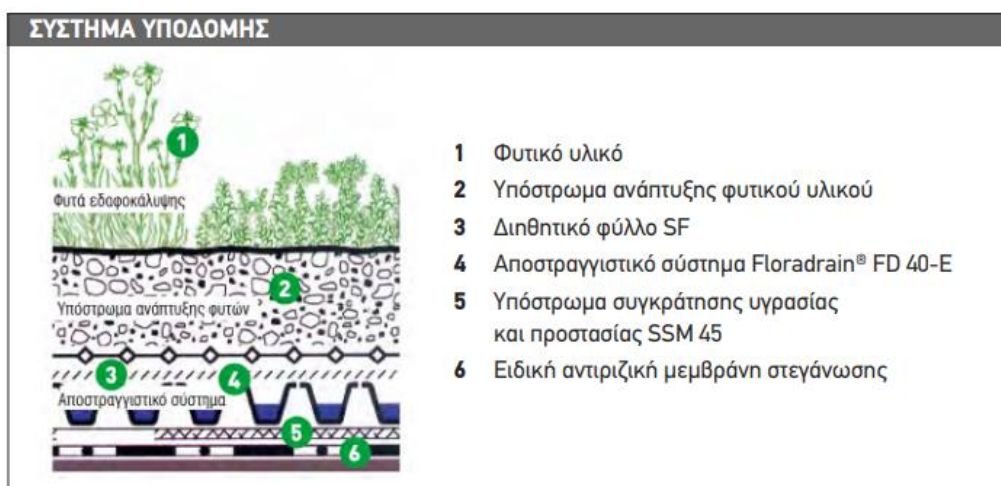


Εικόνα 80. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Δημοτικού Πάρκου Αθλητισμού και Αναψυχής Δήμου Καλλιθέας (πηγή : http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf).

Το Δημοτικό Πάρκο Αθλητισμού και Αναψυχής της Καλλιθέας είναι μια δωρεά που έχει γίνει από το Ίδρυμα «Σταύρος Νιάρχος». Η αρχιτεκτονική μελέτη του πάρκου έγινε από Renzo Piano Building Workshop, RPBW – BETAPLAN και τέλειωσε το 2013. Τα τρία κτιριακά συγκροτήματα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται το αναψυκτήριο και η αίθουσα πολλαπλών χρήσεων, λειτουργούν υποστηρικτικά για τις αθλητικές εγκαταστάσεις τις ανάγκες του Δήμου Καλλιθέας. Έχει χρησιμοποιηθεί το σύστημα υποδομής ZinCo Floradrain® FD40-E σε ανεστραμμένου τύπου δώμα. Η μελέτη φυτεμένων δωμαίων έγινε από την Deborah Nevins & Associates, DNA – HPA. Το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών είναι 200 mm και σε αυτό χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικά ξηρανθεκτικά φυτά ενώ η έκταση του ανέρχεται στα 850 m². (Domes index, Egreen).

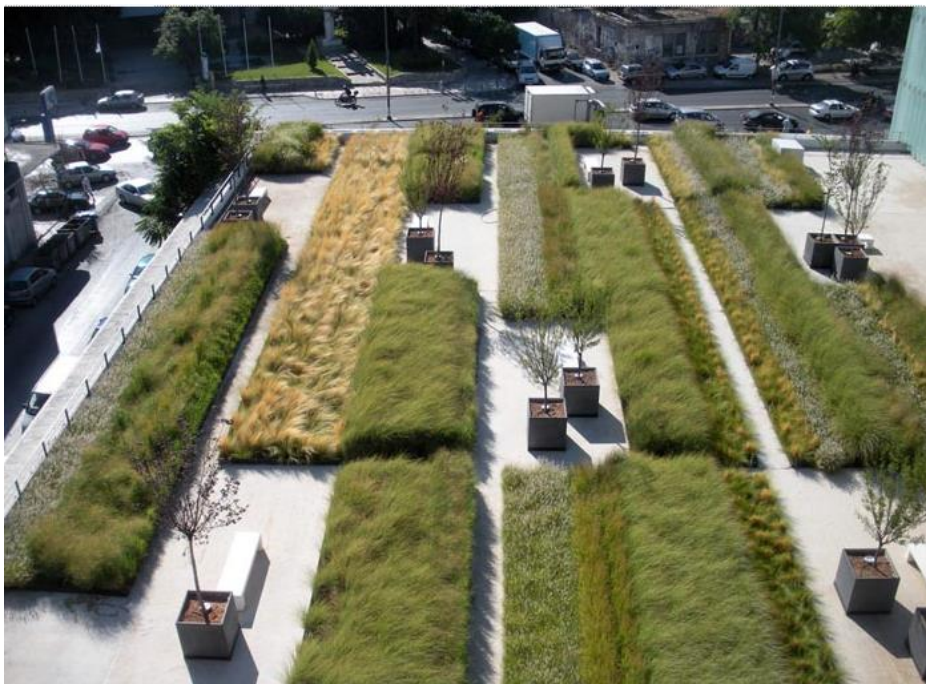


Εικόνα 81. Το Κτιριακό Συγκρότημά Καρελά στην Παιανία (πηγή : <https://www.fortunegreece.com/article/karela-office-park/>).

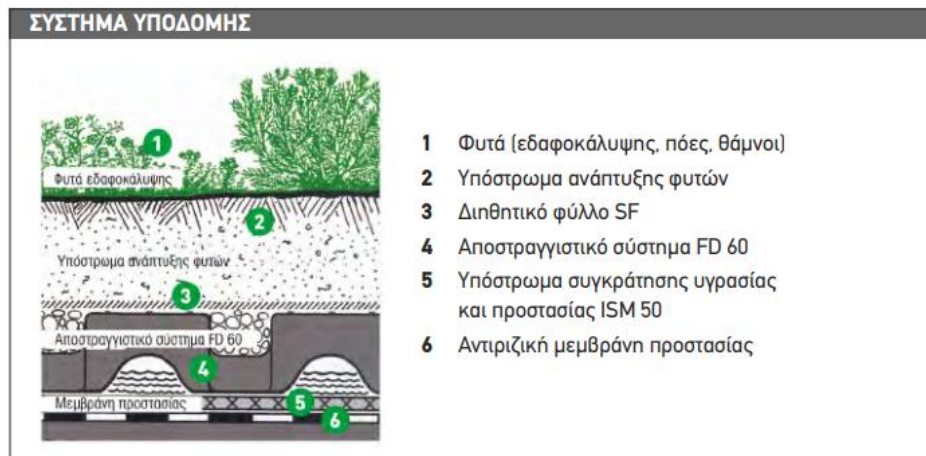


Εικόνα 82. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Κτιριακού Συγκροτήματος Καρελά στην Παιανία (πηγή : http://www.egreen.gr/images/stories/pdf/projects/grf_karelas.pdf).

Το Κτιριακό Συγκρότημά Καρελά στην Παιανία, έχει κατασκευαστεί το 2012 στην Παιανία και έκταση του είναι 8.500 m². Την αρχιτεκτονική μελέτη του συγκροτήματος την έκαναν οι αρχιτέκτονες Μ. Κοκκίνου & Α. Κούρκουλας. Το σύστημα υποδομής που χρησιμοποιήθηκε είναι Floradrain FD 40-E, FD 60, Elastodrain, με υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών 150-200mm. Το σύστημα υποδομής Floradrain® FD 40-E αναπτύσσεται σε συνολική επιφάνεια 8.000 τμ. Τα φυτικά του είδη που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως ο χλοοτάπητας, ενδημικά κηροθερμικά φυτά και κάποια δέντρα που έχουν προσαρμοστεί στο κλίμα της περιοχής. Αξίζει να αναφέρουμε ότι το συγκεκριμένο συγκρότημα είναι το πρώτο κτίριο στην χώρα μας που πιστοποιήθηκε με την αξιολόγηση LEED Gold (Domes index, Egreen).



Εικόνα 83. Κτίριο γραφείων στην Πειραιώς (πηγή : <http://domesindex.com/companies/egreen/kthrio-grafeiwn-shop-trade-a8hna-2009/>).



Εικόνα 84. Σύστημα υποδομής φυτεμένου δώματος του Κτιρίου γραφείων στην Πειραιώς (πηγή : http://www.egreen.gr/images/stories/pdf/projects/grf_st.pdf).

Κτίριο γραφείων στην Πειραιώς, στο οποίο κατασκευάστηκε φυτεμένο δωμάτιο σε μια έκταση 1000 m² και υλοποιήθηκε το 2009. Την αρχιτεκτονική μελέτη του κτηρίου την έκαναν οι αρχιτέκτονες Μ. Κοκκίνου & Α. Κούρκουλας και την μελέτη του περιβάλλοντος χώρου έγινε από τους Ε. Παγκάλου & Συνεργάτες. Το σύστημα υποδομής που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Floradrain FD

25-E, FD 60, Georaster, με υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών 200mm. Τα φυτικά είδη που χρησιμοποιήθηκαν είναι κυρίως αγρωστώδη και το υπόστρωμα ανάπτυξής τους είναι σε κεκλιμένο επίπεδο, έτσι ώστε να πετυχαίνετε καλή στράγγιση. (Domes index, Egreen).



Εικόνα 85. The Foundry Suites Athens (πηγή : <http://kataskevesktirion.gr/the-foundry-suites-athens>).

Μια διώροφη κατοικία του 1930 στο κέντρο της Αθήνας ανακατασκευάζεται εξ' ολοκλήρου για να γίνει το The Foundry Suites Athens ένα ξενοδοχείο με αυτοτελή διαμερίσματα. Οι αρχιτέκτονες του κτηρίου, Μιλτιάδης Πορτοκάλης και Έφη Μαλανδράκη, επέλεξαν να ταιριάξουν στοιχεία της αθηναϊκής ιστορίας, του βιοτεχνικού χαρακτήρα της συνοικίας Ψυρρή, του ελληνικού τοπίου – μέσω των υλικών της κατασκευής δηλαδή, μάρμαρο, μωσαϊκό, πέτρα αλλά και ενός συγχρόνου αρχιτεκτονικού design. Το κτήριο είναι καλυμμένο από φυτεμένα δώματα και κατακόρυφους κήπους, ενώ τα φυτά που έχουν επιλέγει είναι παρμένα από την ελληνική φύση, όπως ελιές, ροδιές, λεβάντες, αρωματικά φυτά και αμπελόφυτες πέργκολες (kataskevesktirion.gr,2020).



Εικόνα 86. Κτίριο γραφείων του Ναυτιλιακού Ομίλου της Agemar (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/ktirio-grafeiwn-nautiliakou-omilou-agemar/#&gid=1&pid=1>).

Το κτίριο γραφείων του Ναυτιλιακού Ομίλου της Agemar που ολοκληρώθηκαν το 2018. Το επιβλητικό κτίριο που βρίσκεται στην Καλλιθέα καλύπτεται τουλάχιστον στο μεγαλύτερο κομμάτι του από φυτεμένα δώματα, ενώ έλαβε την διάκριση Platinum Leed. Η αρχιτεκτονική μελέτη του κτιρίου έχει γίνει από το γραφείο Ρένα Σακελλαρίδου/Sparch architects, ενώ την κατασκευή ανέλαβε η εταιρία Intrakat υπό την επίβλεψη της εταιρίας Dimand. Στην κατασκευή της υποδομής των φυτεμένων δωμάτων επιλέχθηκαν τα σύγχρονα συστήματα της DIADEM, όπου σύμφωνα με τη μελέτη στα σημεία με χαμηλή φύτευση εφαρμόστηκε ο εκτατικός τύπος DIADEM-150, στα σημεία με χαμηλή-μέτρια βλάστηση και μέτρια βάθη εφαρμόστηκε ο ημιεντατικός τύπος DIADEM-350 και στα σημεία με μεγάλες φυτεύσεις και μεγάλα βάθη εφαρμόστηκε ο εντατικός τύπος DIADEM-750 (prasinistegi.gr).



Εικόνα 87. Αμαξοστάσιο του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ) (πηγή: <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-depot-of-the-public-electrical-buses-company-osy-roof-2009/#&gid=1&pid=2>).

Στο Ρούφ ολοκληρώθηκε το 2008 το φυτεμένο δώμα στο Αμαξοστάσιο του ΗΛΠΑΠ (ΟΣΥ). Η αρχιτεκτονική μελέτη έγινε από τον Αλέξανδρο Τριποδάκη και η μελέτη για το φυτεμένο δώμα από την ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΤΕΓΗ- DIADEM GREEN ROOF SYSTEMS. Η επιφάνεια του είναι 6.000 τετραγωνικά μέτρα και ήταν για χρόνια η πρώτη καθώς και η μεγαλύτερη σε έκταση φυτεμένη επιφάνεια κτιρίου στην Ελλάδα. Για την κατασκευή του φυτεμένου δώματος χρησιμοποιήθηκε ο ελαφρύς τύπος DIADEM-150, ενώ η πλούσια ποικιλία των συμπληρωματικών προϊόντων DIADEM, βοήθησε στο να δοθούν όλες οι τεχνικές λύσεις, έτσι ώστε να υλοποιηθεί πλήρως το απαιτητικό σχέδιο της Μελέτης. Στην φύτευση χρησιμοποιήθηκαν φυτά εδαφοκάλυψης (λαντάνα έρπουσα και χλοοτάπητας), πολυετή ποώδη (λεβάντα, αρτεμισία κλπ), αναρριχώμενα καθώς και αρκετά μεσογειακά δέντρα, όπως κουκουναριές και ελιές. (prasinistegi.gr).



Εικόνα 88. Κτίριο γραφείων της Noval SA στο Χαλάνδρι (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-butterfly-noval-s-a/#&gid=1&pid=2>).

Το καινούργιο κτίριο των γραφείων της Noval SA στο Χαλάνδρι τελείωσε στις αρχές του 2019 με περιβαλλοντική πιστοποίηση LEED (Gold). Την αρχιτεκτονική μελέτη του κτιρίου το οποίο χαρακτηρίζεται από βιοκλιματικά στοιχεία την έκαναν οι Yarp architects και η κατασκευή έγινε από την REDEX SA. Χαρακτηριστικό του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου είναι η κάλυψη όλων των δωματίων σε κάθε επίπεδο του κτιρίου. Για την κατασκευή της υποδομής των φυτεμένων δωματίων επιλέχθηκαν τα σύγχρονα συστήματα της DIADEM, όπου σύμφωνα με τη μελέτη στα σημεία με χαμηλή φύτευση εφαρμόστηκε ο εκτατικός τύπος DIADEM-150 και στα σημεία με μεγάλα βάθη και χαμηλή έως υψηλή φύτευση εφαρμόστηκε ο εντατικός τύπος DIADEM-750 (prasinistegi.gr).

8.Σύνοψη για τα φυτεμένα δώματα στην Αθήνα

Η κλιματική αλλαγή είναι πλέον παρούσα και οι επιπτώσεις αρχικά φαίνονται κυρίως ως ακραία καιρικά φαινόμενα. Με τις πράσινες οροφές, προσόψεις και τα πράσινα κτίρια, επιτυγχάνονται πολλά οφέλη όπως η συγκράτηση του νερού, η μείωση των πλημμυρών και η διατήρηση του υδρολογικού κύκλου, με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχει σωστός σχεδιασμός κατά τη μελέτη τους. Εάν στην Αθήνα δημιουργηθούν κι άλλες φυτεμένες στέγες και φτιαχτεί ουσιαστικά ένα πυκνό δίκτυο από οροφές με βλάστηση, οι περιβαλλοντικές συνθήκες της Αθήνας θα βελτιωθούν σημαντικά (California Academy of Science, 2011).

Η κλιματική αλλαγή και η έλλειψη επαρκούς αστικού πρασίνου, πολλές φορές ωθεί τους ανθρώπους να μένουν περισσότερο χρόνο σε εσωτερικούς χώρους, έτσι ώστε να ελέγχουν οι ίδιοι τις συνθήκες διαβίωσης τους. Όμως το φαινόμενο της θερμικής νησίδας που είναι υπαρκτό σε όλες τις μεγαλουπόλεις, όπως και στην Αθήνα, εντείνεται από τις σκληρές επιφάνειες των κτιριακών δομών και μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη βλάστηση μέσα στην πόλη. Τα φυτεμένα δώματα, φτιάχνουν μαλακές επιφάνειες οι οποίες βοηθούν τόσο στη διαχείριση των νερών της βροχής, όσο και στη βελτίωση του μικροκλίματος και την άμβλυνση του φαινομένου της θερμικής νησίδας. Ουσιαστικά, σε πολλές πόλεις της Ευρώπης, όπως και στην Αθήνα, που η δόμηση είναι πυκνή και δεν υπάρχουν διαθέσιμοι χώροι για αστικό πράσινο, τα φυτεμένα δώματα αποτελούν τον πιο αποτελεσματικό και σύγχρονο τρόπο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Επιπρόσθετα, με τα φυτεμένα δώματα επιτυγχάνεται θερμική άνεση και στο εσωτερικό του κτιρίου, γεγονός που ωφελεί το περιβάλλον με μικρότερη ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας για θέρμανσή και κλιματισμό (Givoni, 1991). Τα φυτεμένα δώματα ξεκίνησαν αρχικά από κάποιες χώρες της Ευρώπης, όπως η Γερμανία και εξαπλώθηκαν σε όλο τον κόσμο, με τις απαραίτητες προσαρμογές ανάλογα τις ανάγκες των ιδιαίτερων κλιματικών και αστικών χαρακτηριστικών της κάθε περιοχής αλλά και του εκάστοτε κτιρίου.

9. Συμπεράσματα

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, διαπιστώθηκε ότι οι πράσινες οροφές ή φυτεμένα δώματα ή πράσινες ταράτσες ή οικοστέγες, αναβαθμίζουν σε μεγάλο βαθμό της ποιότητα ζωής στην πόλη, με οφέλη τόσο για τους κατοίκους όσο και για το περιβάλλον συνολικά. Αναλυτικότερα, με την εφαρμογή των πράσινων οροφών δημιουργείται ένα ευνοϊκότερο μικρόκλιμα, που αναβαθμίζει την αισθητική των κτιρίων, προσφέροντας ταυτόχρονα θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες στο κτίριο, που μειώνουν σημαντικά (περίπου 30%) την κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό και θέρμανση. Ακόμη, με τις πράσινες οροφές μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, μέσω φιλτραρίσματος της σκόνης και των σωματιδίων που αιωρούνται στον αέρα (Dimoudi et al., 2013).

Τα φυτά στα φυτεμένα δώματα, έχουν την ικανότητα να απορροφούν τη ζέστη και να μονώνουν σημαντικά το κτίριο. Έτσι, με τα φυτεμένα δώματα σταθεροποιείται η επιφανειακή θερμοκρασία κατά τις ζεστές μέρες του έτους, μειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου αλλά και η απώλεια θερμότητας κατά τους χειμερινούς μήνες. Επίσης μακροπρόθεσμα, γίνεται οικονομία καυσίμων τόσο για θέρμανση όσο και για κλιματισμό και γρήγορα αποσβένεται το κόστος δημιουργίας της πράσινης στέγης (Givoni, 1991).

Σημαντικό είναι και το θέμα διαχείρισης των υδάτων. Αξίζει να αναφερθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος (σχεδόν 75%) των όμβριων υδάτων καταλήγει στις αποχετεύσεις των πόλεων, με αποτέλεσμα να συμβαίνουν συχνά πλημμυρικά φαινόμενα. Με τα φυτεμένα δώματα κατακρατείται αλλά και φιλτράρεται το 75% περίπου της ποσότητας υδάτων της βροχής.

Επιπρόσθετα, οι πράσινες οροφές, προσόψεις καθώς και τα πράσινα κτίρια, βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα, ποικιλοτρόπως. Αρχικά μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, φιλτράρουν τα βαρέα μέταλλα και εμπλουτίζουν τον αέρα με οξυγόνο (N.-J. Tzortzi-Georgi, & D. Dimitriou, 2010).

Γίνεται σαφές από όλα τα παραπάνω, ότι οι πράσινες, οροφές, προσόψεις και κτίρια, έχουν πολλές θετικές επιπτώσεις για τη ζωή στην πόλη και το περιβάλλον. Σε πολλές πόλεις της Ευρώπης, της Βόρειας Αμερικής και της Ιαπωνίας, οι πράσινες οροφές έχουν εξαπλωθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό, ενώ σε κάποιες άλλες τα φυτεμένα δώματα επιβάλλονται και από τη νομοθεσία. Στη χώρα μας οι πράσινες ταράτσες και προσόψεις βρίσκονται ακόμη σε αρχικό στάδιο. Κάποια άμεσα οικονομικά κίνητρα, το υποχρεωτικό νομικό πλαίσιο και η ένταξη στα δημόσια κτίρια, θα βοηθούσε την περεταίρω εξάπλωση των πράσινων οροφών, στην Αθήνα αλλά και σε όλη την Ελλάδα. Συνεπώς, θα πρέπει να είναι μέλημα της πολιτείας να διατηρεί και να βελτιώνει τους χώρους αστικού πρασίνου, έτσι ώστε να βελτιώνεται η ποιότητα ζωής των κατοίκων. Η δημιουργία νέων χώρων πρασίνου θα πρέπει να διευκολύνεται και να προωθείται από το κράτος και τους δήμους, έτσι ώστε να βελτιωθεί το μικροκλίμα της Αθήνας και να αμβλυνθεί ή και να αντιμετωπιστεί πλήρως το φαινόμενο της θερμικής νησίδας.

Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε σαφές ότι με τα φυτεμένα δώματα και τις προσόψεις, μπορεί να αυξηθεί σημαντικά το αστικό πράσινο, προσδίδοντας πολλαπλά οφέλη, στον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον, με κυριότερα για την πόλη της Αθήνας την εξοικονόμηση ενέργειας, την ανακούφιση από την έντονη θερμική επιβάρυνση, την βελτίωση της ποιότητας του αέρα με το φιλτράρισμα των ρύπων, την απορρόφηση των όμβριων υδάτων, την μείωση των πλημμυρών, την μείωση της ηχορύπανσης, την ενίσχυση της πανίδας στην πόλη και την αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων.

Πιθανοί τρόποι δράσης για την περαιτέρω διάδοσή τους είναι η εφαρμογή οικονομικών κινήτρων προς τους ιδιώτες, η υποχρεωτική φύτευση συγκεκριμένου ποσοστού κάλυψης του δώματος σε νέα κτίρια και η υποδειγματική κατασκευή τους σε δημόσια κτίρια. Η Υπουργική Απόφαση «Όροι και προϋποθέσεις κατασκευής φυτεμένων επιφανειών σε δώματα, στέγες και υπαίθριους χώρους δημοσίων ή ιδιωτικών κτιρίων»/ΦΕΚ 14/11.01.2012, καθώς και η σύνταξη των Κατευθυντήριων Οδηγιών Φυτοτεχνικής Μελέτης, Κατασκευής και Συντήρησης Φυτεμένων Δωμάτων από την Ειδική Επιτροπή του Γεωτεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΓΕΩΤΕΕ) συμβάλλουν σημαντικά προς αυτή την κατεύθυνση.

Αξιίζει βέβαια να αναφερθεί ότι οι πολίτες έχουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των πράσινων οροφών, προσόψεων και κτιρίων. Σε έρευνα που έλαβε πριν δύο χρόνια στην Αθήνα, φάνηκε ότι οι περισσότεροι από τους κατοίκους της θέλουν να κάνουν μια πράσινη οροφή ή πρόσοψη στο κτίριο που κατοικούν, με κύριο στόχο να βελτιωθεί η αισθητική αλλά και η λειτουργικότητα του κτιρίου. Όμως, οι περισσότεροι από αυτούς δεν γνωρίζουν για την εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να προκύψει από την εγκατάσταση μιας πράσινης στέγης ή πρόσοψης, γεγονός που υποδεικνύει την ανάγκης ενημέρωσης σχετικά με τις θετικές επιπτώσεις των πράσινων οροφών και προσόψεων στο ευρύ κοινό. Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι από αυτούς επιθυμούν επιδότηση από το κράτος για την υλοποίηση πράσινου κτιρίου. Εν κατακλείδι, οι Αθηναίοι στο μεγαλύτερο μέρος τους δεν γνωρίζουν τα πολλαπλά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη των πράσινων στεγών και προσόψεων και δίνουν ιδιαίτερη αξία στην αισθητική αναβάθμιση του κτιρίου. Επιπλέον, αναμένουν να λάβουν οικονομική υποστήριξη από το κράτος για να προβούν σε «πράσινες» αλλαγές στο κτίριο που κατοικούν (Tsantopoulos et al., 2018).

Συμπερασματικά, βάση των μελετών που έχουν λάβει χώρα στην Αθήνα κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η οποία αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα και γίνεται ακόμα πιο θερμή, με το φαινόμενο της θερμικής νησίδας ολοένα και να εντείνεται (Hongyu et al., 2017). Το αστικό πράσινο, το οποίο έχει βρεθεί σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, μπορεί να βελτιώσει το μικροκλίμα της Αθήνας καθώς και την ποιότητα της ζωής των κατοίκων. Δεδομένου ότι η δόμηση είναι ήδη πολύ πυκνή, οι πράσινες οροφές, προσόψεις και κτίρια, αποτελούν μια ελπιδοφόρα λύση για την άμβλυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων της Αθήνας.

Τα πρώτα σημαντικά βήματα, έχουν πραγματοποιηθεί, με πρότυπα δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, με πράσινες οροφές, που προσφέρουν μια ανάσα στη πόλη της Αθήνας. Παρά το ότι η τεχνογνωσία πλέον υπάρχει και ο δρόμος τόσο τεχνικά όσο και εμπειρικά είναι πλέον ανοιχτός, η διάδοση των φυτεμένων δωματίων στην Αθήνα, δεν είναι τόσο μαζική όσο θα έπρεπε, έτσι ώστε να επέλθουν και οι σημαντικές θετικές επιπτώσεις από αυτές. Οι πράσινες οροφές, είναι σποραδικές μέσα στην πόλη και αφορούν σε μεγαλύτερο βαθμό δημόσια

κτίρια. Η νομική προώθηση των πράσινων οροφών σε συνδυασμό με τα σημαντικά οικονομικά κίνητρα θα μπορέσουν να ανατροφοδοτήσουν τη δημιουργία πράσινων οροφών στην Αθήνα, έτσι ώστε να αποτελέσουν μια καίρια λύση στα έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα της Αθήνας και να ανακουφίσουν τους κατοίκους τόσο από άποψη ποιότητας ζωής όσο και από οικονομική άποψη.

Τα αναπάντητα ερωτήματα στην εργασία είναι κυρίως το κόστος υλοποίησης και συντήρησης της τεχνολογίας των φυτεμένων δωματών και κατακόρυφων κήπων. Ένα αναπάντητο ερώτημα είναι αν μπορούν να αναπτυχθούν οι κατακόρυφοι κήποι στην Αθήνα μιας που όσοι υπάρχουν είναι ελάχιστοι, με αποτέλεσμα να μην γνωρίζουμε την απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Και τέλος αν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τους κατακόρυφους κήπους κυρίως για την κατηγορία των Ζωντανών τοίχων επιβαρύνουν ή όχι το περιβάλλον.

Η μελλοντική έρευνα της εργασίας θα μπορούσε να είναι η μελέτη των υλικών για την υλοποίηση των κατακόρυφων κήπων κυρίως της κατηγορίας Ζωντανών τοίχων. Θα μπορούσε να υπάρχει με σύγκριση όσον αφορά τα φυτεμένα δώματα και τους κατακόρυφους κήπους για κατανοήσουμε πιο είναι πιο αποδοτικό και ωφέλιμο στο περιβάλλον.

Τα αποτελέσματα της εργασίας αναφέρονται σε παραδείγματα που ήδη υπάρχουν στην Αθήνα. Τα οποία μας δείχνουν κυρίως ότι η τεχνογνωσία των φυτεμένων δωματών είναι γνωστή στην πόλη. Τα φυτεμένα δώματα σε μικρή κλίμακα δεν επηρεάζουν πολύ το κλίμα της πόλης, ενώ άμα υλοποιηθούν σε μεγαλύτερη κλίμακα θα συμβάλουν στην ποιοτική αναβάθμιση της πόλης.

10.Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abel, C. (2010) 'The vertical garden city: towards a new urban topology', CTBUH Journal, 2, 20-30.
- Ahmed, M.S., Vidyadhara, H.S. (2013). Experimental study on strength behaviour of recycled aggregate concrete. *Int. J. Eng. Res. Technol.* 2: 76–82.
- Alexandri, E., & Jones, P. (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates, *Building and Environment*, 43(4), 480-493
- Anink, D., Boonstra, C., Mak, J. (1996). *Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment*. London: James & James (Science Publishers) Ltd.
- Archdaily : <https://www.archdaily.com/45925/aloni-decaarchitecture>
- Arvanitidis, P., Skouras, D. (2008). Urban green and housing values: exploring the links using empirical evidence from the UK” In *Smaniotto-Costa C., Mathey J., Edlich B. and Hoyer J. (eds.) Urban Green Spaces, a Key for Sustainable Cities: Conference Reader*, Dresden: Leibniz Institute of Ecological and Regional Development, pp. 45-48.
- Baker, G. (2006). Certification impacts private sector. *Environmental Design and Construction* , 9(6):80–2.
- Barbosa, O., Tratalos, J., Armsworth, P., Davies, R., Fuller, R., Johnson, P., & Gaston, K. (2007) 'Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK', *Landscape and Urban Planning*, 83(2), 187-195.
- Barcelo, L., Horgnies, M., Dubois-Brugger, I., Buffenbarger, J., Gartner, E. (2014). “Smog-eating concrete”: a new technology for better cities. Available at:

https://www.researchgate.net/publication/263162118_Smog-eating_concrete_a_new_technology_for_better_cities [10/05/2020].

Bertram, C., Rehdanz, K. (2015). The role of urban green space for human wellbeing', *Ecological Economics*, 120: 139-152.

Brent Ehrlich, 2013 : <https://www.buildinggreen.com/feature/stone-original-green-building-material>

Blackhurst, M., Hendrickson, C., Matthews, H.. (2010). Cost Effectiveness of Green Roofs. *Journal of Architectural Engineering*. 10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000022.

Cairns, S. (2001). Why walking and urban green spaces are good for each other, *Town and Country Planning*, 70 (4), 102-103.

California Academy of Science (2011). Η συμβολή των φυτεμένων δωματίων στη διαχείριση των υδάτινων πόρων. *Περιβάλλον και Δόμηση*, Τεύχος 17, Σεπτέμβριος – Οκτώμβριος, 118-122

Cappelli, M., Cianfrini, C., Corcicone, M. (1998). Effects of vegetation roof on indoor temperatures. *Heat Environ*, 16(2):85–90.

Christopoulou, O., Polyzos, S., & Minetos, D. (2007). Peri-urban and urban forests in Greece: obstacle or advantage to urban development?, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 4(18), 382-395.

Commission of the European Communities (2005). *Common Actions for growth and Employment: The Community Lisbon Programme*, Communication from the Commission and the European Parliament, Brussels, July 2005.

Cooper, I. (1999). Which focus for building assessment methods: Environmental performance or sustainability? *Build. Res. Inf.* 27, 321-331.

Danks Gamson, S. (2010). *Asphalt to ecosystems. Design Ideas for schoolyard transformation*. Oakland: New Village Press

deca : <https://deca.gr/project/aloni/>

Design Centre for American Urban Landscape, (2003). Urban green space: Effects on water and climate, Research funding by the McKnight Foundation, University of Minnesota, ηλεκτρονική πρόσβαση στο <http://ccl.design.umn.edu/> [12/04/2020].

dezeen, 2015 : <https://www.dezeen.com/2015/12/04/museum-netherlands-grass-roof-studio-marco-vermeulens-island/>

dezeen, 2014 : <https://www.dezeen.com/2014/10/10/one-central-park-sydney-jean-nouvel-vertical-gardens/>

Dimoudi, A., Kantzioura, A., Zoras, S., Pallas, C., Kosmopoulos, P. (2013). Investigation of urban microclimate parameters in an urban center, *Energy Build.*, 64: pp. 1-9.

Domes index : <http://domesindex.com/>

Domes index, Egreen :

http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf

Domes index, Egreen :

http://www.egreen.gr/images/stories/pdf/projects/grf_karelas.pdf

Domes index, Egreen :

http://www.egreen.gr/images/stories/pdf/projects/grf_st.pdf

Dunnett, N., Kingsbury, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press Inc, Portland, OR.

Dvorak, B. (2011). Comparative Analysis of Green Roof Guidelines and Standards In Europe and North America. *Journal of Green Building*. 6. 170-191.

Egreen : <https://www.egreen.gr/>

eletech : <https://www.eletech.gr/green-building-products/>

Emily Peckenham, 2016 : <https://inhabitat.com/11-green-building-materials-that-are-way-better-than-concrete/>

Esin, T. (2006). Appropriate Material Selection for Sustainable Building, *Building Magazine*, 291: 83–86.

European Commission (EC) (2007). *State of European Cities Reports*, Adding value to the European urban Audit.

European Commission :

European Commission. Critical raw materials for the EU. Technical Report, June 2010. Available online: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/files/docs/report-b_en.pdf [23/02/2020].

European Commission. Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM (2011) 571 final. Brussels, 20.9.2011. Available online: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/pdf/com2011_571.pdf [23/02/2020].

European Environment Agency (EEA) (2009) *Ensuring quality of life in Europe's cities and towns*, Tackling the environmental challenges driven by European and global change.

<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/build-skills-gr>

Falaras, P., Moustakas, N.G., Papalexandratou, E., Kontos, A.G., Vlachos, G.D., Sotiropoulou, A.G., Tsivilis, S., Aspiotis, K. (2014). Use of Photocatalytic Cement for the development of Self-Cleaning Construction Materials, Proceedings of the 8th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA8), Thessaloniki, Greece, June 25-28, 2014.

Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L.G., Principi, P. (2010). Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Building and Environment*, 45 (8): 1890-1904.

Gera, R. K., Rai, H. M., Parvej, Y. Soni, H. (2013). Renewable energy scenario in India: opportunities and challenges. *Indian Journal of Electrical and Biomedical Engineering*, 1(1):10 – 16.

Givoni, B. (1991). Impact of planted areas on urban environmental quality: a review *Atmos. Environ. Part B Urban Atmos.*, 25 (3): 289-299.

Golubchikov, O. Badyina, A. (2012). *Sustainable housing for sustainable cities*. A policy framework for developing countries. United Nations Human Settlements Programme (UNHabitat).

Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services- November 2007 / Vol. 57 No. 10 *BioScience* www.biosciencemag.org.

greenroofs.co.uk/green-roofs/types-of-green-roof/

greenroofs : <https://www.greenroofs.com/projects/the-hellenic-treasury-constitution-square/>

greenroofs-caixa-museum, 2020 : <https://www.greenroofs.com/projects/caixa-forum-museum-vertical-garden/>

greenroofs-environment-park, 2020 : <https://www.greenroofs.com/projects/environment-park-envipark/>

growinggreenguide. <https://www.growinggreenguide.org/technical-guide/introduction-to-roofs-walls-and-facades/green-wall-definition/>

Hadas, G., Meirb, I.A. (2014), Cost-benefit analysis of green buildings: An Israeli office buildings case study, *Energy and Buildings*, 76:558-564.

Halada, K., Yamamoto, R. (2001). The current status of research and development on eco-materials around the world. *MRS Bulletin* , 26(11): 871-878.

Hammer, K. (1968). *North Dakota History: 1870-1889* (1st ed., Vol. 35). ND.

Haq, S. (2011) Urban green spaces and an integrative approach to sustainable environment, *Journal of Environmental Protection*, 2(05): 601.

- Henry, A., Frascaria-Lacoste, N (2012). Comparing green structures using life cycle assessment: a potential risk for urban biodiversity homogenization?, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(8), pp. 949-950.
- Hindle, R.L. (2012). A vertical garden: origins of the vegetation-bearing architectonic structure and system, *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes: An International Quarterly*, 32(2): 99-110.
- Holm D. Thermal improvement by means of leaf cover on external walls a simulation model. *Energy and Buildings* 1989;14(1):19 30.
- Hongyu, D., Wenbo, C., Yanqing, X., Zhibao, W., Yuanyuan, W., Yongli, C. (2017). Quantifying the Cool island effects of urban green spaces using remote sensing data, *Urban For. Urban Green.*, 27: 24-31.
- Hulme, J., Radford, N. (2010). Sustainable Supply Chains That Support Local Economic Development; Prince's Foundation for the Built Environment.
- Hwang, B.G., Tan, J.S. (2010). Green building project management: obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable Development*. doi: 10.1002/sd.492.
- inexarcheia <https://www.inexarchia.gr/story/local/parko-nayarinoy-einai-i-psyhi-ton-exarheion>
- ITU (2012). Sustainable buildings, go green. International Telecommunication Union, Retrieved [Online] Available from: [https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B0400000B0012PDFE .pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/4B/04/T4B0400000B0012PDFE.pdf) [10/05/2020].
- Jong-Jin Kim, J., Rigdon, B., Graves, J. (2009). Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials, College of Architecture and Urban Planning The University of Michigan Published by National Pollution Prevention Centre for Higher Education.
- Introduction to Green Walls, (2008) http://www.csaec.org/wp-content/uploads/2017/04/greenscreen_Introduction-to-Green-Walls.pdf

Jupp, P., Warren, P., & Secomb, N. (2002). The branched broomrape eradication program: methodologies, problems encountered and lessons learnt', (σσ. 270273). Perth: Plant Protection Society of Western Australia.

kataskevesktirion.gr,2020 :

<http://kataskevesktirion.gr/the-foundry-suites-athens>

Kats, G. (2003). *The cost and financial benefits of green buildings: a report to California's sustainable building task force*. Sacramento, CA: Sustainable Building Task Force.

Kearnes, M., Rip, A. (2009). The emerging landscape of Nanotechnology. In S. Gammel, A. Losch, & A. Nordmann (Eds.), *Jenseits von Regulierung: Zum politischen Umgang mit der nanotechnologie*. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft.

Klooster Thorsten (2009). Smart surfuces and their application in architecture and design,

Koga, J. E., Lehman, T. (2008). *The Value of Sustainability*. Dayton OH: SAVE International.

Korkmaz, K., Erten, D., Syal, M., & Potbhare, V. (2009). A Review of Green Building Movement Time lines in Developed and Developing Countries to Build an International Adoption Framework, *Proceedings of Fifth International Conference on Construction in the 21st Century "Collaboration and Integration in Engineering, Management and Technology"* May 20-22, 2009, Istanbul, Turkey.

Retrieved [Online] Available
from: https://www.researchgate.net/profile/Duygu_Erten/publication/228989835_A_Review_of_Green_Building_Movement_Timelines_in_Developed_and_Developing_Countries_to_Build_an_International_Adoption_Framework/links/563badab08ae45b5d286982e.pdf [Accessed 11/04/2020].

Krushe, P., Krushe, M., Althaus, D., Gabriel, I. (1982). *Ökologisches Bauen Herausgegeben vom Umweltbundesamt*. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag.

Kumar, P.(2014). Evaluation of thermal comfort of Naturally Ventilated University Students, Accommodation on basis of Adaptive Thermal Comfort Model and Occupant Survey in Composite Climate. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 3(4): 298-316.

Kumar, R., Kaushik, S. C. (2005). Performance evaluation of green roof and shading for thermal protection of buildings, *Building and Environment* ,

Lambertini A. (2007). *Vertical gardens: bringing the city to life*. London, UK: Thames and Hudson.

Langdon, D. (2004). *Examining the Cost of Green*. Santa Monica, CA: Davis Langdon.

Langdon, D. (2007). Cost of Green Revisited: Reexamining the Feasibility and Cost Ompact of Sustainable Design in the Light of Increased Market Adoption.

LANL (2002). Sustainable Design Guide, Los Alamos National Laboratory. Available at:
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwj0252GgLjoAhXGD5oKHSSZCF0QFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.lanl.gov%2Fdocs%2Feng%2Fengstandards%2Fesm%2Farchitectural%2FSustainable.pdf&usg=AOvVaw0mWbMFiXNblFTxJfGuaaaH> [22/03/2020].

Lehmann, S. (2011). What is Green Urbanism? Holistic Principles to Transform Cities for Sustainability. 10.5772/23957. Available at:
https://www.researchgate.net/publication/221915598_What_is_Green_Urbanism_Holistic_Principles_to_Transform_Cities_for_Sustainability/citation/download [10/02/2020].

Levent, A., Nijkamp, J. (2004), *Urban Greenspace Policies: A Comparative Study On Performance And Success Conditions In European Cities*, In Proceedings On 44th European Congress Of The Regional Association.

Luttik, J. (2000). The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands, *Landscape and urban planning*, 48(3): 161-167.

Maas, J., R.A. Verheij, P.P. Groenewegen, S.Vries, P. Spreeuwenberg. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiol Community Health*, 60:587-592.

Matthiessen, L.F., Morris, P. (2007). The cost of green revisited: re-examining the feasibility and cost impact of sustainable design in the light of increased market adoption. Davis Langdon; 2007. Available at: [www. davislangdon.com](http://www.davislangdon.com). [15/04/2020].

McPherson, E.G. (1994). *Preserving and restoring urban biodiversity: cooling urban heat islands with sustainable landscapes*. In: Platt RH, Rowntree RA, Muick PC, editors. The ecological city. Amherst, US: University of Massachusetts Press.

Mentens, J. (2005). Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the
Milani, B. (2001). Review of Building Materials in a Green Economy, *Proceedings of Biennial conference of the Canadian Society for Ecological Economics (CANSEE)*, McGill University, Montreal, August 25, 2001 Retrieved [Online] Available from: <http://www.greeneconomics.net/BuildMatEssay.html> [08/05/2020].

Mirasgedis, E. Georgopoulou, Y. Sarafidis, C.A. Balaras, A. Gaglia and D.P. Lalas (2004). *CO2 Emission Reduction Policies in the Greek Residential Sector: A Methodological Framework for Their Economic Evaluation*. Energy Conversion and Management, 45(4): 537-557.

Moon, R., Frihart, C. and T. Wegner (2006). Nanotechnology applications in the Forest Products Industry. *Forest Products Journal*, 56: 4-10. .

Morton, S. (2002). Business Case for Green Design Sustainable design is more than good intentions; it's a way of reaching business goals.

Muse, A., Plaut, J.M. (2006). An inside look at LEED: experienced practitioners reveal the inner workings of LEED. *Journal of Green Building*, 1(1):3-8.

- N.-J.Tzortzi-Georgi, & D.Dimitriou, 2010D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. *Building and Environment*. 45. 1401-1414.
10.1016/j.buildenv.2009.12.003.
- Naga, A.M., Alsallal, K., Eloliasty, R. (1997). *The impact of city urban patterns on building energy consumption in hot climates: Alain city as a case study*. In: Proceedings of ISES Solar World Congress; Taejon, South Korea, p. 170-81.
- Nalewaik, A., Venters, V. (2010). Cost and benefits of building green. *IEEE Engineering Management Review*. 38: 77-87. 10.1109/EMR.2010.5497026.
- Nandy, A., Chaki, P., Pandey, O. P. (2016). A study on energy consumption, energy saving and effectiveness of alternate energy sources in domestic sector of India. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(2):183 – 187.
- Nektarios, P.A., Ntoulas, N., Zacharopoulou A., Chronopoulos I. (2009). Athens Concert Hall Roof Garden Construction. *Acta Horticulturae* 881:683-688.
- Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., Mihalakakou, G. (2001). Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance, *Energy and Buildings* , 33(7): 719–729.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services, *BioScience* , 57(10): 823–833.
- Oliveira, S., Andrade, H., & Vaz, T. (2011) 'The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon', *Building and Environment*, 46(11), 2186-2194.
- Osmundson, T. (1999). *Roof Gardens: History, Design, and Construction*, Norton, W.W.

Ottele, M., H.D. van Bohemen, A.L.A. Fraaij. 2010. “Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls” *Ecological Engineering* 36(2):154-162.

Özgür Burhan Timur and Elif Karaca, (2013).
<https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/vertical-gardens>

Patel, U. R., Patel, V. A., Balya, M. I., Rajgor, H. M. (2014). Rooftop rainwater harvesting (RRWH) at SPSV campus, Visnagar: Gujarat – a case study. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(4):821 – 825.

Pavibamboo : <https://www.pavibamboo.com/il-bamboo>

Peck, S.W., Callaghan, C., Bass, B., Kuhn, M.E. (1999). *Research report: greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada*. Ottawa, Canada: Canadian Mortgage and Housing Corporation (CMHC).

Perdios, S.D. (2006). Energy performance of buildings and construction of roof gardens on top of them. *Energy*, Athens 25-11-2006 (in Greek).

prasinistegi.gr : <https://www.prasinistegi.gr/>

prasinistegi.gr : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/ktirio-grafeiwn-nautiliakou-omilou-agemar/>

prasinistegi.gr : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-butterfly-noval-s-a/>
prasinistegi.gr : <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/the-depot-of-the-public-electrical-buses-company-osy-rouf-2009/>

prasinotameio : www.prasinotameio.gr

Ramesh, S. P., Emran Khan, M. (2013). Energy efficiency in green buildings – Indian concept. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(3):329 – 336.

Ries, R., Bilec, M., Gokhan, N.M., Needy, K.L. (2006). The economic benefits of green buildings: a comprehensive case study. *The Engineering Economist*, 51(3):259–95.

rivistanatura.2018 <https://rivistanatura.com/orti-urbani-benefici/>

Sakoske, G., Baumann M., Tuenker G., Fritsche K., Hanich, J. (2010). *Going green with high performance nanocoatings for glass*, *Glass Performance Days*, Conference China.

Salmi, O., Haapalehto, T., Harlin, A., Häkkinen, T., Kangas, H., Mroueh, U.-M., Qvintus, P. (2013). *The Development of Material Efficiency in the Finnish Industries*, Technical Report for The Ministry of employment and the economy: Helsinki, Finland.

Santamouris M. (2003). *Environmental Design of Urban Buildings*, London, UK: . James and James Science Publishers.

Santamouris, M. (2005). Physical processes, energy savings and environmental protection for buildings. Lectures for bioclimatic architecture, 26/9/2005. Hellenic Society for the Protection of the Environment and the Cultural Heritage.

Santamouris, M., Pavlou, C., Doukas, P., Mihalakakou G., Synnefa A., Hatzibiros A., Patargias P. (2005). Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece. *Energy*, 32 (9): 1781-1788.

Schmidt, M. (2006). *Evaporation cooling of green roofs and facades*. Proceedings of the Boston— Conference- Green roofs for healthy City, (Toronto) Chapter 5.3.

Seyfang, G. (2009). Community action for sustainable housing: Building a low carbon future. *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol. 2009.10.027.

Sherwin, D. (2006). Reducing the cost of green. *Journal of Green Building*, 1(1):46–54.

Shinohara, Y. (2004). *Eco-materials guideline project in Japan*. *Proceedings of the 1st Japan-China Symposium on Eco-materials, Recycling-oriented Industry and Environmental Management*, China: Suzhou.

- Silva, J. (2012). Green roofs and facades, MSc thesis in Militar Engineering, Lisbon.
- Silverman, N., Mydin, A. (2014). Green Technologies for Sustainable Building, *Acta Technica Corviniensis–Bulletin of Engineering Tome*, 7(3): 87-94.
- Simpson. (1999). A reinterpretation of the great pit in Hofstathir Iceland. *Geoarcheology: An International Journal*, 14(6), 511-530.
- Sitarz D. (1992). *Agenda 21: The Earth Summit Strategy to save our planet*. Boulder (CO): Earth Press.
- Spolek, G. (2008). Performance monitoring of three ecoroofs in Portland, Oregon, *Urban Ecosystems* , 11(4): 349–359.
- Steele, J. (1997). *Sustainable architecture: principles, paradigms, and case studies*. New York: McGraw-Hill Inc.
- styrodur <https://www.styrodur-italia.it/il-tetto-verde-vantaggi-e-caratteristiche/>
- Theodosiou, T. (2000). Analytical and Experimental Study on the Contribution of Planted Roofs in Passive Cooling of Buildings (in Greek), dissertation, Aristotle University of Thessaloniki.
- Theodosiou, T. (2003). Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique, *Energy and Buildings* , 35(9): 909–917.
- Thormark, C. (2006). The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building. *Building and Environment*, 41(8):1019–26.
- Timur, O.B., Karaca, E. (2013). Vertical Gardens. InTech.Cankiri,Turkey.. *Advances in Landscape Architecture* σελ.587 – 622.
- Torgal, F., Jalali, S. (2011). *Eco-efficient Construction and Building Materials*, Verlag, London: Springer Limited.
- Tsantopoulos, G., Varras, G., Chiotelli, E., Fotia, K., & Batou, M. (2018). Public perceptions and attitudes toward green infrastructure on buildings: The case of the metropolitan area of Athens, Greece. *Urban Forestry & Urban Greening*. 34. 10.1016/j.ufug.2018.06.017.

Tsipiras, K. (2005). The new EU guide for energy behavior of buildings. Lectures for bioclimatic architecture, 3/10/2005. Hellenic Society for the Protection of the Environment and the Cultural Heritage.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007) 'Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review', *Landscape and urban planning*, 81(3), 167-178.

Uffelen, C. (2012). *Façadegreenery — Contemporary landscaping*, MSc Thesis, Lisbon.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery, *Science*, 224: 42- 421.

urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, 77, 217-226.

urbanpoint:

https://www.urbanpoint.gr/portfolio_page/%cf%80%cf%81%ce%ac%cf%83%ce%b9%ce%bd%ce%b5%cf%82-%cf%83%cf%84%ce%ad%ce%b3%ce%b5%cf%82-%ce%b4%ce%ae%ce%bc%ce%bf%cf%82-%ce%b1%ce%b8%ce%b7%ce%bd%ce%b1%ce%af%cf%89%ce%bd/

USGBC (1996). “Sustainable Building Technical Manual for Green Building Design, Construction, and Operations.” (Public Technology, Inc). Retrieved [Online] Available from: <http://smartenergy.illinois.edu/pdf/Archive/SustainableBuildingTechManual.pdf> [14/05/2020].

USGBC (2016). “LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System.” (2016 revision) Washington, DC: US Green Building Council Publications. Retrieved [Online] Available from: http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20RS_NC_07.01.14_clean_0.pdf. [14/05/2020].

- Wheeler, S., Beatley, T. (2004) *The sustainable development reader*, London: Routledge.
- Wills, S. (2009). *Green Building Guide Design Techniques, Construction Practices & Materials for Affordable Housing*. West Sacramento, California: Rural Community Assistance Corp.
- Wolch, J., Byrne, J., & Newell, J. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’, *Landscape and Urban Planning*, 125: 234-244.
- Wong, N. H., Yok, T. P., Yu, C. (2007). Study of thermal performance of extensive rooftop greenery systems in the tropical climate, *Building and Environment*, 42(1): 25–54.
- Wooley, H. (2003), *Urban Open Spaces*, London: Spon Press.
- World Health Organization Regional Office for Europe, 2017
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf?ua=1
- Xia, B., Zuo, Z., Skitmore, M., Pullen, Stephen., & Chen, Q. (2013). Green Star Points Obtained by Australian Building Projects, *Journal of Architectural Engineering*, 19(4): 302–308.
- Yagi, K. (2002). *Concept and Development of Ecomaterials. Proceedings of International Workshop on Eco-materials*, Tokyo, Japan: National Institute for Materials Science.
- ΥΠΕΚΑ, 2012. Website: www.opengov.gr/minenv/?p=3931 [Accessed on: 26-04-2020].
- Yu, C.W.F. & Kim, J.T. (2010). Building pathology, investigation of sick buildings—VOC emissions, *Indoor and Built Environment*, 19(1): 30-39.
- Yudelson, J. (2008). *The Green Building Revolution*, Island Press, Washington, DC.

Yun, W. (2014). Modular construction and evaluation of green building technology system based on LEED, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(6): 2904-2913.

zinco-greenroof : <https://zinco-greenroof.com/references/banco-santander>

Zougra, A. (2000). *Life Cycle analysis of buildings, the aspects of embodied energy, indoor environment quality and environmental impacts*, Dublin: University College Dublin.

Zuo, J, Zhao, Z (2014). Green building research—current status and future agenda: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30: 271-281.

4green : <https://4green.gr/news/data/diafora/84531.asp>

Αγγελίδης, Μ. (2004). *Αειφόρος ανάπτυξη των πόλεων στην Ευρώπη και την Ελλάδα*. ΥΠΕΧΩΔΕ. Αθήνα: Επτάλοφος.

Αναστασιάδου Σ. (2009). Η νανοτεχνολογία στην κατασκευή, *Κτίριο Τεχνικές Σελίδες*, 1: 83-89.

Ανδρεαδάκη, Α. (2006). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Αθήνα: Εκδόσεις University Studio Press.

Ανδρικοπούλου, Ε., Γιαννακού, Α., Καυκαλάς, Γ., και Λατινοπούλου-Πιτσιάβα, Μ. (2007) *Πόλη και Πολεοδομικές Πρακτικές*, Θεσσαλονίκη: Κριτική.

Αραβαντινός Α., Βλαστός, Θ. (1997). *Πολεοδομικός σχεδιασμός για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

Αραβαντινός Δ., Ευμορφοπούλου Α. (2006). Αφιέρωμα με θέμα: « Φυτεμένα Δώματα», *Περιοδικό Κτίριο*, Ιούνιος 2006, σελ. 87-113.

Βιτοπούλου, Α., Γεμεντζή, Γ., Γιαννακού, Α., Καυκαλάς, Γ. and Τασοπούλου, Α. (2015) *Βιώσιμες Πόλεις: Προσαρμογή και ανθεκτικότητα σε περιόδους κρίσης*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Βουρδουμπάς, Γ. (2014). Άρθρο: *Τα πράσινα κτίρια. Αναγκαία η κατασκευή τους σήμερα*. Εφημερίδα Χανιώτικα Νέα. Δημοσίευση 10/09/2014.

Γεωργιάδου, Ε. (1996). Βιοκλιματικός σχεδιασμός και καθαρές τεχνολογίες δόμησης, Αθήνα: Παρατηρητής.

Γεωρϋθμική ΑΤΕ : <https://www.georhythmiki.gr/posts/typoi-katheton-kipon>

ΓΕΩΤΕΕ, n.d. *Κατάσταση αστικού πρασίνου της Αθήνας σήμερα*. ΓΕΩΤΕΕ-Παράρτημα Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας

Γιαννακού, Α. (2004). Η Ευρωπαϊκή πολιτική για τις πόλεις και το περιβάλλον. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: http://www.teiser.gr/geoplir/mathima701.files/16012004/Eurwpaiki_politiki_polei_s_perivallon_Giannakou.pdf [10/04/2020].

Γοσπονδίνη, Α., Μπεριάτος, Η. (Επιμ.) (2006) *Τα νέα αστικά τοπία και η ελληνική πόλη*, Αθήνα: Κριτική.

Δαμίγος, Δ., Καλαβρυτινός, Ν. (2006). Ή Οικονομική Αξία των Αστικών Χώρων Πρασίνου στο Λεκανοπέδιο Αττικής, *Τεχνικά Χρονικά*, ΤΕΕ 1-2: 7-21.

Δήμος Αθηναίων (2017). *Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος – Ο δήμος Αθηναίων, πρώτος δήμος της Ελλάδας με Ολοκληρωμένο Σχέδιο Δράσης για την Κλιματική Αλλαγή*. Προσβάσιμο: <https://www.cityofathens.gr/node/30147>, (17/02/2018).

ΔΙΠΕ – ΥΠΕΧΩΔΕ (2000). Οικολογική Δόμηση. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, ISBN 960-393-133-0.

ΕΑΠ ΤΟΜΟΣ Α ΠΣΠ60, Ρ.Helmle, Σ.Αμούργης, Ν.Καλογεράς, Ν.Καλογήρου, Σ.Γίαννας, Ε.Ευαγγελινός. (2001). Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοιχτών Χώρων, Περιβαλλοντική Τεχνολογία, Τόμος Α, . Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

ΕΑΠ ΤΟΜΟΣ Α ΠΣΠ61, Κ.Αξαρή, Σ.Γιαννάς, Ε.Ευάγγελος, Η.Ζαχαρόπουλος, Ν.Μάρδα, «*Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβαλλοντικός Χώρου*», Εκδόσεις Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, Τόμος Α , 2001

ΕΑΠ ΤΟΜΟΣ Β ΠΣΠ60, Σ.Αμούργης, Π.Κοσμάκη, Δ.Λουκόπουλος, Ε.Στρουσοπούλου. (2004) Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοιχτών Χώρων, Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού, Τόμος Β,. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

ΕΑΠ ΤΟΜΟΣ Β ΠΣΠ61, Ε.Ρ.Beckman, Α.Δημούδη, Κ.Κομνίτσας, Π.Κοσμάκη, Ν.Μπελαβίλας, Ι.Πολύζος, «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβαλλοντικός Χώρου», Εκδόσεις Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, Τόμος Β , 2001

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) , Εργαστήριο Αστικού Περιβάλλοντος, 2010. *Βασικές αρχές σχεδιασμού Μητροπολιτικού Πάρκου Πρασίνου στο πρώην αεροδρόμιο Ελληνικού*. Αθήνα: ΕΜΠ, ΤΕΔΚΝΑ & Δήμοι Αλίμου, Γλυφάδας, Ελληνικού-Αργυρούπολης. Το υλικό της έρευνας: www.arch.ntua.gr/envlab

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εργαστήριο Αστικού Περιβάλλοντος, 2011. *Ελεύθεροι και πράσινοι χώροι στο Δήμο Πειραιά*. Τελική έκθεση.

Ευθυμιόπουλος, Η. (2004). *Κτίριο και Περιβάλλον*, Αθήνα: Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Έφη Νυδριώτη, 2017 : <https://www.gardenguide.gr/kathetoi-kipoi/>

Καραβασίλη, Μ. (2000) ‘Οικολογική δόμηση και βιωσιμότητα’ στο Μ. Μοδινός και Η. Ευθυμιόπουλος (Επιμ.) *Βιώσιμη Πόλη*, Αθήνα, Στοχαστής, 217-234.

Καραγιάννης Ν. (2017). Η μικροδομή ως κρίσιμος παράγοντας της υδροθερμικής συμπεριφοράς των δομικών υλικών, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα

Κασσιός Κ. (2003). *Σχεδιασμός και διαχείριση του αστικού και περιαστικού πρασίνου της Αθήνας*, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

Καφρίτσα Γεώργιο. <https://www.georythmiki.gr/posts/syxnes-erotiseis-fytemena-domata>

Κορωναίος Α., Σαργέντης Φ. (2005). *Δομικά Υλικά και Οικολογία*. Αθήνα: ΕΜΠ.

ΚΠΙΣΝ (2017). Περιβαλλοντικός Απολογισμός 2017. Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewjPscPVmJPpAhUEy6YKHTRhCjcQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.snfcc.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fsitefiles_2018-08%2Fkpisn_perivallontikos_apologismos_2017_web.pdf&usg=AOvVaw0-ErY1YD0g69JuNpayKQs8 [01/05/2020].

Λιονάτου, Μ. (2008) *Αρχιτεκτονική τοπίου και Δίκτυα πρασίνου στα σύγχρονα αστικά κέντρα: Δυνατότητες και Προοπτικές – Μεθοδολογία και Εφαρμογή: Το παράδειγμα της Λάρισας*. Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Γεωπονική. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Μαυρουλέας, Γ. (2009). *Πράσινη ανάπτυξη μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια*. Διαθέσιμο στο <http://solon.org.gr/index.php/> [12/05/2020].

Μπελαβίλας Ν., Βαταβάλη Φ. (2009). *Οδηγός για το περιβάλλον: Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη*. Αθήνα: WWF Ελλάς. http://www.wwf.gr/images/pdfs/Odigos_AstikoPrasino.pdf [04.04.2020].

Ν.Μπελαβίλας, Φ.Βαταβάλη Πράσινο και ελεύθεροι χώροι στην πόλη.WWF Ελλάς/Αθήνα 2009

Νέος Οικοδομικός Κανονισμός (2012). Αιτιολογική Έκθεση στο σχέδιο νόμου «Νέος Οικοδομικός Κανονισμός», Αθήνα.

Παϊπάη Α. (2012). Καινοτόμα υλικά & “έξυπνες” επιφάνειες, *Κτίριο Τεχνικές Σελίδες*, 2: 77-82

Πολυχρονόπουλος, Δ. (2010). *Δυνατότητες μορφοποίησης του αστικού μικροκλίματος μέσα από την διαδικασία του πολεοδομικού σχεδιασμού*. Αυτοέκδοση

Πούλιου, Α. (2007). Διαχείριση χώρων αστικού πρασίνου. Ο ρόλος τους στην αστική ανάπτυξη, Μεταπτυχιακή εργασία, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής ανάπτυξης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.

Σαλτού Εύη, 2016 : https://www.tanea.gr/2016/04/19/lifearts/i-poli-mou/athina-prasines-steges-se-17-sxoleia/#id_2

Τράτσα, Μ. (2011). Η Αθήνα αποκτά την πρώτη «πράσινη» γειτονιά της, Διαθέσιμο στο διαδικτυακό τόπο: <http://www.tovima.gr/society/article/?aid=406527> [05/05/2020].

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2012). «Σχέδιο Νόμου Νέος Οικοδομικός Κανονισμός. Αιτιολογική Έκθεση», URL: <http://www.hellenicparliament.gr>.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (2006). *Η Ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα, Έκθεση 2005*, Απρίλιος 2006.

Χοϊδης, Π. (2019). Επίδραση κλιματικής αλλαγής στα δομικά υλικά των ιστορικών κατασκευών, Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ψύχας, Κ. (2005). *Η καταπολέμηση του περιβαλλοντικού θορύβου στην Ελλάδα*, Λευκωσία.

Παράρτημα Α: «τίτλος παραρτήματος»

Νέος Οικοδομικός Κανονισμός, 2012, Άρθρο 18: Φυτεμένα δώματα

1. Η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα δώματα, στις στέγες και στους υπαίθριους χώρους, νέων, νομίμως υφισταμένων κτιρίων και κτιρίων των εδαφίων δ', ε' και στ' της παραγράφου 2 του άρθρου 23 του ν.4014/2011, επιτρέπεται εφ' όσον δεν αντίκειται σε ειδικότερους όρους δόμησης που ισχύουν. Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών με τη διαστρωμάτωση των εξειδικευμένων υλικών, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 40 εκ. πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος του κτιρίου. Η βλάστηση που αναπτύσσεται επάνω σε αυτό δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 3,00μ. Το είδος της βλάστησης, το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, το σύστημα της πολυεπίπεδης διαστρωμάτωσης των εξειδικευμένων υλικών, καθώς και το αρδευτικό σύστημα, περιγράφεται σε τεχνική έκθεση, όπως ορίζεται στην παράγραφο 2. Δεν επιτρέπεται η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών επάνω στις απολήξεις των κλιμακοστασίων και τα φρεάτια των ανελκυστήρων. Η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα δώματα, στις στέγες και στους υπαίθριους χώρους των κτιρίων πρέπει να μην προσβάλλει την αισθητική του κτιρίου και να εναρμονίζεται με τις υπόλοιπες κατασκευές που προβλέπονται σε αυτά, βάσει του άρθρου 19 του παρόντος. Ειδικά για τις στέγες, πρέπει η φυτεμένη επιφάνεια να ακολουθεί την κλίση τους, ώστε να μην αλλοιώνεται η μορφή του κτιρίου. Οι φυτεμένες επιφάνειες στα δώματα, τις στέγες και τους υπαίθριους χώρους των κτιρίων δεν αίρουν την υποχρέωση της παραγράφου 2 του άρθρου 17 του παρόντος.

2. α. Νέα κτίρια: Για την κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα δώματα, στις στέγες και στους υπαίθριους χώρους κτιρίων που κατασκευάζονται με άδειες δόμησης, ακολουθούνται οι καθοριζόμενες διαδικασίες πληρότητας και ελέγχου του ν. 4030/2011 «Νέος τρόπος έκδοσης αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 249/Α/25-11-11), όπως ισχύει, με την πρόσθετη υποβολή τεχνικής έκθεσης κατασκευής Φυτεμένης Επιφάνειας δώματος ή στέγης ή υπαίθριου χώρου, η οποία περιλαμβάνει τα οριζόμενα στην παράγραφο 3. Η κατασκευή της φυτεμένης

επιφάνειας συσχετίζεται με τις επιμέρους μελέτες του κτιρίου. Η ανωτέρω τεχνική έκθεση συντάσσεται σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές και κατευθυντήριες οδηγίες.

β. Υφιστάμενα κτίρια: Για την κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα δώματα, στις στέγες και στους υπαίθριους χώρους υφιστάμενων κτιρίων, κατά την έννοια της παραγράφου 1, δεν απαιτείται οικοδομική άδεια ή έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Ο ιδιοκτήτης καταθέτει στην οικεία υπηρεσία δόμησης, έγγραφη γνωστοποίηση εργασιών συνοδευόμενη από φάκελο δικαιολογητικών, που περιλαμβάνει τα παρακάτω:

α) υπεύθυνη δήλωση του ιδιοκτήτη για το αποκλειστικό δικαίωμα χρήσης του χώρου για την κατασκευή της φυτεμένης επιφάνειας ή συναίνεση συνιδιοκτητών εφόσον πρόκειται για κοινόχρηστο χώρο του κτιρίου. Ειδικά στην περίπτωση των δωματίων και των χώρων, στους οποίους υπάρχει με βάση νόμιμο τίτλο δικαίωμα αποκλειστικής χρήσης, την υπεύθυνη δήλωση μπορεί να υποβάλλει ο δικαιούχος της χρήσης συγκύριος, χωρίς να είναι απαραίτητη η συναίνεση των υπόλοιπων συνιδιοκτητών,

β) υπεύθυνη δήλωση του αναδόχου εκτελεστή του έργου για την ανάληψη ευθύνης ορθής υλοποίησης του έργου, σύμφωνα με την τεχνική έκθεση του στοιχείου δ

γ) τεχνική έκθεση αντοχής – στατικής επάρκειας, υπογεγραμμένη από αρμόδιο μηχανικό

δ) τεχνική έκθεση κατασκευής Φυτεμένης Επιφάνειας

ε) αντίγραφο οικοδομικής αδείας ή άλλο στοιχείο

στ) φωτογραφίες του κτίσματος, του περιβάλλοντος αυτού χώρου και της προς φύτευση επιφάνειας.

Για τα κτίρια της παρ. 1 του άρθρου 21 του ν. 4030/2011, απαιτείται σύμφωνη γνώμη του αρμόδιου Συμβουλίου Αρχιτεκτονικής.

Για τα κηρυγμένα διατηρητέα κτίρια ή νεότερα μνημεία, απαιτείται επιπροσθέτως η σύμφωνη γνώμη του φορέα προστασίας τους.

Σε κάθε υπηρεσία δόμησης τηρείται ειδικό Μητρώο «Φυτεμένων επιφανειών», που ενημερώνεται με τις κατά τα άνω υποβαλλόμενες γνωστοποιήσεις.

3. Η) τεχνική έκθεση κατασκευής Φυτεμένης Επιφάνειας αποτελείται από:

1) Τεχνική έκθεση, η οποία περιλαμβάνει:

α. βασικές πληροφορίες του έργου, όπως: δομικά χαρακτηριστικά στέγης/δώματος, κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, συνθήκες περιβάλλοντος στην επιφάνεια που θα εγκατασταθούν τα φυτά κλπ, επιλογή του τύπου πράσινου δώματος (εκτατικού, ημιεντατικού, εντατικού),

β. περιγραφή των προς μελέτη εργασιών, επιλογή των υλικών υποδομής/διαστρωμάτωσης μετά το στρώμα υγρομόνωσης (αντιρριζική μεμβράνη, αποστραγγιστικό σύστημα, φίλτρα, υποστρώματα ανάπτυξης φυτών), των φυτικών ειδών (είδη σπόρων, είδη φυτών, περιγραφή των ιδιοτήτων τους, πίνακας φυτικού υλικού, μεθόδου εγκατάστασης κλπ), της μεθόδου άρδευσης, περιγραφή του τρόπου λειτουργίας και της διάταξης του αρδευτικού δικτύου, υπολογισμός βάρους/φορτίων και αναλυτική περιγραφή των εργασιών για την εγκατάσταση όλων των παραπάνω αναφερομένων, καθώς και πρόγραμμα διαχείρισης όλων των φυτεμένων επιφανειών.

2) Τεχνικές προδιαγραφές, οι οποίες αφορούν:

α. την υποδομή και περιλαμβάνουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των υλικών και περιγράφουν πλήρως τα υλικά κατασκευής, το βάρος κάθε υλικού ξεχωριστά, τις διαστάσεις, την αντοχή, την αποστραγγιστική ικανότητα, την αποθηκευτική ικανότητα σε νερό, μηχανική αντοχή και όλα τα σχετικά τεχνικά χαρακτηριστικά,
β. το φυτικό υλικό, και περιλαμβάνουν τις προδιαγραφές των φυτικών ειδών (είδη μίγματος σπόρων και επί τοις % αναλογίες, είδη φυτών), πίνακα φυτικού υλικού,

(όνομα, λατινικό όνομα, ύψος, περίμετρος κορμού, μέγεθος φυτοδοχείου),
γ. το δίκτυο άρδευσης, και περιλαμβάνει τα τεχνικά χαρακτηριστικά και περιγραφή όλων των επί μέρους υλικών και εξαρτημάτων του δικτύου άρδευσης (υλικό κατασκευής και όρια – παροχής και πίεσης – λειτουργίας αυτών).

3) Σχέδια απεικόνισης των ανωτέρω (κατόψεις, τομές, λεπτομέρειες, κλπ).

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.

ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ.

Επαμεινώνδας Βενετσάνος, Ελένη Κανετάκη

Σχολή Θετικών Σπουδών και Τεχνολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,

Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

email: epamventd@gmail.com, eleni.kanetaki@gmail.com

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ABSTRACT

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η διερεύνηση και η εφαρμογή των υλικών και του πρασίνου με την δημιουργία κατακόρυφων κήπων και φυτεμένων δωματίων. Η έρευνα εστιάζει στις επιπτώσεις του πρασίνου και των υλικών στα κτίρια και στο αστικό περιβάλλον. Τα οφέλη είναι αρκετά αλλά υπάρχουν και δυσκολίες, η κυριότερη είναι το κόστος υλοποίησης και συντήρησης τους. Η μελέτη των πηγών και των παραδειγμάτων της εργασίας θα προβεί σε μια κριτική θεώρηση μέσα από τα συγκριτικά στοιχεία, συσχετίζοντας το πράσινο και πως αυτό χρησιμοποιείται με τα υλικά που δομείται το αστικό περιβάλλον. Τα στοιχεία θα προκύψουν τόσο από την μελέτη αντιπροσωπευτικών κτιρίων, όσο και μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα. Μέσα από το υλικό που θα συγκεντρωθεί, θα επιχειρηθεί η ανάλυση των θεμάτων πρασίνου και η συσχέτιση της ολοένα αναπτυσσόμενης τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών στα κτίρια και στις πόλεις.

Λέξεις – Κλειδιά

Φυτεμένα δώματα, κατακόρυφοι κήποι, καινοτόμα υλικά, αστικό περιβάλλον, εξοικονόμηση ενέργειας

ABSTRACT

The object of this study is the research and implementation of materials and greenery by creating vertical gardens and green roofs. The research focuses on the effects of greenery and materials on buildings and urban environment. The benefits are quite a lot, but there are also difficulties, the main one being the cost of their implementation and maintenance. Studying sources and examples, can make critical review through the comparative data, relating green, and how it is used with the materials that structure the urban environment. The data will emerge both from study of representative buildings and through bibliographic research. Through the data that will be collected, an analysis of the green topic will be attempted, as well as a correlation of an ever-developing technology of the building materials, in the buildings and cities.

Keywords

Green roofs, vertical gardens, innovative materials, urban environment, energy saving.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της εργασίας είναι η διερεύνηση και η εφαρμογή των υλικών και του πρασίνου, με την δημιουργία κατακόρυφων κήπων και φυτεμένων δωματίων. Η έρευνα εστιάζει στις επιπτώσεις που δημιουργεί το πράσινο και τα υλικά στα κτίρια καθώς και στο αστικό περιβάλλον. Εμφανίζονται τα οφέλη να είναι αρκετά, παράλληλα όμως υπάρχουν και δυσκολίες, με την κυριότερη να είναι το κόστος κατασκευής και συντήρησης τους. Η συγκριτική μελέτη των πηγών και των παραδειγμάτων στην εργασία, θα προχωρήσει σε μια κριτική θεώρηση μέσα από τα συγκριτικά στοιχεία, συσχετίζοντας το πράσινο και πως αυτό χρησιμοποιείται με τα υλικά που δομείται το αστικό περιβάλλον. Τα στοιχεία θα προκύψουν τόσο μέσα από την μελέτη αντιπροσωπευτικών κτιρίων, όσο και μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα. Από την μελέτη της βιβλιογραφίας αλλά και από τα υφιστάμενα κτίρια με πράσινες οροφές, με ιδιωτικό ή δημόσιο καθεστώς, φάνηκε ότι έχουμε σήμερα την εμπειρία και η τεχνογνωσία που χρειάζεται για τη μαζική δημιουργία φυτεμένων δωματίων στην Αθήνα. Επίσης θα μελετηθούν τα νομικά πλαίσια και τα ευρωπαϊκά προγράμματα που αφορούν την εφαρμογή του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Ειδικότερα μελετήθηκε η περίπτωση της πόλης της Αθήνας, η οποία και αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Εφαρμόζοντας το πράσινο στα κτίρια

σε συνδυασμό με τις υφιστάμενες τεχνολογίες δόμησης, συμβάλλουν ενεργά όχι μόνο στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής και υγείας των κατοίκων. Μέσα από το υλικό που θα συγκεντρωθεί, θα γίνει η ανάλυση των θεμάτων πρασίνου και η συσχέτιση της ολοένα αναπτυσσόμενης τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών στα κτίρια και στις πόλεις. Η εργασία αναφέρεται στα προβλήματα που γεννιούνται από την κλιματική αλλαγή στις πόλεις, ενώ παράλληλα υπενθυμίζει τη χρησιμότητα των φιλικών υλικών και του πρασίνου προς το περιβάλλον.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην συγκεκριμένη εργασία το αντικείμενο μελέτης είναι οι επιπτώσεις που δημιουργεί το πράσινο και τα υλικά στα κτίρια και στους ανοιχτούς χώρους. Η εργασία ξεκινάει με το αστικό πράσινο και τις θετικές επιπτώσεις που δημιουργούνται εξαιτίας του στο αστικό περιβάλλον. Η εργασία υπενθυμίζει ότι με την σωστή χρήση των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον αναβαθμίζεται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα ζωής στην πόλη, με οφέλη που απορρέουν τόσο για τους κατοίκους όσο και για το περιβάλλον συνολικά.

Αργότερα εστιάζει σε ευρωπαϊκά προγράμματα που προσφέρουν την δυνατότητα να βρεθούν οι οικονομικοί πόροι για την ενίσχυση του πρασίνου και την χρήση οικολογικών υλικών στον αστικό ιστό, είτε σε ανοιχτούς χώρους, είτε σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Συνεχίζει με την ανάλυση των τεχνικών κατασκευών που υπάρχουν όσον αφορά τα φυτεμένα δώματα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στα κτίρια. Η μελέτη περίπτωσης είναι η πόλη της Αθήνας και αυτό επειδή αντιμετωπίζει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα βιβλιογραφικών πηγών, παραδειγμάτων και ανάπτυξη κριτικής θεώρησης από την συλλογή πληροφοριών, που αφορούν τις επιπτώσεις που δημιουργούν στο αστικό περιβάλλον το πράσινο και τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

3. ΑΣΤΙΚΟ ΠΡΑΣΙΝΟ

Με την αστικοποίηση γνωρίζουμε ότι αυξάνεται ο πληθυσμός που ζει στις μεγάλες πόλεις. Ας πάρουμε ως παράδειγμα την Ευρώπη όπου υπολογίζεται ότι μελλοντικά περίπου τα τρία τέταρτα του πληθυσμού θα διαβιούν μέσα σε αστικές περιοχές. Οι οποίες έχουν ένα μεγάλο αρνητικό που επηρεάζει την ποιότητα ζωής του ανθρώπου, περιορίζει την επαφή με την φύση και παράλληλα αυξάνει την έκθεση του ατόμου σε περιβαλλοντικούς κινδύνους, όπως είναι αυτές της ηχητικής και ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Όλα αυτά που προανέφερα οδηγούν αρκετές αστικές περιοχές να αντιμετωπίζουν την αυξανόμενη πίεση

από την αύξηση του πληθυσμού, τους περιορισμένους πόρους αλλά και τις αυξημένες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Για αυτές τις προκλήσεις πρέπει να βρεθούν τρόποι να αντιμετωπιστούν ούτω ώστε να γίνει κατορθωτό οι πόλεις να προσφέρουν στους κατοίκους τους υγιή και βιώσιμα περιβάλλοντα διαβίωσης. Το αστικό πράσινο εμφανίζεται ως μια από τις κύριες λύσεις και αυτό γιατί δημιουργεί χώρους πρασίνου δημιουργώντας ζώνες μικροκλίματος. Με αποτέλεσμα να αυξάνουν την ποιότητα του αέρα, ενώ υπάρχουν και άλλες φυσικές λύσεις που προσφέρουν καινοτόμες προσεγγίσεις, οι οποίες οδηγούν στο να αυξηθεί η ποιότητα στην ζωή των αστικών περιοχών, η ενίσχυση της τοπικής ανθεκτικότητας, η προώθηση βιώσιμου τρόπου ζωής, καθώς και η βελτίωση της υγείας και η ευημερία των κατοίκων των πόλεων. (World Health Organization Regional).



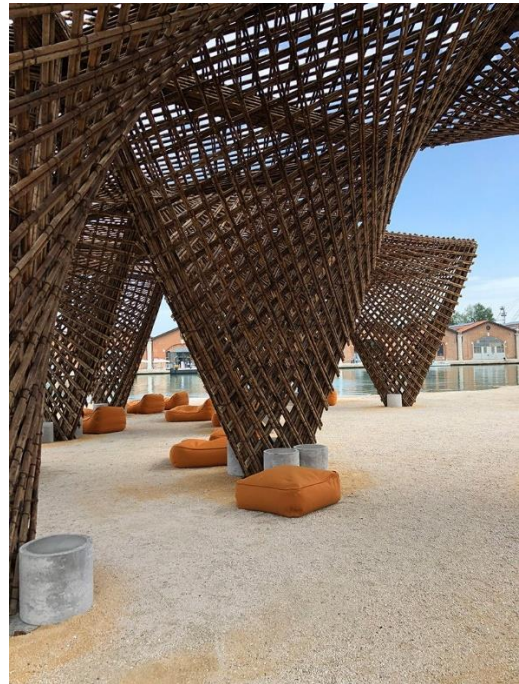
Εικόνα 1. Πάρκο Βεϊκου, Γαλάτσι
(πηγή : <https://www.veikoutrail.gr/index.php/park-veikou>).

Γενικά, οι χώροι πρασίνου βάζουν την δική τους συμβολή στην βιώσιμη ανάπτυξη της πόλης καθώς και στην βελτίωση της ποιότητα της ζωής των πολιτών που ζουν σε αυτές (Luttik, 2000). Οι χώροι πρασίνου συμβάλουν στην βιώσιμη ανάπτυξη της

πόλης καθώς και στην βελτίωση της ποιότητας της ζωής των πολιτών που ζουν σε αυτές (Luttik, 2000). Η εξαφάνιση του πρασίνου στις μεγάλες πόλεις δημιουργεί σειρά προβλημάτων, υποβαθμίζοντας την ποιότητα ζωής των κατοίκων τους. Είναι περισσότερο από βέβαιο ότι πρέπει να επανέλθουν τα φυσικά στοιχεία στην ζωή της πόλης και να ανατραπεί η εικόνα της τσιμεντένιας μεγαλούπολης. Η κατάσταση αυτή μπορεί να ανατραπεί με τη λύση των φυτεμένων δωματίων, που είναι ένας από τους λίγους πλέον τρόπους που μπορούμε να παρέμβουμε στην ήδη υφιστάμενη δόμηση (Timur & Karaca, 2013). Οι παρεμβάσεις που γίνονται στον αστικό πράσινο χώρο είναι οι ενέργειες εκείνες που τροποποιούν σε αρκετό βαθμό την ποιότητα, την ποσότητα, καθώς και την προσβασιμότητα του αστικού πρασίνου. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε, είτε με την δημιουργία καινούργιων αστικών χώρων πρασίνου, είτε αλλάζοντας τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες όσων ήδη υπάρχουν. (World Health Organization Regional Office for Europe, 2017)

4. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Ως οικολογικά χαρακτηρίζονται όσα υλικά δεν δημιουργούν επιβάρυνση στο περιβάλλον σε όλη τη διάρκεια του κύκλου της ζωής τους, ενώ παράλληλα διατηρούν τις επιδόσεις τους.



Εικόνα 2. the Bamboo Stalactite pavilion, διοργάνωση της Biennale στη Βενετία το 2018, έργο των Vo Trong Nghia Architects, photo © Inexhibit (πηγή : <https://www.designboom.com/architecture/vtn-bamboo-stalactite-installation/>).

Τα οικολογικά υλικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιστήμη και την τεχνολογία των υλικών και έχουν ως βασικό τους στόχο να ελαχιστοποιήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να βελτιώσουν προς το καλύτερο την ανακυκλωσιμότητα των υλικών, καθώς και την αύξηση της ενεργειακής και υλικής απόδοσης τους (Halada & Yamamoto, 2001). Από τον καθηγητή Yagi (2002) προτάθηκε ένας από τους πιο ολοκληρωμένους ορισμούς για τα οικολογικά υλικά ο οποίος αναφέρει ότι από το οπτικό πεδίο της επιστήμης των υλικών και της μηχανικής, ένα οικολογικό υλικό πρέπει να έχει τουλάχιστον μία από τις δέκα παρακάτω ιδιότητες σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά υλικά:

- Την δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του κύκλου ζωής ενός συστήματος ή μιας συσκευής.
- Να έχει την Ικανότητα να εξοικονομεί πόρους, για τη μείωση της συνολικής κατανάλωσης υλικού ενός κύκλου ζωής ενός συστήματος ή μιας συσκευής.
- Επαναχρησιμοποίηση του συλλεγόμενου προϊόντος σε άλλες παρόμοιες λειτουργίες.
- Ανακυκλωσιμότητα ώστε να επιτρέπεται η χρήση του συλλεγμένου προϊόντος από υλικό ως πρώτη ύλη.
- Να έχει δομική αξιοπιστία, που πρέπει να χρησιμοποιείται στις βασικές αξιόπιστες μηχανικές ιδιότητές του.
- Χημική σταθερότητα για μακροχρόνια χρήση χωρίς την χημική του αποικοδόμηση.
- Να δύναται να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια χωρίς να δημιουργεί αρνητικές επιπτώσεις στο οικολογικό σύστημα.
- Η υποκατάσταση πρέπει να χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση για τα «κακά» υλικά.
- Εμπιστοσύνη για την εξασφάλιση της άνεσης στο εργασιακό περιβάλλον.
- Καθαριότητα στον διαχωρισμό, στην σταθεροποίηση, στην αφαίρεση και στην αποτοξίνωση ενός ρύπου για τη διαδικασία της περιβαλλοντικής επεξεργασίας.

Τα φυτεμένα δώματα είναι ένας τύπος κατασκευής οροφής που προϋπήρχε από παλαιότατων ετών σε όλο τον κόσμο. Ο βασικός ρόλος της κατασκευής μιας πράσινης στέγης σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, ήταν η βελτίωση των συνθηκών εσωτερικής άνεσης μέσα στο κτίριο. Δηλαδή, όταν φτιαχόντουσαν σε ψυχρά κλίματα βοηθούσαν στη θερμομόνωση της στέγης, ενώ όταν γινόντουσαν σε θερμά κλίματα προστατεύαν την οροφή από υπερθέρμανση λόγω της αυξημένης ηλιακής τους έκθεσης το καλοκαίρι, η ίδια λογική εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα και με τα ίδια καλά αποτελέσματα.

Οι σημερινές όμως εγκαταστάσεις οικολογικής οροφής, παρέχουν και άλλου είδους πλεονεκτήματα, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις φαίνεται να είναι πιο πολύτιμα ακόμη και από τη βελτίωση της θερμικής άνεσης. Αρχικά, και για τους περισσότερους επιστήμονες του κτιρίου, το επιπλέον στρώμα εδάφους στην κορυφή της στέγης θεωρήθηκε ότι ήταν απλά ένα πρόσθετο μονωτικό στρώμα. το οποίο στη καλύτερη περίπτωση θα μείωνε τις θερμικές απώλειες που δημιουργούνταν το χειμώνα και θα σκίαζε τα συμβατικά στρώματα κατασκευής το καλοκαίρι, δίνοντας προστασία από υπερθέρμανση της ηλιακής ακτινοβολίας.

5. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ



Εικόνα 3. Φυτεμένο δώμα στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Nanyang στην Σιγκαπούρη (πηγή : <https://www.thecoolist.com/green-roof-design-10-stunning-sustainable-works-of-architecture/>).

Μια τυπική πράσινη οροφή, πράσινης στέγης αποτελείται από ένα ελαφρύ μίγμα εδάφους και από ένα στρώμα αποστράγγισης. Ένα φίλτρο υφάσματος χωρίζει αυτά τα στρώματα και ένα άλλο ειδικό στρώμα κάτω από την αποστράγγιση προστατεύει την υποκείμενη δομή από τις ρίζες της βλάστησης. Ο ρόλος της στρώσης αποστράγγισης είναι ο έλεγχος της υγρασίας του εδάφους και η σωστή αποστράγγιση, γιατί σε αρκετές περιπτώσεις το κορεσμένο έδαφος μπορεί να προκαλέσει μόνιμη βλάβη στις ρίζες. Σε ορισμένους τύπους πράσινης οροφής το στρώμα αποστράγγισης έχει σχεδιαστεί για να διατηρεί τη βροχή ή το νερό άρδευσης και έτσι το μείγμα εδάφους να παραμένει υγρό, δημιουργώντας ένα κατάλληλο περιβάλλον για βλάστηση που απαιτεί νερό.

Τα φυτεμένα δώματα σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υλικά που ανά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για στέγες, επηρεάζει τη θερμική ροή μέσα από την

περιοχή που καταλαμβάνει, παράλληλα τα στρώματα της είναι ένα ζωντανό σύστημα που αλληλοεπιδρά και με το κτίριο και με το περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Τα κυριότερα που παρατηρούμε στα φυτεμένα δώματα συνοψίζονται στα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

- Προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη.
- Μειώνουν αρκετά το φαινομένου της αστικής νησίδας.
- Απορροφούν ατμοσφαιρικούς ρύπους και σκόνη καθαρίζοντας την ατμόσφαιρα.
- Βοηθούν στο να μειώνεται η απορροή των όμβριων υδάτων.
- Επέκταση της ζωής για στρώματα στεγανοποίησης.
- Κάνουν ελκυστικό τον ανοιχτό χώρο (αισθητικά οφέλη).
- Δίνουν οικοτόπους στην άγρια πανίδα.

Από την άλλη πλευρά, τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των φυτεμένων δωμάτων είναι τα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

- Υψηλό αρχικό κόστος.
- Πρόσθετο φορτίο που πρέπει να υποστηριχθεί. Στην περίπτωση υφισταμένων κτιρίων, αυτό περιορίζει την επιλογή του τύπου φυτεμένου δώματος στον εκτεταμένο τύπο, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις δεν χρειάζεται πρόσθετη υποστήριξη.

Έτσι λοιπόν τα φυτεμένα δώματα συμβάλλουν θετικότατα στο μικρόκλιμα της πόλης, μια και

αυξάνουν την ηχομόνωση και μειώνουν την ενέργεια που απαιτείται για τη συντήρηση του εσωτερικού κλίματος, με αποτέλεσμα να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, τόσο για θέρμανση όσο και για κλιματισμό. Επιπλέον, τα φυτεμένα δώματα μετριάζουν το πρόβλημα της απορροής του νερού της βροχής στις πόλεις, αποτρέποντας φαινόμενα πλημμυρίδας. Ακόμη βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα απορροφώντας το διοξείδιο του άνθρακα και απελευθερώνοντας οξυγόνο, ενώ αμβλύνουν και το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Βέβαια, πέρα από όλα αυτά, οι πράσινες οροφές, μπορούν να γίνουν με μια κατάλληλη διαμόρφωση και χώροι αναψυχής και ψυχαγωγίας (Green Roofs as Urban Ecosystems, 2007).

6. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΚΗΠΟΙ

Στην διάρκεια των αιώνων τα αναρριχητικά φυτά έχουν χρησιμοποιηθεί ως μια πράσινη επένδυσή στα κτίρια κυρίως για λόγους αισθητικής (Dunnett and Kingsbury, 2004). Κατά τα τέλη όμως του 19ου αιώνα που εμφανίστηκαν οι πρώτες οικολογικές θεωρίες και ανησυχίες, οι κάθετοι κήποι θεωρήθηκαν ως μια πιθανή λύση για να αμβλυνθούν τα προβλήματα που σχετίζονται με την αστικοποίηση των Πόλεων (Uffelen, 2012).



Εικόνα 4. Κατακόρυφος κήπος στην γέφυρα Max Juvenal , Aix-en-Provence του 2008, έργο του Patrick Blanc. France (πηγή : <http://thefinestmagazine.com/green-walls-patrick-blanc/>).

Η συμβολή των φυτών στις προσόψεις κτιρίων κρίνεται ως απαραίτητη για τη βελτίωση της βιωσιμότητας στο δομημένο περιβάλλον. Η εφαρμογή τους είναι επίσης οικολογικά και αισθητικά αποδεκτή ως ένα επαρκές αρχιτεκτονικό χαρακτηριστικό που αναβαθμίζει την πρόσοψη. Η εκμετάλλευσή τους μας οδηγεί σε μια σχεδιαστικά ενεργειακή προσέγγιση που εμποδίζει πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές να μετατραπούν σε φτωχό φυσικό περιβάλλον. Λόγο της μεγάλης ποσότητας των τοίχων, η ευρεία χρήση κατακόρυφων συστημάτων πρασίνου, όχι μόνο αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο δυναμικό για τον μετριασμό της επίδρασης του UHI μέσω της εξατμισοδιαπνοής και της σκίασης, αλλά συντελεί με έναν πολύ δυναμικό τρόπο στο μετασχηματισμό του αστικού τοπίου (Krushe, 1982).

Οι κατακόρυφοι κήποι έχουν οφέλη που τα παρατηρούμε τόσο για το περιβάλλον όσο και για το κτίριο, μιας και μειώνουν το λειτουργικό του κόστος και βοηθούν στην καλύτερη υγεία του

ανθρώπου. Τα φυτεμένα δώματα προσφέρουν φυσικό κλιματισμό και βοηθούν έτσι στην αποτελεσματικότερη ενεργειακή απόδοση του κτιρίου (Lambertini, 2007). Η διεθνής βιβλιογραφία μας ενημερώνει ότι στα υγρά κλίματα μπορούν να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη από τη μέγιστη μείωση της θερμοκρασίας ακόμη και 8,4 °C με τα συστήματα των κατακόρυφων πράσινων κήπων. Να σημειωθεί επίσης ότι η βλάστηση έχει την δυνατότητα να ανακουφίσει άμεσα το UHI με σκίαση επιφανειών απορρόφησης θερμότητας και μέσο ψύξης με εξατμισοδιαπνοή (McPherson, 1994). Επίσης η βλάστηση μειώνει δραματικά τις μέγιστες θερμοκρασίες ενός κτιρίου με σκίαση τοίχων από τον ήλιο, ενώ η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας μειώνεται έως και 50%. Μέσω της εξατμισοδιαπνοής, μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να μετατραπούν σε λανθάνουσα θερμότητα, η οποία δεν προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας. Μια πρόσοψη που καλύπτεται πλήρως από το πράσινο έχει προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και μπορεί να αντανακλά ή να απορροφά από τα φύλλα της το 40% έως 80% της ακτινοβολίας που λαμβάνει, ανάλογα βέβαια με την ποσότητα και τον τύπο του πρασίνου. Στην Αφρική παρατηρήθηκε μια μείωση της θερμοκρασίας των 2,6 ° C πίσω από φυτά με αμπέλια (Holm, 1989). Συνεπώς, μαζί με τη μόνωση της βλάστησης, βλέπουμε ότι οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του τοίχου μπορούν να μειωθούν από 10 ° C έως 60 ° C σε μεταξύ 5 °C και 30 °C

(Peck et al., 1999). Επιπλέον από την εφαρμογή των κατακόρυφων κήπων, μπορούν να επωφεληθούν τα πτηνά και τα έντομα. Οι κατακόρυφοι κήποι ωφελούν επίσης το περιβάλλον βελτιώνοντας την ποιότητα του νερού και του αέρα. Οι εγκαταστάσεις πρόσοψης χρησιμοποιούν τη ροή των όμβριων υδάτων και ταυτόχρονα την επιβραδύνουν πριν αυτή ενταχθεί στις αστικές απορροές. Η ποιότητα του αέρα σαφέστατα και βελτιώνεται μιας και οι εγκαταστάσεις πρόσοψης συλλαμβάνουν σωματίδια και απορροφούν ρύπους όπως CO₂, NO_x και SO₂ (Ottele, van Bohemen & Fraaij, 2010). Οι κατακόρυφοι κήποι δημιουργούν μια ελκυστική φυσική πρόσοψη, και προσθέτουν αισθητική αξία σε ένα κτίριο, που και μόνο η οπτική του επηρεάζει θετικά την ψυχική και σωματική ευεξία των γύρω του. Οι μελέτες έχουν δείξει ότι οι πράσινες δομές και τα τοπία που δημιουργούν συνδέονται με τον ταχύτερο χρόνο αποκατάστασης του ασθενούς, τη μείωση του στρες και τη βελτιωμένη διάθεση του (Maas et al., 2006; Ulrich, 1984)

7. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Όλες οι χώρες, άλλες λίγο, άλλες πολύ πλήττονται από την παγκόσμια οικολογική κρίση που μπορεί να είναι τόσο ηθική όσο και ενεργειακή. Το τελευταίο έχει οδηγήσει τους πολίτες στο να αποκτήσουν ευαισθητοποίηση απέναντι στα περιβαλλοντικά θέματα (Tsipiras, 2005). Στην Ελλάδα η ανοικοδόμηση που έγινε τις τελευταίες δεκαετίες οδήγησε σε μείωση των διαθέσιμων αστικών χώρων πρασίνου, σε χαμηλή

ποιότητα κλίματος και σε μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Από την μια πλευρά αυτό μπορεί να σχετίζεται με την κακή διαχείριση του αστικού πρασίνου και από την άλλη, με την μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού καθώς και την έντονη κυκλοφορία οχημάτων (Santamouris et al., 2005). Η έλλειψη νομικού πλαισίου σχετικά με την ενέργεια έχει εντείνει τα περιβαλλοντικά προβλήματα στην πόλη της Αθήνα (Tsiripras, 2005). Η Αθήνα με την μακραίωνη ιστορία της, σήμερα κρατά μια πρωτιά σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, η οποία είναι

εξαιρετικά δυσάρεστη και απαιτεί άμεσα θα έλεγα πολλαπλές αλλαγές. Είναι η πόλη με την μικρότερη παρεχόμενη αναλογία σε πράσινο, που φτάνει περίπου τα 2,5 m² ανά κάτοικο. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, το ελάχιστο όριο επιβίωσης βρίσκεται στα 10 m². Βλέποντας αυτό το μεγάλο πρόβλημα της Αθήνας στην πράξη, θα πρέπει να αναζητηθούν περίπου 40.000 στρέμματα, που θα αποτελέσουν χώρους πρασίνου, έτσι ώστε η Αθήνα να φτάσει και αυτή το όριο που έχει θέσει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Υγείας.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, είδαμε ότι οι πράσινες οροφές ή φυτεμένα δώματα ή πράσινες ταράτσες ή οικοστέγες, ενισχύουν και αναβαθμίζουν σε μεγάλο βαθμό της ποιότητα ζωής στην πόλη, δίνοντας οφέλη τόσο για τους κατοίκους όσο και για το περιβάλλον στο σύνολο τους. Με την εφαρμογή των πράσινων οροφών δημιουργείται ευνοϊκότερο μικρόκλιμα, το οποίο αναβαθμίζει την αισθητική των κτιρίων, και προσφέρει ταυτόχρονα θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες στο κτίριο, οι οποίες μειώνουν σημαντικά (περίπου 30%) την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση. Επίσης, οι πράσινες οροφές βοηθούν να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση, μέσω φιλτραρίσματος της σκόνης και των σωματιδίων που αιωρούνται στον αέρα (Dimoudi et al., 2013). Τα φυτά στα φυτεμένα

δώματα, έχουν την ικανότητα να τραβάνε τη ζέστη και έτσι να μονώνουν σημαντικά το κτίριο. Με τα φυτεμένα δώματα σταθεροποιείται η επιφανειακή θερμοκρασία κατά τις ζεστές μέρες του έτους και μειώνεται η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου αλλά και η απώλεια θερμότητας τους σκληρούς χειμωνιάτικους μήνες. Έτσι σε βάθος χρόνου πετυχαίνουμε τα εξής: οικονομία καυσίμων για θέρμανση και ενέργειας για τον κλιματισμό, ενώ το κόστος δημιουργίας των φυτεμένων δωματών έχουν γρήγορη απόσβεση (Givoni, 1991).



Εικόνα 5. Κτίριο γραφείων του Ναυτιλιακού Ομίλου της Agemar του 2018, Καλλιθέα, αρχιτεκτονική μελέτη των SPARCH Σακελλαρίδου και Παπανικολάου αρχιτέκτονες. (πηγή: <https://www.prasinistegi.gr/portfolio/ktirio-grafeiwn-nautiliakou-omilou-agemar/#&gid=1&pid=1>).



Εικόνα 6. Κτίριο γραφείων στην Πειραιώς του 2009, αρχιτεκτονική μελέτη Μ. Κοκκίνου & Α. Κούρκουλας αρχιτέκτονες και την μελέτη του περιβάλλοντος χώρου έγινε από τους Ε. Παγκάλου & Συνεργάτες (πηγή: <http://domesindex.com/companies/egreen/kthrio-grafeiwn-shop-trade-a8hna-2009/>).

Σημαντικό είναι και το θέμα διαχείρισης των υδάτων. Αξίζει να αναφερθεί ότι ένα μεγάλο μέρος (σχεδόν 75%) των όμβριων υδάτων πηγαίνει στα αποχετευτικά συστήματα των πόλεων, με αποτέλεσμα να έχουμε συχνά πλημμυρικά φαινόμενα. Με τα φυτεμένα δώματα να κατακρατούν αλλά και να φιλτράρουν το 75% περίπου της ποσότητας υδάτων της βροχής, το φαινόμενο της πλημμυρίδας μειώνεται κατά πολύ. Επιπλέον, οι πράσινες οροφές, προσόψεις, καθώς και τα πράσινα κτίρια, δημιουργούν καλύτερο κλίμα βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα, ποικιλοτρόπως. Φιλτράρουν τα βαρέα μέταλλα, μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, και εμπλουτίζουν τον αέρα με οξυγόνο (N.-J.Tzortzi-Georgi, & D.Dimitriou, 2010).

Γίνεται λοιπόν ξεκάθαρο από όλα τα ανωτέρω, ότι οι πράσινες οροφές, προσόψεις και κτίρια, έχουν πολλές θετικές επιπτώσεις για τη ζωή στην πόλη και το περιβάλλον. Σε πολλές πόλεις της Ευρώπης, της Βόρειας Αμερικής και της Ιαπωνίας, οι πράσινες οροφές έχουν εξαπλωθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό, ενώ σε κάποιες άλλες τα φυτεμένα δώματα επιβάλλονται ακόμη και με την νομοθεσία. Στη χώρα μας τα φυτεμένα δώματα και οι κατακόρυφοι κήποι δεν μπορούμε να πούμε ότι είναι σε νηπιακό στάδιο αλλά στο αρχικό τους. Τα άμεσα οικονομικά κίνητρα και το υποχρεωτικό νομικό πλαίσιο, θα βοηθούσε να ξεπεράσει η πόλη της Αθήνας το πρώτο αρχικό στάδιο και να περάσει στο δεύτερο, δηλαδή την περαιτέρω εξάπλωση των πράσινων οροφών, όχι μόνο εδώ αλλά και σε όλη την Ελλάδα. Συνεπώς, μέλημα της πολιτείας θα πρέπει να είναι η διατήρηση και βελτίωση των χώρων αστικού πρασίνου, έτσι ώστε να βελτιωθεί και η ποιότητα ζωής των κατοίκων. Η δημιουργία

νέων χώρων πρασίνου θα πρέπει να διευκολύνεται και να προωθείται από τις κρατικές δομές και την αυτοδιοίκηση, έτσι ώστε να βελτιωθεί το μικρόκλιμα της Αθήνας και να μειωθεί ή και να αντιμετωπιστεί οριστικά το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε ξεκάθαρο ότι με τα φυτεμένα δώματα και τις προσόψεις, υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί σημαντικά το αστικό πράσινο, προσφέροντας πολλαπλά οφέλη, στον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον, με κυριότερα για την πόλη της Αθήνας: μείωση της έντονης θερμικής επιβάρυνσης, εξοικονόμηση ενέργειας, βελτίωση της ποιότητας του αέρα με το φιλτράρισμα των ρύπων, αποφυγή πλυμμηρικών φαινομένων με την απορρόφηση των όμβριων υδάτων, μείωση της ηχορύπανσης, ενίσχυση της



Εικόνα 7. Δημοτικό Πάρκο Αθλητισμού και Αναψυχής Δήμου Καλλιθέας, αρχιτεκτονική μελέτη του πάρκου έγινε από Renzo Piano Building Workshop, RPBW –BETAPLAN και τέλειωσε το 2013 (πηγή : http://media.domesindex.com/files/grf_Kallithea.pdf).

Γεγονός είναι ότι τα πρώτα σημαντικά βήματα, έχουν ήδη πραγματοποιηθεί, με πρότυπα δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, με πράσινες οροφές, που δίνουν μια ανάσα ζωής στην πόλη της Αθήνας. Παρά όμως το ότι η τεχνογνωσία και η εμπειρία πλέον υπάρχει, η διάδοση των φυτεμένων

πανίδας στην πόλη που είναι υπό διωγμό και αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων. Συμπερασματικά, βάση των μελετών που έχουν λάβει χώρα στην Αθήνα κατά τις τελευταίες δεκαετίες, η οποία αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα και γίνεται ακόμα πιο θερμή με το φαινόμενο της θερμικής νησίδας ολοένα και να εντείνεται (Hongyu et al., 2017). Το αστικό πράσινο, το οποίο έχει βρεθεί σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, μπορεί να βελτιώσει το μικρόκλιμα της Αθήνας καθώς και την ποιότητα της ζωής των κατοίκων. Δεδομένου ότι η δόμηση είναι ήδη πολύ πυκνή, οι πράσινες οροφές, προσόψεις και κτίρια, αποτελούν μια ελπιδοφόρα λύση για την άμβλυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων της Αθήνας.

δωμάτων στην Αθήνα, δεν είναι τόσο μαζική όσο θα έπρεπε να είναι, έτσι ώστε να έχουμε και τις σημαντικές θετικές επιπτώσεις που θα προκύψουν από αυτές. Οι πράσινες οροφές, δυστυχώς είναι ακόμη σποραδικές μέσα στην πόλη και αφορούν περισσότερο δημόσια κτίρια. Η νομική προώθηση των πράσινων οροφών, σε συνδυασμό με τα σημαντικά οικονομικά κίνητρα, πιθανόν να μπορέσουν να ανατροφοδοτήσουν τη δημιουργία πράσινων οροφών στην Αθήνα, έτσι ώστε να γίνουν η καίρια λύση στα έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα της Αθήνας και να ανακουφίσουν τους κατοίκους της από την οικονομική πλευρά και ταυτόχρονα προσφέροντας τους και καλύτερη ποιότητα ζωής.

9.ΑΝΑΦΟΡΕΣ- ΠΗΓΕΣ

- Dimoudi, A., Kantzioura, A., Zoras, S., Pallas, C., Kosmopoulos, P. (2013). Investigation of urban microclimate parameters in an urban center, *Energy Build.*, 64: pp. 1-9.
- Dunnett, N., Kingsbury, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living Walls*, Timber Press Inc, Portland, OR.
- Givoni, B. (1991). Impact of planted areas on urban environmental quality: a review *Atmos. Environ. Part B Urban Atmos.*, 25 (3): 289-299.
- Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services-November (2007) / Vol. 57 No. 10 *BioScience* www.biosciencemag.org.
- Halada, K., Yamamoto, R. (2001). The current status of research and development on eco-materials around the world. *MRS Bulletin*, 26(11): 871-878.
- Holm D. Thermal improvement by means of leaf cover on external walls a simulation model. *Energy and Buildings* 1989;14(1):19 30.
- Hongyu, D., Wenbo, C., Yanqing, X., Zhibao, W., Yuanyuan, W., Yongli, C. (2017). Quantifying the Cool island effects of urban green spaces using remote sensing data, *Urban For. Urban Green.*, 27: 24-31.
- Krushe, P., Krushe, M., Althaus, D., Gabriel, I. (1982). *Ökologisches Bauen* Herausgegeben vom Umweltbundesamt. Wiesbaden und Berlin: Bauverlag.
- Lambertini A. (2007). *Vertical gardens: bringing the city to life*. London, UK: Thames and Hudson.
- Luttik, J. (2000). The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands, *Landscape and urban planning*, 48(3): 161-167.
- Maas, J., R.A. Verheij, P.P. Groenewegen, S.Vries, P. Spreeuwenberg. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? *Journal of Epidemiol Community Health*, 60:587-592.
- McPherson, E.G. (1994). Preserving and restoring urban biodiversity: cooling urban heat islands with sustainable landscapes. In: Platt RH, Rowntree RA, Muick PC, editors. *The ecological city*. Amherst, US: University of Massachusetts Press.
- N.-J.Tzortzi-Georgi, & D.Dimitriou, 2010D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. *Building and Environment*. 45. 1401-1414. 10.1016/j.buildenv.2009.12.003.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services, *BioScience*, 57(10): 823–833.
- Ottele, M., H.D. van Bohemen, A.L.A. Fraaij. (2010). “Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls” *Ecological Engineering* 36(2):154-162.
- Peck, S.W., Callaghan, C., Bass, B., Kuhn, M.E. (1999). Research report: greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada. Ottawa, Canada: Canadian Mortgage and Housing Corporation (CMHC).

Επαμεινώνδας Βενετσάνος, Οι επιπτώσεις των υλικών και του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον. Η περίπτωση της Αθήνας.

Santamouris, M., Pavlou, C., Doukas, P., Mihalakakou G., Synnefa A., Hatzibiros A., Patargias P. (2005). Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece. *Energy*, 32 (9): 1781-1788

Timur, O.B., Karaca, E. (2013). Vertical Gardens. InTech.Cankiri,Turkey.. *Advances in Landscape Architecture* σελ.587 – 622.

Tsipiras, K. (2005). The new EU guide for energy behavior of buildings. Lectures for bioclimatic architecture, 3/10/2005. Hellenic Society for the Protection of the Environment and the Cultural Heritage.

Uffelen,C. (2012). Façadegreenery — Contemporary landscaping, MSc Thesis, Lisbon.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery, *Science*, 224: 42- 421.

World Health Organization Regional Office for Europe, 2017

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf?ua=1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της εργασίας είναι η διερεύνηση και η εφαρμογή των υλικών και του πρασίνου, με την δημιουργία κατακόρυφων κήπων και φυτεμένων δωματών. Η έρευνα εστιάζει στις επιπτώσεις που δημιουργεί το πράσινο και τα υλικά στα κτίρια καθώς και στο αστικό περιβάλλον. Εμφανίζονται τα οφέλη να είναι αρκετά παράλληλα όμως υπάρχουν και δυσκολίες, με την κυριότερη να είναι το κόστος κατασκευής και συντήρησης τους. Η συγκριτική μελέτη των πηγών και των παραδειγμάτων στην εργασία, θα προχωρήσει σε μια κριτική θεώρηση μέσα από συγκεκριμένα στοιχεία, συσχετίζοντας το πράσινο και πως αυτό χρησιμοποιείται με τα υλικά που δομείται το αστικό περιβάλλον. Τα στοιχεία θα προκύψουν τόσο μέσα από την μελέτη αντιπροσωπευτικών κτιρίων, όσο και μέσα από την βιβλιογραφική έρευνα. Από την μελέτη της βιβλιογραφίας αλλά και από τα υφιστάμενα κτίρια με πράσινες οροφές, με ιδιωτικό ή δημόσιο καθεστώς, φάνηκε ότι έχουμε σήμερα την εμπειρία και η τεχνογνωσία που χρειάζεται για τη μαζική δημιουργία φυτεμένων δωματών στην Αθήνα. Επίσης θα μελετηθούν τα νομικά πλαίσια και τα ευρωπαϊκά προγράμματα που αφορούν την εφαρμογή του πρασίνου στον αστικό περιβάλλον. Ειδικότερα μελετήθηκε η περίπτωση της πόλης της Αθήνας, η οποία και αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα. Εφαρμόζοντας το πράσινο στα κτίρια σε συνδυασμό με τις υφιστάμενες τεχνολογίες δόμησης, συμβάλλουν ενεργά όχι μόνο στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αλλά και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής και υγείας των κατοίκων. Μέσα από το υλικό που θα συγκεντρωθεί, θα γίνει η ανάλυση των θεμάτων πρασίνου και η συσχέτιση της ολοένα αναπτυσσόμενης τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών στα κτίρια και στις πόλεις. Η εργασία αναφέρεται στα προβλήματα που γεννιούνται από την κλιματική αλλαγή στις πόλεις, ενώ παράλληλα υπενθυμίζει τη χρησιμότητα των φυλικών υλικών και του πρασίνου προς το περιβάλλον.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην συγκεκριμένη εργασία το αντικείμενο μελέτης είναι οι επιπτώσεις που δημιουργεί το πράσινο και τα υλικά στα κτίρια και στους ανοιχτούς χώρους. Η εργασία ξεκινάει με το αστικό πράσινο και τις θετικές επιπτώσεις που δημιουργούνται εξαιτίας του στο αστικό περιβάλλον. Η εργασία υπενθυμίζει ότι με την σωστή χρήση του πρασίνου στο αστικό περιβάλλον αναβαθμίζεται σε μεγάλο βαθμό η ποιότητα ζωής στην πόλη, με οφέλη που απορρέουν τόσο για τους κατοίκους όσο και για το περιβάλλον συνολικά. Αργότερα εστιάζει σε ευρωπαϊκά προγράμματα που προσφέρουν την δυνατότητα να βρεθούν οι οικονομικοί πόροι για την ενίσχυση του πρασίνου και την χρήση οικολογικών υλικών στον αστικό ιστό, είτε σε ανοιχτούς χώρους, είτε σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Και συνεχίζει με την ανάλυση των τεχνικών κατασκευών που υπάρχουν όσον αφορά τα φυτεμένα δώματα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στα κτίρια. Η μελέτη περίπτωσης είναι η πόλη της Αθήνας και αυτό επειδή αντιμετωπίζει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα βιβλιογραφικών πηγών, παραδειγμάτων και ανάπτυξη κριτικής θεώρησης από την συλλογή πληροφοριών, που αφορούν τις επιπτώσεις που δημιουργούν στο αστικό περιβάλλον το πράσινο και τα υλικά που χρησιμοποιούνται.

ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Τα φυτεμένα δώματα είναι ένας τύπος κατασκευής οροφής που προϋπήρχε από παλαιότατων ετών σε όλο τον κόσμο. Η βασικός ρόλος της κατασκευής μιας πράσινης στέγης σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, ήταν η βελτίωση των συνθηκών εσωτερικής άνεσης μέσα στο κτίριο. Δηλαδή, όταν φτιαζόντουσαν σε ψυχρά κλίματα βοηθούσαν στη θερμομόνωση της στέγης, ενώ όταν γινόντουσαν σε θερμά κλίματα προστατεύαν την οροφή από υπερθέρμανση λόγω της αυξημένης ηλιακής τους έκθεσης το καλοκαίρι, η ίδια λογική εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα και με τα ίδια καλά αποτελέσματα.

Οι σημερινές όμως εγκαταστάσεις οικολογικής οροφής, παρέχουν και άλλου είδους πλεονεκτήματα, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις φαίνεται να είναι πιο πολύτιμα ακόμη και από τη βελτίωση της θερμικής άνεσης. Αρχικά, και για τους περισσότερους επιστήμονες του κτιρίου, το επιπλέον στρώμα εδάφους στην κορυφή της στέγης θεωρήθηκε ότι ήταν απλά ένα πρόσθετο μονωτικό στρώμα το οποίο στη καλύτερη περίπτωση θα μείωνε τις θερμικές απώλειες που δημιουργούνταν το χειμώνα και θα σκίαζε τα συμβατικά στρώματα κατασκευής το καλοκαίρι δίνοντας προστασία από υπερθέρμανση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα φυτεμένα δώματα σε αντίθεση με τα υπόλοιπα υλικά που κατά καιρούς έχουν χρησιμοποιηθεί για στέγες, επηρεάζουν τη θερμική ροή μέσα από την περιοχή που καταλαμβάνουν, ενώ τα στρώματα τους είναι ένα ζωντανό σύστημα που αλληλοεπιδρά με το κτίριο και με το περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Τα κυριότερα που παρατηρούμε στα φυτεμένα δώματα συνοψίζονται στα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

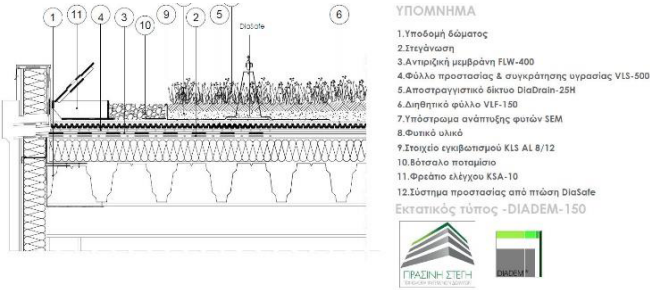
- Προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη.
- Μειώνουν αρκετά το φαινόμενο της αστικής νησίδας.
- Απορροφούν ατμοσφαιρικούς ρύπους και σκόνη καθαρίζοντας την ατμόσφαιρα.
- Βοηθούν στο να μειώνεται η απορροή των όμβριων υδάτων.
- Επέκταση της ζωής για στρώματα στεγανοποίησης.
- Κάνουν ελκυστικό τον ανοιχτό χώρο (αισθητικά οφέλη).
- Δίνουν οικοτόπους στην άγρια πανίδα.

Από την άλλη πλευρά, τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των φυτεμένων δωματών είναι τα εξής (Oberndorfer et al, 2007):

- Υψηλό αρχικό κόστος.
- Πρόσθετο φορτίο που πρέπει να υποστηριχθεί. Στην περίπτωση υφισταμένων κτιρίων, αυτό περιορίζει την επιλογή του τύπου φυτεμένου δώματος στον εκτεταμένο τύπο, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις δεν χρειάζεται πρόσθετη υποστήριξη.

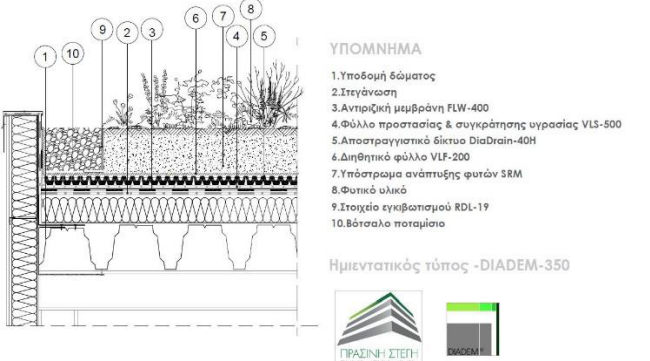
Τεχνικές φυτεμένων δωματών

1.Εκτατικά φυτεμένα δώματα :



Εικόνα 1. Τομή φυτεμένου δώματος εκτατικού τύπου (πηγή: <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/ekatikos-tupos-diadem-150/>).

2. Ημι-εντατικά φυτεμένα δώματα



Εικόνα 2. Τομή φυτεμένου δώματος ημιεντατικού τύπου (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/imientantikos-tupos-diadem-350/>).

3. Εντατικά φυτεμένα δώματα :



Εικόνα 3. Τομή φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου (πηγή : <https://www.prasinistegi.gr/tupoi-futemenwn-dwmatwn/entatikos-tupos-diadem-750/>).

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΚΗΠΟΙ

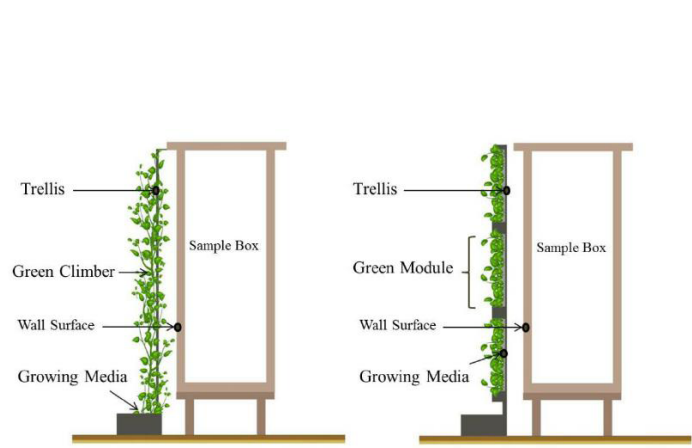
Οι κατακόρυφοι κήποι έχουν οφέλη που τα παρατηρούμε στο περιβάλλον και στο κτίριο, μιας και μειώνουν το λειτουργικό του κόστος και βοηθούν στην καλύτερη υγεία του ανθρώπου. Τα φυτεμένα δώματα προσφέρουν φυσικό κλιματισμό και βοηθούν έτσι στην αποτελεσματικότερη ενεργειακή απόδοση του κτιρίου (Lambertini, 2007). Η διεθνής βιβλιογραφία μας ενημερώνει ότι στα υγρά κλίματα μπορούν να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη από τη μέγιστη μείωση της θερμοκρασίας. Να σημειωθεί επίσης ότι η βλάστηση έχει την δυνατότητα να ανακουφίσει άμεσα το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας UHI, με σκίαση επιφανειών απορρόφησης θερμότητας και μέσο ψύξης με εξατμισοδιαπνοή (McPherson, 1994). Επίσης η βλάστηση μειώνει δραματικά τις μέγιστες θερμοκρασίες ενός κτιρίου με σκίαση τοίχων από τον ήλιο, ενώ η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας μειώνεται έως και 50%. Μέσω της εξατμισοδιαπνοής, μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να μετατραπούν σε λανθάνουσα θερμότητα, η οποία δεν προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας. Μια πρόσωση που καλύπτεται πλήρως από το πράσινο έχει προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και μπορεί να αντανakλά ή να απορροφά από τα φύλλα της το 40% έως 80% της ακτινοβολίας που λαμβάνει, ανάλογα βέβαια με την ποσότητα και τον τύπο του πρασίνου.

Κατηγορίες και τεχνικές κατακόρυφων κήπων

Πρακτικά οι κατακόρυφοι κήποι χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τις «πράσινες προσόψεις» και τους «ζωντανούς τοίχους».

1.Πράσινες προσόψεις

2.Ζωντανοί τοίχοι



Εικόνα 4. Κατακόρυφοι κήποι, τύπου Πράσινης πρόσοψης και Ζωντανός Τοίχος (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Green-facade-Left-and-living-wall-Right_fig1_280918106).

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

Όλες οι χώρες άλλες λίγο, άλλες πολύ πλήττονται από την παγκόσμια οικολογική κρίση, που μπορεί να είναι τόσο ηθική όσο και ενεργειακή. Το τελευταίο έχει οδηγήσει τους πολίτες στο να αποκτήσουν ευαισθητοποίηση απέναντι στα περιβαλλοντικά θέματα (Tspiras, 2005). Στην Ελλάδα, η ανοικοδόμηση που έγινεΑ τις τελευταίες δεκαετίες οδήγησε σε μείωση των διαθέσιμων αστικών χώρων πρασίνου, σε χαμηλή ποιότητα κλίματος και σε μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Από την μια πλευρά, αυτό μπορεί να σχετίζεται με την κακή διαχείριση του αστικού πρασίνου και από την άλλη, με την μεγάλη πυκνότητα του πληθυσμού καθώς και την έντονη κυκλοφορία οχημάτων (Santamouris et al., 2005). Η έλλειψη νομικού πλαισίου σχετικά με την ενέργεια, έχει εντείνει τα περιβαλλοντικά προβλήματα στην πόλη της Αθήνα (Tspiras, 2005). Η Αθήνα με την μακράωνη ιστορία της, σήμερα κρατά μια πρωτιά σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης, η οποία είναι εξαιρετικά δυσάρεστη και απαιτεί άμεσα θα έλεγα πολλαπλές αλλαγές. Είναι η πόλη με την μικρότερη παρεχόμενη αναλογία σε πράσινο, που φτάνει περίπου τα 2,5 m2 ανά κάτοικο. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος το ελάχιστο όριο επιβίωσης βρίσκεται στα 10 m2. Βλέποντας αυτό το μεγάλο πρόβλημα της Αθήνας στην πράξη, θα πρέπει να αναζητηθούν περίπου 40.000 στρέμματα, που θα αποτελέσουν χώρους πρασίνου, έτσι ώστε η Αθήνα να φτάσει και αυτή το όριο που έχει θέσει ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Υγείας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση έγινε ξεκάθαρο ότι με τα φυτεμένα δώματα και τις προσόψεις, υπάρχει η δυνατότητα να αυξηθεί σημαντικά το αστικό πράσινο, προσφέροντας πολλαπλά οφέλη, στον άνθρωπο, την κοινωνία και το περιβάλλον, με κυριότερα για την πόλη της Αθήνας: μείωση της έντονης θερμικής επιβάρυνσης, εξοικονόμηση ενέργειας, βελτίωση της ποιότητας του αέρα με το φιλτράρισμα των ρύπων, αποφυγή πλυμμηρικών φαινομένων με την απορρόφηση των όμβριων υδάτων, μείωση της ηχορύπανσης, ενίσχυση της πανίδας στην πόλη που είναι υπό διαγμό και αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων. Συμπερασματικά, βάση των μελετών που έχουν λάβει χώρα στην Αθήνα κατά τις τελευταίες δεκαετίες, αντιμετωπίζει έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα και γίνεται ακόμα πιο θερμή με το φαινόμενο της θερμικής νησίδας ολόενα και να εντείνεται (Hongyu et al., 2017). Το αστικό πράσινο, το οποίο έχει βρεθεί σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, μπορεί να βελτιώσει το μικροκλίμα της Αθήνα, καθώς και την ποιότητα της ζωής των κατοίκων. Δεδομένου ότι η δόμηση είναι ήδη πολύ πυκνή, οι πράσινες οροφές, προσόψεις και κτίρια, αποτελούν μια ελπιδοφόρα λύση για την άμβλυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων της Αθήνας.

Γεγονός είναι ότι τα πρώτα σημαντικά βήματα, έχουν ήδη πραγματοποιηθεί, με πρότυπα δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, με πράσινες οροφές, που δίνουν μια ανάσα ζωής στην πόλη της Αθήνας. Παρά όμως το ότι η τεχνογνωσία και η εμπειρία πλέον υπάρχει, η διάδοση των φυτεμένων δωματών στην Αθήνα, δεν είναι τόσο μαζική όσο θα έπρεπε να είναι, έτσι ώστε να έχουμε και τις σημαντικές θετικές επιπτώσεις που θα προκύψουν από αυτές. Οι πράσινες οροφές, δυστυχώς είναι ακόμη σποραδικές μέσα στην πόλη και αφορούν περισσότερο δημόσια κτίρια. Η νομική προώθηση των πράσινων οροφών σε συνδυασμό με τα σημαντικά οικονομικά κίνητρα, πιθανόν να μπορέσουν να ανατροφοδοτήσουν τη δημιουργία πράσινων οροφών στην Αθήνα, έτσι ώστε να γίνουν η καίρια λύση στα έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα της πόλης και να ανακουφίσουν τους κατοίκους της από την οικονομική πλευρά προσφέροντας ταυτόχρονα και καλύτερη ποιότητα ζωής.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ-ΠΗΓΕΣ

Hongyu, D., Wenbo, C., Yanqing, X., Zhibao, W., Yuanyuan, W., Yongli, C. (2017). Quantifying the Cool island effects of urban green spaces using remote sensing data, *Urban For. Urban Green.*, 27: 24-31

Lambertini A. (2007). *Vertical gardens: bringing the city to life*. London, UK: Thames and Hudson.

McPherson, E.G. (1994). *Preserving and restoring urban biodiversity: cooling urban heat islands with sustainable landscapes*. In: Platt RH, Rowntree RA, Muick PC, editors. The ecological city. Amherst, US: University of Massachusetts Press.

Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Köhler, M., Liu, K. K. Y., Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services, *BioScience* , 57(10): 823–833.

Santamouris, M., Pavlou, C., Doukas, P., Mihalakakou G., Synnefa A., Hatzibiros A., Patargias P. (2005). Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece. *Energy*, 32 (9): 1781-1788

Tspiras, K. (2005). The new EU guide for energy behavior of buildings. Lectures for bioclimatic architecture, 3/10/2005. Hellenic Society for the Protection of the Environment and the Cultural Heritage.