

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ . ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ
ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝ ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ
ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ

Αργυρόπουλος Αλέξανδρος (ΑΜ 44106)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

Γαλάνης Θεόδωρος

Κέρπελης Πλούταρχος

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Γαλάνης Θεόδωρος

Κέρπελης Πλούταρχος

Δενεζάκη Σταυρούλα



Αθήνα 2020

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές μου Γαλάνη Θεόδωρο και Πλούταρχο Κέρπελη για την βοήθεια και καθοδήγηση καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Επίσης ευχαριστώ πολύ τον καθηγητή μου Κυρίο Εξαρχάκο Γεώργιο για την σημαντική βοήθεια του στην ρεαλιστική απεικόνιση του φυτεμένου δώματος.

Θα ήταν λάθος μου να μην ευχαριστήσω την εταιρία Egreen – Zinco και πιο συγκεκριμένα τον Κύριο Μαυραγάνη Σωτήρη για την προθυμία του να με βοηθήσει σε οποιαδήποτε δυσκολία συναντούσα κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ την εταιρία Ergocad για την πρόθυμη παροχή λογισμικού ώστε να γίνει το φωτορεαλιστικό κομμάτι της εργασίας.

" Τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας ανακοινωθήκαν στο παρακάτω συνέδριο:

Kerpelis Pl., Galanis Th., Argyropoulos A. "Planted Roofs over Buildings.

Case study at a School in Athens", SmartBlueCity-4th

EuroMediterranean Conference - Exhibition, Athens, 9-10 Οκτωβρίου 2020.

Η παρουσίαση πραγματοποιήθηκε από τον καθηγητή και επιβλέποντα της εργασίας κ. Κέρπελη Πλούταρχο, Λέκτορα Εφαρμογών Π.Α.Δ.Α."

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά τα φυτεμένα δώματα τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο ερευνάς. Πιο συγκεκριμένα εξετάστηκε η εφαρμογή της τεχνικής του φυτεμένου δώματος σε υπάρχον σχολικό κτίριο του Δήμου Περιστερίου. Αφορμή για την επιλογή του θέματος στάθηκε η δημιουργία φυτεμένου δώματος στον χώρο εστίασης του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η εργασία αποτελείται από 2 μέρη και 6 κεφάλαια. Στο πρώτο μέρος (κεφ 1,2,3,4,5) παρουσιάζεται η θεωρητική πλευρά του θέματος. Αναλύεται η μεθοδολογία, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, οι τύποι φυτεμένων δωματίων που υπάρχουν και τα βήματα κατασκευής. Παρουσιάζονται οι παράγοντες που αφορούν το δώμα, η κατηγοριοποίηση φυτεμένων δωματίων και η φύτευση. Επίσης αναφέρονται παραδείγματα από το εξωτερικό και τον ελλαδικό χώρο. Στο δεύτερο μέρος (κεφ 6) αναπτύσσεται η έρευνα. Προσδιορίζεται ο τύπος φύτευσης που θα χρησιμοποιηθεί και υπολογίζεται το φορτίο που θα δεχτεί η κατασκευή. Προτείνονται στρώσεις υλικών και υπολογίζετε το κόστος κατασκευής. Στην εργασία προβάλλεται, επίσης, η ρεαλιστική απεικόνιση της κατασκευής του δώματος μέσω φωτογραφιών με την χρήση του προγράμματος Lumion. Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της μελέτης καθώς και τομείς για περαιτέρω έρευνα.

Λέξεις – Κλειδιά: Φυτεμένες στέγες, Φύτευση, Σχολείο, Κατασκευή, Υλικά

Abstract

The dissertation analyzes the green roofs both at a theoretical and at a research level. Precisely, a green roof application located in a school building at the municipality of Peristeri was examined. The construction of a green roof in the dining area of the University of West Attica was the main reason for this case study. The work consists of two parts and six chapters. The first part (chapters 1,2,3,4,5) presents the theoretical side of the subject. The methodology, the advantages and the disadvantages, types of green roofs and the construction steps are analyzed. The factors related to the roof, the sections of green roofs and the planting are presented. Examples from abroad and Greece are also mentioned. In the second part (chapter 6) the research is developed. The type of planting that will be used is determined, and the external weight that will be added to the construction is calculated. The layers of the materials used in the roof are presented thoroughly, and the construction cost is calculated. The work also displays a realistic depiction of the construction of the roof through photos using the Lumion program. The last chapter of the paper presents the conclusions of the study as well as areas for further research.

Keywords: Planted roofs, Planting, School, Construction, Materials

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
i Αντικείμενο Μελέτης.....	11
ii Ορισμός φυτεμένου δώματος.....	11
iii Ιστορική Αναδρομή.....	11
Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας.....	11
Οι κήποι στα Ζιγκουράτ.....	13
Οι κήποι του Μεσαίωνα και της αναγέννησης.....	14
Τα νεότερα χρονιά.....	15
iv Μεθοδολογία Εργασιών.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ	
ΔΩΜΑΤΟΣ.....	17
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	17
1.1 Πλεονεκτήματα Φυτεμένου Δώματος.....	18
▶ Περιβαλλοντικά Οφέλη.....	18
1.1.1 Χώρος ζωής για έντομα και πουλιά.....	18
1.1.2 Μείωση του στροβιλισμού της σκόνης.....	19
1.1.3 Καθαρισμός του αέρα.....	19
1.1.4 Μείωση του Φαινομένου Θερμικής Αστικής Νησίδας.....	20
1.1.5 Κατακράτηση μεγάλου όγκου βροχοπτώσεων.....	21
▶ Ενεργειακά Οφέλη.....	22
1.1.6 Θερμομονωτική λειτουργία.....	22
1.1.7 Θερινή θερμό-προστασία.....	23
▶ Κατασκευαστικά Οφέλη.....	23
1.1.8 Ενίσχυση της διάρκειας ζωής της κατασκευής του δώματος.....	23
1.1.9 Πυροπροστασία.....	24
▶ Κοινωνικά Οφέλη.....	25
1.1.10 Αξιοποίηση ανεκμετάλλετων χώρων.....	25
▶ Οικονομικά Οφέλη.....	25
1.1.11 Συνδυασμός φωτοβολταϊκών με πράσινο δώμα.....	25
1.1.12 Έσοδα από καλλιέργεια οπωροκηπευτικών.....	27
1.2 Μειονεκτήματα Φυτεμένου Δώματος.....	27
1.2.1 Οικονομική επιβάρυνση.....	27
1.2.2 Στατική επάρκεια.....	28

1.2.3 Υγρασία.....	28
1.3 Τύποι Φυτεμένου Δώματος.....	29
1.3.1 Εκτακτικός Τύπος.....	30
1.3.2 Ημιεντατικός Τύπος.....	31
1.3.3 Εντατικός Τύπος.....	33
1.4 Το φυτεμένο δώμα στην Ελλάδα.....	34
1.5 Νέος οικοδομικός κανονισμός.....	35
1.6 Παραδείγματα φυτεμένων δωμαίων από όλον τον κόσμο.....	37
1.6.1 Φυτεμένη στέγη στα γραφεία της ταχυδρομικής υπηρεσίας Morgan στην Νέα Υόρκη.....	37
1.6.2 Το τεχνολογικό πανεπιστήμιο της Nanyang στην Σιγκαπούρη.....	39
1.6.3 Η διεθνής αίθουσα Across Fukuoaka στην πόλη Fukuoaka της Ιαπωνίας.....	40
1.7 Παραδείγματα φυτεμένων δωμαίων στην Ελλάδα.....	41
1.7.1 Πράσινη στέγη στο κτήριο του υπουργείου οικονομίας και οικονομικών.....	42
1.7.2 Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος.....	43
1.7.3 Δημαρχείο Αμαρουσίου.....	44
1.7.4 Κτήριο γραφείων Καρελά.....	46
1.7.5 Φυτεμένο δώμα ιδιωτικής κατοικίας στην Νέα Σμύρνη.....	47
1.7.6 Φυτεμένο δώμα ιδιωτικής κατοικίας στο Περιστέρι.....	48
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ.....	50
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	50
2.1 Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος.....	51
2.1.1 Μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος.....	51
2.1.2 Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας μόνωσης.....	52
2.1.3 Αποστραγγιστικό σύστημα.....	53
2.1.4 Διηθητικό φίλτρο.....	55
2.1.5 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών.....	56
2.1.6 Φύτευση.....	58
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ ΔΩΜΑ.....	60
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	60
3.1 Παράγοντες Δώματος.....	61
3.1.1 Υλικό κατασκευής δώματος.....	61
3.1.2 Στηθαίο δώματος.....	61
3.1.3 Κλίση δώματος.....	62
3.1.4 Φορτίο κατασκευής.....	63
3.1.5 Δύναμη ανέμου.....	63
3.1.6 Άρδευση.....	64
3.1.7 Πυροπροστασία.....	65
3.1.8 Μέσα ατομικής ασφαλείας έναντι ατυχημάτων.....	65

3.1.9 Προσβασιμότητα	66
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ	68
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	68
4.1 Φυτεμένο δώμα με κλίση 5%-25%.....	68
4.2 Φυτεμένο δώμα με κλίση $\geq 25\%$	69
4.3 Κάθετη φύτευση.....	69
4.3.1 Φυτά για καθετή φύτευση.....	70
4.4 Κήπος σε δώμα	72
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ.....	74
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	74
5.1 Φυτά εκτατικού τύπου	75
5.2 Φυτά ημιεντατικού τύπου.....	78
5.3 Φυτά εντατικού τύπου	81
ΕΠΙΛΟΓΟΣ	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : Εφαρμογή φυτεμένου δώματος.....	85
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	85
6.1 Ο Δήμος Περιστεριού	86
6.2 Κλιματολογικές συνθήκες περιοχής	86
6.3 Τοποθεσία κτηρίου μελέτης	88
6.4 Τύπος φυτεμένου δώματος.....	89
6.5 Υπολογισμός συνολικού βάρους των στρώσεων	90
6.6 Υλικά κατασκευής και στρώσεις φύτευσης.....	91
6.6.1 Εξηλασμένη πολυστερίνη της DOW.....	92
6.6.2 Αφρομπετόν ρήσεων	92
6.6.3 Αντιριζική μεμβράνη WSF 40 της ZinCo.....	93
6.6.4 Υπόστρωμα προστασίας TSM 32 της ZinCo	93
6.6.5 Αποστραγγιστικό στοιχείο Floradrain FD 25-E της ZinCo	94
6.6.6 Διηθητικό φίλτρο SF της ZinCo	94
6.6.7 Μηχανικό υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών της egreen XS	95
6.6.8 Φύτευση.....	95
6.7 Σχέδια Σχολικού Κτηρίου	96
6.8 Κοστολόγηση φυτεμένου δώματος	98
6.9 Ρεαλιστική απεικόνιση φυτεμένου δώματος	100
6.10 Συμπεράσματα	103
6.11 Περαιτέρω ερευνά	105
Επίλογος.....	106
► Βιβλιογραφία.....	107

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 - Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας.....	12
Εικόνα 2 - Κήποι στα Ζιγκουράτ.....	13
Εικόνα 3 - Ανάκτορο στην Ρώμη.....	14
Εικόνα 4 - Δημαρχείο στο Σικάγο.....	15
Εικόνα 5 - Μέλισσα σε Φορσύθια.....	19
Εικόνα 6 - Σύγκριση απορροή νερού μεταξύ συμβατικού και φυτεμένου δώματος.....	22
Εικόνα 7 - Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος.....	24
Εικόνα 8 - Φωτοβολταϊκό σύστημα σε φυτεμένο δώμα.....	26
Εικόνα 9 - Καλλιέργεια οπωροκηπευτικών σε δώμα.....	27
Εικόνα 10 - Τύποι διαστρωμάτωσης και φυτών.....	29
Εικόνα 11 - Τομή εκτατικού τύπου.....	30
Εικόνα 12 - Εκτατική φύτευση.....	30
Εικόνα 13 - Τομή ημιεντατικού τύπου.....	32
Εικόνα 14 - Ημιεντατική φύτευση.....	32
Εικόνα 15 - Τομή δώματος εντατικού τύπου.....	33
Εικόνα 16 - Εντατική φύτευση.....	33
Εικόνα 17 - Άποψη φυτεμένου δώματος στα γραφεία της ταχυδρομικής υπηρεσίας Morgan.....	38
Εικόνα 18 - Η φυτεμένη στέγη στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Nanyang.....	39
Εικόνα 19 - Το Acros Fukuoka στην Ιαπωνία.....	41
Εικόνα 20 - Φυτεμένο δώμα στο Υπουργείο Οικονομικών.....	42
Εικόνα 21 - Άποψη του φυτεμένου δώματος στο ΚΠΙΣΝ.....	44
Εικόνα 22 – Το φυτεμένο δώμα στο Δημαρχείο Αμαρουσίου.....	45
Εικόνα 23 - Το φυτεμένο δώμα στο νέο κτήριο γραφείων Καρελά.....	46
Εικόνα 24 - Φυτεμένο δώμα στην Νέα Σμύρνη.....	47
Εικόνα 25 - Φυτεμένο δώμα στο Περιστέρι.....	48
Εικόνα 26 - Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος.....	51
Εικόνα 27 - Αντιριζική μεμβράνη.....	52
Εικόνα 28 - Αποστραγγιστικό σύστημα.....	53
Εικόνα 29 - Διηθητικό φίλτρο.....	55
Εικόνα 30 - Φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου.....	58
Εικόνα 31 - Τοποθέτηση σκύρων για την καλύτερη απορροή των υδάτων.....	61
Εικόνα 32 - Στηθαίο δώματος.....	62
Εικόνα 33 - Φυτεμένο δώμα υπό κλήση.....	62

Εικόνα 34 - Φορτίο Κατασκευής.....	63
Εικόνα 35 - Αυτόματο πότισμα	64
Εικόνα 36 - Πυροπροστασία δώματος.....	65
Εικόνα 37 - Ασφάλεια έναντι ατυχημάτων	66
Εικόνα 38 - Προσβασιμότητα δώματος	67
Εικόνα 39 - Κάθετη φύτευση σε ιδιωτική κατοικία.....	70
Εικόνα 40 - Άλυσσος	70
Εικόνα 41 - Λεβάντα	70
Εικόνα 42 - Αγιόκλημα.....	71
Εικόνα 43 - Μπουκαμβίλια.....	71
Εικόνα 44 – Βερβερίδα.....	71
Εικόνα 45 - Φτέρη.....	71
Εικόνα 46 - Κήπος περιορισμένων διαστάσεων.....	72
Εικόνα 47 – Αουβριετιά	75
Εικόνα 48 – Γκαζάνια.....	76
Εικόνα 49 – Περοβσκία	77
Εικόνα 50 – Λαντάνα	78
Εικόνα 51 – Ερείκη	79
Εικόνα 52 – Τεύκριο.....	80
Εικόνα 53 – Πικροδάφνη.....	81
Εικόνα 54 – Κουμαριά	82
Εικόνα 55 – Αγιόκλημα.....	83
Εικόνα 56 - Τοποθεσία κτηρίου	88
Εικόνα 57 - Τοποθεσία κτηρίου	89
Εικόνα 58 - Εξηλασμένη πολυστερίνη	92
Εικόνα 59 - Αφρομπετόν ρύσεων.....	92
Εικόνα 60 - Αντιριζική μεμβράνη	93
Εικόνα 61 - Υπόστρωμα προστασίας	93
Εικόνα 62 - Αποστραγγιστικό στοιχείο	94
Εικόνα 63 - Διηθητικό φίλτρο	94
Εικόνα 64 - Μηχανικό υπόστρωμα.....	95
Εικόνα 65 – Φύτευση	95
Εικόνα 66 - Κάτοψη ισογείου εφαρμογής.....	96
Εικόνα 67 - Κάτοψη δώματος εφαρμογής.....	97
Εικόνα 68 - Διαγραμμισμένη επιφάνεια δημιουργίας πράσινου δώματος.....	97
Εικόνα 69 - Τομή δώματος εφαρμογής.....	98
Εικόνα 70 - Κάτοψη φυτεμένου δώματος.....	100
Εικόνα 71 - Νοτιοδυτική όψη φυτεμένου δώματος	101
Εικόνα 72 - Βορειοδυτική όψη φυτεμένου δώματος.....	101
Εικόνα 73 - Βορειοανατολική όψη φυτεμένου δώματος.....	102
Εικόνα 74 - Νοτιοανατολική όψη φυτεμένου δώματος	102
Εικόνα 75 - Λεπτομέρεια φύτευσης.....	103

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 - Τεχνικά χαρακτηριστικά αποστραγγιστικής στρώσης.....	54
Πίνακας 2 - Τεχνικά χαρακτηριστικά διηθητικής μεμβράνης	55
Πίνακας 3 - Τεχνικά χαρακτηριστικά υποστρώματος ανάπτυξης φυτών	57
Πίνακας 4 - Στρώσεις υλικών φυτεμένου δώματος και υπολογισμός του βάρους	90
Πίνακας 5 - Στρώσεις και κόστος κατασκευής.....	99

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 - Μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων στην περιοχή	87
Διάγραμμα 2 - Ταχύτητα ανέμου στην περιοχή.....	87

i Αντικείμενο Μελέτης

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται το φυτεμένο δώμα τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό μέσω εφαρμογής σε σχολικό κτίριο του Δήμου Περιστερίου. Αναλύεται ο ρόλος του φυτεμένου δώματος στην Ελλάδα τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα του, οι τύποι φυτεμένων δωμαίων, κατηγορίες αυτού καθώς και τα βήματα κατασκευής. Το σχολικό κτίριο εξετάζεται ως προς τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα χρησιμοποιηθεί, και το βάρος των υφιστάμενων στρώσεων. Τέλος προτείνονται υλικά διαστρωμάτωσης, γίνεται κοστολόγηση έργου και φωτορεαλιστική απεικόνιση.

ii Ορισμός φυτεμένου δώματος

“Ως φυτοκαλυμμένο δώμα ή κήπος σε δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε κήπος, μεταξύ του οπoίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτίριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος”.

iii Ιστορική Αναδρομή

Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας

Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας χτίστηκαν κατά το 600 π. Χ. από τον βασιλιά Ναβουχοδονόσορ II (600-562 π. Χ.). Οι κήποι αυτοί πιθανολογείται πως αποτελούσαν μέρος των εξωτερικών τειχών της Βαβυλώνας και ήταν ένα δώρο του βασιλιά προς την γυναικά του η οποία νοσταλγούσε τους δασωμένους

λόφους της πατρίδας της και ήθελε να τρέφεται με φυτά που υπήρχαν στη χώρα της άλλα όχι στη Βαβυλώνα. Οι κήποι αυτοί θεωρούνται ως ένα από τα επτά θαύματα του κόσμου. Η θέση τους ήταν στην ανατολική όχθη του Ευφράτη περίπου 50 χλμ νοτιά της Βαγδάτης, στο Ιράκ.

Οι περιγραφές που συγκεντρώνονται για τους κήπους, μας βοηθούν να σχηματίσουμε την εξής εικόνα γι' αυτούς. Οικοδομήματα σε κατακόρυφα ανηφορικά επίπεδα, σαν βουνά από σφυρηλατημένη πέτρα, φυτεμένα με όλων των ειδών δένδρα και φυτά. Οι κήποι είχαν εξωτικά ανθισμένα φυτά τα οποία ο Ναβουχοδονόσορ εισήγαγε από τα ξένες χώρες. Μεταξύ των φυτών αυτό πιθανόν να είχε συμπεριλάβει "τον κέδρο, το κυπαρίσσι, την σμύρνα, τον γουνίπερο, την αμυγδαλιά, τη χουρμαδιά, τον έβενο, την ελιά, τη βελανιδιά, την καρυδιά, την τρεμεντίνα, την ιτιά, τη ροδιά, τη δαμασκηλιά, την αχλαδιά, την κυδωνιά, την συκιά και το αμπέλι.



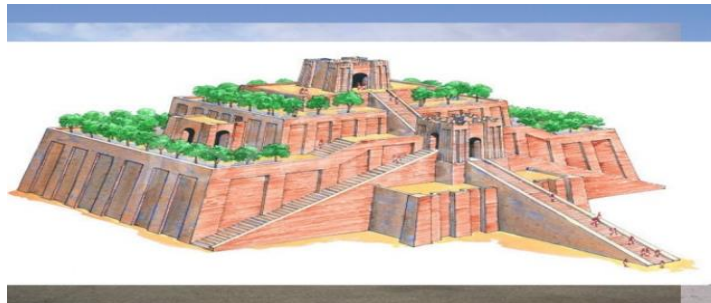
Εικόνα 1 - Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας
Πηγή εικόνας (<https://el.wikipedia.org/wiki>)

Στους κρεμαστούς κήπους καλλιεργούνται φυτά επάνω από το επίγειο επίπεδο, και οι ρίζες των δέντρων ριζώνουν μέσα σε υψωμένα πεζούλια παρά στη γη. Ολόκληρη η μάζα υποστηρίζεται από πέτρινες στήλες. Τα ρεύματα του νερού σχηματίζονται από την ανυψωμένη ροή των πηγών, χύνονται προς τα κάτω δημιουργώντας κανάλια. Αυτά τα νερά απλώνονται σ' ολόκληρο τον κήπο και ποτίζουν τις ρίζες των φυτών, κρατώντας όλη την περιοχή υγρή. Ως εκ τούτου η χλόη είναι μόνιμα πράσινη και τα φύλλα των δέντρων αυξάνονται σταθερά

πάνω στα λυγερά κλαδιά. Αυτό είναι ένα έργο τέχνης της βασιλικής πολυτέλειας και το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό γνώρισμά του είναι ότι όλη αυτή η τεχνητή καλλιέργεια κρέμεται επάνω από τα κεφάλια των θεατών.

Οι κήποι στα Ζιγκουράτ

Εκτός από τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας φυτεμένα δώματα στην αρχαιότητα υπήρχαν και στα Ζιγκουράτ τα οποία συναντώνται και αυτά στην περιοχή της Μεσοποταμίας και αποτελούσαν τις φυτό-καλυμμένες κλιμακωτές εξέδρες πάνω στις οποίες έκτιζαν οι Βαβυλώνιοι τους ναούς και τα ιερά για να λατρέψουν τους θεούς τους. Αξιοσημείωτα ζιγκουράτ είναι το μεγάλο Ζιγκουράτ της Ουρ, κοντά στη Νασιρίγια, το Ζιγκουράτ της Ακάρ Κουφ, το κατεστραμμένο Ετεμενάνκι στη Βαβυλώνα. Τα πρώτα ζιγκουράτ χρονολογούνται από τις αρχές της 3ης χιλιετίας και σήμερα διασώζονται 32 από αυτά.



Εικόνα 2 - Κήποι στα Ζιγκουράτ
Πηγή εικόνας (<https://el.wikipedia.org/wiki/>)

Ελληνορωμαϊκά χρονιά

Κατά τα ελληνορωμαϊκά χρονιά κήποι παρατηρούνταν σε περιοχές της Πομπηίας και της Εγγύς Ανατολής. Οι κήποι χαρακτηρίζονταν από μεγάλα ορθογώνια κατά κύριο λόγο σχήματα τα οποία ήταν φυτοκαλυμμένο με γκαζόν και δέντρα τοποθετημένα σε ευθύγραμμο. Οι κήποι χωρίζονταν με λιθόστρωτους διαδρόμους. Τα ρωμαϊκά σπίτια διέθεταν μια εσωτερική αυλή στην οποία φύτευαν κυρίως φυτά ενώ είχαν και συντριβάνια. Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρήτε και

η φύτευση λαχανικών τα οποία προορίζονταν για οικιακή χρήση.



Εικόνα 3 - Ανάκτορο στην Ρώμη
Πηγή εικόνας (<https://www.romanoimpero.com>)

Οι κήποι του Μεσαίωνα και της αναγέννησης

Στην εποχή του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης κήποι συναντώνται σε παλάτια της Ιταλίας καθώς και σε εκκλησιαστικά κτίρια και μοναστήρια της βορειοδυτικής Γαλλίας με φύτευση πολύχρωμων λουλουδιών (τριανταφυλλιές, γιασεμί). Ακόμα ήταν γεμάτοι με χορτάρια τα οποία προορίζονταν για τροφή των ζώων και ταυτόχρονα φυτεύαν βότανα για τις ιατρικές ανάγκες των μονάχων.

Κατά τον μεσαίωνα παρατηρούνται κήποι σε κάστρα και καλύβες. Στα Αγγλικά κάστρα δημιουργούνται παρτέρια στα οποία φυτεύαν φυτά για οικιακή χρήση και φαρμακευτικούς λογούς. Στις καλύβες αντίστοιχα ο κήπος περιλάμβανε λαχανικά(πράσα, φασολιά) και φυτά καταλληλά για φαρμακευτική χρήση (φασκόμηλο, λεβάντα). Στην αναγέννηση ο κήπος παρουσιάζει μια νέα ακμή. Στην Ιταλία αναπτύχθηκαν νέες κατασκευαστικές ιδέες που με την σειρά τους επηρέασαν όλη την Ευρώπη με κύριο χαρακτηριστικό τα παρτέρια και τις λίμνες.

Τα νεότερα χρονιά

Κατά τις αρχές του 19ου αιώνα τα φυτεμένα δώματα θεωρούνταν στοιχείο πολυτελείας ενώ στις αρχές του 20ου όλο και περισσότεροι αρχιτέκτονες ήταν υπέρ τις δημιουργίας τους. Κατά τις αρχές του 1960 με βάση τον ενεργειακό σχεδιασμό, την οικολογική δόμηση και τις τεχνικές οδηγίες παρατηρείτε μια αύξηση τον φυτεμένων δωμαίων τόσο σε ευρωπαϊκό επίπεδο (με πρώτη την Γερμανία) όσο και στην Αμερική.

Στην Γερμανία αυτή η αύξηση παρατηρήθηκε στην προσπάθεια των κατοίκων να μειώσουν τα προβλήματα που σχετίζονται με την απορροή όμβριων υδάτων από τα δώματα όπως η ρύπανση των υδάτων, οι τοπικές πλημμύρες και η αποσυμφόρηση των υπονόμων. Ένα φυτεμένο δώμα απορροφά μεγάλη ποσότητα νερού μειώνοντας την πίεση που ασκείται στα συστήματα αποχέτευσης.



Εικόνα 4 - Δημαρχείο στο Σικάγο
Πηγή εικόνας:(<https://www.lifo.gr/team/u12124/37749>)

iv Μεθοδολογία Εργασιών

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας είναι τα ακόλουθα.

- Αναζήτηση βιβλιογραφίας μέσω internet περιοδικών και βιβλίων και κατανόηση αυτής ώστε η εργασία να έχει σωστή δομή.
- Αναζήτηση σχολικού κτιρίου για να πραγματοποιηθεί το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας.
- Σχεδιασμός προχείρων περιεχομένων και δημιουργία κεφαλαίων με αναλυτική περιγραφή ώστε να καλυφθούν όλοι οι παράμετροι που αφορούν την εργασία.
- Πραγματοποίηση μετρήσεων στις διαστάσεις του κτιρίου μελέτης διότι ήταν αδύνατη η εύρεση των υπαρχόντων οικοδομικών σχεδίων.
- Οριστικοποίηση της δομής κάθε Κεφαλαίου.
- Συγγραφή του θεωρητικού μέρους της εργασίας και δημιουργία σχεδίων στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD.
- Υπολογισμός συνολικού βάρους και κοστολόγηση κατασκευής.
- Δημιουργία φωτορεαλιστικής απεικόνισης του εξεταζόμενου φυτεμένου δώματος με την βοήθεια του προγράμματος Lumion.
- Τελική συγγραφή εργασίας, συζήτηση και αποδοχή αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Φτάνοντας στον 21^ο αιώνα όλοι μπορούμε να αντιληφθούμε την περιβαλλοντική επιβάρυνση που έχει υποστεί ο πλανήτης μας. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρυπά του όζοντος αλλά και η ρύπανση των υδάτων με τα απόβλητα των εργοστασίων που εισέρχονται στην θάλασσα θεωρούνται ίσως τα κυριότερα ζητήματα που αφορούν αυτή την στιγμή τον πλανήτη και χρήζουν αντιμετώπισης. Ένας κυρίως παράγοντας που μπορεί να δώσει σημαντικά οφέλη αλλά και να επιβραδύνει σε σημαντικό βαθμό την κλιματική αλλαγή, είναι τα φυτεμένα δώματα. Η κατασκευή πράσινων στεγών στα κτίρια είναι ικανή να δημιουργήσει μια καλύτερη ποιότητα ζωής στους κάτοικους ιδιαίτερα των μεγάλων αστικών κέντρων, εκεί δηλαδή που η ρύπανση βρίσκεται σε αρκετά μεγάλα ποσοστά. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αναλυθούν τα πλεονεκτήματα των φυτεμένων δωμαίων σε ότι έχει να κάνει με το περιβάλλον, το ίδιο το κτίριο, την κοινωνία αλλά και την οικονομία. Ακόμα θα αναλυθούν τα μειονεκτήματα που παρουσιάζουν, και οι τρεις τύποι φυτεμένων δωμαίων που υπάρχουν. Αλώστε θεωρείται σημαντικό κριτήριο η επιλογή του σωστού τύπου φυτεμένου δώματος καθώς διαφορετικό κόστος και συντήρηση έχει μια στέγη εκτατικού τύπου και διαφορετικό μια εντατικού τύπου. Στην συνέχεια αναλύεται ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός και οι Υπουργικές Αποφάσεις που σχετίζονται με τα φυτεμένα δώματα αφού αποτελεί σημαντική προϋπόθεση η τήρηση των κανονισμών κατά την φάση σχεδίασης και υλοποίησης του έργου. Το κεφάλαιο κλείνει αναλύοντας μερικά παραδείγματα πράσινων στεγών από όλων των κόσμους αλλά και της χώρας μας που πάρα το πρώιμο στάδιο στο οποίο βρίσκονται παρατηρούνται αρκετές περιπτώσεις φυτεμένων δωμαίων κυρίως σε δημοσιά κτίρια.

1.1 Πλεονεκτήματα Φυτεμένου Δώματος

Τα φυτεμένα δώματα αναμφισβήτητα παρέχουν πολλά πλεονεκτήματα καθώς δημιουργούν ένα φυσικό περιβάλλον, βελτιώνουν το κλίμα της πόλης, εμπλουτίζουν τον αέρα με οξυγόνο και μειώνουν το διοξείδιο του άνθρακα, συμβάλουν στην θερμική προστασία και στο δροσισμό της κατοικίας καθώς και στην προστασία της από την έντονη καλοκαιρινή ηλιακή ακτινοβολία και την υπερθέρμανσή μειώνοντας έτσι το κόστος θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου. Παρακάτω αναλύονται λεπτομερώς τα περιβαλλοντικά-ενεργειακά-κατασκευαστικά-οικονομικά οφέλη.

► Περιβαλλοντικά Οφέλη

1.1.1 Χώρος ζωής για έντομα και πουλιά

Τα φυτεμένα δώματα σε κτίρια συμβάλουν στην διατήρηση και την αύξηση της τοπικής βιοποικιλότητας. Στέγες που λειτουργούν ως μη διαταραγμένες περιοχές μπορούν να αποτελέσουν καταφύγιο για πλάσματα που αγωνίζονται για επιβίωση. Τα πτηνά που φωλιάζουν στο έδαφος χρησιμοποιούν πράσινες στέγες για τη φωλιά και την αύξηση των μελών τους. Τα βότανα, τα χόρτα ή τα φυτά-ξενιστές που περιλαμβάνονται στην πράσινη οροφή προωθούν το περιβάλλον των πτηνών, των πεταλούδων και των εντόμων, ειδικά στο περιβάλλον της πόλης, το οποίο είναι κυρίως σκυρόδεμα και ασφαλτος. Στέγες με ρείκια δημιουργούν ένα εξαιρετικό λιβάδι για τις μέλισσες.



Εικόνα 5 - Μέλισσα σε Φορσύθια
Πηγή εικόνας:(www.greenroofs.com)

1.1.2 Μείωση του στροβιλισμού της σκόνης

Στα κτίρια που περιβάλλονται από πράσινο η καλύπτονται από δώματα με κήπους η ανοδική κίνηση θερμού αέρα δεν υπάρχει η είναι ελάχιστη αφού η θερμοκρασία που διαθέτουν τα φυτά είναι μικρότερη από αυτήν του αέρα. Τα φυτά έχουν την δυνατότητα να κρατούν την σκόνη και να απελευθερώνουν οξυγόνο. Σύμφωνα με μελέτη σε δώμα το οποίο έχει φυτευτεί με γρασίδι δεσμεύει κατ' έτος 200 g/m^2 σκόνης και ρύπων ενώ παράγει ανά $6-10 \text{ m}^2$ το οξυγόνο κατά τη διάρκεια ενός έτους.

1.1.3 Καθαρισμός του αέρα

Λόγω της πυκνής δόμησης κυρίως στα αστικά κέντρα και σε συνδυασμό με την κυκλοφορία των οχημάτων και τις βιομηχανίες η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί από ρύπους όπως η σκόνη και τα οξείδια του άνθρακα. Το ανάγλυφο της πόλης δεν ευνοεί την είσοδο με καθαρό αέρα και με την υπερθέρμανση από την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία δημιουργείτε το νέφος. Εξαιτίας του

νέφους παρατηρούνται διάφορες ασθένειες όπως ο ερεθισμός των ματιών και η επιβάρυνση της ανάπτυξης των οστών στην παιδική ηλικία. Τα φυτεμένα δώματα επιδρούν θετικά στην μείωση των ρύπων καθώς μέσω της φωτοσύνθεσης εμπλουτίζουν τον αέρα με οξυγόνο και απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα. Επιπλέον η σκόνη και τα σωματίδια προσκολλώνται στην επιφάνεια των φύλλων και μέσω της βροχής καταλήγουν στο έδαφος. Έρευνες του Bartfelder έδειξαν ότι σε αστικές περιοχές υψηλής ρύπανσης δεσμεύονται από τα φύλλα ακόμα και βαρέα μέταλλα.

1.1.4 Μείωση του Φαινομένου Θερμικής Αστικής Νησίδας

Στα αστικά κέντρα η ρυπογόνα ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με τις εκπομπές καυσαερίων των αυτοκινήτων δημιουργούν συχνά μια αποπνικτική ατμόσφαιρα στις οποίες εμφανίζεται όλο και πιο συχνά το φαινόμενο της θερμικής αστικής νησίδας δηλαδή η εμφάνισή μεγαλύτερων τιμών θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας σε σχέση με αυτές τις υπαίθρου και των αγροτικών περιοχών. Τα φυτά απορροφούν το ηλιακό φως, το 50% απορροφάται και το 30% αντανακλάται. Έτσι αυτό βοηθά στη δημιουργία ενός πιο δροσερού και πιο ευχάριστου κλίματος. Για το εσωτερικό κλίμα αυτό σημαίνει ότι ο κλιματισμός δεν χρειάζεται να εργάζεται τόσο σκληρά, που με τη σειρά του σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας. Και αυτό έχει επίσης μια θετική επίδραση στο κλίμα που βρίσκεται κοντά στο κτίριο και στη θερμοκρασία της πόλης. Συνολικά, σημαίνει μείωση της θερμοκρασίας κατά 3 ° C στην πόλη. Η βλάστηση σε ένα δώμα μπορεί να βελτιώσει το μικρόκλιμα του κτιρίου ή μίας μικρής περιοχής. Τα φυτά μέσω της διαπνοής χρησιμοποιούν μεγάλα ποσά ενέργειας για την μεταφορά νερού από τις ρίζες στα διάφορα μέρη του φυτού και την δημιουργία θρεπτικών συστατικών σε βιομάζα. Ταυτόχρονα μέσω της εξάτμισης απελευθερώνονται ποσότητες νερού στην ατμόσφαιρα. Με αυτόν τον τρόπο εκπέμπεται στο περιβάλλον ηλιακή ενέργεια με την μορφή θερμότητας και επιτυγχάνεται ο φυσικός δροσισμός τόσο

του κτιρίου όσο και ο αστικός. Για να υπάρχει όμως θετική επίδραση στο περιβάλλον θα πρέπει τα φυτεμένα δώματα να αυξηθούν και να ενταχθούν στους υπαίθριους χώρους πρασίνου. **Πηγή:(Dunnett,Kingsbury 2004)**

1.1.5 Κατακράτηση μεγάλου όγκου βροχοπτώσεων

Τα φυτά έχουν την δυνατότητα να κατακρατούν έναν μεγάλο όγκο βροχής και επιβραδύνουν την απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Με αυτόν τον τρόπο τα φυτεμένα δώματα μπορούν και απορροφούν το 70% μέσω του χώματος και της αποστραγγιστικής στρώσης προσφέροντας όλες τις θετικές επιδράσεις στον κύκλο του νερού ενώ μόνο το 30% καταλήγει στην αποχέτευση. Επίσης όλα αυτά βοηθούν στη σταθεροποίηση της στάθμης των υπόγειων υδάτων, έτσι σε περιπτώσεις καταιγίδων αποφεύγονται οι πλημμύρες λόγω της βραδείας απορροής και της αποσυμφόρησης των δικτύων της πόλης. Έρευνα του Πανεπιστημίου του Kassel έδειξε πως η αποφόρτιση του δικτύου όμβριων υδάτων λόγω της επιβραδυνόμενης απορροής αυτών. Μια φυτεμένη στέγη με κλίση 12° και πάχος υποστρώματος 14εκ εμφάνισε μετά από μια 18ωρη δυνατή βροχή στο ύπαιθρο μια χρονική καθυστέρηση απορροής του νερού 12 ωρών ενώ η απορροή της βροχής τελείωσε 21 ώρες αργότερα από το τέλος της βροχής. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα η απορροή νερού ανήλθε στο 28,5% (Katzschner 1991). Το συγκεκριμένο δώμα αποτελείται κατά 50% από αμμώδη άνω στρώση και 50% από πηλό κλειστών πόρων ενώ η βλάστηση ήταν ελαφρά ανεπτυγμένη. Επομένως παρατηρούμε ότι είχε μικρή ικανότητα συγκράτησης νερού.



Εικόνα 6 - Σύγκριση απορροή νερού μεταξύ συμβατικού και φυτεμένου δώματος
Πηγή εικόνας:(<https://commons.bcit.ca/greenroof>)

► Ενεργειακά Οφέλη

1.1.6 Θερμομονωτική λειτουργία

Το στρώμα των φυτών στα δώματα έχουν αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα εξαιτίας του στρώματος του αέρα που περικλείεται στα φυτά και όσο πιο πυκνό και παχύτερο είναι το φυτικό στρώμα τόσο μεγαλύτερη θερμομονωτική επίδραση έχει. Παρατηρείται ότι ένα πυκνό στρώμα βλάστησης έχει την δυνατότητα να απομακρύνει τον αέρα από την επιφάνεια του υποστρώματος χωρίς να υπάρχει κίνηση αυτού και οι απώλειες θερμότητας να είναι ελάχιστες. Τα παλαιότερα χρόνια οι απώλειες θερμότητας ξεπερνούσαν το 50% λόγω της κακής μόνωσης. Σε αυτές τις περιπτώσεις ένα πυκνό φυτικό στρώμα προσφέρει την αποτελεσματικότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Ακόμα με την διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής τα φυτά αξιοποιούν τους υδρατμούς ώστε να παράγουν ψυκτικά και θερμικά φορτία τα οποία παρέχουν δροσισμό η θέρμανση το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

1.1.7 Θερινή θερμό-προστασία

Είναι πολύ σημαντικό ιδιαίτερα ο τελευταίος όροφος του κτιρίου τους καλοκαιρινούς και τους χειμερινούς μήνες να διατηρεί μια ισορροπημένη θερμοκρασία η οποία επιτυγχάνεται μέσω του δροσισμού των φυτεμένων δωματίων. Οι επιφάνειες που δέχονται την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας αποθηκεύουν θερμότητα, το πράσινο εξουδετερώνει τις θερμικές εντάσεις κατά την διάρκεια της ημέρας. Τα φυτά από το 100% της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται καταφέρνουν το 90% να το καταναλώνουν για τις βασικές βιολογικές ανάγκες. Έτσι κατά την διάρκεια της διαπνοής της εξάτμισης, φωτοσύνθεσης και αναπνοής των φυτών το φυτεμένο δώμα απορροφά μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας και αφαιρεί θερμότητα από το περιβάλλον. Ακόμα συμβάλλουν ώστε η θερμοκρασία του φυτεμένου δώματος κατά της διάρκεια του καλοκαιριού να διατηρείτε κοντά στους 25°C όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι γύρω στους 30°C με 35°C ενώ των χειμώνα η θερμοκρασία της επιφάνειας του φυτεμένου δώματος δεν πέφτει σχεδόν ποτέ κάτω από τους 5°C σε αντίθεση με ένα συμβατικό δώμα όπου μπορεί να φτάσει ακόμα και τους -5°C Αποτέλεσμα αυτού ο τελευταίος όροφος να έχει μια περισσότερη δροσιά το καλοκαίρι και αυξημένη θερμοκρασία το χειμώνα.

► Κατασκευαστικά Οφέλη

1.1.8 Ενίσχυση της διάρκειας ζωής της κατασκευής του δώματος

Το φυτεμένο δώμα έχει την δυνατότητα να προστατεύει τα μονωτικά υλικά από φθορές που θα προκαλούσε η έκθεση τους στον ήλιο, το χιόνι, τη βροχή την υπεριώδη ακτινοβολία και από τις διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας ιδιαίτερα στα μεγάλα αστικά κέντρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την προστασία της

διάρκειας της ζωής του δώματος αλλά και των μονωτικών υλικών συνεισφέροντας έτσι στην μη οικονομική επιβάρυνση του ιδιοκτήτη από τυχόν επισκευές τόσο των μονωτικών υλικών όσο και του σκυροδέματος. Έχει παρατηρηθεί πως μια φυτεμένη στέγη μπορεί να διπλασιάσει η τριπλασιάσει τη διάρκεια ζωής της έως και 60 χρόνια ή και περισσότερο ενώ ακόμα τα πρώτα οικονομικά οφέλη θα διαπιστωθούν μέσα σε 8 έως 21 χρόνια. Η φυσική και βιώσιμη εμφάνιση, σε συνδυασμό με τη μείωση του ενεργειακού κόστους και την παράταση της διάρκειας ζωής της στέγης σημαίνει αύξηση της αξίας της ιδιοκτησίας.

1.1.9 Πυροπροστασία

Τα πράσινα δώματα συμβάλλουν στην προστασία της στέγης από την φωτιά. Σχετική έρευνα στο Βερολίνο έδειξε ότι περιορίζουν την εξάπλωση της πυρκαγιάς αποτελεσματικότερα από τα δώματα με χαλίκι εξαιτίας του νερού που υπάρχει ανάμεσα στα στρώματα χώματος και που χρησιμοποιούν τα φυτά. (Kohler 2003).



Εικόνα 7 - Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος

Πηγή εικόνας:(Επιστημονικό τριήμερο <<Κτίριο και ενέργεια >>Λάρισα 20-22 Οκτωβρίου 2011,Στελίνα Τσιάντου)

Επίσης στο “καταφύγιο ταινιών” UFA Studios στο Μπαμπελσμπεργκ της Γερμανίας που χρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση μεγάλων έργων συνδύασαν τα φυτεμένα δώματα με τους χοντρούς εσωτερικούς τοίχους ώστε να αυξήσουν την πυροπροστασία του χώρου. (Kohler 2003)

► Κοινωνικά Οφέλη

1.1.10 Αξιοποίηση ανεκμετάλλευτων χώρων

Ένα συμβατικό δώμα μόνο αισθητική υποβάθμιση προσφέρει στο περιβάλλον αλλά και στους ιδιοκτήτες του ακινήτου. Με την δημιουργία φυτεμένου δώματος αυξάνονται οι ελεύθεροι φυσικοί χώροι και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση της γης. Σύμφωνα με την παρ. 8 του Ομοσπονδιακού Νόμου για την προστασία της φύσης με φυτεμένα δώματα εξισορροπείται σε ένα βαθμό το φυσικό έδαφος που προκαλείται από την δόμηση. Με την δημιουργία ταρασόκηπων αυξάνεται η έκταση πράσινης επιφάνειας που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο. Για παράδειγμα στην Αθήνα για κάθε κάτοικο αναλογεί 2,5 τετραγωνικά μέτρα <<ανάσας>> όταν η <<ανεκτή>> αναλογία είναι 10 τετραγωνικά μέτρα καθιστώντας την τελευταία στην παγκόσμια κατάταξη όσων αφορά το ποσοστό πρασίνου ανά κάτοικο.

► Οικονομικά Οφέλη

1.1.11 Συνδυασμός φωτοβολταϊκών με πράσινο δώμα

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Συνήθως είναι τετράγωνο με πλευρά 120-160mm. Τα φωτοβολταϊκά

δημιουργούνται από 2 τύπους πυριτίου, το άμορφο και το κρυσταλλικό ενώ το κρυσταλλικό διακρίνεται σε μονοκρυσταλλικό και πολυκρυσταλλικό. Στο εμπόριο υπάρχουν φωτοβολταϊκά πάνελ δηλαδή πολλά φωτοβολταϊκά συνδεδεμένα μεταξύ τους επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκλωβισμένα μέσα σε γυαλί-σε διάφορες τιμές ισχύος. Έτσι ένα πάνελ 36 κυψέλων μπορεί να έχει ισχύ 70-85w ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορούν να φτάσουν και τα 200w η και παραπάνω.



Εικόνα 8 - Φωτοβολταϊκό σύστημα σε φυτεμένο δώμα
Πηγή εικόνων:(www.zinco.com)

Ως προς την ηλιοθερμική ενέργεια η Ελλάδα ήταν πρωτοπόρος χώρα στην Ευρώπη τις τελευταίες δεκαετίες με περίπου ένα εκατομμύριο εγκατεστημένους ηλιακούς θερμοσίφωνες που συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος. Οι προϋποθέσεις για τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι καλύτερες καθώς παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραγωγή τις ώρες που η κατανάλωση φτάνει στο μέγιστο και η ΔΕΗ ζητά από τους καταναλωτές τον περιορισμό της ζήτησης. Η τιμή πώλησης κυμαίνεται από τα 0,40 έως 0,50 ευρώ ανά κιλοβατώρα ανάλογα το μέγεθος και την περιοχή εγκατάστασης. Ήδη παρατηρούνται φωτοβολταϊκά πάρκα σε διάφορες περιοχές της χώρας άλλα και σε καινούργια και παλιά κτίρια. Όταν τα φωτοβολταϊκά εγκαθίστανται σε φυτεμένες στέγες τότε τα οφέλη είναι σημαντικά τόσο στην απόδοση όσο και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η τοπική σκίαση που δημιουργούμεν τα φωτοβολταϊκά επιβραδύνουν την εξάτμιση νερού με αποτέλεσμα τα φυτά να χρειάζονται λιγότερο νερό. Ακόμα έχει παρατηρηθεί ότι στα σημεία σκίασης η βιοποικιλότητα αυξάνεται και δεν δημιουργούνται προβλήματα στην φροντίδα των

φυτών αφού ανάμεσα στο φυτεμένο δώμα και τα φωτοβολταϊκά υπάρχει αρκετός χώρος.

1.1.12 Έσοδα από καλλιέργεια οπωροκηπευτικών



Στις φυτεμένες στέγες υπάρχει η δυνατότητα καλλιέργειας και παραγωγής οπωροκηπευτικών. Με αυτήν την ενασχόληση οι ένοικοι μειώνουν σημαντικά τις δαπάνες του νοικοκυριών. Παράδειγμα έρευνας αναφέρει πως το ξενοδοχείο Fairmount Waterfornt στο Βανκούβερ έχει δημιουργήσει κήπο στην ταράτσα του όπου καλλιεργούνται λαχανικά και βότανα τα οποία χρησιμοποιούνται στην κουζίνα και μειώνουν κατά 30.000 δολάρια τα έξοδα της κουζίνας του.



Εικόνα 9 - Καλλιέργεια οπωροκηπευτικών σε δώμα
Πηγή εικόνας: (<http://www.cityfarmer.info>)

1.2 Μειονεκτήματα Φυτεμένου Δώματος

1.2.1 Οικονομική επιβάρυνση

Αναμφίβολα η κατασκευή του φυτεμένου δώματος απαιτεί κάποιο επιπλέον κόστος το οποίο στις σημερινές ελληνικές κατασκευές δεν συμπεριλαμβάνεται. Το κόστος αυτό αφορά τον αρχικό σχεδιασμό και την διαμόρφωση του κήπου, το κατασκευαστικό κομμάτι του φυτεμένου δώματος και

τέλος τη συντήρηση του. Κάθε τύπος πράσινου δώματος παρουσιάζει διαφορετική οικονομική επιβάρυνση. Έτσι ένας εκστατικός τύπος έχει μικρό κόστος, και αυτό διότι οι στρώσεις υλικών και το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών δεν ξεπερνούν τα 20 εκατοστά. Αντίθετα ο εντατικός τύπος φύτευσης έχει μεγάλο κόστος κατασκευής αφού οι στρώσεις των υλικών μαζί με το υπόστρωμα ξεπερνούν τα 40 εκατοστά. Παράλληλα παρουσιάζει και μεγαλύτερο κόστος συντήρησης εξαιτίας της συχνής απαίτησης σε νερό και κλάδεμα σε αντίθεση με τον εκτατικό τύπο που η συντήρηση είναι ασήμαντη.

1.2.2 Στατική επάρκεια

Για την δημιουργία φυτεμένου δώματος θα πρέπει πρώτα να γίνει στατική μελέτη επάρκειας. Στην περίπτωση που η κατασκευή δεν μπορεί να δεχτεί την πρόσθετη επιφάνεια τότε η κατασκευή δώματος θα πρέπει να θεωρηθεί εξαρχής απαγορευτική. Συνήθως όταν πρόκειται να δημιουργηθεί φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου δεν είναι απαραίτητος ο στατικός έλεγχος διότι το βάρος του συγκεκριμένου τύπου είναι μικρό και μπορεί να το δεχτεί η πλακά χωρίς κανένα πρόβλημα. Σε κάθε περίπτωση ο εκάστοτε μηχανικός είναι αυτός που θα αποφασίσει αν θα πρέπει να γίνει διενέργεια στατικής επάρκειας η όχι. Στον ημιεντατικό και εντατικό τύπο φύτευσης ο στατικός έλεγχος κρίνεται απαραίτητος καθώς οι στρώσεις και το υπόστρωμα καταλαμβάνουν σημαντικό βάρος.

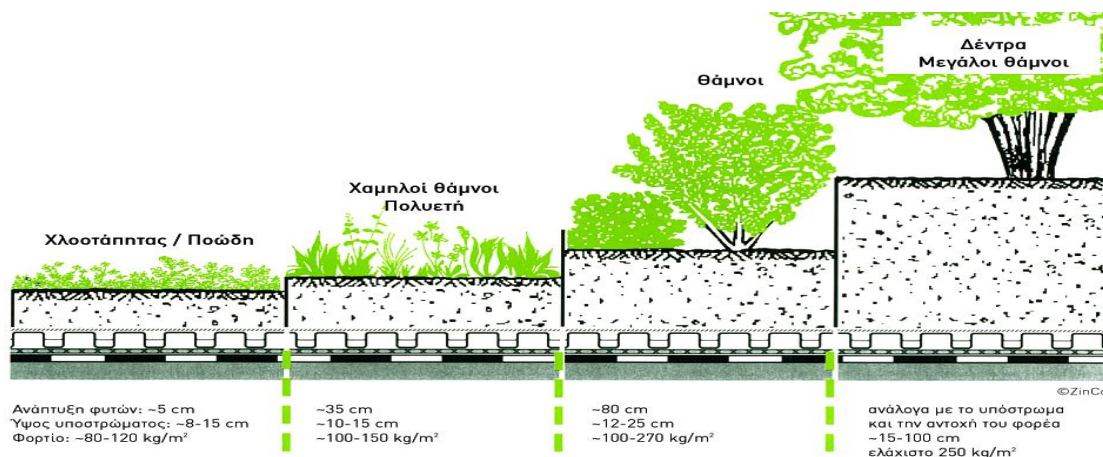
1.2.3 Υγρασία

Το πιο σημαντικό πρόβλημα που μπορεί να αντιμετωπίσουν οι ένοικοι είναι το φαινόμενο της υγρασίας. Η συσσωρευμένη υγρασία που παρατηρείται στο δώμα για την σωστή λειτουργία του κήπου αλλά και η επιθετικότητα των ριζών έχει ως αποτέλεσμα την φραγή των υδρορροών και την διάτρηση της στεγανοποιητικής στρώσης του δώματος. Με την φραγή των υδρορροών το

νερό δεν μπορεί να φύγει εύκολα με αποτέλεσμα να παραμένει στην αποστράγγιση και στη στρώση φύτευσης και καταστρέφει τα φυτά. Ακόμα η υγρασία καταφέρνει να διεισδύσει κάτω από την στεγανοποιητική στρώση αλλά και στον φέροντα οργανισμό του κτιρίου με αποτέλεσμα να καταστρέφεται η θερμομόνωση. Επιπλέον οι ρίζες προκειμένου να βρουν την υγρασία εισέρχονται και αυτές στον φέροντα οργανισμό δημιουργώντας μικρές ή μεγάλες μηχανικές βλάβες.

1.3 Τύποι Φυτεμένου Δώματος

Τα φυτεμένα δώματα χωρίζονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα το είδος της βλάστησης, το επίπεδο διαστρωμάτωσης και τις ανάγκες φροντίδας. Έτσι ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως εκτακτικού, ημιεντατικού ή εντατικού τύπου. Παρακάτω θα αναλυθούν ξεχωριστά οι συγκεκριμένοι τύποι σε ότι αφορά τις ανάγκες συντήρησης, την βλάστηση αλλά και το πάχος υποστρώματος που απαιτείται για κάθε τύπο.



Εικόνα 10 - Τύποι διαστρωμάτωσης και φυτών
 Πηγή εικόνας: (<https://www.egreen.gr>)

1.3.1 Εκτακτικός Τύπος

Τα συστήματα υποδομής εκτακτικού τύπου εφαρμόζονται κυρίως σε δώματα και στέγες χωρίς πρόσβαση, χαρακτηρίζεται από τη βλάστησή του, που κυμαίνεται από sedums έως μικρά χόρτα, πολυετή βότανα και ανθοφόρα ποώδη φυτά, τα οποία χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση και κανένα μόνιμο σύστημα άρδευσης. Το βάθος ανάπτυξης του μέσου για ένα εκτεταμένο σύστημα πράσινης οροφής είναι τυπικά από 8 έως 15 εκατοστά ή λιγότερο. Τα συστήματα αυτά είναι ιδανικά για αποτελεσματική διαχείριση όμβριων υδάτων με χαμηλές ανάγκες συντήρησης. Οι εκτεταμένες πράσινες στέγες είναι ιδανικές για ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά / ηλιακά συστήματα όπως το σύστημα Sun-Root.



Εικόνα 11 - Τομή εκτακτικού τύπου
Πηγή εικόνας: (<https://www.prasinistegi.gr>)



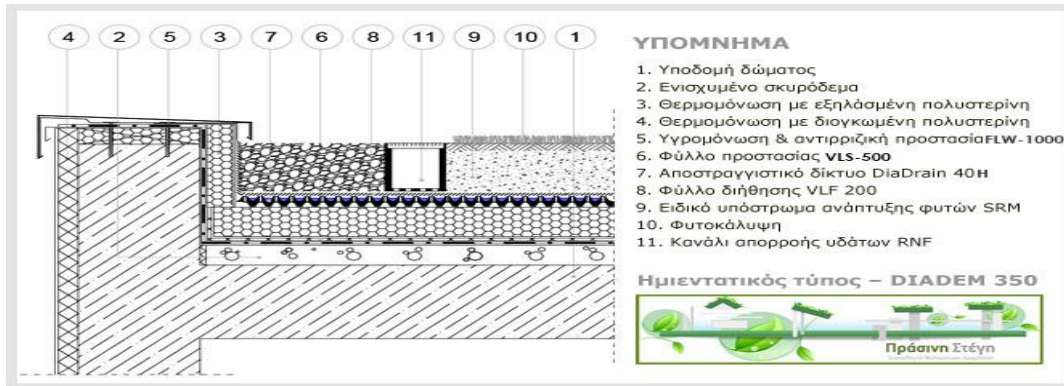
Εικόνα 12 - Εκτακτική φύτευση
Πηγή εικόνας: (<https://liveroof.com>)

Χαρακτηριστικά φυτεμένου δώματος εκτακτικού τύπου

- Μικρή συχνότητα συντήρησης
- Περιοδική συχνότητα άρδευσης
- Τύπος φυτών(Χλοοτάπητας, χαμηλή βλάστηση, αγριολούλουδα, αυτοφυή, εδαφοκαλυπτικά.)
- Φόρτιση πλάκας(κορεσμένο φορτίο) 80 - 150 kg/m²
- Ύψος υποστρώματος: 8 - 15 cm

1.3.2 Ημιεντατικός Τύπος

Ένα ημι-εντατικό σύστημα πράσινης οροφής χαρακτηρίζεται από μικρά ποώδη φυτά, τα χόρτα και μικρούς θάμνους, που απαιτούν μέτρια συντήρηση και περιστασιακή άρδευση. Ένα τυπικό βάθος ανάπτυξης μέσου για μια ημι-εντατική πράσινη στέγη είναι από 15 έως 26 εκατοστά και φορτίο 100-270 kg/m². Αυτό το σύστημα είναι σε θέση να διατηρήσει περισσότερο όγκο όμβριων υδάτων από ένα εκτεταμένο σύστημα και παρέχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει μια πλουσιότερη οικολογία. Αν και έχει υψηλότερη οικονομική επιβάρυνση για την συντήρηση του, αυτό το πράσινο σύστημα στέγης παρέχει επίσης τη δυνατότητα για ένα τυπικό εφέ κήπου.



Εικόνα 13 - Τομή ημιεντατικού τύπου

Πηγή εικόνας:(<https://www.prasinistegi.gr>)



Εικόνα 14 - Ημιεντατική φύτευση

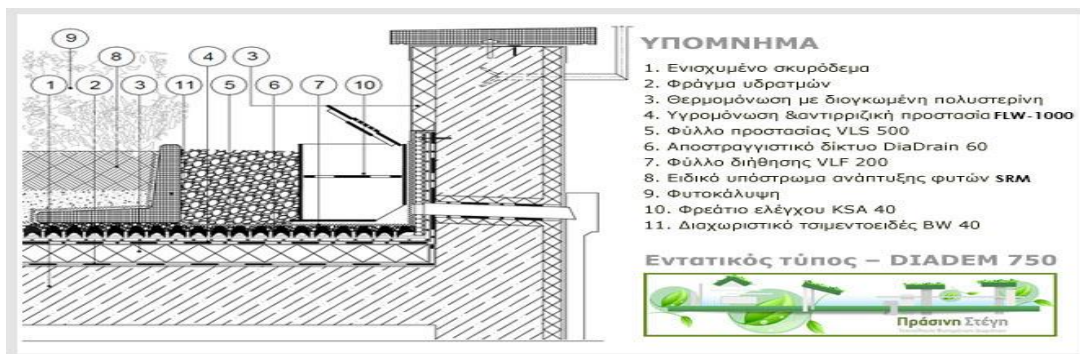
Πηγή εικόνων: (<https://www.archiexpo.com>)

Χαρακτηριστικά φυτεμένου δώματος ημιεντατικού τύπου

- Περιοδική συχνότητα συντήρησης
- Περιοδική συχνότητα άρδευσης
- Τύπος φυτών(Χλοοτάπητας, εδαφοκαλυπτικά, θάμνοι, μικρά δένδρα.)
- Φόρτιση πλάκας(κορεσμένο φορτίο) 100-270 kg/m²
- Ύψος υποστρώματος: 15 - 26 cm

1.3.3 Εντατικός Τύπος

Ένα εντατικό σύστημα πράσινης οροφής χαρακτηρίζεται από την ποικιλία της βλάστησης που κυμαίνεται από ποώδη φυτά έως μικρά δέντρα με επαγγελματική συντήρηση και προηγμένα συστήματα άρδευσης πράσινης στέγης. Το βάθος υποστρώματος ανάπτυξης φυτών κυμαίνεται από 25 έως 100 εκατοστά και το φορτίο από 250 kg/m² και άνω. Οι εντατικές πράσινες στέγες προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες σχεδιασμού και βιοποικιλότητας. Αυτό το σύστημα υποστηρίζει τα πάντα, από μικρούς προσωπικούς / οικιακούς κήπους έως δημόσια πάρκα πλήρους κλίμακας αφού πληροί τις προδιαγραφές για την κατασκευή καθιστικών, παιδότοπων, διαδρόμους κίνησης και υδάτινων στοιχείων.



Εικόνα 15 - Τομή δώματος εντατικού τύπου
Πηγή εικόνας: (<https://www.prasinistegi.gr>)



Εικόνα 16 - Εντατική φύτευση
Πηγή εικόνας: (<https://www.greenroofs.com>)

Χαρακτηριστικά φυτεμένου δώματος εντατικού τύπου

- Τακτική συχνότητα συντήρησης
- Τακτική συχνότητα άρδευσης
- Τύπος φυτών(Χλοοτάπητας, θάμνοι, δένδρα.)
- Φόρτιση πλάκας(κορεσμένο φορτίο) $\geq 250 \text{ kg/m}^2$
- Ύψος υποστρώματος: 25 – 100 cm

1.4 Το φυτεμένο δώμα στην Ελλάδα

Αν και σε πρώιμο στάδιο προς το παρόν, τα πράσινα δώματα έρχονται σταδιακά και στην Ελλάδα. Μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχε επαρκής γνώση και ευαισθητοποίηση γύρω από τα φυτεμένα δώματα, παρά τα αρκετά οφέλη τους. Με τη φύτευση δωματίων η βλάστηση αντανάκλα περίπου το $\frac{1}{4}$ της προσπίπτουσας ακτινοβολίας μικρού μήκους. Από τα $\frac{3}{4}$ που απορροφώνται, το μεγαλύτερο ποσοστό χρησιμοποιείται για την εξάτμιση του νερού από τα φύλλα κι ένα μικρό ποσοστό ενέργειας ακτινοβολείται (μεγάλου μήκος κύματος – υπέρυθρη). Αντίθετα, τα δομικά υλικά ανακλούν μόλις το $\frac{1}{10}$ της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ η υπόλοιπη μετατρέπεται σε θερμική, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία. Τα περισσότερα μελετητικά γραφεία καθώς και οι επιστήμονες που ασχολούνται με το αντικείμενο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι ελάχιστοι αφού οι περισσότεροι σχεδιάζουν συμβατικές κατασκευές. Στην Ελλάδα από τα 4 εκατομμύρια κτήρια που υπάρχουν τα 3 εξ αυτών είναι κτίρια κατοικίας και το 85% είναι κατασκευασμένα πριν από το 1985, ημερομηνία που εφαρμόστηκε ο κανονισμός Θερμομόνωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα περισσότερα ελληνικά κτίρια να είναι απροστάτευτα, να μην έχουν θερμική προστασία, πόσο μάλλον να εξοικονομούν ενέργεια.

Στην Αθήνα και τις μεγαλουπόλεις εξαιτίας της κακής ποιότητας των κατασκευών και της άναρχης δόμησης έχουν παρατηρηθεί προβλήματα στην ποιότητα του αέρα καθώς και αύξηση της θερμοκρασίας κάτι που μπορεί να αποφευχθεί με την δημιουργία πράσινων δωματίων αφού το κλίμα βελτιώνεται σημαντικά δεδομένου του οφέλους που θα προκύψει από την μείωση της θερμοκρασίας, την παραγωγή οξυγόνου και την απορρόφηση ρύπων και σκόνης. Μια φυτεμένη στέγη συγκριτικά με ένα δώμα με πλάκες έχει δείξει ότι μπορούν να αναπτύξουν θερμοκρασιακή διαφορά τις τάξεων των 3°-6° C ενώ ακόμα η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου να μειωθεί στο 40%. Έτσι αν μια τετραμελής οικογένεια διαθέτει για την ψύξη - θέρμανση του κτηρίου ένα ποσό της τάξεως των 2,500 χιλιάδων ευρώ ετησίως αυτό με την εφαρμογή φυτεμένου δώματος μπορεί να πέσει στα 1,500 ευρώ ετησίως. Παρατηρούμε πως η διαφορά είναι μεγάλη και η απόσβεση του κόστους για την δημιουργία του φυτεμένου δώματος πραγματοποιείτε με ταχύς ρυθμούς. Με την δημιουργία ενεργειακών κίνητρων αλλά και ένταξη της τεχνολογίας φυτεμένων δωματίων στην αρχική σχεδίαση των κτιρίων τα οφέλη θα είναι πολλαπλά για το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

1.5 Νέος οικοδομικός κανονισμός

Σύμφωνα με τον νέο οικοδομικό κανονισμό οι Νομοί και οι Υπουργικές αποφάσεις που σχετίζονται με τα πράσινα δώματα καθορίζονται με βάση το άρθρο 18 του Συντάγματος σύμφωνα με το οποίο:

- Η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα δώματα, στις στέγες και στους υπαίθριους χώρους, νέων, νομίμως υφισταμένων κτηρίων και κτηρίων των εδαφίων δ', ε' και στ' της παραγράφου 2 του άρθρου 23 του ν. 4014/2011, επιτρέπεται εφόσον 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 3,00 μ. 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 κλιμακωστάσιων και των ανεγκυστήρων. 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.

- 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» (Α' 249), όπως ισχύει, με την πρόσθετη υποβολή τεχνικής έκθεσης κατασκευής Φυτεμένης Επιφάνειας δώματος ή στέγης ή υπαίθριου χώρου. Η κατασκευή της φυτεμένης επιφάνειας συσχετίζεται με τις επί μέρους μελέτες του κτιρίου. Η ανωτέρω τεχνική έκθεση συντάσσεται σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές και κατευθυντήριες οδηγίες.
- 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. Για την κατασκευή φυτεμένων επιφανειών στα 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.

- Το περιεχόμενο του φακέλου των δικαιολογητικών και οι επί μέρους προδιαγραφές σχεδίων και τεχνικής έκθεσης που υποβάλλονται στην αρμόδια υπηρεσία για την κατασκευή Φυτεμένης Επιφάνειας προσδιορίζεται με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

1.6 Παραδείγματα φυτεμένων δωματίων από όλον τον κόσμο

Σε αντίθεση με την Ελλάδα στο εξωτερικό τα φυτεμένα δώματα, γνωρίσαν ιδιαίτερη άνθηση κυρίως από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα και μετά. Χώρες όπως η Γερμανία και η Αμερική πρωτοστάτησαν στην δημιουργία τους μέσω ενεργειακών κανόνων ώστε να αποσυμφορηθεί το αποχετευτικό δίκτυο αλλά και να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση των μεγάλων πόλεων. Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε διάφορα παραδείγματα φυτεμένων δωματίων από όλον τον κόσμο.

1.6.1 Φυτεμένη στέγη στα γραφεία της ταχυδρομικής υπηρεσίας Morgan στην Νέα Υόρκη.

Η συγκεκριμένη ταχυδρομική υπηρεσία ανέθεσε στην εταιρία AECOM γνωστή για της περιβαλλοντικές της δράσεις την δημιουργία πράσινης στέγης στο δώμα της. Η συγκεκριμένη πράσινη στέγη είναι η μεγαλύτερη που υπάρχει στην Νέα Υόρκη συνολικής έκτασης 65.000 ft² κόστισε 5 εκατομμύρια δολάρια

και ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2008. Η ταχυδρομική υπηρεσία απασχολεί 3.000 υπάλληλους οι οποίοι έχουν πρόσβαση σε μια εγκατάσταση με γκαζόν, παγκάκια και δέντρα και θεά σε σημαντικά αξιοθέατα της περιοχής όπως το Empire State Building. Το συγκεκριμένο δώμα αρχικά είχε σχεδιαστεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας επιπλέον όροφος επεξεργασίας αλληλογραφίας ικανός να υποστηρίξει 200 kg/ft² και έτσι ήταν σε θέση να υποστηρίξει ευκολά το προστιθέμενο βάρος του εντατικού τύπου δώματος.



Εικόνα 17 - Άποψη φυτεμένου δώματος στα γραφεία της ταχυδρομικής υπηρεσίας Morgan

Πηγή εικόνας: (<https://aecom.com/projects/usps-morgan-processing-and-distribution-center-green-roof/>)

Σύμφωνα με τον Tom Samra, αντιπρόεδρο των εγκαταστάσεων της ταχυδρομικής υπηρεσίας τα ενεργειακά έξοδα εξαιτίας της εξοικονόμησης ενέργειας τα 2 πρώτα χρονιά λειτουργίας του πράσινου δώματος σε συνδυασμό με αλλά μετρά όπως η αντικατάσταση κουφωμάτων μειώθηκαν κατά 1 εκατομμύριο δολάρια. Επίσης ο όγκος των όμβριων υδάτων που απορρέει μέσω των υδρορροών θα μειωθεί κατά 75% τους καλοκαιρινούς μήνες και 35% κατά την διάρκεια του χειμώνα.

1.6.2 Το τεχνολογικό πανεπιστήμιο της Nanyang στην Σιγκαπούρη

Το βασικό χαρακτηριστικό της σχολής Τέχνης, Σχεδιασμού και Μέσων του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου είναι η γραφική πράσινη στέγη κλίσης σχεδόν 45 μοιρών. Η βυθισμένη του αυλή σε σχήμα αμυγδάλου σχηματίζεται από το χώρο αναμεσα στους δυο κυρίους βραχίονες του κτιρίου και αντανakλάται όμορφα από τις γυάλινες προσόψεις με τα διπλά τζαμιά. Η πράσινη οροφή λειτουργεί ως ένας υπαίθριος κοινόχρηστος χώρος καθώς φοιτητές και καθηγητές μπορούν να ανέβουν στην πράσινη στέγη του κτηρίου μέσω μιας σκάλας από το ισόγειο και να απολαύσουν την υπέροχη θεά στην Πανεπιστημιούπολη.



Εικόνα 18 - Η φυτεμένη στέγη στο Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο της Nanyang

Πηγή εικόνας: (<https://inhabitat.com/amazing-green-roof-art-school-in-singapore/nanyang-technical-university-singapore12/>)

Ο χλοοτάπητας της οροφής αποτελείται από ένα συνδυασμό 2 ειδών τάπητα , τον Zoysia Marella και τον Ophiopogon ιδανικοί ώστε να αντέξουν το τροπικό κλίμα της Σιγκαπούρης. Κάτω από την επιφάνεια του γρασιδιού υπάρχουν τέσσερα στρώματα αλληλένδετης ύλης, τα οποία περιλαμβάνουν θρυμματισμένα ηφαιστειακά πετρώματα, ελαφρόπετρα και άμμο (για να ριζώσει το γρασίδι) καθώς και ένα στρώμα συγκράτησης υγρασίας. Ο χλοοτάπητας παραμένει πράσινος και υγιής όλο τον χρόνο μέσω του αυτομάτου συστήματος ύδρευσης που χρησιμοποιεί τα συλλεχθέντα νερά της βροχής. Επίσης λόγω της οικολογικότητας και των πολλών δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας που

παρουσιάζει η κατασκευή ως αποτέλεσμα και της πράσινης στέγης, έχει λάβει ενεργειακή πιστοποίηση από τον οργανισμό BCA Green Mark Scheme ο οποίος μάλιστα υπολόγισε πως η εκτιμωμένη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ξεπερνά τα 119,134 Kwh.

1.6.3 Η διεθνής αίθουσα Across Fukuoka στην πόλη Fukuoka της Ιαπωνίας

Το Acros Fukuoka είναι από τα πιο σημαντικά παραδείγματα πράσινης αρχιτεκτονικής στην δεκαετία του 1990. Περιλαμβάνει αίθουσα εκθέσεων, μουσείο, συνεδριακές εγκαταστάσεις, κυβερνητικά και ιδιωτικά γραφεία κα. Πάρα το γεγονός πως από την μια πλευρά μοιάζει με ένα συμβατικό κτίριο γραφείων με γυάλινους τοίχους από την άλλη πλευρά υπάρχει μια πολυεπίπεδη πράσινη “όαση” που συνδέεται με ένα πάρκο. Σύμφωνα με τον αρχιτέκτονα Emilio Ambasz η πράσινη κατασκευή στο Acros Fukuoka έχει έκταση 13.000 τ.μ. , όσο δηλαδή και το εμβαδόν του κτιρίου καθώς ήθελε να επιστρέψει στην φύση το χαμένο έδαφος, παγιδεύοντας παράλληλα ατμοσφαιρικούς ρύπους και βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα. Συνδυάζει φύτευση εξωστών και δώματος μαζί με καθετή φύτευση στην πρόσοψη του κτιρίου και δημιουργεί ένα ενεργειακό, αποδοτικό και φιλικό προς το περιβάλλον κτίριο λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη του κοινού για έναν χώρο πράσινου σε μια περιοχή αρκετά πυκνοδομημένη. Αποτελείται από δεκαπέντε πράσινες βεράντες ιδανικές για άθληση, διαλογισμό και χαλάρωση μακριά από την συμφόρηση της πόλης. Ο τύπος φύτευσης που έχει επιλεγθεί είναι ο εντατικός καθώς αποτελείται από 76 τοπικές ποικιλίες 37.000 μικρών δέντρων που ξεπερνούν σε ύψος το ενάμισι μέτρο.



Εικόνα 19 - Το Acros Fukuoka στην Ιαπωνία

Πηγή εικόνας: (<https://archello.com/story/16908/attachments/photos-videos>)

Μέσω της εξωτερικής σκάλας που υπάρχει αναμεσα στην βλάστηση της πρόσοψης και η οποία καταλήγει στον τελευταίο πράσινο εξώστη μπορεί να απολαύσει κάποιος την θεά στον κόλπο της πόλης και στα γύρω βουνά. Η συντήρηση περιλαμβάνει αυτόματο σύστημα άρδευσης καθώς και συχνό κλάδεμα ώστε να αποφευχθεί τυχόν τραυματισμός από πτώση δέντρου. Τον Σεπτέμβριο του 2000 η εταιρεία Takenaka το Πανεπιστήμιο Kyushu και το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Nippon πραγματοποίησαν από κοινού μια ερευνά μέτρησης θερμικού περιβάλλοντος στο Acros Fukuoka που απέδειξε ότι οι κήποι στους εξώστες καθώς και στον τελευταίο όροφο είναι αποτελεσματικοί στην ανακούφιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Ακόμα διαπιστώθηκε διαφορά 15 βαθμών κελσίου μεταξύ των επιφανειακών θερμοκρασιών του συμβατικού δώματος και του φυτεμένου καταλήγοντας στο προφανές συμπέρασμα ότι το φυτεμένο δώμα καταστέλλει την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου.

1.7 Παραδείγματα φυτεμένων δωματίων στην Ελλάδα

Παρόλο το αρχικό στάδιο στο οποίο βρίσκεται η πράσινη στέγη στην Ελλάδα υπάρχουν αρκετές υλοποιημένες εφαρμογές κυρίως σε δημοσιά και ιδιωτικά κτήρια. Τα τελευταία χρονιά υπάρχει μια άνοδος στις κατασκευές

φυτεμένων δωματίων στην χώρα μας. Αλώςτε γίνεται ευκολά αντιληπτό πως τα οφέλη από μια πράσινη οροφή είναι αρκετά τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικοοικονομικά. Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα παρακάτω παραδείγματα.

1.7.1 Πράσινη στέγη στο κτήριο του υπουργείου οικονομίας και οικονομικών

Το φυτεμένο δώμα στο κτήριο οπού στεγάζεται το υπουργείο οικονομίας και οικονομικών δημιουργήθηκε το 2008 από τον Ουαλό οικονομολόγο Άντριου Μάικλ Κλέμεντς. Το κτήριο των 10 ορόφων έχει συνολικό εμβαδόν 650 m², που ισούται με το 52% του χώρου της οροφής. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2009 από την σχολή Μηχανολόγων -Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με επικεφαλής τον καθηγητή Εμμανουήλ Ρογδάκη έδειξε πως το φυτεμένο δώμα έχει αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση για κλιματισμό (9,6%) και για την θέρμανση (4,4%). Ακόμα η πράσινη στέγη εξοικονόμησε 5.630 ευρώ από την ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου μέσα σε ένα χρόνο. Σύμφωνα με τις μετρήσεις της ερευνάς η διαφορά θερμοκρασίας που προκύπτει μεταξύ της φυτεμένης και της μη φυτεμένης στέγης φτάνει τους 18 βαθμούς κελσίου (37 και 55 βαθμοί αντίστοιχα).



Εικόνα 20 - Φυτεμένο δώμα στο Υπουργείο Οικονομικών
Πηγή εικόνων: (<https://www.greenroofs.com>)

Επίσης η ίδια μελέτη έδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας του τελευταίου ορόφου μπορεί να υπερβεί το 50%. Η ανάπτυξη του φυτεμένου δώματος δίνει τη δυνατότητα στην οροφή του κτιρίου να μη συσσωρεύει μεγάλη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας και έτσι να «αποφορτίζεται θερμοκρασιακά» γρηγορότερα μετά το απόγευμα. Εν συνεχεία η μελέτη αναφέρει επίσης πως παρόλο που οι μετρήσεις έγιναν από θερμικές κάμερες παρατηρήθηκαν στην οροφή φωλιές πτηνών όπως σπουργίτια και έντομα (μέλισσες και πεταλούδες) που προφανώς και δεν υπήρχαν πριν την εγκατάσταση του πράσινου δώματος. Η επιλογή των φυτών αποτελούνταν από ελληνικά αρωματικά βότανα όπως διαφορά είδη θυμαριού, διαφορά είδη φασκόμηλου, λεβάντα, μέντα, μαντζουράνα, και ρίγανη. Υπάρχουν επίσης πολλά αγρία πολυετή λουλούδια όπως (*Hypericum*, *Phlomis*) και ετήσια όπως παπαρούνες και χαμομήλι.

1.7.2 Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος

Το Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος βρίσκεται στον δήμο Καλλιθέας έχει συνολική έκταση 210.000 τ.μ και περιλαμβάνει την Εθνική Λυρική Σκηνή, την Εθνική Βιβλιοθήκη Ελλάδος και το Πάρκο Σταύρος Νιάρχος. Το Πάρκο είναι πλήρως συνδεδεμένο λειτουργικά και τοπογραφικά με τη Εθνική Λυρική Σκηνή και την Εθνική Βιβλιοθήκη. Αποτελεί ένα ζωντανό και ζωτικό πνεύμονα πρασίνου, μια ανάσα ζωής για την Αθήνα και μια σημαντική προσθήκη σε μια πόλη με τους λιγότερους κατά κεφαλήν χώρους πρασίνου στην Ευρώπη.



Εικόνα 21 - Άποψη του φυτεμένου δώματος στο ΚΠΙΣΝ
Πηγή εικόνων: (<https://www.topiodomi.gr>)

Από τον Μεσογειακό Κήπο, ειδικά διαμορφωμένα ελικοειδή μονοπάτια οδηγούν με ήπια ανηφορική κλίση σε κορυφή ύψους 32 μέτρων. Κάτω από το έδαφος, βρίσκεται το κτίριο που στεγάζει τη Βιβλιοθήκη και τη Λυρική Σκηνή, προσδίδοντας στο λόφο χαρακτήρα «πράσινης στέγης» του κτίσματος. Μία από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη. Τα φυτεμένα δώματα καλύπτουν συνολικά 17.000 τ.μ της έκτασης του Πάρκου. Ο Μεσογειακός Κήπος αναδεικνύει την πλούσια φυτοκομική παράδοση της Ελλάδας. Η ποικιλία των φυτών αρκεί για να καταστήσει τον Κήπο τόπο προορισμού. Συνολικά έχουν φυτευτεί στο Πάρκο αλλά και στους παρακείμενους χώρους χαρακτηριστικές δενδροστοιχίες, 1450 δέντρα και 280.000 θάμνοι και αγρωστώδη. Μάλιστα στις 18 Φεβρουάριου 2018 τιμήθηκε με το βραβείο Green Roof Leadership Award 2018 στο πλαίσιο του 5^{ου} Διεθνούς Συνέδριου για τα Φυτεμένα Δώματα (International Green Roof Congress), που πραγματοποιήθηκε στο Κουβέιτ.

1.7.3 Δημαρχείο Αμαρουσίου

Το Δημαρχείο Αμαρουσίου κατασκευάστηκε το 2001 και αποτελείται από τρεις ορόφους με ισόγειο. Σε μια σειρά από περιβαλλοντικές δράσεις ο Δήμος Αμαρουσίου συμπεριέλαβε στον σχεδιασμό του την δημιουργία φυτεμένου δώματος στον χώρο του δημαρχείου συνολικής έκτασης 415 τ.μ. (~ 408 τ.μ καθαρής επιφάνειας επεμβάσεων). Το έργο κατασκευάστηκε το έτος 2015-2016 και προσφέρει πολλαπλά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Κατά

τον σχεδιασμό του προβλέφθηκε η κατασκευή διάδρομων, παρτεριών και καθιστικών από ξύλο τα οποία θα είναι διαθέσιμα για τους εργαζομένους του κτιρίου αλλά και τους δημότες ως χώρος χαλάρωσης και περισυλλογής. Ταυτόχρονα το φυτεμένο δώμα εξασφαλίζει την φυσική δροσιά εντός του τελευταίου ορόφου του κτιρίου με αποτέλεσμα τις καλύτερες συνθήκες εργασίας.



Εικόνα 22 – Το φυτεμένο δώμα στο Δημαρχείο Αμαρουσίου
Πηγή εικόνας: (<https://www.georythmiki.gr>)

Το ύψος του υποστρώματος φτάνει τα 20 εκατοστά ενώ μπορεί να φέρει μονιμά φορτία 300 kg/m². Σε αυτή την στάθμη είναι δυνατή η δημιουργία μια χρωματικής παλέτας με την τοποθέτηση διαφορετικών ειδών φυτικού υλικού. Όσον αφορά τα παρτέρια το ύψος του υποστρώματος φτάνει τα 60 εκατοστά και στα οποία τοποθετήθηκαν ψηλότεροι θάμνοι αλλά και 3 δέντρα (δύο ελιές και μια ροδιά). Σύμφωνα με την αρμόδια τεχνική υπηρεσία συνολικά τοποθετήθηκαν 1245 θάμνοι διαφόρων τύπων και δέντρα. Επιπρόσθετα για την ασφάλεια των χρηστών και την πρόληψη ατυχημάτων λήφθηκε υπόψη η περιμετρική τοποθέτηση κιγκλιδώματος σε ύψος 1.10 από το γενικό επίπεδο κυκλοφορίας και με κλίση 78 μοιρών προς τα μέσα. Επιπλέον η πυκνότητα τοποθέτησης των οριζόντιων διατομών των κιγκλιδωμάτων έγινε σε απόσταση που να μην επιτρέπει την δυνατότητα αναρρίχησης. Η αποστραγγιστική περιμετρική στρώση που έχει τοποθετηθεί με σκύρα υλικά λειτουργεί ως εμπόδιο στην προσέγγιση του περιμετρικού στηθαίου.

1.7.4 Κτήριο γραφείων Καρελά



Εικόνα 23 - Το φυτεμένο δώμα στο νέο κτήριο γραφείων Καρελά
Πηγή εικόνας:(<https://www.egreen.gr>)

Το νέο κτίριο γραφείων Καρελά στην Παιανία αποτελεί το πρώτο οικολογικό πάρκο γραφείων στην Ελλάδα που έχει λάβει χρυσή πιστοποίηση Leadership in Energy and Environmental Design (LEED®-Gold) που δίνεται από το Αμερικανικό Συμβούλιο Πράσινων Κτίριων (U.S Green Building Council). Η συνολική έκταση της πράσινης στέγης ανέρχεται στα 8.500 m² κάτι που την κάνει μια από τις μεγαλύτερες πράσινες στέγες στα Βαλκάνια. Κατασκευάστηκε το 2012 και μελετήθηκε στο υπάρχον δώμα να σχεδιαστεί ένας κήπος ημιεντατικού τύπου με υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών 15-20 cm. Ακόμα το δώμα είναι προσβάσιμο δίνοντας την δυνατότητα στους εργαζομένους για άθληση και κίνηση. Τα φυτά που επιλέχθηκαν είναι κατά κύριο λόγο ξηρανθεκτικοί θάμνοι όπως δεντρολίβανο – λεβάντα κα. Περιμετρικά έχουν τοποθετηθεί σιδερένια κιγκλιδώματα ύψους 1.20 για την προστασία έναντι πτώσης. Το πράσινο δώμα απορρόφα μεγάλη ποσότητα από την ηλιακή ακτινοβολία μειώνοντας εσθήτα τις εσωτερικές θερμοκρασίες του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες και τις αυξάνει τον χειμώνα προσφέροντας καλύτερες συνθήκες εργασίας στους υπαλλήλους. Παράλληλα μειώνονται σημαντικά τα λειτουργικά έξοδα του κτιρίου σε ότι έχει να κάνει με την θέρμανση και την ψύξη αυτού.

Εκτός των δημοσίων και ιδιωτικών κτηρίων πράσινα δώματα παρατηρούνται και σε αρκετές κατοικίες. Ενδεικτικά θα αναφερθούν κάποια παραδείγματα.

1.7.5 Φυτεμένο δώμα ιδιωτικής κατοικίας στην Νέα Σμύρνη



Εικόνα 24 - Φυτεμένο δώμα στην Νέα Σμύρνη
Πηγή εικόνας: (<https://www.egreen.gr>)

Το φυτεμένο δώμα της συγκεκριμένης κατοικίας είναι ημιεντατικού τύπου με έτος κατασκευής το 2007. Το εμβαδόν της επιφάνειας κάλυψης είναι 45 m². Το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών κυμαίνεται μεταξύ 10 – 25 cm και το φυτικό υλικό αποτελείται από είδη εδαφοκάλυψης, θάμνους μεσαίας ανάπτυξης και λίγα δέντρα μεσαίας ανάπτυξης. Όπως παρατηρούμε δεν έχει δημιουργηθεί φυτική κάλυψη στο σύνολο του δώματος και αυτό διότι σε μερικά σημεία έχει τοποθετηθεί παρκέ ξύλινης επιφάνειας για την ευκολότερη κυκλοφορία των κατοίκων. Περιμετρικά του δώματος υπάρχουν σιδερένια κιγκλιδώματα τα οποία κρύβονται από τα τοποθετημένα δέντρα που λειτουργούν ως εμπόδιο στην προσέγγιση και αναρρίχηση των κιγκλιδωμάτων. Ακόμα ο χώρος προσφέρεται για σωματική άσκηση ενώ σε ένα κομμάτι αυτού έχουν τοποθετηθεί ξύλινα καθιστικά για την χαλάρωση και την ξεκούραση των κατοίκων. Η πράσινη δημιουργία απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και βελτιώνει την θερμική άνεση του κτιρίου μειώνοντας έτσι την χρήση του κλιματιστικού.

1.7.6 Φυτεμένο δώμα ιδιωτικής κατοικίας στο Περιστέρι



Εικόνα 25 - Φυτεμένο δώμα στο Περιστέρι
Πηγή εικόνας: (<https://www.egreen.gr>)

Η δημιουργία φυτεμένου δώματος στο ρετιρέ κατοικίας που βρίσκεται στον Δήμο Περιστερίου είναι εντατικού τύπου και κατασκευάστηκε το έτος 2000. Το εμβαδόν που καταλαμβάνει είναι 200 m². Λόγω του συγκεκριμένου τύπου δώματος το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών είναι από 10 έως 45 cm. Το φυτικό υλικό αποτελείται από χλοοτάπητα, θάμνους μεγάλης ανάπτυξης και δέντρα μεσαίας ανάπτυξης. Η φυτεμένη επικάλυψη καταλαμβάνει μια έκταση περιμετρικά του διαμερίσματος το οποίο βρίσκεται στο κέντρο του κάτωθεν δώματος. Επιπλέον έχει προβλεφθεί ο χώρος για την τοποθέτηση πέργκολας και ξύλινων καθιστικών προς διάθεση των κάτοικων της πολυκατοικίας. Το σύστημα άρδευσης αποτελείται από στατικούς εκτοξευτήρες αλλά και στάγδην άρδευση και λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια του έτος αφού ο συγκεκριμένος τύπος δώματος προϋποθέτει την συχνή άρδευση. Η μεγάλη συγκράτηση νερού στο σύστημα υποδομής εξασφαλίζει την υγιή ανάπτυξη του χλοοτάπητα. Επίσης παρατηρούνται πλακοειδής διάδρομοι για την χρήση τροχοφόρων. Περιμετρικά έχει τοποθετηθεί στηθαίο 1.20 μέτρων και κατά μήκος αυτού φυτοφράχτης μεγάλης ανάπτυξης που εξασφαλίζει την ασφαλή παραμονή στον χώρο.

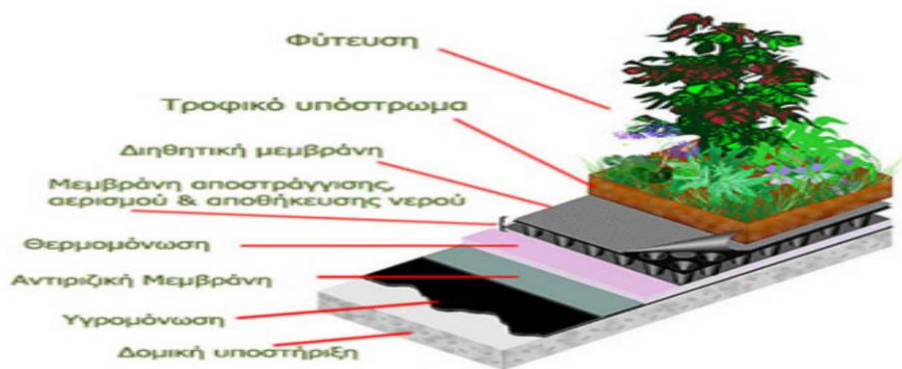
ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως τα φυτεμένα δώματα έχουν περισσότερα πλεονεκτήματα παρά μειονεκτήματα. Είναι σίγουρο ότι μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, αφού καταφέρνουν να συγκρατήσουν μεγάλο αριθμό ρύπων καθαρίζοντας παράλληλα τον αέρα της ατμόσφαιρας, ειδικά όταν ζούμε σε μια εποχή η οποία χαρακτηρίζεται από ακραία καιρικά φαινόμενα. Επιπρόσθετα τα ενεργειακά και κατασκευαστικά οφέλη είναι σημαντικά και γίνονται αντιληπτά σε βάθος χρόνου εξαιτίας του μειωμένου κόστους σε θέρμανση-ψύξη και συντήρηση αντίστοιχα του κτιρίου. Βέβαια όλα αυτά θα γίνουν αφού πρώτα πραγματοποιηθεί σωστή επιλογή του τύπου φυτεμένου δώματος που μπορεί να φιλοξενήσει το εκάστοτε δώμα. Είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας πριν την διαδικασία κατασκευής του διότι πρέπει να γνωρίζουμε τις στατικές απαιτήσεις που έχει ο κάθε τύπος ενώ παράλληλα θα μας γλυτώσει από τις δαπάνες συντήρησης στις οποίες ίσως και να μην μπορούμε να ανταπεξέλθουμε. Τέλος παρατηρούμε πως στο εξωτερικό τα φυτεμένα δώματα είναι ευρείας απήχησης και παρατηρούνται κυρίως σε δημόσια κτίρια και ιδιωτικά γραφεία. Όσον αφορά την Ελλάδα τα φυτεμένα δώματα είναι σε αρχικό στάδιο παρόλα αυτά γίνονται ενέργειες έτσι ώστε η εφαρμογή τους να παρουσιάσει μια αύξηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γίνεται ευκολά αντιληπτό πως η δημιουργία ενός φυτεμένου δώματος προϋποθέτει την σωστή προετοιμασία της κατασκευής αυτού, με την κατάλληλη σειρά στρώσεων στεγάνωσης ώστε να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα στο εσωτερικό της κατασκευής. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που έχουν παρατηρηθεί ζημίες όπως προβλήματα υγρασίας στην πλακά του τελευταίου ορόφου εξαιτίας κακοτεχνίας στην στέγνωση του δώματος. Η συγκράτηση μεγάλου ποσοστού των υδάτων της βροχής και της άρδευσης στο αποστραγγιστικό σύστημα αποτρέπει την εμφάνιση υγρασίας και παράλληλα κρατάει κορεσμένο το υπόστρωμα ανάπτυξης για την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Για την δημιουργία του απαιτούνται υλικά και δομικά στοιχεία τα οποία θα είναι συμβατά μεταξύ τους και θα προορίζονται για αυτήν την χρήση. Όσων αφορά τα υλικά υποδομής όπως είναι η μεμβράνη στεγάνωσης και η αντιριζική στρώση πρέπει να ελέγχονται ώστε να υπάρχει η απαιτούμενη αντοχή στην συνεχή έκθεση στο νερό. Όλα τα υλικά είναι απαραίτητο να φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις σύμφωνα με τους κανόνες καταλληλότητας και αξιοπιστίας. Στο παρακάτω κεφάλαιο θα αναλυθούν τα βήματα κατασκευής ενός σωστού δώματος που θα αποτρέπει τις αστοχίες στον φέρον οργανισμό του κτηρίου, ενώ σε κάποια από τα υλικά παρατίθενται και πίνακες με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 26 - Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος
 Πηγή εικόνας: (<http://www.palagkas.gr>)

2.1 Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος

- Μembrάνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος
- Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας μόνωσης
- Αποστραγγιστικό σύστημα
- Διηθητικό φύλλο
- Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών
- Φύτευση

2.1.1 Μembrάνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος

Η στεγάνωση στέγης είναι απαραίτητη και θα πρέπει να είναι το πρώτο βήμα για την κατασκευή του φυτεμένου δώματος. Η ανθεκτική και ποιοτική στεγάνωση είναι νευραλγικό σημείο για την επιτυχία ενός φυτεμένου δώματος. Οι αντιριζικές στεγνωτικές μεμβράνες αποτελούνται από τροποποιημένη άσφαλτο και φέρουν ως εσωτερικό οπλισμό πολυεστερικό ύφασμα υψηλών μηχανικών αντοχών και έχουν άνω και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου.



Εικόνα 27 - Αντιριζική μεμβράνη
Πηγή:(<http://www.karteco.gr>)

Εμπεριέχουν στην μάζα τους ειδικό αντιριζικό πρόσθετο για προστασία από την διάτρηση των ριζικών συστημάτων. Είναι ιδανικές για την στέγανωση ενός φυτεμένου δώματος γιατί είναι εύκαμπτες και παραλαμβάνουν πολύ εύκολα τις ιδιόμορφες του υποστρώματος συγκριτικά με τις πολυμερείς μεμβράνες που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό. Επίσης έχουν ιδιαίτερη επιτυχία στις ενώσεις τους γιατί τήκονται στα άκρα τους και γίνονται ένα σώμα, πράγμα που εγγυάται την στεγανότητα όλης της επιφάνειας. Έχουν πολύ καλύτερη σχέση τιμής προς απόδοση. Όταν οι ασφαλικές μεμβράνες είναι προστατευμένες από υπερκείμενα στρωματά (π.χ. χύμα, βατότητα, μονωτικά υλικά κ.λ.π) τότε μπορούν να εγγυηθούν στεγανότητα στην κατασκευή για 40 χρονιά.

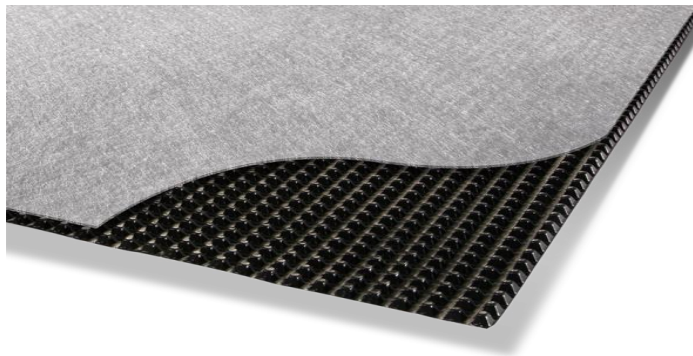
2.1.2 Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας μόνωσης

Το υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης είναι συνήθως ένα παχύ ύφασμα από πολυεστερικές συνθετικές και ανακυκλωμένες ίνες με πάχος από 3 ως 15 mm, και συγκρατεί νερό από 3 l/m² ως 10 l/m². Επιπλέον δημιουργεί προστασία στην υποκείμενη αντιριζική μεμβράνη καθώς και στα συστήματα στεγανοποίησης από πλήγματα. Τοποθετείται πάνω στην μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος με επικάλυψη 10 cm έως 15 cm. Στην περίπτωση των στηθαίων το υπόστρωμα εφαρμόζεται σε

μεγαλύτερο ύψος από την ανώτερη στάθμη του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και συγκολλάτε με ειδική κόλλα.

2.1.3 Αποστραγγιστικό σύστημα

Πρόκειται για ένα σύστημα από βιολογικά αδρανές υλικό (συνήθως πολυαιθυλένιο) με κωνοειδείς προεξοχές ύψους 11 mm και επικολλημένων αμφίπλευρα με κολλά διάρκειας δυο μη υφαντών γεωυφασματων από ίνες πολυπροπυλενίου. Συγκρατεί στις κυψέλες του αρκετά λίτρα νερό ανά τετραγωνικό μέτρο επιτρέποντας παράλληλα την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού.



Εικόνα 28 - Αποστραγγιστικό σύστημα
Πηγή εικόνας: (<https://www.externalworksindex.co.uk>)

Στην ανώτερη επιφάνεια των κυψελών του έχει οπές που επιτρέπουν τον αερισμό του ριζικού συστήματος εμποδίζοντας το σάπισμα των ρίζων ενώ ακόμα συγκρατούν την απαιτούμενη υγρασία εξασφαλίζοντας τόσο οικονομία στο πότισμα όσο και αρίστη λειτουργία του κήπου. Είναι ιδανικό ακόμα και για φυτά που μεγαλώνουν σε ακραίες συνθήκες. Η επιλογή του καταλλήλου αποστραγγιστικού συστήματος θα πρέπει να γίνεται με βάση τον τύπο του φυτεμένου δώματος που θα επιλέξουμε, τις κλιματολογικές συνθήκες της

περιοχής και την στατική επάρκεια του κτηρίου.

Επίσης στις προδιαγραφές θα πρέπει να αναφέρονται τα εξής τυπικά χαρακτηριστικά:

- Ικανότητα αποστράγγισης νερού από 4,0 έως 8,1 λτ/τμ
- Όγκος πλήρωσης από 10 έως 29 λτ/τμ
- Ικανότητα αποθήκευσης νερού από 3 έως 17 λτ/τμ

Πίνακας 1 - Τεχνικά χαρακτηριστικά αποστραγγιστικής στρώσης

Κωνοειδής πυρήνας:	Υψηλής αντοχής πολυστυρένιο (HIPS)
Κάτω επικάλυψη:	Μη υφαντό πολυπροπυλένιο (PP) > 125 g/m ²
Άνω επικάλυψη:	Μη υφαντό πολυπροπυλένιο - φίλτρο (PP) > 125 g/m ²
Πάχος:	Τουλάχιστον 11 mm
Βάρος:	775 g/m ² – 1.025 g/m ²
Αντοχή σε συμπίεση:	➤ 300 – 700 kN/m
Αποστραγγιστική ικανότητα:	Σύμφωνα με IN 4095

2.1.4 Διηθητικό φίλτρο

Το διηθητικό φίλτρο θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές FLL 2008 και πιστοποιημένο κατά τα διεθνή πρότυπα ποιότητας EN ISO 12236, EN ISO 10319, EN ISO 11058, EN ISO 12956. Αποτελείται από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο υψηλής αντοχής και είναι σχεδιασμένο ώστε να αποτρέπει την μεταφορά τεμαχίων από το υπόστρωμα στο αποστραγγιστικό σύστημα έτσι ώστε να αποφευχθεί το φράξιμο της ροής του νερού. Θα πρέπει να είναι ανθεκτικό σε οξέα, λιπάσματα, αλκαλικά και οργανικές ενώσεις όπως φυτοφάρμακα εκκρίσεις ριζών κλπ. Ακόμα έχει την δυνατότητα να είναι βιολογικά και χημικά ουδέτερο και να αντέχει στους μικροοργανισμούς.



Εικόνα 29 - Διηθητικό φίλτρο
Πηγή εικόνας: (<https://www.egreen.gr>)

Πίνακας 2 - Τεχνικά χαρακτηριστικά διηθητικής μεμβράνης

Τεχνικά χαρακτηριστικά	VLF 150
Πάχος (mm)	1.2
Πλάτος (m)	2.0
Μήκος (m)	100
Βάρος (g/m ²)	155
GRK	3
Υδατοπερατότητα (mm/s)	105
Αντοχή στον εφελκυσμό κατά μήκος (KN/m)	12
CBR-test (KN)	1.8

2.1.5 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών

Το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών πρέπει να δίνει την δυνατότητα στα φυτά να αναπτύξουν ένα πυκνό ριζικό σύστημα και να ικανοποιεί τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες των φυτών. Σύμφωνα με τις διεθνείς (FLL) και εθνικές προδιαγραφές το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών πρέπει να έχει συγκεκριμένο πορώδες, pH και κοκκομετρία ανάλογα με το φυτικό υλικό και τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα επιλεγεί. Πρέπει να έχει σταθερή δομή, να απορροφά και να συγκρατεί νερό για την ανάπτυξη των φυτών και να επιτρέπει μόνο την περίσσεια νερού να οδηγείται στο αποστραγγιστικό σύστημα, να επιτρέπει τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμα και όταν είναι κορεσμένο με νερό και σε βάθος χρόνου να μην συμπιέζεται.

Ένα ειδικό εδαφικό υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών, έχει διαβαθμισμένη κοκκομετρία δεν συμπυκνώνεται, ενώ αερίζεται ακόμη και σε κατάσταση κορεσμού, με ειδική σύσταση από ανακυκλωμένα ανόργανα και οργανικά υλικά, ώστε να ευνοεί τον εφοδιασμό των φυτών με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξή τους και την ταχύτερη αποστράγγιση του πλεονάζοντος νερού. Ειδικότερα, διαστρώνεται πάνω από το διηθητικό φύλλο στα προβλεπόμενα ύψη, ανάλογα με το επιλεγόμενο φυτικό υλικό, και στη συνέχεια ακολουθεί η φύτευση.

Στον παρακάτω πίνακα θα δούμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του υποστρώματος ανάλογα με τον τύπο του φυτεμένου δώματος. Στον εκστατικό τύπο χρησιμοποιείται το SEM, στον ημιεντατικό το SRM, ενώ στον εντατικό το SIM.

Πίνακας 3 - Τεχνικά χαρακτηριστικά υποστρώματος ανάπτυξης φυτών

Τεχνικά Χαρακτηριστικά	SEM	SRM	SIM
Όγκος	WKmax < 1000 kg/m ³	WKmax < 1200 kg/m ³	WKmax < 1200 kg/m ³
Ίζημα (<0,0063)	< M 15%	< 20%	< 20%
Περιεκτικότητα σε αέρα	➤ 70 Vol.%	➤ 70 Vol.%	➤ 60 Vol.%
Μέγιστη χωρητικότητα σε νερό	15 -25 Vol.%	45 -65 Vol.%	40 Vol.%
Υδατοδιαλυτά ορυκτά	< 3,5 g/l	< 2,5 g/l	< 2,0 g/l
Περιεκτικότητα σε οργανικά υλικά	1,0 – 3,0 m%	6,0 – 12,0 m%	3,0 – 8,0 m%
pH (CaCl)	6,5 – 8,0	5,5 – 7,0	5,5 – 7,0
Ικανότητα απορρόφησης	-	➤ 120 mmol/l	➤ 140 mmol/l
Θρεπτικά συστατικά NPK	80-200-700 mg/l	-	-

2.1.6 Φύτευση



Εικόνα 30 - Φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου

Πηγή:(<https://www.prasinistegi.gr>)

Η φύτευση αποτελεί το τελευταίο στάδιο κατασκευής φυτεμένου δώματος. Η επιλογή της κατάλληλης φύτευσης εξαρτάται από περιβαλλοντικούς και κατασκευαστικούς παράγοντες τους οποίους θα δούμε παρακάτω.

- Τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής
- Το πάχος και το είδος του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών ανάλογα με τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα δημιουργηθεί.
- Την προσαρμοστικότητα που έχουν τα φυτά στο συγκεκριμένο περιβάλλον.
- Την αντοχή των φυτών σε υψηλές θερμοκρασίες και ανέμους.
- Το επιδιωκόμενο αισθητικό αποτέλεσμα και τον τύπο του φυτεμένου δώματος που δημιουργείται.
- **Φύτευση εκτατικού τύπου:** Φυτά χαμηλής ανάπτυξης όπως φυτικοί τάπητες , χλοοτάπητες , αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης με επιφανειακό ριζικό σύστημα που αναβλαστούν ευκολά με ύψος ανάπτυξης της βλάστησης 100-150mm
- **Φύτευση ημιεντατικού τύπου:** Γρασίδια , πολυετή φυτά , τοπική ποώδης-θαμνώδης βλάστηση , θαμνώδης βλάστηση με υπέργεια ανάπτυξη έως 60 εκ. Ύψος ανάπτυξης έως 300mm
- **Φύτευση εντατικού τύπου:** Από ποώδη φυτά χλοοτάπητες και θάμνους

μέχρι μικρά δέντρα με ύψος ανάπτυξης που μπορεί να ξεπεράσει και το 1,5 m

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας διαπιστώνουμε πως τα βήματα κατασκευής των φυτεμένων δωματίων είναι μια διαδικασία που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής καθώς τα υλικά των στρώσεων θα πρέπει να επιλεγθούν με στόχο την καλύτερη συνοχή μεταξύ τους. Επίσης πέρα από την σωστή επιλογή υλικών πολύ σημαντικό είναι και η διαδικασία επένδυσης των στρώσεων των υλικών καθώς κατά την διάρκεια αυτής είναι απαραίτητο να πληρούνται οι κανονισμοί σωστής τοποθέτησης ώστε να επιτευχθεί ένα όμορφο αποτέλεσμα. Εάν ακολουθηθεί η παραπάνω διαδικασία τότε είναι σίγουρο πως θα εξαλειφθούν τυχόν αστοχίες στον φέρον οργανισμό του κτιρίου που θα μας αναγκάσουν να επιβαρυνθούμε οικονομικά για την διόρθωση τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΟ ΔΩΜΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά σε κάποιους από τους συντελεστές που αφορούν το δώμα. Ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια πάντα με βάση την στατική μελέτη επάρκειας φορτίου της κατασκευής αφού βέβαια αυτό έχει την κατάλληλη κλίση για την σωστή ρύση των υδάτων. Μια ενδεχομένως λανθασμένη κατασκευή ρύσεων στο δώμα θα δημιουργήσει προβλήματα στην στεγάνωση της οροφής αφού τα νερά της βροχής αλλά και του ποτίσματος δεν θα δύνανται να απομακρυνθούν και θα λιμνάζουν. Είναι αναγκαίο σε κάθε φυτεμένη στέγη να υπάρχει ασφάλεια τόσο στην προσβασιμότητα όσο και κατά την διάρκεια συντήρησης αυτού. Δώματα στα οποία δεν υπάρχει πρόσβαση δεν είναι επιτακτική η δημιουργία στηθαίου. Αντίθετα στα προσβάσιμα δώματα κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία στηθαίου η εναλλακτικά η τοποθέτηση κιγκλιδωμάτων ώστε να παρέχεται η ασφάλεια ιδιαίτερα των μικρών παιδιών κατά την διάρκεια παραμονής τους σε αυτό. Η άρδευση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για να υπάρχει η αναμενόμενη ανάπτυξη των φυτών ώστε να καταφέρουν να δώσουν το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα όσον αφορά την αισθητική εικόνα του δώματος.

3.1 Παράγοντες Δώματος

Λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν κατά την φάση δημιουργίας της πράσινης οροφής ώστε να υπάρξει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Στην αντίθετη περίπτωση μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στην λειτουργία του φυτεμένου δώματος. Παρακάτω αναλύονται μερικοί από τους σημαντικότερους παράγοντες.

3.1.1 Υλικό κατασκευής δώματος

Τα φυτεμένα δώματα μπορούν να δημιουργηθούν σε οποιαδήποτε επιφάνεια δώματος είτε αυτή είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα η μεταλλική κατασκευή ακόμα και σε ξύλινη επιφάνεια αφού προηγούμενος έχει γίνει μελέτη επάρκειας στατικότητας του κτηρίου. Επίσης σε αρκετές περιπτώσεις κτηρίων του εξωτερικού έχει παρατηρηθεί η δημιουργία φυτεμένου δώματος στα κεραμίδια της στέγης.



Εικόνα 31 - Τοποθέτηση σκύρων για την καλύτερη απορροή των υδάτων

Πηγή εικόνας:(<http://www.ergatex.gr>)

3.1.2 Στηθαίο δώματος

Αποτελεί αναγκαίο κομμάτι για την δημιουργία του φυτεμένου δώματος. Πρέπει να έχει ύψος άνω των 10 εκ ανάλογα με τον τύπο φυτεμένου δώματος. Το υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας εφαρμόζεται σε μεγαλύτερο ύψος από την ανώτερη στάθμη του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και συγκολλάτε

με ειδική κολλά. Δώματα που είναι προσβάσιμα είναι αναγκαία η κατασκευή στηθαίου τουλάχιστον ενός μέτρου για την αποτροπή πτώσης στο κενό. Εναλλακτικά θα πρέπει να τοποθετηθούν κιγκλιδώματα για την μεγαλύτερη ασφάλεια των παρευρισκόμενων στο δώμα.



Εικόνα 32 - Στηθαίο δώματος
Πηγή εικόνας:(<https://www.durostar.gr>)

3.1.3 Κλίση δώματος

Η φυτεμένη στέγη μπορεί να εγκατασταθεί και σε στέγες με κλίση. Σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να δημιουργείτε κλίση πάνω από 2% για την αποφυγή συγκέντρωσης ανεπιθύμητων υδάτων. Δεν συνίσταται η εγκατάσταση φυτεμένων δωμαίων για κλίσεις πάνω από 45% .



Εικόνα 33 - Φυτεμένο δώμα υπό κλίση
Πηγή εικόνας:(<https://zinc-greenroof.com>)

3.1.4 Φορτίο κατασκευής

Κάθε ιδιώτης - ιδιοκτήτης οφείλει πριν την δημιουργία του φυτεμένου δώματος στο εκάστοτε κτήριο να γνωρίζει την στατική επάρκεια της κατασκευής. Σε περίπτωση που η κατασκευή δεν μπορεί να αντέξει επιπλέον φορτία τότε η δημιουργία φυτεμένου δώματος κρίνεται απαγορευτική. Επίσης το βάρος από τα υλικά διαστρωμάτων αλλά και το βάρος των φυτών υπολογίζονται σαν μονιμά φορτία και δεν πρέπει να ξεπεράσουν το υπολογισμένο φορτίο που προβλέπεται από την στατική μελέτη. Τέλος απαραίτητος είναι και ο υπολογισμός των δομικών στοιχείων όπως διάδρομοι κίνησης, πλακόστρωτα δάπεδα τα οποία θα πρέπει να συνεκτιμηθούν σε περίπτωση που αυτά υπάρχουν.



Εικόνα 34 - Φορτίο Κατασκευής
Πηγή εικόνας:(<https://www.kipos-ps.gr>)

3.1.5 Δύναμη ανέμου

Ένα φυτεμένο δώμα θα πρέπει να έχει στέρεες βάσεις έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής κατά την διάρκεια ενός δυνατού ανέμου. Ακόμα ο δυνατός άνεμος μπορεί να δημιουργήσει ξερίζωμα των φυτών που έχουν επιλεγεί κατά την διάρκεια της φύτευσης. Χαρακτηρίζεται από τις διακυμάνσεις που δημιουργεί ανάλογα πάντα με την περιοχή, το ύψος του εκάστοτε κτηρίου αλλά και των γειτονικών κτηρίων εφόσον υπάρχουν. Ένας τρόπος προφύλαξης της φυτεμένης στέγης είναι με την κατασκευή υψηλών στηθαίων και την φύτευση

θαμνοειδών φυτών γύρω από το δώμα ώστε να δημιουργούν μια ασπίδα στα υπόλοιπα φυτά.

3.1.6 Άρδευση

Η άρδευση στα φυτεμένα δώματα γίνεται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και των τύπο του φυτεμένου δώματος. Στα μεσογειακά κλίματα που χαρακτηρίζονται από ζεστά, ξηρά καλοκαιριά και δροσερούς και υγρούς χειμώνες η άρδευση είναι απαραίτητη για όλους τους τύπους φυτεμένων δωματίων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 35 - Αυτόματο πότισμα
Πηγή εικόνας:(<https://www.vegetalid.us>)

Η ποσότητα του νερού εξαρτάται από τις υδατικές ανάγκες των φυτών την βροχόπτωση αλλά και την δυνατότητα συγκράτησης νερού στο αποστραγγιστικό σύστημα. Το αποστραγγιστικό σύστημα θα πρέπει να έχει μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα και σωστή αποστράγγιση ώστε να υπάρχει σωστή ανάπτυξη των φυτών. Ο συνηθέστερος τρόπος άρδευσης είναι με τεχνητή βροχή που γίνεται από σταθερούς εκτοξευτήρες. Με αυτόν το τρόπο πετυχαίνετε ομοιόμορφο πότισμα και σωστή ποσότητα νερού. Τα φυτεμένα δώματα εκτατικού τύπου που χαρακτηρίζονται από sedums έως μικρά χόρτα, βότανα και ανθοφόρα ποώδη φυτά χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση και κανένα μόνιμο σύστημα άρδευσης.

3.1.7 Πυροπροστασία

Οι πυρκαγιές μπορούν να μετριαστούν με την κατάλληλη επιλογή φυτών. Ένα από αυτά είναι το φυτό “Σέδο.” Το φυτό αυτό είναι για παράδειγμα ανθεκτικό στην ξηρασία και κρατά νερό στο εσωτερικό του για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από πολλά άλλα φυτά. Αυτό το καθιστά λιγότερο επιρρεπείς σε περίπτωση ανάφλεξης σε περίπτωση σπινθήρα η άλλου κινδύνου πυρκαγιάς.



Εικόνα 36 - Πυροπροστασία δώματος
Πηγή εικόνας:(<https://www.alamy.com>)

Επίσης είναι σημαντικό να υπάρχουν ζώνες χωρίς βλάστηση γύρω από την περιφέρεια καθώς και γύρω από τις σπές εξαγωγής “εξαερισμούς.” Τέλος εκτός από την κατάλληλη επιλογή φυτών, θα πρέπει να γίνεται και σωστή συντήρηση. Έτσι η αφαίρεση των νεκρών φυτών κρίνεται απαραίτητη όπως και η απαγόρευση του καπνίσματος πάνω σε αυτό ενώ ακόμα η τακτική άρδευση του μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο πυρκαγιάς στην οροφή.

3.1.8 Μέσα ατομικής ασφαλείας έναντι ατυχημάτων

Καθ’ όλη τη διάρκεια της κατασκευής του φυτεμένου δώματος όσος και κατά την συντήρηση αυτού είναι πολύ σημαντικό να λαμβάνονται τα απαραίτητα

μετρά ατομικής προστασίας των εργαζομένων και συντηρητών για την ασφάλεια τους ιδιαίτερα σε κινδύνους πτώσης και εργατικών ατυχημάτων. Κάθε εργαζόμενος θα πρέπει να κατέχει κατάλληλο εξοπλισμό που να τον προστατεύει σε περίπτωση πτώσης.



Εικόνα 37 - Ασφάλεια έναντι ατυχημάτων
Πηγή εικόνας:(<http://www.mlsi.gov.cy>)

Μερικά από τα μέσα ατομικής προστασίας είναι:

- Χρήση κράνους και ζωνών ασφαλείας με συστήματα πρόσδεσης κατά την ανέγερση και αποσυναρμολόγηση ικριωμάτων.
- Δέσιμο ζώνης σε σκαλωσιά ή άλλο σταθερό στοιχείο.

3.1.9 Προσβασιμότητα

Είναι σημαντικό να έχει προβλεφθεί σωστά η πρόσβαση στην οροφή για την συνήθη συντήρηση όπως η άρδευση και η απομάκρυνση νεκρών φυτών. Όλες οι πράσινες στέγες θα πρέπει να έχουν πρόσβαση τουλάχιστον δύο φορές τον χρόνο για την σωστή λειτουργικότητα τους.



Εικόνα 38 - Προσβασιμότητα δώματος
Πηγή εικόνας:(<https://www.bauder.co.uk>)

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπεραίνουμε λοιπόν πως ο στόχος των μηχανικών είναι να δημιουργήσουν ένα φυτεμένο δώμα στο οποίο θα πληρούνται κάποιοι σημαντικοί παράγοντες. Γι' αυτό τον λόγο ο μηχανικός κατασκευάζει το φυτεμένο δώμα έχοντας πλήρη γνώση της ασφάλειας για τους εργαζομένους, το επιπλέον φορτίο που θα παραλάβει η κατασκευή, την σωστή μελέτη άρδευσης ώστε να μην παρουσιαστούν προβλήματα υγρασίας στον προηγούμενο όροφο. Ακόμα η πρόσβαση σε ένα φυτεμένο δώμα κρίνεται αναγκαία όλον τον χρόνο, πόσο μάλλον τους καλοκαιρινούς μήνες που τα φυτά χρειάζονται περισσότερη φροντίδα λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών. Όσον αφορά τον κίνδυνο πυρκαγιάς η δημιουργία διάδρομων με σκύρα υλικά μεταξύ των φυτών αλλά και το κλάδεμα των ξερών σωμάτων του φυτού προλαμβάνουν την δημιουργία της. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου αναλύθηκαν οι σημαντικότεροι συντελεστές που αφορούν το φυτεμένο δώμα. Σαφώς και υπάρχουν αρκετοί ακόμα παράγοντες που όμως δεν χρήζουν ιδιαίτερης βαρύτητας και έτσι δεν χιάστηκε να αναλυθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρακάτω κεφάλαιο θα παρουσιαστούν μερικές από τις κατηγορίες φυτεμένων δωματίων που υπάρχουν. Η διαφορά τους έχει να κάνει με την κλίση που παρουσιάζει το εκάστοτε εξεταζόμενο προς φύτευση δώμα διότι με βάση αυτήν αλλάζει και η προσέγγιση στον τρόπο δημιουργίας του. Αυτά τα φυτεμένα δώματα παρατηρούνται κυρίως σε εγκαταστάσεις και σπίτια χώρων που προηγούμενος είχαν δημιουργήσει μεγάλη κλίση για την καλύτερη απορροή των υδάτων αλλά και την γρηγορότερη απομάκρυνση του χιονιού. Ακόμα θα γίνει αναφορά στην κάθετη φύτευση που τα τελευταία χρόνια παίρνει όλο και περισσότερη ανάπτυξη. Επίσης παρουσιάζεται μια απλούστερη μορφή φυτεμένου δώματος με την δημιουργία παρτεριών που παρατηρείται σε αρκετές οροφές κατοικιών. Αποτελεί ίσως την πιο εύκολη διαδικασία δημιουργίας μιας πράσινης “όασης” χωρίς να χρειαστεί κανένας στατικός έλεγχος ενώ παράλληλα το κόστος κατασκευής είναι ελάχιστο. Τέλος αναφέρονται φυτά τα οποία είναι καταλληλά για καθετή φύτευση. Κυρία κατηγορία επιλογής των φυτών είναι τα αναρριχόμενα αφού μπορούν πολύ ευκολά να ανέλθουν σε δυσπρόσιτα σημεία όπως οι κάθετοι τοίχοι.

4.1 Φυτεμένο δώμα με κλίση 5%-25%

Όπως είπαμε και παραπάνω τα φυτεμένα δώματα είναι υποχρεωτικό να έχουν κλίση τουλάχιστον 2% για την αποφυγή λιμναζόντων υδάτων. Δώματα με κλίση 5%-25% παρατηρούνται κυρίως σε κατοικίες με στέγες από κεραμίδια πάνω στα οποία γίνεται η κατάλληλη διαστρωμάτωση με την χρήση εξειδικευμένων αποστραγγιστικών συστημάτων που μπορούν να συγκρατούν το

υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών έναντι της διάβρωσης.

4.2 Φυτεμένο δώμα με κλίση $\geq 25\%$

Σε αυτήν την περίπτωση θεωρείται δεδομένη η χρήση γεωκυψελών συγκράτηση του υποστρώματος. Μια ποσότητα νερού δεν θα μπορεί να συγκρατηθεί από τα φυτά και το υπόστρωμα λόγω μεγάλης κλίσης. Έτσι μπορεί να γίνει αξιοποίηση του βρόχινου νερού με την δυνατότητα διαλογής του και επαναχρησιμοποίησης για το φυτεμένο δώμα. Στέγες με κλίση άνω του 25% είναι προτιμότερο να γίνεται κατασκευή εκτατικού τύπου ώστε στο μικρό σε ύψος υπόστρωμα να καταφέρνουν να ριζώνουν καλά τα φυτά και να μην υπάρχει ο κίνδυνος διάβρωσης του εδάφους.

4.3 Κάθετη φύτευση

Η κάθετη φύτευση η αλλιώς πράσινοι τοίχοι πρωτοεμφανίστηκαν στους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας το 600 Π.Χ. Αυτός ο τύπος φύτευσης βελτιώνει την αισθητική του κτηρίου και το προστατεύει από τις υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού και τις χαμηλές τον χειμώνα αντίστοιχα. Ακόμα παρέχουν ηχομόνωση περιορίζοντας έτσι τις επιπτώσεις της ηχορύπανσης ιδιαίτερα σε μεγάλες οδικές αρτηρίες. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα φυτά σε μια κάθετη φύτευση βοηθούν στην εξάλειψη των ατμοσφαιρικών ρύπων κοντά στο κτήριο. Στις μέρες μας δεν είναι αρκετά διαδεδομένοι και συναντώνται κυρίως σε πόλεις του εξωτερικού όπως το Dubai. Παρόλα αυτά σε μια πόλη όπως η Αθηνά με ελάχιστες πράσινες επιφάνειες θα μπορούσε να αποτελέσει ευχάριστη λύση ώστε να πρασινίσει και να βελτιωθεί το κλίμα της πόλης.



Εικόνα 39 - Κάθετη φύτευση σε ιδιωτική κατοικία
Πηγή εικόνας:(<https://www.gardenguide.gr>)

4.3.1 Φυτά για καθετή φύτευση

Η επιλογή των φυτών θα εξαρτηθεί από τον τοίχο που θα επιλέξουμε και το ποσό φως του ηλίου δέχεται, την υγρασία, τον άνεμο, και το κρύο. Σε κάθε περίπτωση η καλύτερη επιλογή φυτών είναι αυτά που δεν χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα και έχουν αυξημένη αντοχή στην ξηρασία.

Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε ηλιόλουστα σημεία



Εικόνα 40 - Άλυσσος



Εικόνα 41 - Λεβάντα

Αναρριχώμενα με γρήγορη ανάπτυξη



Εικόνα 42 - Αγióκλημα



Εικόνα 43 - Μπουκαμβίλια

Κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε σκιερά σημεία



Εικόνα 44 – Βερβερίδα



Εικόνα 45 - Φτέρη

Πηγή εικόνων : (<https://www.georoniko-kentro.gr>, <https://el.wikipedia.org>)

4.4 Κήπος σε δώμα

Ο κήπος σε δώμα είναι μια απλούστερη μορφή φυτεμένου δώματος. Η δημιουργία του συντελεί στην αναβάθμιση τόσο της αισθητικής όψης της ταράτσας όσο και της ψυχολογικής ηρεμίας του ιδιοκτήτη. Η επιλογή των φυτών είναι απεριόριστη καθώς μπορεί να φιλοξενήσει από μικρές γλάστρες με αρωματικά ή καλλωπιστικά φυτά μέχρι την δημιουργία παρτεριών με φύτευση οπωροκηπευτικών για οικιακή χρήση. Ακόμα σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρείται επιλογή μεγάλων δέντρων τα οποία έχουν αυξημένη αντοχή στις ξηρές συνθήκες που παρατηρούνται στην Ελλάδα κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 46 - Κήπος περιορισμένων διαστάσεων

Πηγή εικόνας:(<https://thedecopages.gr>)

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Γίνεται ευκολά αντιληπτό πως κάθε κατηγορία φυτεμένου δώματος έχει διαφορετικές απαιτήσεις μελέτης, κατασκευής αλλά και συντήρησης. Σε περίπτωση που ο ιδιοκτήτης του οικήματος ενδιαφερθεί να δημιουργήσει μια κάθετη φύτευση, αυτή θα πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή λόγο των ιδιαιτεροτήτων που παρουσιάζει η συγκεκριμένη μέθοδος και ο επιβλέπων

μηχανικός είναι αναγκαίο να έχει την ανάλογη εμπειρία ώστε να αποφευχθούν βλάβες στην πρόσοψη του κτηρίου. Εάν πάλι ο ιδιοκτήτης θέλει να δημιουργήσει ξεχωριστά παρτέρια στο δώμα για αισθητικούς κύριος λόγους αυτά μπορούν να κατασκευαστούν πολύ πιο ευκολά και σε πολλές περιπτώσεις χωρίς κάποια επιπλέον στατική μελέτη. Επιπρόσθετα η τελευταία περίπτωση αποτελεί μια από τις επιλογές που θα μπορούσαν να δώσουν λύση στο φαινόμενο της αστικής ρύπανσης. Εάν όλες οι κατοικίες των μεγάλων αστικών κέντρων παραχωρούσαν ένα μικρό μέρος του δώματος για την τοποθέτηση φυτεμένων παρτεριών τότε συνολικά θα υπήρχαν εκατοντάδες χιλιάδες τετραγωνικά πράσινων επιφανειών τα οποία θα συγκρατούσαν την σκόνη και τα βαρέα μέταλλα και θα αποδέσμευαν στην ατμόσφαιρα οξυγόνο. Αυτό θα έφερε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα εάν είχε συγκροτηθεί ένας κατασκευαστικός νομός που θα αναγκάζει τις υπό ανέγερση κατοικίες και γραφεία να προβούν στην κατασκευή αυτή. Ακόμα και τώρα την εσχάτη στιγμή μπορεί να βρεθεί μια λύση στο ζήτημα αυτό ώστε να πάρει ανάσα το επιβαρυμένο περιβάλλον των πόλεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΦΥΤΑ ΓΙΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία του φυτεμένου δώματος θα πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η σωστή πολυετής λειτουργικότητα του και να αποφευχθούν τυχόν ζημίες στην πλακά λόγω του μεγάλου ριζικού συστήματος. Αυτές οι προϋποθέσεις είναι.

- Να είναι καταλληλά ανάλογα με τον τύπο δώματος που έχουμε επιλέξει.
- Να παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή απέναντι στις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.
- Να έχουν μειωμένες απαιτήσεις σε νερό και συντήρηση.
- Το ριζικό σύστημα να μην αναπτύσσεται σε μεγάλο βάθος.

Αναλυτικότερα, κάθε τύπος δώματος έχει συγκεκριμένη φυτική παλέτα που μπορεί να δημιουργήσει. Έτσι για παράδειγμα στον εκτατικό τύπο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί φυτικό υλικό εντατικού τύπου (δέντρα και μεγάλοι θάμνοι), γιατί αυτά απαιτούν μεγαλύτερο υπόστρωμα ανάπτυξης. Στην αντιστροφή περίπτωση μικροί θάμνοι εκτατικού τύπου, μπορούν να φυτευτούν στο υπόστρωμα εντατικής φύτευσης καθώς είναι αρκετό για το ριζικό σύστημα τους. Ακόμα κάθε περιοχή έχει το δικό της κλίμα και πολλά είδη φυτών ίσως να μην έχουν την δυνατότητα να ανταπεξέλθουν στις καιρικές συνθήκες. Φυτά με αυξημένες απαιτήσεις σε νερό δεν μπορούν να επιβιώσουν σε ξηρές και θέρμες συνθήκες. Σε κάθε περίπτωση η πρώτη επιλογή των μηχανικών είναι φυτά με χαμηλές απαιτήσεις σε νερό και συντήρηση. Συνεπώς σε περίπτωση σφάλματος του συστήματος ύδρευσης αυτά θα καταφέρουν να επιζήσουν. Τέλος φυτά με μεγάλη ριζική ανάπτυξη θα προκαλέσουν βλάβες στα κατωτέρα στρώματα της μόνωσης,

που μπορεί να φτάσει μέχρι την πλακά σκυροδέματος οπότε καλό θα ήταν κατά την επιλογή των φυτών να πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις. Εν συνέχεια γίνεται παρουσίαση του φυτικού υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους τρεις διαφορετικούς τύπους φυτεμένων δωμαίων.

5.1 Φυτά εκτατικού τύπου

- Αουβριετιά



Εικόνα 47 – Αουβριετιά
Πηγή εικόνας:(<https://www.geoponiko-kentro.gr>

Περιγραφή: Αειθαλές ποώδες φυτό με πολυετή ανάπτυξη. Συναντάται στην ελληνική ύπαιθρο παρόλα αυτά μπορεί να καλλιεργηθεί και σε γλάστρα ακόμα και σε σταθερή φύτευση.

Περίοδος ανθοφορίας : Κατά την διάρκεια της άνοιξης με πολυάριθμα άνθη που μπορούν να έχουν διαφορά χρώματα όπως μωβ, κίτρινα, ροζ.

Απαιτήσεις: Ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό. Είναι φυτό φωτόφυλο και προτιμάει τα ελαφριά εδάφη. Το μέγεθος του δεν ξεπερνάει τα 20 εκατοστά σε πλήρη ανάπτυξη. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 10-15 cm.

• Γκαζάνια



Εικόνα 48 – Γκαζάνια

Πηγή εικόνας: (<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Αειθαλές και πολυετές φυτό με πωώδης ανάπτυξη. Τα φύλλα του είναι λογχοειδή χνουδωτά και σκούρο-πράσινα στην επάνω επιφάνεια και αργυρόχρωμα στην κάτω. Το μέγιστο ύψος που μπορεί να παρουσιάσει είναι το μισό μέτρο, παρόλα αυτά αναπτύσσεται κατά το πλάτος κάθε χρόνο.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία της διαρκεί από τις αρχές της άνοιξης μέχρι και τα πρώτα κρύα του χειμώνα. Παρουσιάζει άνθη διαφόρων χρωμάτων όπως κίτρινα πορτοκαλί και μωβ ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να είναι δίχρωμα ακόμα και τρίχρωμα.

Απαιτήσεις: Προτιμάει καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Έχει μεσαίες απαιτήσεις σε νερό. Είναι ένα φυτό που έχει μεγάλη ανάγκη τον ήλιο ώστε να μπορέσει να δήξει την πλούσια ανθοφορία του. Είναι ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες και την αλατότητα κάτι που το κάνει ιδανικό για παραθαλάσσιες θέσεις φύτευσης. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 10-15 cm.

- Περοβσκία



Εικόνα 49 – Περοβσκία
Πηγή εικόνας:(<https://www.georoniko-kentro.gr>

Περιγραφή: Πολυετές και αειθαλές φυτό που χαρακτηρίζεται από την κατακόρυφη πωώδη ανάπτυξη του. Το μέγιστο ύψος του φτάνει το ενάμισι μέτρο και το πλάτος του το ένα μέτρο.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία του ξεκινάει από τα μέσα του καλοκαιριού και διαρκεί έως και τα τέλη του φθινοπώρου. Τα φύλλα του είναι αρωματικά και οι ταξιανθίες του παρουσιάζουν άνθη χρώματος μωβ και μπλε.

Απαιτήσεις: Είναι φυτό φωτόφυλο και προτιμάει τα αποστραγγίζοντα εδάφη. Το πότισμα του πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα με μικρές ποσότητες νερού ώστε να μπει το έδαφος να στεγνώνει γρηγορά. Είναι ανθεκτικό στο κρύο ακόμα και σε θερμοκρασίες τον μείον είκοσι βαθμούς. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 10-15 cm.

5.2 Φυτά ημιεντατικού τύπου

● Λαντάνα



Εικόνα 50 – Λαντάνα

Πηγή εικόνας:(<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Η Λαντάνα είναι ένα αειθαλές κατά κύριο λόγο φυτό όμως σε μερικά κλίματα όπως το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας λειτουργεί ως ημιαειθαλές και αυτό διότι προσαρμόζει και ρίχνει το φύλλωμα του ανάλογα με το πόσο βαρύς είναι ο χειμώνας. Υπάρχουν δυο ποικιλίες τις οποίες μπορεί να βρει κάποιος το φυτό. Στην ορθόκλαδη ποικιλία το μέγιστο ύψος του φυτού φτάνει το ενάμιση μέτρο ενώ στην έρπουσα ποικιλία το μέγιστο ύψος φτάνει το μισό μέτρο.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία του διαρκεί αρκετούς μήνες αφού ξεκινάει από την άνοιξη μέχρι τα τέλη του φθινοπώρου. Το φύλλωμα του είναι αρκετά πυκνό με τραχεία χνοώδη επιφάνεια και οδοντωτά φύλλα που απελευθερώνουν μια δυσάρεστη οσμή. Κατά την διάρκεια ανθοφορίας δημιουργούνται πολυάριθμα σωληνοειδή άνθη οργανωμένα σε ταξιανθίες. Κύριο χαρακτηριστικό του φυτού είναι τα πολύχρωμα άνθη ακόμα και στην ίδια ταξιανθία. Τα άνθη τα συναντάμε σε κίτρινο, κόκκινο, ροζ, πορτοκαλί χρώμα.

Απαιτήσεις: Δεν έχει ιδιαίτερες εδαφικές απαιτήσεις αφού μπορεί να ευδοκιμήσει σε όλους τους τύπους εδαφών σε ηλιόλουστες η ημισκιερές θέσεις φύτευσης. Επίσης οι ανάγκες σε νερό είναι μειωμένες εκτός από τους καλοκαιρινούς μήνες που πρέπει να γίνεται πιο τακτικά. Ακόμα δεν αντέχει τις χαμηλές θερμοκρασίες και είναι αναγκαίο να προστατεύεται από τον παγετό. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 15-25 cm.

- **Ερείκη**



Εικόνα 51 – Ερείκη
Πηγή εικόνας:(<https://www.geoponiko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Η Ερείκη η ρείκι είναι χαμηλός αιθαλές θάμνος της οικογένειας των ερεικωδών η οποία αριθμεί πάνω από 700 είδη. Το μέγιστο ύψος που μπορεί να φτάσει είναι το ένα μέτρο. Στην χωρά μας συναντώνται τέσσερα είδη γνωστά και ως ρείκια. Είναι μελισσοκομικό φυτό καθώς ελκύει τις μέλισσες και παράγει άριστης ποιότητας μελί.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία του είναι έντονη και τα λουλούδια του φυτού ξεκινούν από την ριζά. Έχει βελονοειδή φύλλα με πολυάριθμα καμπανοειδή άνθη. Ανθίζει από τις αρχές του φθινοπώρου έως και τα τέλη του χειμώνα στις θερμότερες περιοχές σε αποχρώσεις του ροζ, μωβ ακόμα και με λευκά άνθη.

Απαιτήσεις: Δεν έχει ιδιαίτερες εδαφικές απαιτήσεις αφού μπορεί να ευδοκιμήσει

σε όλους τους τύπους εδαφών. Για να δώσει έντονη ανθοφορία θα πρέπει να φυτευτεί σε ηλιόλουστη θέση. Οι απαιτήσεις του σε νερό είναι ελάχιστες καθώς χρειάζεται αραιή συχνότητα ποτίσματος. Είναι ένα φυτό με εξαιρετική αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και τον παγετό. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 15-25 cm.

- **Τεύκριο**



Εικόνα 52 – Τεύκριο

Πηγή εικόνας:(<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Το Τεύκριο είναι αειθαλές και πολυετές θάμνος με σφαιρικό σχήμα. Υπάρχουν δυο καλλιεργήσιμα είδη, ένα θαμνώδες που φτάνει το ενάμισι με δυο μέτρα ύψος και πλάτος και ένα ποώδες που μπορεί να φτάσει τα εβδομήντα εκατοστά σε ύψος και διάμετρο.

Περίοδος ανθοφορίας: Ανθίζει από τον Ιούνιο μέχρι τον Σεπτέμβριο με μικρά μπλε λουλούδια και λογχοειδή φύλλα αργυροπράσινου χρώματος για το θαμνοειδές είδος και ροζ η λευκά λουλούδια για το ποώδες.

Απαιτήσεις: Είναι φυτό που προτιμά τα ελαφρά, καλά σταγγιζόμενα εδάφη και τα ηλιόλουστα σημεία φύτευσης. Οι απαιτήσεις όσον αφορά το πότισμα του είναι

μέτριες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία χαμηλών φρακτών και για γενική εδαφοκάλυψη. Ακόμα δεν παρουσιάζει ιδιαίτερη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες και τον παγετό ενώ από την άλλη αντέχει για φύτευση κοντά στην θάλασσα. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 15-25 cm.

5.3 Φυτά εντατικού τύπου

- **Πικροδάφνη**



Εικόνα 53 – Πικροδάφνη
Πηγή εικόνας:(<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Η Πικροδάφνη είναι αιθαλής καλλωπιστικός θάμνος με μεγάλα λουλούδια. Έχει γρήγορη ανάπτυξη και με το κατάλληλο κλάδεμα μπορεί να φτάσει 4 μέτρα ύψος. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα για την διαμόρφωση παρτεριών και φραχτών σε φυτεμένα δώματα καθώς και σε γλάστρες στο μπαλκόνι.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία της που μπορεί να ξεκινήσει στα τέλη της άνοιξης και να διαρκέσει μέχρι τις αρχές του φθινοπώρου είναι εντυπωσιακή. Τα φύλλα είναι σκούρου πράσινου χρώματος αντίθετα και λογχοειδή. Φέρει άνθη στις κορυφές των βλαστών με πέντε μεγάλα πέταλα σε αποχρώσεις του

κόκκινου, ροζ, λευκού αλλά υπάρχουν και ποικιλίες χρώματος πορτοκαλί η μωβ.

Απαιτήσεις: Η Πικροδάφνη μπορεί να αναπτυχθεί σε όλα τα εδάφη ακόμα και στα πιο άγονα, αμμώδη και ασβεστώδη. Ευδοκίμει τόσο σε ηλιόλουστες θέσεις όσο και σε ημισκιερές δίνοντας μας μια πλούσια ανθοφορία. Δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε νερό παρόλα αυτά τους καλοκαιρινούς μήνες για να επιτευχθεί μια πλούσια ανθοφορία θα πρέπει να ποτίζεται τακτικά. Είναι ανθεκτική στον καύσωνα του καλοκαιριού στον παγετό, ακόμα και σε παραθαλάσσια μέρη εξαιτίας της ανεκτικότητας στην αλατότητα της θάλασσας. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 25-100 cm.

- **Κουμαριά**



Εικόνα 54 – Κουμαριά
Πηγή εικόνας:(<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Η Κουμαριά είναι μεσογειακός θάμνος. Παρόλα αυτά με το κατάλληλο κλάδεμα μπορεί να αναπτυχθεί σαν δέντρο και να φτάσει έως και τα 4 μετρά ύψος και σε διάμετρο τα δυο μετρά. Τα παλαιότερα χρονιά ήταν διαδεδομένος στις χώρες τις μεσογείου όμως λόγω της ομορφιάς της έχει μεταφερθεί σε ολόκληρο των κόσμο.

Περίοδος ανθοφορίας: Ανθοφορεί από τον Οκτώβρη έως και το τέλος του Νοέμβρη με άνθη λευκού η ρόδινου χρώματος. Ακόμα παράγει εδώδιμους καρπούς οι οποίοι παραμένουν στο δέντρο για έναν χρόνο μέχρι να ωριμάσουν. Το φύλλωμα της είναι πλούσιο από ωοειδή οδοντωτά και σκουροπράσινα φύλλα στην περιφέρεια.

Απαιτήσεις: Για να αναπτυχθεί η κουμαριά χρειάζεται μια ηλιόλουστη θέση φύτευση προστατευμένη από τους δυνατούς ανέμους. Προτιμάει τα όξινα και καλά στραγγιζόμενα εδάφη. Δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε νερό και παρουσιάζει μεγάλη ανθεκτικότητα στις χαμηλές θερμοκρασίες. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 25-100 cm.

- **Αγιόκλημα**



Εικόνα 55 – Αγιόκλημα
Πηγή:(<https://www.georoniko-kentro.gr>)

Περιγραφή: Το Αγιόκλημα είναι ένα αειθαλές αναρριχώμενο φυτό με μεγάλο ρυθμό ανάπτυξης. Αποτελείται από 180 είδη. Μπορεί να αναπτυχθεί σε ύψος που ξεπερνά τα δέκα μετρά ενώ τείνει να αποκτήσει και μεγάλη διάμετρο γι' αυτό θα πρέπει να κλαδεύεται στα επιθυμητά όρια.

Περίοδος ανθοφορίας: Η ανθοφορία του ξεκινά τον Μάιο και διαρκεί όλο το

καλοκαίρι. Τα φύλλα του είναι μεγάλα ωοειδή πορφυροπράσινου χρώματος. Δημιουργεί πλούσια ανθοφορία λευκού χρώματος που στην συνέχεια γίνονται κίτρινα. Τα άνθη του απελευθερώνουν ένα πολύ ελκυστικό άρωμα κάτι που το κάνει ιδιαίτερα δημοφιλές στις αυλές και τα μπαλκόνια των ελληνικών σπιτιών.

Απαιτήσεις: Δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις όσον αφορά το έδαφος καθώς μπορεί να αναπτυχθεί σε όλους τους τύπους εδαφών, δείχνει όμως μια μικρή προτίμηση στα υγρά. Του αρέσουν οι ηλιόλουστες θέσεις παρόλα αυτά μπορεί μεγαλώσει και σε ημισκιερές θέσεις φτάνει να δέχεται άπλετο ηλιακό φως. Έχει δυνατό ριζικό σύστημα που αναπτύσσεται τόσο πλευρικά όσο και σε βάθος. Επίσης θέλει άφθονο νερό και τακτικό πότισμα ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Είναι ανθεκτικό στο κρύο και τον παγετό. Έχει εξαιρετική αντοχή στην αλατότητα κάτι που το κάνει ιδανικό για παραθαλάσσιες θέσεις φύτευσης. Η ελάχιστη απαίτηση σε υπόστρωμα είναι της τάξεως των 25-100 cm.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Παρατηρούμε πως η επιλογή φυτών είναι συγκεκριμένη για κάθε κατηγορία δώματος. Αποτελεί το τελευταίο στάδιο στην δημιουργία του πράσινου δώματος και θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή. Έτσι για παράδειγμα σε ένα εκτακτικό δώμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε από πώδη φυτά έως μικρούς θάμνους αφού έχει προηγηθεί η κατάλληλη διαστρωμάτωση. Στον ημιεντατικό η φύτευση περιέχει από χλοοτάπητα έως μεγάλους θάμνους, ενώ στον εντατικό τύπο δώματος υπάρχει η δυνατότητα εφόσον έχει προηγηθεί ο στατικός έλεγχος να τοποθετηθούν ακόμα και μεγάλα δέντρα. Σε κάθε περίπτωση καλό θα ήταν να επιλέγουν φυτά και δέντρα που απαιτούν μέτρια συντήρηση και περιστασιακή άρδευση ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η οικονομική επιβάρυνση της συντήρησης για τους κάτοικους της οικίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: Εφαρμογή φυτεμένου δώματος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναλύθηκε και στα προηγούμενα κεφάλαια τα φυτεμένα δώματα αποτελούν μια νέα τάση στον τομέα των βιοκλιματικών κατασκευών που όμως δεν έχουν αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό στην χώρα μας μέχρι αυτή την στιγμή. Σε αυτό το κεφάλαιο περνάμε από την θεωρία στην πράξη αφού θα εξεταστεί η εφαρμογή φυτεμένου δώματος σε υπάρχον νηπιαγωγείο του δήμου Περιστερίου. Μετά από ερευνά πολλών δημοσίων και ιδιοτήτων κτιρίων καταλήξαμε στο σχολικό κτίριο διότι προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα τόσο κατά την φάση κατασκευής του φυτεμένου δώματος όσο και στην μετέπειτα ύπαρξη του. Ένα από τα πλεονεκτήματα είναι η χρηματοδότηση του έργου καθώς η συγκεκριμένη δράση μπορεί να ενταχθεί σε προγράμματα όπως το “ ΕΣΠΑ ” και να συγχρηματοδοτηθεί από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης. Ακόμα οι εργασίες κατασκευής μπορούν να πραγματοποιηθούν τους καλοκαιρινούς μήνες που τα σχολεία είναι κλειστά και το έργο των κατασκευαστών να γίνει ευκολότερο χωρίς να υπάρχει η όχληση των παιδιών. Επιπλέον με την ολοκλήρωση της πράσινης στέγης οι θερμοκρασιακές συνθήκες εντός του νηπιαγωγείου θα είναι καλύτερες και οι μαθητές θα έχουν την δυνατότητα να μελετήσουν σε ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα θα εξεταστούν:

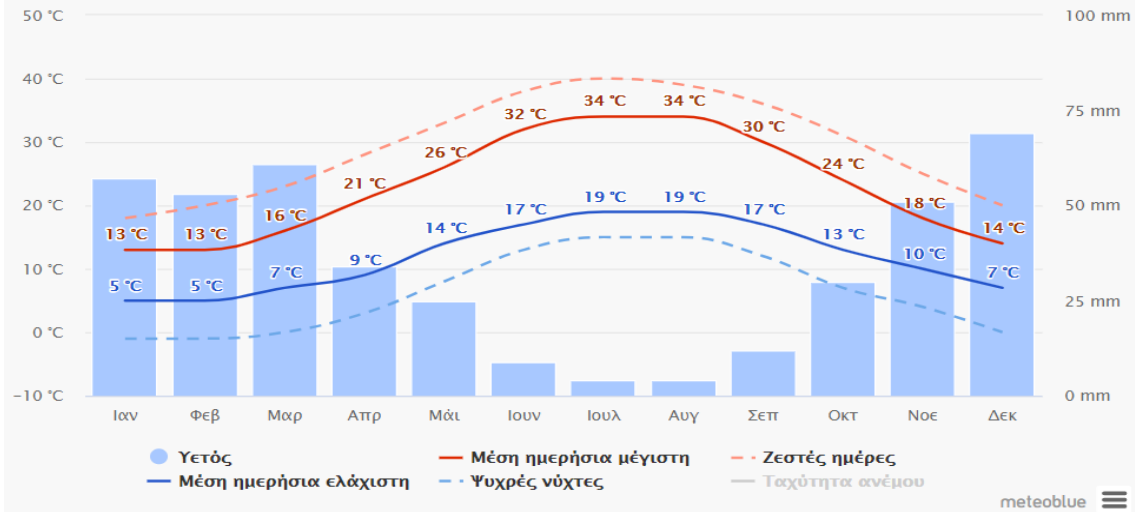
- Ο τύπος φυτεμένου δώματος που θα χρησιμοποιηθεί.
- Υπολογισμός συνολικού βάρους για τον συγκεκριμένο τύπο δώματος
- Οι στρώσεις των υλικών και η κοστολόγηση του φυτεμένου δώματος.
- Η φωτορεαλιστική απεικόνιση του φυτεμένου δώματος.

6.1 Ο Δήμος Περιστεριού

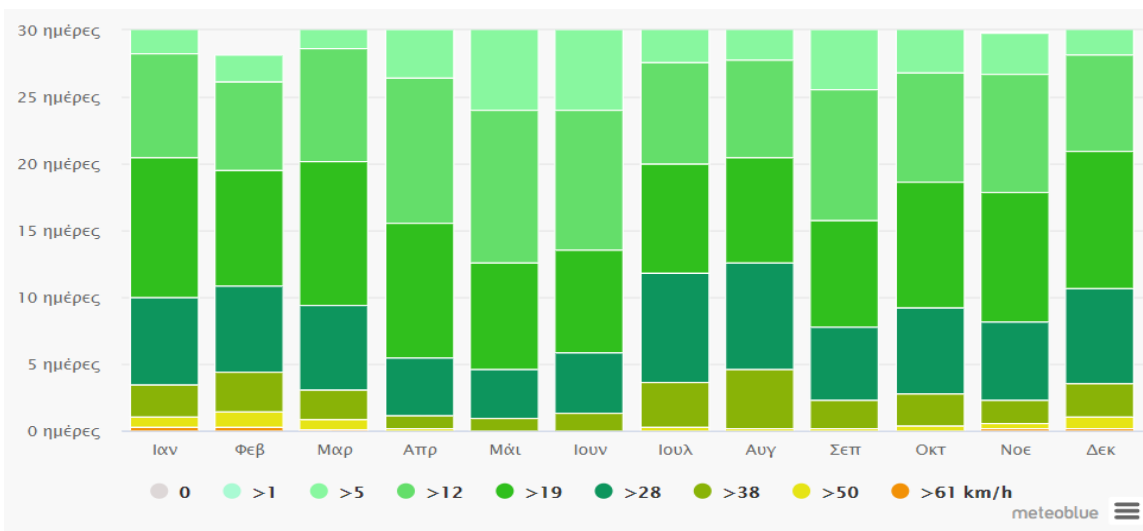
Η πόλη του Περιστεριού εκτείνεται 4,5 χιλιόμετρα βορειοδυτικά του κέντρου της πρωτεύουσας μέχρι τους πρόποδες του ορεινού όγκου Ποικίλου. Ο Δήμος είναι ο πολυπληθέστερος στον δυτικό τομέα της Αττικής και ο 8^{ος} πολυπληθέστερος στην Ελλάδα με 139.981 κάτοικους σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Συνορεύει βορειά με τον Δήμο Ιλίου ανατολικά με τον Δήμο της Αθήνας ,δυτικά με του Χαϊδαρίου και νοτιά με τον Δήμο Αιγάλεω. Η πρόσβαση στο Περιστέρι είναι αρκετά εύκολη τόσο με όχημα όσο και με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Στα ανατολικά όρια του Δήμου βρίσκεται η λεωφόρος Κηφισού και στα δυτικά η λεωφόρος Αθηνών. Το Περιστέρι διαθέτει 3 σταθμούς μετρό. Ο σταθμός Άγιος Αντώνιος είναι ο πρώτος που λειτούργησε στις 9 Αυγούστου του 2004 ενώ οι άλλοι δυο σταθμοί (Περιστέρι , Ανθούπολη) τέθηκαν σε λειτουργία στις 6 Απριλίου του 2013.

6.2 Κλιματολογικές συνθήκες περιοχής

Το κλίμα της περιοχής είναι εύκρατο και χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 18,3 βαθμούς κελσίου. Ο θερμότερος μήνας θεωρείται ο Ιούλιος όπου μπορεί να παρατηρηθούν και θερμοκρασίες άνω των 40 βαθμών (καύσωνας) ενώ ο ψυχρότερος ο Ιανουάριος. Τον χειμώνα η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι 9 βαθμούς κελσίου. Οι χιονοπτώσεις είναι σπάνιες για την περιοχή και διαρκούν συνήθως μια με δυο μέρες. Οι βροχοπτώσεις ξεκινούν από τις αρχές φθινοπώρου μέχρι τα τέλη της άνοιξης ενώ το υπόλοιπο διάστημα αυτές θεωρούνται σπάνιες. Παρακάτω παρατίθενται μετεωρολογικά διαγράμματα που αποτυπώνουν τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής.



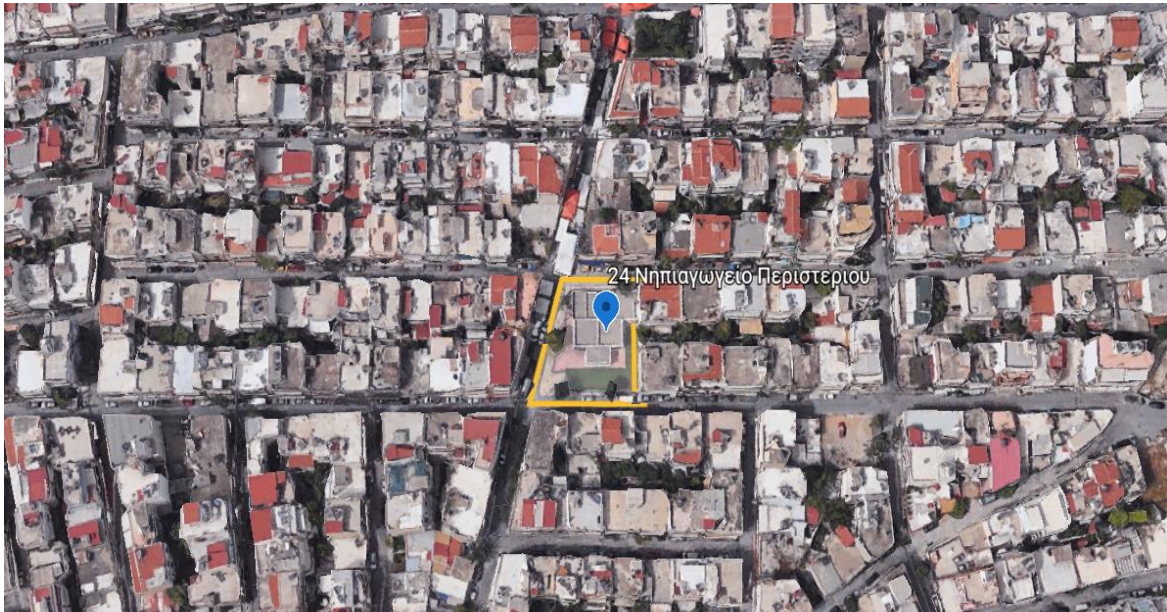
Διάγραμμα 1 - Μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων στην περιοχή
 Πηγή: (<https://www.meteoblue.com>)



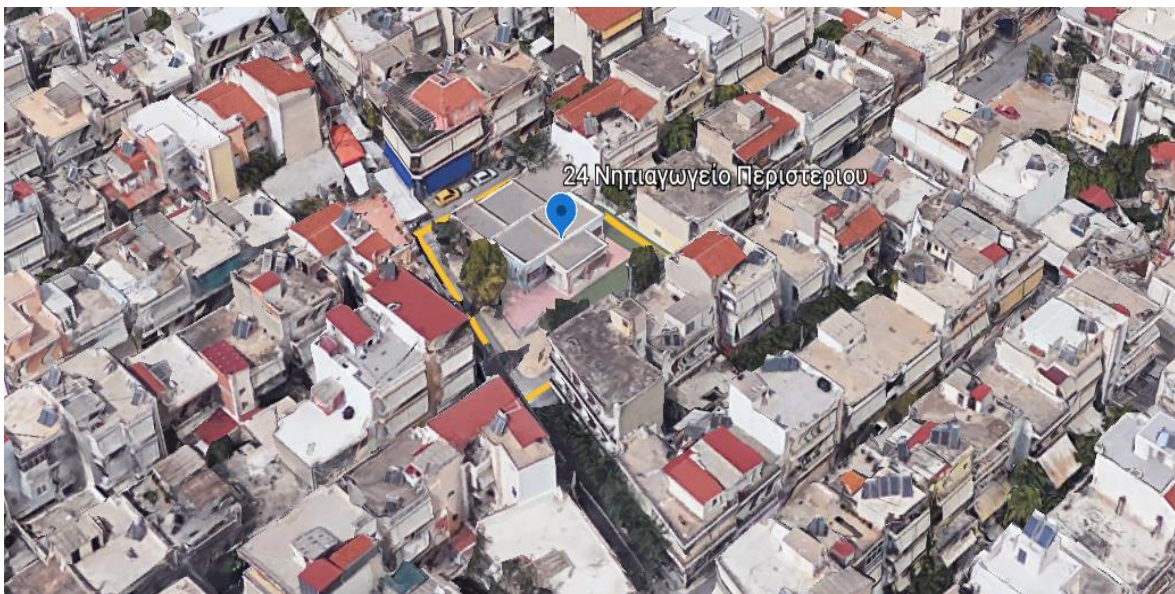
Διάγραμμα 2 - Ταχύτητα ανέμου στην περιοχή
 Πηγή: (<https://www.meteoblue.com>)

6.3 Τοποθεσία κτηρίου μελέτης

Το νηπιαγωγείο βρίσκεται στα δυτικά του Δήμου Περιστερίου και συγκεκριμένα στη συμβολή των οδών Καπετάν Χρόνα και Εθνικής Αντιστάσεως. Η οικοδόμηση του συμπεριλήφθηκε σε ένα έργο συνολικά τεσσάρων σχολικών συγκροτημάτων στέγασης η οποία ξεκίνησε το 2000. Ο ισόγειος χώρος είναι εμβαδού 285 τ.μ. και διαθέτει 2 αίθουσες χωρητικότητας 50 συνολικά παιδιών, αίθουσα υποδοχής, κουζίνα, λουτρό και χώρο τραπεζαρίας. Για πρώτη φορά λειτούργησε το έτος 2002.



Εικόνα 56 - Τοποθεσία κτηρίου
Πηγή: (<https://earth.google.com>)



Εικόνα 57 - Τοποθεσία κτηρίου
Πηγή:(<https://earth.google.com>)

6.4 Τύπος φυτεμένου δώματος

Ο τύπος φυτεμένου δώματος που αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί είναι ο εκτατικός. Ένας από τους λόγους που μας οδήγησαν σε αυτή την επιλογή είναι η μη προσβασιμότητα που παρουσιάζει το δώμα. Ακόμα δεν μπορούσαμε να μην λάβουμε υπόψη τον χαρακτήρα του κτηρίου. Στα δημόσια κτήρια ως επί το πλείστον χρησιμοποιούνται κατηγορίες φυτών τα οποία είναι ανθεκτικά στην ξηρασία και έχουν χαμηλές απαιτήσεις σε νερό και φροντίδα. Αλώςτε, υπάρχουν και μερικές περιπτώσεις που έχουν δημιουργηθεί ημιεντατικού τύπου φυτεμένα δώματα σε δημόσια κτήρια, με διάρκεια ζωής ενός χρόνου διότι παρατηρήθηκε ξήρανση των φυτών. Αυτό το αποτέλεσμα προκλήθηκε εξαιτίας της αδιαφορίας των συντηρητών να κάνουν αλλαγή στην μπαταριά που χρειάζεται το εγκατεστημένο αυτόματο πότισμα.

6.5 Υπολογισμός συνολικού βάρους των στρώσεων

Παρακάτω θα γίνει ο υπολογισμός του συνολικού βάρους που έχει ο εκτατικός τύπος δώματος που θα χρησιμοποιήσουμε μαζί με την θερμομόνωση και την πλακά οπλισμένου σκυροδέματος. Σε κάθε περίπτωση πριν την δημιουργία φυτεμένου δώματος θα πρέπει να έχει προηγηθεί υπολογισμός της στατικής επάρκειας της κατασκευής. Δυστυχώς η εύρεση στατικής μελέτης του κτηρίου ήταν αδύνατο να βρεθεί και έτσι αναγκαστήκαμε να μην προχωρήσουμε στον υπολογισμό της.

Πίνακας 4 - Στρώσεις υλικών φυτεμένου δώματος και υπολογισμός του βάρους

ΣΤΡΩΣΗ	ΥΛΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΥΨΟΣ [mm]	ΒΑΡΟΣ [kg/m²]
ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	150	382
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	Εξηλασμένη πολιστερίνη (Dow)	80	2,00
ΑΦΡΟΜΠΕΤΟΝ ΡΥΣΕΩΝ	Μείγμα τσιμέντου + αφρός υψηλής αντοχής	50-100	20-40 <u>Μέσω βάρους 30</u>
ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ + ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ	FPO Τύπου Sarnafil TG-66-15*	10	1.5
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	TSM 32*	3	3.35
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	FD 25-E*	25	4.6
ΔΙΗΘΗΤΙΚΟ ΦΙΛΤΡΟ	Θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο	0,60	0,100
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	Αδρανή υλικά		

ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ (ΚΟΡΕΣΜΕΝΟ)	εμπλουτισμένο με οργανικά στοιχεία	100	110
ΣΥΝΟΛΙΚΑ	–	–	533,55

Υπολογίσθηκε πως το συνολικό φορτίο που θα δεχθεί η κατασκευή είναι 533,55 kg/m². Αν αφαιρέσουμε το βάρος της πλάκας που υπολογίστηκε 382 kg/m² προκύπτει ότι το εξτρά φορτίο των στρώσεων είναι 151,55 kg/m². Διαπιστώνουμε πως η εγκατάσταση εκτατικού τύπου στο δώμα του σχολείου είναι ασφαλής και δεν χρειάζεται ο στατικός έλεγχος καθώς βρισκόμαστε πολύ κοντά στα όρια εκτατικού τύπου που έχουν κριθεί από την νομοθεσία από 80 έως 150 kg/m².

6.6 Υλικά κατασκευής και στρώσεις φύτευσης

Για την δημιουργία του φυτεμένου δώματος διατηρήθηκε η υπάρχουσα μόνωση η οποία αποτελείται από ασφαλτόπανο και πάνω σε αυτήν προστέθηκε με την σειρά η θερμομόνωση, το αφρομπετόν ρύσεων , η αντιριζική μεμβράνη , το υπόστρωμα προστασίας της μόνωσης , το αποστραγγιστικό σύστημα , το διηθητικό φίλτρο , το μηχανικό υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών και τέλος ακολουθήσε η φύτευση. Όλα τα υλικά θα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους. Οι στρώσεις φύτευσης που παρατίθενται παρακάτω είναι συγκεκριμένης εταιρίας και φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Τεχνικών Εγκρίσεων.

6.6.1 Εξηλασμένη πολυστερίνη της DOW



Εικόνα 58 - Εξηλασμένη πολυστερίνη
Πηγή: (<https://www.kaxirismonotika.gr>)

πρόβλημα από το υπόλοιπο βάρος των στρώσεων του φυτεμένου δώματος. Η υδροαπορροφητικότητα της είναι χαμηλή $WL(t)$ 0.7 ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος υγρασίας στην πλακά. Η τοποθέτηση της είναι εύκολη καθώς κάθε κομμάτι της εφάπτεται στο προηγούμενο δημιουργώντας μια επίπεδη στρώση μόνωσης.

Μονωτικό υλικό το οποίο θα τοποθετηθεί πάνω από το ασφαλτόπανο. Δημιουργείται με την διαδικασία της εξέλασης αφρώδους πολυστερίνης με αποτέλεσμα να δίνει ένα μονωτικό υλικό με χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0,033$). Ακόμα παρουσιάζει υψηλή αντοχή στη συμπίεση χωρίς να δημιουργείται

6.6.2 Αφρομπετόν ρήσεων

Το αφρομπετόν είναι προϊόν χαμηλού βάρους και κατάλληλο για την δημιουργία ρήσεων σε φυτεμένα δώματα. Έχει πυκνότητα από 25 - 50 Kg/m² και



Εικόνα 59 - Αφρομπετόν ρήσεων
Πηγή: (<https://www.monodomiki.gr>)

ιδιότητες. Σχηματίζεται από την ανάμιξη ενυδατωμένου τσιμέντου με αναλογία

παράγεται στον χώρο του εργοταξίου. Σχηματίζεται από την ανάμιξη ενυδατωμένου τσιμέντου με αναλογία (0,5 kg νερού ανά Kg τσιμέντου) και αφρού υψηλής αντοχής. Στην συνέχεια μέσω ειδικής αντλίας το προϊόν μεταφέρεται στον χώρο του δώματος. Αυτή η διαδικασία προσφέρει επίσης θερμομονωτικές και ηχομονωτικές

(0,5 kg νερού ανά Kg τσιμέντου) και αφρού υψηλής αντοχής. Στην συνέχεια μέσω ειδικής αντλίας το προϊόν μεταφέρεται στον χώρο του δώματος. Αυτή η διαδικασία προσφέρει επίσης θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες.

6.6.3 Αντιριζική μεμβράνη WSF 40 της ZinCo



Εικόνα 60 - Αντιριζική μεμβράνη
Πηγή:(<https://www.egreen.gr>)

Αντιριζική μεμβράνη από φύλλα πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας βάρους ~ 320g/m² χωρίς χημικά πρόσθετα με ευκολία στην τοποθέτηση. Παρουσιάζει αντοχή στον εφελκυσμό και είναι εύκαμπτη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι ανθεκτική στη διείσδυση των ριζών των φυτών χαμηλής βλάστησης με ύψος έως και 50 cm. Διαστρώνεται και συγκολλείται με αλληλοεπικάλυψη των φύλλων μέσω θερμού αέρα. Όσον αφορά τα στηθαία η εφαρμογή της γίνεται 5 cm πάνω από το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών. Ενδείκνυται για δώματα εκτατικού τύπου.

Αντιριζική μεμβράνη από φύλλα πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας βάρους ~ 320g/m² χωρίς χημικά πρόσθετα με ευκολία στην τοποθέτηση. Παρουσιάζει αντοχή στον εφελκυσμό και είναι εύκαμπτη στις χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι ανθεκτική στη διείσδυση των ριζών των φυτών χαμηλής

6.6.4 Υπόστρωμα προστασίας TSM 32 της ZinCo



Εικόνα 61 - Υπόστρωμα προστασίας
Πηγή:(<https://www.egreen.gr>)

Συνθετικό υπόστρωμα προστασίας από ανακυκλωμένες πολυεστερικές ίνες, κατασκευασμένη σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο Ποιότητας EN ISO 13428. Έχει αυξημένη ικανότητα αποθήκευσης νερού και θρεπτικών συστατικών. Πάχους ~ 3 mm και βάρους ~ 350 g/m² με δυνατότητα αποθήκευσης νερού ~ 3 l/m². Έχει υψηλή αντοχή στην θερμότητα και μηχανική αντοχή κατηγορίας 3. Συγκολλείται πάνω από την αντιριζική μεμβράνη ενώ στα

στηθαία τοποθετείται 5 cm πάνω από το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών.

6.6.5 Αποστραγγιστικό στοιχείο Floradrain FD 25-E της ZinCo

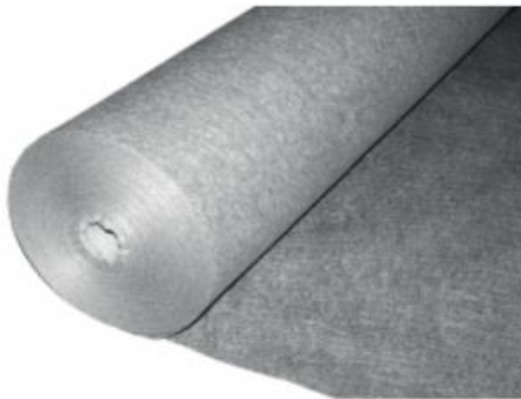


Εικόνα 62 - Αποστραγγιστικό στοιχείο
Πηγή:(<https://www.egreen.gr>)

Ειδικό αποστραγγιστικό σύστημα υψηλής μηχανικής ανοχής, κατασκευασμένο από ανακυκλωμένη πολυολεφίνη (PO-PE). Έχει πάχος 2,5 cm και βάρος 1,6 kg/m² με δυνατότητα αποθήκευσης νερού της τάξεως των 3 l/m² και προώθησης αυτού προς τα φυτά. Παράλληλα μέσω των οπών που

διαθέτει στην άνω επιφάνεια του διασφαλίζει την κυκλοφορία του αέρα στο σύστημα υποδομή. Διαστρώνονται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 10 cm. Κατάλληλο για τοποθέτηση σε εκτατικού τύπου φυτεμένα δώματα.

6.6.6 Διηθητικό φίλτρο SF της ZinCo



Εικόνα 63 - Διηθητικό φίλτρο
Πηγή:(<https://www.egreen.gr>)

Διηθητικό φίλτρο κατασκευασμένο από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο το οποίο τοποθετείτε πάνω από το αποστραγγιστικό σύστημα με βάρος ~ 100 g/m² και πάχος ~ 0,60mm . Είναι κατάλληλο για εκτατικό τύπο δώματος και δίνει υψηλή αντοχή σε μηχανική καταπόνηση ενώ είναι ανθεκτικό στα λιπάσματα και στις

εκκρίσεις των ριζών. Σημαντικό υλικό διαστρωμάτωσης καθώς καταφέρνει να απομακρύνει το νερό κρατώντας τυχόν τεμάχια από το μηχανικό υπόστρωμα.

6.6.7 Μηχανικό υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών της egreen XS



Εικόνα 64 - Μηχανικό υπόστρωμα
Πηγή: (<https://www.egreen.gr>)

σε νερό είναι 37% κατά όγκο. Εξασφαλίζει επαρκή αερισμό στο ριζικό σύστημα ακόμα και σε συνθήκες πλήρως κορεσμού. Μεταφέρεται συνήθως σε σάκους και με την βοήθεια γερανού τοποθετείται στο δώμα. Είναι κατάλληλο για την κατασκευή φυτεμένων δωματίων εκτατικού τύπου και την ανάπτυξη ξηρανθεκτικών μεσογειακών φυτικών ειδών.

Ειδικά επεξεργασμένο υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών από υψηλής ποιότητας αδρανή στοιχεία και κομπόστ φυτικής προέλευσης. Είναι ένα 100% ανακυκλώσιμο προϊόν με υψηλή υδατοπερατότητα και εξαιρετικά σταθερή δομή, κάτι που το κάνει ιδιαίτερα ανθεκτικό σε συνθήκες παγετού. Η μέγιστη περιεκτικότητα που παρουσιάζει

6.6.8 Φύτευση



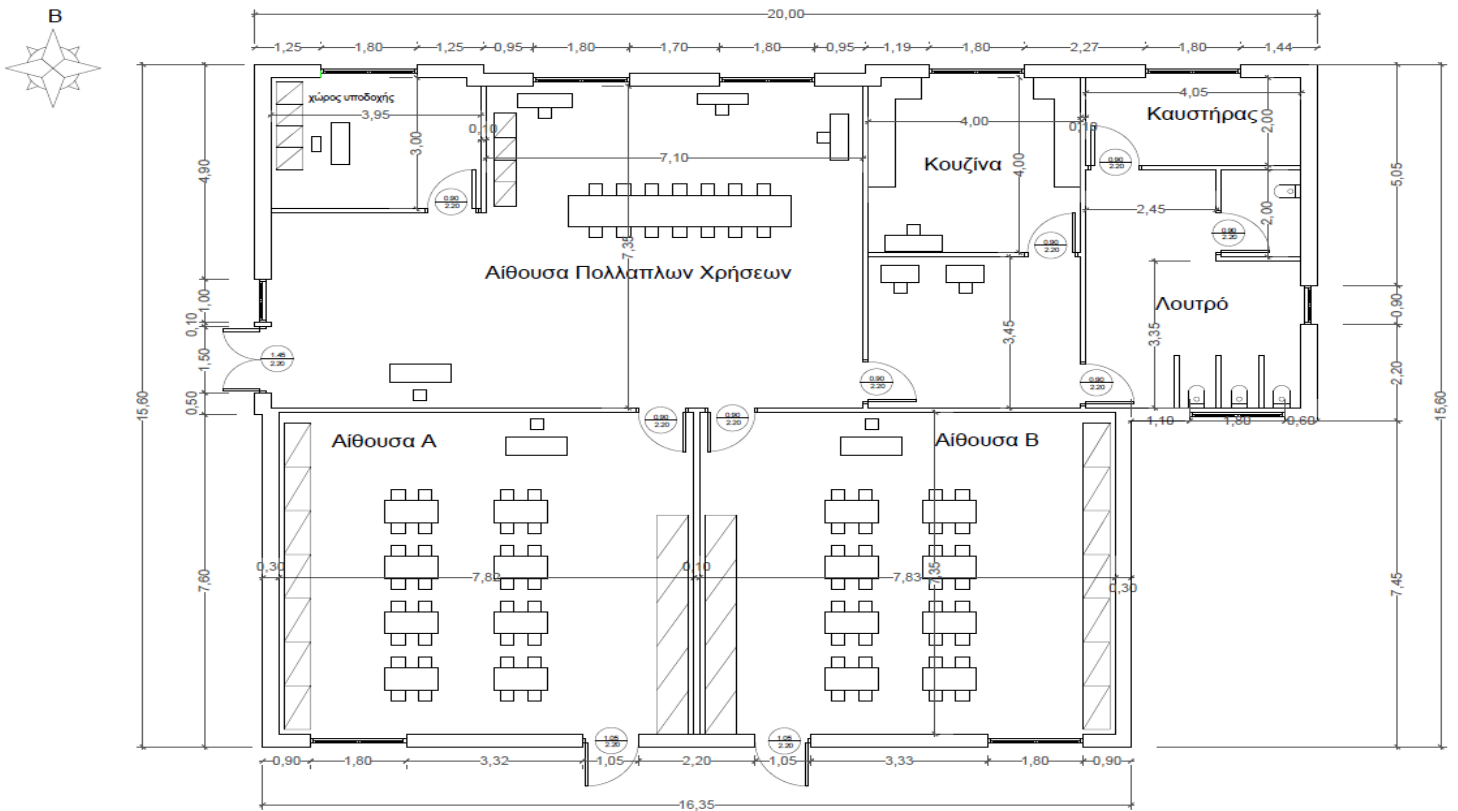
Εικόνα 65 – Φύτευση
Πηγή: (<https://www.urbangardensweb.com>)

Αποτελεί το τελευταίο στάδιο της δημιουργίας του φυτεμένου δώματος. Όπως είδαμε και παραπάνω στην περιοχή τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις είναι ελάχιστες ενώ παράλληλα η μέση τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας είναι 33° C. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η βλάστηση που θα χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνει φυτά με ελάχιστη συντήρηση και ικανά να αναπτυχθούν χωρίς την χρήση αυτομάτου ποτίσματος. Πιο συγκεκριμένα θα φυτευτούν από sedums έως μικρά χόρτα, ανθοφόρα ποώδη φυτά και βότανα.

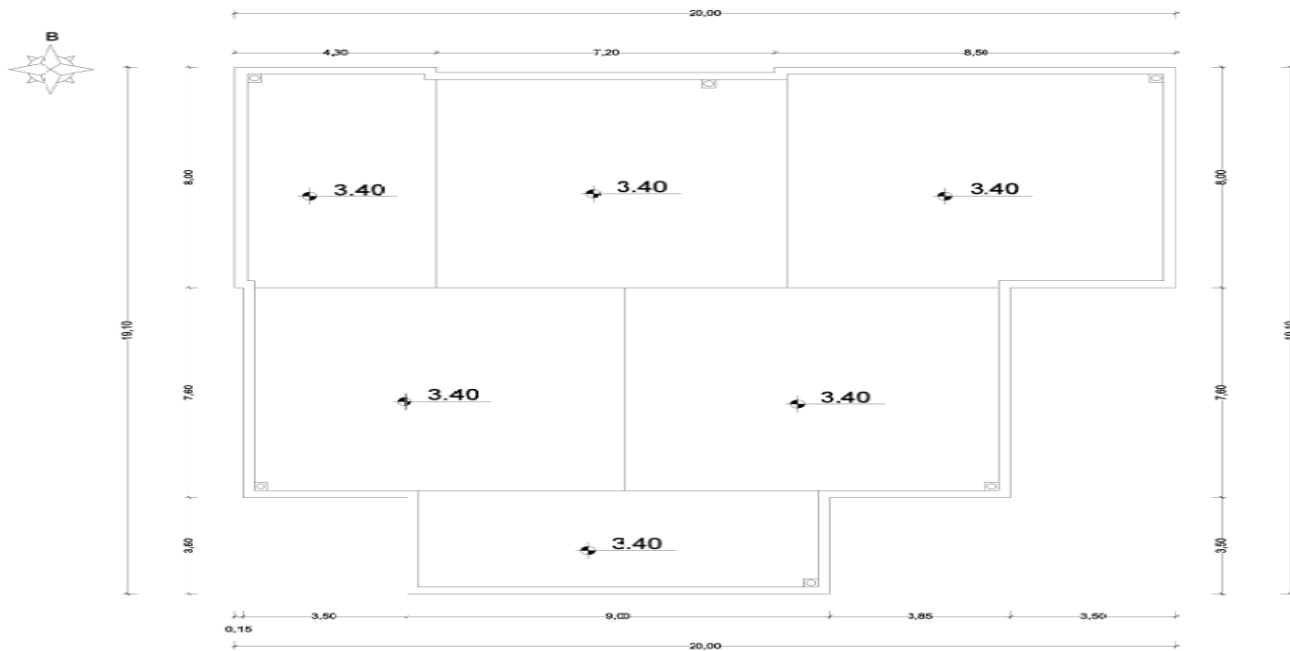
Αποτελεί το τελευταίο στάδιο της δημιουργίας του φυτεμένου δώματος. Όπως είδαμε και παραπάνω στην περιοχή τους καλοκαιρινούς μήνες οι βροχοπτώσεις είναι ελάχιστες ενώ παράλληλα η μέση τιμή της μέγιστης θερμοκρασίας είναι 33° C. Αυτό έχει ως

6.7 Σχέδια Σχολικού Κτηρίου

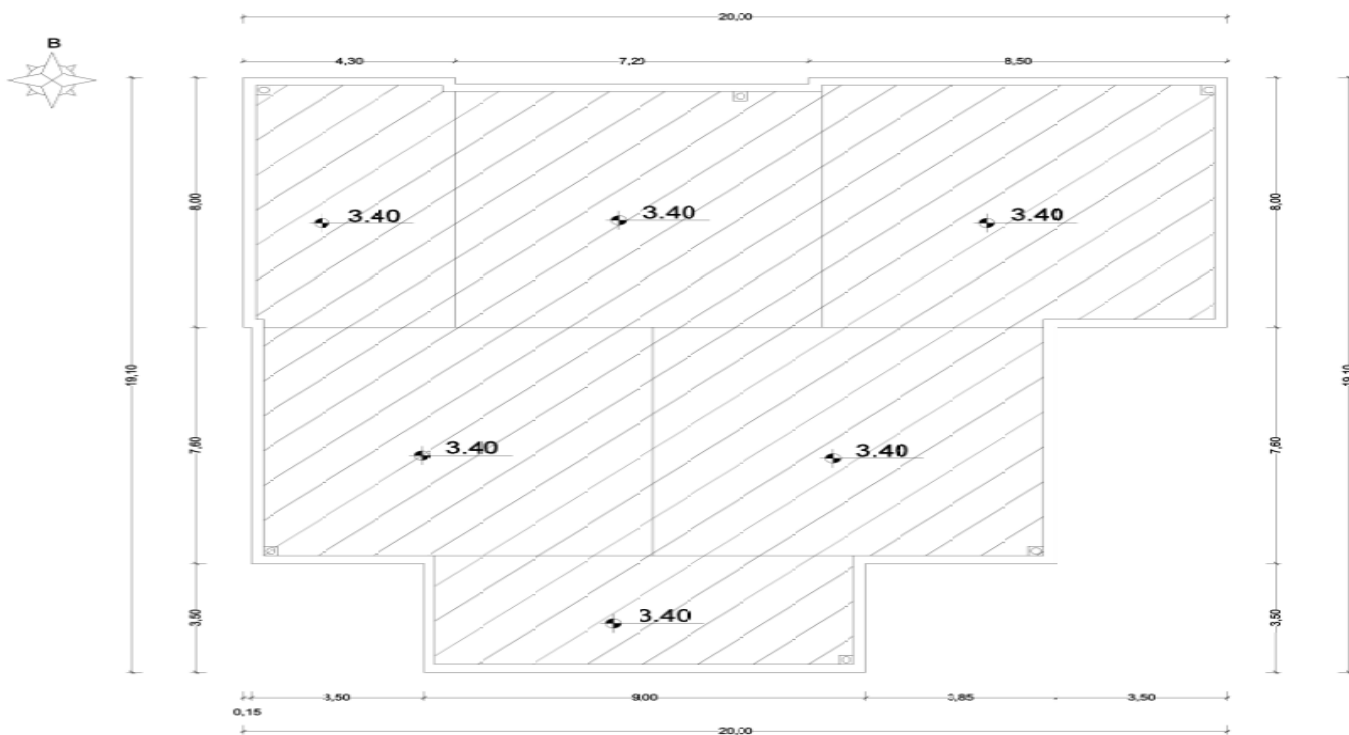
Η έλλειψη αρχιτεκτονικών σχεδίων του κτηρίου μελέτης μας οδήγησε στην προσεγγιστική σχεδίαση αυτών με την βοήθεια του AutoCAD μετά από μετρήσεις που έγιναν στο κτήριο για την καλύτερη κατανόηση των χώρων. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κάτοψη ισογείου, η κάτοψη δώματος, καθώς και η ενδεικτική τομή του φυτεμένου δώματος.



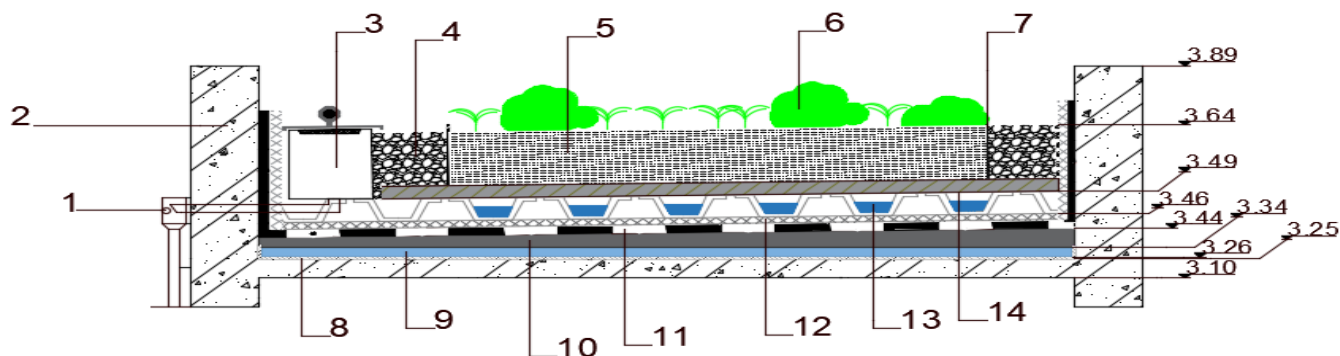
Εικόνα 66 - Κάτοψη ισογείου εφαρμογής



Εικόνα 67 - Κάτοψη δώματος εφαρμογής



Εικόνα 68 - Διαγραμμισμένη επιφάνεια δημιουργίας πράσινου δώματος



1 απορροή υδάτων		8 ασφαλτόπανο
2 οπλ. σκυρόδεμα 150 mm		9 εξηλασμένη πολυστερίνη 80 mm
3 φρεάτιο		10 αφρομητόν ρήσεων 50-100 mm
4 σκύρα 150 mm		11 μεμβράνη προστασίας 10 mm
5 υπόστρ. ανάπτυξης 150 mm		12 υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας 3 mm
6 βλάστηση		13 αποστραγγιστικό στοιχείο 25 mm
7 διαχωριστικό στοιχείο		14 διηθητικό φίλτρο 0.60 mm

Εικόνα 69 - Τομή δώματος εφαρμογής

6.8 Κοστολόγηση φυτεμένου δώματος

Στον πίνακα που ακολουθεί θα γίνει η κοστολόγηση της κατασκευής. Άλλωστε το κόστος είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντας που ενδιαφέρει τους ιδιοκτήτες καθώς πάρα τα οφέλη και την γρήγορη απόσβεση πολλές φορές κρίνεται απαγορευτικό. Για να μπορέσει να υπολογιστεί θα πρέπει να γνωρίζουμε το εμβαδόν του δώματος, την ύπαρξη η μη ρήσεων, τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και τον τρόπο αγοράς των φυτών. Στην περίπτωση μας το σχολικό κτήριο έχει εμβαδόν 285 τ.μ, το δώμα δεν έχει ρήσεις, θα χρησιμοποιηθεί εκτατικός τύπος δώματος και η φύτευση θα γίνει με έτοιμα φυτόνια ύψους 20-25 εκ. Οι τιμές των υλικών στρώσεων, το κόστος των φυτών αλλά και τα εργατικά είναι προσεγγιστικές και ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό με το πραγματικό κόστος του έργου.

Πίνακας 5 - Στρώσεις και κόστος κατασκευής

ΣΤΡΩΣΗΣ	ΚΟΣΤΟΣ [m2]
ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ	10.00 €
ΑΦΡΟΜΠΡΤΟΝ ΡΗΣΕΩΝ	10.00 €
ΥΓΡΟΜΟΝΩΣΗ + ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ	30.00 €
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	3.00 €
ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	14.00 €
ΔΙΗΘΗΤΙΚΟ ΦΙΛΤΡΟ	1.50 €
ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	27.00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	95.5 € * 285 T.M = 27,217 €

ΦΥΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ [m2]
1.400 – 1.500 βότانا , ανθοφόρα ποώδη	3.00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΦΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	4.200 – 4.500 €

ΕΡΓΑΤΙΚΑ	ΚΟΣΤΟΣ [m2]
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	10.00 €
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ - ΑΝΥΨΩΤΗΣ	15.00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ	25.00 € * 285 T.M = 7,125 €

Αρά συμπεραίνουμε πως το συνολικό κόστος της κατασκευής ανέρχεται στα 38,550 €

6.9 Ρεαλιστική απεικόνιση φυτεμένου δώματος

Η ρεαλιστική απεικόνιση του φυτεμένου δώματος στο υπάρχον Νηπιαγωγείο του Δήμου Περιστερίου πραγματοποιήθηκε μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος Lumion. Κατά την φάση τοποθέτησης των φυτών επιλέχθηκαν φυτά εδαφοκάλυψης, αγριολούλουδα και μερικά βότανα όπως δυο είδη λεβάντα, θυμάρι, δεντρολίβανο και βαλεριάνα . Όλα τα φυτά αποτυπώνονται στην μέγιστη ανάπτυξη τους και δεν ξεπερνούν τα 60 εκατοστά.



Εικόνα 70 - Κάτοψη φυτεμένου δώματος



Εικόνα 71 - Νοτιοδυτική όψη φυτεμένου δώματος



Εικόνα 72 - Βορειοδυτική όψη φυτεμένου δώματος



Εικόνα 73 - Βορειοανατολική όψη φυτεμένου δώματος



Εικόνα 74 - Νοτιοανατολική όψη φυτεμένου δώματος



Εικόνα 75 - Λεπτομέρεια φύτευσης

6.10 Συμπεράσματα

Ερευνώντας το θέμα των πράσινων δωμάτων καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Τα φυτεμένα δώματα είναι μια νέα τάση στον τομέα των βιοκλιματικών κατασκευών με αρκετά πλεονεκτήματα τόσο στο περιβάλλον όσο και στην δια κατασκευή και τον κόσμο.

- Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες που αφορούν το δώμα όπως το επιπλέον φορτίο των στρώσεων του δώματος, η κλίση του δώματος, η κλιματολογικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, το είδος της φύτευσης κ.α.

- Στην Ελλάδα βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο και συναντώνται κυρίως σε δημοσιά κτήρια.

- Το κόστος εφαρμογής τους είναι χαμηλό και η απόσβεση γίνεται μέσα σε λίγα χρονιά εξαιτίας της μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης που παρουσιάζει το κτήριο.

- Κατά την φάση δημιουργίας τους απαιτείται μεγάλη προσοχή στα βήματα και τα υλικά κατασκευής έτσι ώστε να μην υπάρχουν αστοχίες στον φέροντα οργανισμό του κτηρίου.

- Η πολιτεία είναι υποχρεωμένη να δημιουργήσει κίνητρα για την εφαρμογή τους, ενδεχόμενος μέσω προγραμμάτων χρηματοδότησης έτσι ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής του ανθρώπου.

- Το κράτος θα πρέπει να μεριμνήσει με νομό την υποχρεωτική φύτευση συγκεκριμένου ποσοστού κάλυψης στα δωμάτων νέων κατασκευών για την μεγαλύτερη διάδοση τους.

Όσων αφορά το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας με την εφαρμογή φυτεμένου δώματος σε υπάρχον νηπιαγωγείο του Δήμου Περιστεριού συμπεραίνουμε τα εξής:

- Η έλλειψη στατικής μελέτης αλλά και ο συγκεκριμένος τύπος φυτεμένου δώματος που επιλέξαμε να τοποθετήσουμε μας οδήγησε στον μη υπολογισμό της στατικής επάρκειας του κτηρίου. Αλώςτε ο συγκεκριμένος τύπος διαθέτει ελάχιστο βάρος και στατικά ασφαλές για όλες τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην πραγματικότητα απαιτείται πριν την δημιουργία ενός φυτεμένου δώματος να έχει προηγηθεί στατική μελέτη επάρκειας.

- Το βάρος των στρώσεων μαζί με το βάρος της πλάκας υπολογίστηκε στα 533,55 kg/m².

- Από άποψη κοστολόγησης παρατηρήσαμε πως το κόστος δεν είναι απαγορευτικό και μπορεί να γίνει απόσβεση αυτού αρκετά γρηγορά μέσω της μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης που φτάνει το 40%.

- Οι εργασίες για την δημιουργία του πράσινου δώματος σε σχολικά κτήρια είναι επιβεβλημένο να υλοποιηθούν κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ώστε να μην επηρεάζεται η διδασκαλία του μαθήματος όταν αυτό λειτουργεί.

6.11 Περαιτέρω έρευνα

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εστιάσουν στην μελέτη και κατασκευή φυτεμένου δώματος με πάχος στρώσεων μικρότερο των 10 cm. Αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να έχει αρκετά θετικά αποτελέσματα, όπως για παράδειγμα το βάρος της μελέτης που θα ήταν ελάχιστο αλλά και το μειωμένο κόστος της κατασκευής της πράσινης στέγης. Ακόμα περαιτέρω διερεύνηση χρήζει η συμβολή που έχει ένα φυτεμένο δώμα τον φυσικό δροσισμό του κτηρίου. Σε μια χώρα όπως η Ελλάδα με ήλιο και υψηλές θερμοκρασίες από το Απρίλιο έως και τον Σεπτέμβριο δημιουργείται επιπλέον κίνητρο τους ιδιοκτήτες ακίνητων να δείξουν πρόθυμοι στην δημιουργία ταρατσόκηπου. Έτσι θα εξασφαλίζετε χαμηλότερη θερμοκρασία τους καλοκαιρινούς μήνες και αντίστοιχα υψηλότερη τους χειμερινούς μειώνοντας παράλληλα την χρήση κλιματιστικών και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίλογος

Μέσα από αυτή την εργασία μας δόθηκε η δυνατότητα να αντιληφθούμε τα πλεονεκτήματα που αποφέρουν τα φυτεμένα δώματα στο περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία, την ενέργεια αλλά και την ίδια την κατασκευή. Τα περισσότερα από αυτά αφορούν το περιβάλλον και είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από έντονη περιβαλλοντική επιβάρυνση. Μάθαμε τους τρεις τύπους φυτεμένων δωματίων που υπάρχουν τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει ο κάθε ένας από αυτούς και είδαμε διαφορά παραδείγματα τόσο από την Ελλάδα όσο και από το εξωτερικό. Στη συνέχεια αφομοιώσαμε τα βήματα κατασκευής ώστε να υπάρξει ένα όμορφο, αισθητικό και λειτουργικό αποτέλεσμα και αναφερθήκαμε σε μερικούς από τους πολλούς παράγοντες που αφορούν το φυτεμένο δώμα και πρέπει να λαμβάνονται ιδιαίτερα υπόψιν κατά την φάση κατασκευής του. Έγινε αναφορά στις κατηγορίες φυτεμένων δωματίων και προτάθηκαν φυτά για κάθε έναν τύπο ξεχωριστά. Όσον αφορά το τελευταίο κεφάλαιο με την εφαρμογή του φυτεμένου δώματος σε υπάρχον σχολικό κτήριο του Δήμου Περιστεριού προτάθηκε συγκεκριμένος τύπος φυτεμένου δώματος ιδανικός για τις κλιματολογικές ανάγκες της περιοχής και υπολογίστηκε το συνολικό βάρος της κατασκευής το οποίο είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων. Επίσης προτάθηκαν υλικά για τις στρώσεις που είναι συμβατά μεταξύ τους και έγινε συνολική κοστολόγηση του έργου.

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν μια τάση η οποία σε παγκόσμιο επίπεδο γνωρίζει σημαντική άνθηση. Όσον αφορά την Ελλάδα η διάδοση τους δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη αφού βρίσκονται ακόμα σε πρώιμο στάδιο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξη χιλιάδων ανεκμετάλλευτων τσιμεντένιων τετραγωνικών. Επιφάνειες που δεν προσφέρουν τίποτα και με τις κατάλληλες παρεμβάσεις θα μπορούσαν να μετατραπούν σε πράσινες "οάσεις" αναβαθμίζοντας το κλίμα της περιοχής αλλά και τις θερμοκρασιακές συνθήκες εντός του κτηρίου. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την δημιουργία ώστε να αποζηυχθούν στατικά και στεγνωτικά προβλήματα. Επίσης είναι αναγκαίο η πολιτεία να δημιουργήσει κίνητρα για την διάδοση τους ακόμα και με την δημιουργία ειδικού νομού που θα

απαιτεί συγκεκριμένο ποσοστό φυτοκάλυψης στα δώματα των νέων κτηριακών κατασκευών. Είναι βέβαιο πως με τα καταλληλά μετρά διάδοσης αλλά και με κίνητρα χρηματοδότησης τα φυτεμένα δώματα θα καταφέρουν να αναπτυχθούν με γοργό ρυθμό στην χωρά μας και εμείς θα μπορέσουμε να αποδεχθούμε τα πολλαπλά πλεονεκτήματα τους.

► Βιβλιογραφία

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Αραβαντινός Δ., Ευμορφοπούλου Α., Αφιέρωμα με θέμα: « Φυτεμένα Δώματα», Περιοδικό Κτίριο, Ιούνιος 2006, σελ. 35-113.

- 2) Gernot Minke << Φύτευση στεγών απλά και αποτελεσματικά >> Εκδόσεις επικοινωνία Θεσσαλονίκη - Ξάνθη 2009, Βιβλιοθήκη ΤΕΕ.

- 3) Ευαγγελίου Χ., Αλούπης Η., Βραχόπουλος Μ., 2008 Τα Φυτεμένα Δώματα ως Οικολογική Αναγκαιότητα, Νέα Υλικά και Τεχνικές για την Εφαρμογή τους και την Εξέλιξη τους σε Σύγχρονους Αστικούς Πνεύμονες – 10 Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ Αθήνα.

- 4) Οικολογική Παρέμβαση στο Δομημένο Περιβάλλον με Διαμόρφωση Κήπων στα Δώματα των Κτιρίων ΑΙΚ. ΕΥΜΟΡΦΟΠΟΥΛΟΥ.

5) Ηλίας Καΐναδάς, ερευνητής στο Τμήμα Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου ΚΥΡΙΑΚΑΤΙΚΗ Ελευθεροτυπία - 02/12/2007.

6) Κολοκότσα Δ. Παπαντωνίου Σ. Βασιλομιχελάκη Α. Προδιαγραφές Φυτεμένου Δώματος Πολυτεχνείο Κρήτης.

7) Ansel W <<Η στρατηγική ανάπτυξη των πράσινων στεγών ως μέσω ενεργειακής και περιβαλλοντικής αναβάθμισης. Εφαρμογές φυτεμένων δωματίων σε ευρωπαϊκά αστικά κέντρα.>> Εισήγηση στην ημερίδας φυτεμένα δώματα, Η ανάκτηση του χαμένου εδάφους TEE-TKM IGRA, Θεσσαλονίκη.

8) ZinCo . Σύγχρονη τεχνολογία κατασκευής πράσινων στεγών & roof- gardens.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

9) Nigel Dunnett, Noel Kingsbury, 2004 <<Planting Roofs and Living Walls>>

10) Köhler M. 2003. Plant survival research and biodiversity: Lessons from Europe. Paper presented at the First Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show; 20–30 May 2003, Chicago.

11) Bartender, Fund Kohler, M : Stadt-Klima tische und lufthygienische Entlastungseffekte durch Kletterpflanzen in hochbelasteten Innenstadtbezirken. Verh.d.Gesselschaft f. Okologie, Gieben 1986 Band XVI.

12) Katzschner, L: Ergebnisse des Versuchs zur Abflubmessunger eines Grasdachs, unveroffentlichter Bericht, Gesamthochschule Kassel 1991.

13) Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e,V,: Flachdachrichtlinien furdie Planung und Ausfurgung von Dachern mit Abdichtung – Flachdachrichtlinien. Muller-Verlag, Koln 1992.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

14) <https://www.monumenta.org>

15) <http://www.angelfire.com/ny/anghockey/hanginggardens.html>

16) <https://www.elculture.gr/blog/article/mesaiwnikoi-kipoi/>

17) <https://www.sky-garden.co.uk/news/history-of-green-roofs.php>

18) <https://commons.bcit.ca/greenroof>

19) <https://www.sempergreen.com>

20) http://library.tee.gr/digital/m2316/m2316_evaggeliou.pdf

21) <https://www.egreen.gr>

22) <https://www.wikipedia.org>

23) <http://cityfarmer.info/?s=green+roofs>

24) <http://www.greenrooftechology.com>

25) http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/GRAFEIO_TYPOY/TEXNOGRAFHMA_2010/TEXNOGRAFHMA_409/409%204_5.pdf

26) <http://galileos.gr/technologia-ke-ta-pleonektimata-ton-fitemenon-domaton/>

27) <http://www.ypeka.gr>

28) <http://oikosteges.gr/index.php/studies>

29) <https://www.greenroofs.com>

30) <https://www.topiodomi.gr>

31) <https://www.thetoc.gr>

32) <https://www.monoiso.gr>

33) <https://docplayer.gr>

34) <https://www.georythmiki.gr>

- 35) <http://www.ergatex.gr>
- 36) <http://www.geotee-anmak.gr>
- 37) <https://sowgreen.co/news/greenroofsandfire/>
- 38) <http://www.mlsi.gov.cy>
- 39) <https://www.gortergroup.com>
- 40) <https://www.prasinistegi.gr>
- 41) <https://blog.xe.gr/blog/xe-property-news>
- 42) <http://www.karteco.gr/greenroofs>
- 43) <https://www.geoponiko-kentro.gr>
- 44) <https://www.scientificamerican.com/article/postal-green-roof/>
- 45) <https://aecom.com/projects/usps-morgan-processing-and-distribution-center-green-roof/>
- 46) <https://www.americanforests.org/blog/impressive-green-roofs-around-the-world/>
- 47) <https://inhabitat.com/amazing-green-roof-art-school-in-singapore/nanyang-technical-university-singapore2/>
- 48) <https://www.greenroofs.com/projects/acros-fukuoka-prefectural-international-hall/>

49) <https://www.forbes.com/sites/yjeanmundelsalle/2017/02/19/acros-fukuoka-prefectural-international-hall-shows-how-japan-is-at-the-forefront-of-facade-greening/#75fa3451df53>

50) http://www.maroussi.gr/appdata/documents/diagonismoι/01102014_entipo10.pdf

51) <https://www.fortunegreece.com/article/karela-office-park/>

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

52) ZinCo . Σύγχρονη τεχνολογία κατασκευής πράσινων στεγών & roof-gardens.

53) <https://www.egreen.gr>

54) <https://www.wikipedia.org>

55) <https://www.monodomiki.gr>

56) <https://www.technomorfi.gr>

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/α Αρχαρίων Αλέξανδρος Κωνσταντίνος, φοιτητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.».

Ο Δηλών



Ημερομηνία

3-11-20