

**A-ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ : ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ**

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»**

**Σπουδάστρια: Σφενδουράκη Μαρία**

**Επιβλέπων καθηγητής: Πετρόπουλος Δημήτριος**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2007**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

*Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, εκτός από την προσωπική μου προσπάθεια, χρειάστηκε και η συμβολή ορισμένων ανθρώπων τους οποίους θα ήθελα να ευχαριστήσω.*

*Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Πετρόπουλο Δ. που μου εμπιστεύθηκε το θέμα καθώς και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε για τη δομή της εργασίας και τις πηγές στις οποίες με παρέπεμψε, ώστε να μπορέσω να χειριστώ όσο το δυνατό καλύτερα το θέμα.*

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην οικογένεια μου για την πολύτιμη βοήθεια της και στήριξή της όποτε χρειάστηκε.*

*Γενικά ευχαριστώ όλους όσους με βοήθησαν με οποιοδήποτε τρόπο στη μελέτη μου, για να φέρω εις πέρας την εργασία αυτή.*

**Σφενδουράκη Μαρία**

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</i> .....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Αστικό πράσινο.....	9
1.1 Ρόλος αστικού πρασίνου.....	10
1.1.1 Θετικές επιδράσεις από την παρουσία αστικού πρασίνου.....	11
1.1.2 Επιπτώσεις από την έλλειψη πρασίνου σε αστικές περιοχές.....	18

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΚΗΠΟΙ ΣΕ ΔΩΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	20
2.1 Έννοια φυτεμένων δωμάτων.....	20
2.2 Ιστορικά στοιχεία.....	21
2.3 Υπάρχουσα κατάσταση.....	23
2.4 Οικολογικός σχεδιασμός - αειφόρα κτήρια.....	26
2.5 Πλεονεκτήματα.....	29
2.5.1 Κοινωνικά.....	29
2.5.2 Περιβαλλοντικά.....	32
2.5.3 Οικονομικά .....	39
2.6 Μειονεκτήματα.....	42
2.6.1 Οικονομικά.....	42
2.6.2 Περιβαλλοντικά.....	43
2.6.3 Εκπαίδευση.....	44
2.7 Τρόποι αντιμετώπισης μειονεκτημάτων.....	45

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

3.1 ΕΙΔΗ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ.....	47
3.1.1 Εκτεταμένο σύστημα (Extensive).....	47
3.1.2 Απλό εντατικό σύστημα (Simple Intensive) .....	47
3.1.3 Εντατικό σύστημα (Intensive) .....	48
3.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΡΟΦΟΚΗΠΟΥ.....	53
3.2.1 Κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.....	53
3.2.2 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της στέγης.....	53
3.2.3 Ιδιαίτερες απαιτήσεις του φυτικού υλικού .....	54

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ.....	56
4.1 Σχεδιαστικές αρχές .....	56
4.2 Παράγοντες επιλογής του είδους του φυτεμένου δώματος .....	57
4.2.1 Ο σχεδιασμός της πόλης και η αισθητική.....	57
4.2.2 Κτηριακή δομή .....	58
4.2.3 Η κλίση του δώματος.....	60
4.2.4 Μικροκλίμα.....	60
4.2.5 Το κόστος.....	61
4.2.6 Κοινωνικοί.....	62
4.3 Απαραίτητες ενέργειες για την ορθολογική εγκατάσταση φυτοδώματος.....	62
4.3.1 Διαχωριστικό - εξισωτικό επίπεδο.....	63
4.3.2 Φράγμα υδρατμών .....	63
4.3.3 Θερμομονωτικό επίπεδο .....	63
4.5 Συντήρηση .....	75



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ .....	78
5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ BACEL.....	78
5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ ZINCO .....	80
5.2.1 ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ.....	80
5.2.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	83
5.2.3 ΥΨΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	83
5.2.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΡΟΦΟΚΗΠΟΥ.....	86
5.2.5 ΦΥΤΙΚΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ .....	86
5.2.6 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ GREEN ROOF ZINCO.....	88
5.2.6.1 Δομή - διάστρωση συστήματος green roof Zinco .....	88
5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ FLOR DEPOT ...	92
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	95

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι πόλεις με τις αστικές περιοχές τους αποτελούν τεχνητά συστήματα που έχουν υποστεί βαθιές μεταβολές από τον άνθρωπο. Ταυτόχρονα όμως είναι ζωντανοί οργανισμοί με οργανωμένο ανθρώπινο πληθυσμό, ο οποίος επιδίδεται στις πιο ποικίλες δραστηριότητες με σκοπό την επιβίωση και την ευημερία. Το ήμισυ σχεδόν του πληθυσμού ζει στις αστικές περιοχές και το ποσοστό αυτό τείνει να αυξηθεί.

Η οικονομική ανάπτυξη όμως, που καθόρισε τη σημερινή εξέλιξη των πόλεων, τίθεται καθημερινά σε συζήτηση κυρίως όσον αφορά τη κατάσταση του περιβάλλοντος και την ποιότητα ζωής. Πράγματι, το τεχνητό αστικό οικοσύστημα εμφανίζεται σαν ένα τεράστιο «μαύρο κουτί», στο οποίο από τη μια εισέρχονται ενεργειακές ροές και πρώτες ύλες και από την άλλη εξέρχονται τελικά προϊόντα και απόβλητα. Οι δύο εν κινήσει ροές καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη βιωσιμότητα των πόλεων και των αστικών περιοχών.

Στο κέντρο των ενεργειακών ροών (των ενεργειακών και των πρώτων υλών) βρίσκονται οι δραστηριότητες του ανθρώπου, οι οποίες δεν αποτελούν στατική συνιστώσα της πόλης αλλά το υπόκεντρο ταχέων και ριζικών αλλαγών.

Το πράσινο από μόνο του συσχετίζεται με την βελτίωση των φυσικών συνθηκών της πόλης (περισσότερο οξυγόνο, λιγότερη σκόνη, μείωση της θερμοκρασίας, λιγότερος θόρυβος, βελτίωση του μικροκλίματος, καλύτερη αισθητική, περισσότερη άγρια ζωή) ενώ παράλληλα παρέχει πολλά ευεργετήματα για τους κατοίκους αλλά και τους επισκέπτες μιας πόλης.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία η οποία έχει τίτλο «*Μελέτη της χρήσης παρατσόκηπων στο αστικό περιβάλλον*», σαν στόχο έχει αφ' ενός να παρουσιάσει τις θετικές επιδράσεις που ασκεί το αστικό πράσινο στα μεγάλα αστικά κέντρα και αφετέρου πως μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα της ζωής μας από την ύπαρξη των φυτεμένων δωμαίων.

Η εργασία αποτελείται από πέντε (5) διαφορετικά κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο αρχικά γίνεται αναφορά στον ορισμό και στο ρόλο του αστικού πρασίνου. Στη συνέχεια λεπτομερώς αναλύονται τόσο οι θετικές επιδράσεις του και τα πλεονεκτήματα από την παρουσία του στις σημερινές μεγαλουπόλεις, όσο και οι αρνητικές επιπτώσεις από την έλλειψη του.

Στην αρχή του δευτέρου κεφαλαίου, σκόπιμο κρίθηκε να αναλυθεί ο ορισμός των οροφώκηπων και να γίνει αναφορά των ιστορικών τους στοιχείων. Στη συνέχεια γίνεται αφενός διάκριση των πλεονεκτημάτων (κοινωνικά, οικονομικά, περιβαλλοντικά), και αφετέρου των μειονεκτημάτων τους (οικονομικά, περιβαλλοντικά, εκπαίδευση) καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισης των μειονεκτημάτων αυτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα είδη των φυτεμένων δωμαίων (εκτατικός, απλός εντατικός και εντατικός τύπος) και απεικονίζονται διάφορα παραδείγματα αυτών. Στο τέλος του κεφαλαίου αναφέρονται και οι προϋποθέσεις για τη δημιουργία τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύονται οι βασικές σχεδιαστικές αρχές που υιοθετούνται για τη μελέτη εγκατάστασης φύτευσης σε δώματα κτηρίων όσο και οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση συγκεκριμένου είδους φύτευσης σε δώματα. Στη συνέχεια περιγράφονται οι απαραίτητες ενέργειες για

ορθολογική εγκατάσταση ενός φυτεμένου δώματος καθώς και οι διαδικασίες συντήρησής του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, που είναι και το τελευταίο κομμάτι της εργασίας μου, αναλύονται εκτενώς τα συστήματα κατασκευής ταρατσόκηπων (Bacel, Zinco, Flor Depot) και γίνεται λεπτομερή αναφορά των τεχνικών χαρακτηριστικών τους.

## 1. Αστικό πράσινο

Αστικό πράσινο δε σημαίνει οπωσδήποτε ένα χώρο άβατο λόγω της πυκνής κάλυψης του με δέντρα, θάμνους, πολυετή ποώδη και φυτά καλύψεως εδάφους. Είναι ο ελεύθερος χώρος, ανεξάρτητα από το εμβαδόν του, δομημένος με κριτήρια οικολογικά, λειτουργικά και αισθητικά από τεχνητά και κυρίως φυσικά υλικά(χώμα, φυτά, βράχια, ξύλο, νερό, χρώματα) συνδεόμενα αρμονικά μεταξύ τους και συντηρούμενα σε ένα σύστημα που δε συγκρούεται με άλλες λειτουργίες. Εξασφαλίζει καταφυγή και αναψυχή των πολιτών συμβάλλοντας στην ενίσχυση των αισθητικών αξιών και τη σταθεροποίηση του αστικού οικοσυστήματος.

Οι επιφάνειες που απέμειναν στο σύγχρονο οικιστικό χώρο για να συνθέσουν το αστικό πράσινο είναι : λοφίσκοι, αλσύλλια, ρέματα, αρχαιολογικοί χώροι, χώροι στρατοπέδων, αυλές σχολείων, αυλές δημόσιων κτιρίων, χώροι αποθηκών και εγκαταστάσεων οργανισμών κοινής ωφελείας, κοινόχρηστοι χώροι εκκλησιών, ελεύθεροι δημόσιοι κοινόχρηστοι χώροι πρασίνου, κέντρα αθλητικών εγκαταστάσεων, πεζόδρομοι, κλιμακωτοί πεζόδρομοι, προκήπια και όψεις πολυκατοικιών και κατοικιών, πεζοδρόμια, ταράτσες, μπαλκόνια, ακάλυπτοι χώροι συγκροτημάτων πολυκατοικιών στο ελεύθερο και συνεχές σύστημα δόμησης, χώροι κοιμητηρίων, περιβάλλοντες χώροι βιομηχανικών εγκαταστάσεων, περιβάλλοντες χώροι νοσοκομειακών εγκαταστάσεων, οικόπεδα που δεν οικοδομήθηκαν ακόμη, οικόπεδα του ελληνικού δημοσίου των οποίων η χρήση δεν είναι ξεκαθαρισμένη, περιστατικός ελεύθερος χώρος. Οι χώροι αυτοί σήμερα στη πλειονότητά τους, μπορούν να χαρακτηριστούν σαν αφύτευτοι, ή πρόχειρα και τυχαία φυτεμένοι, μέχρι κακώς οργανωμένοι και προσφέρουν ελάχιστες δυνατότητες αναψυχής και καταφυγής των πολιτών που είναι καταπιεσμένοι από την άναρχη δόμηση και το επιβαρυνόμενο από κάθε μορφής ρύπανση, σύγχρονο αστικό

περιβάλλον. Το πράσινο που διαθέτουν οι πόλεις μας κατά ένα μεγάλο ποσοστό είναι σε νησίδες και μικρούς χώρους, πολυτεμαχισμένο, με λίγα μεγάλα ενιαία κομμάτια ενώ η εικόνα που παρουσιάζουν τα λιγοστά πάρκα που υπάρχουν στις πόλεις μας έτσι όπως μελετήθηκαν, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν είναι απογοητευτική. Έχουν μειωμένη λειτουργικότητα και χρήση, υποβαθμισμένο πράσινο το οποίο συνήθως προκύπτει ως υπόλοιπο μιας πολεοδομικής ρύθμισης.

Από την αναστροφή των φυσικών δεδομένων, που ήθελαν τον οικιστικό χώρο μέσα στο δάσος, ύστερα από την αλαζονική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, αναζητούμε σήμερα υπολείμματα του δάσους μέσα στον οικιστικό χώρο, εξωραϊζοντας με τον όρο αστικό πράσινο την εγκληματική αδιαφορία μας σε βάρος της οικονομίας του περιβάλλοντος. Ο όρος αυτός προσδιορίζει το βαθμό μεταμέλειας του σύγχρονου αστού και την αγωνία του να επανεντάξει το ζωτικό του χώρο στα πλαίσια της φυσικής ισορροπίας και να εξασφαλίσει ποιότητα ζωής.

### **1.1 Ρόλος αστικού πρασίνου**

Χαρακτηριστικά γνωρίσματα των μεγάλων αστικών συγκροτημάτων αποτελούν η συνεχιζόμενη αύξηση της πυκνότητας του πληθυσμού σε περιορισμένο χώρο, ο σταθερά αυξανόμενος οικοδομικός όγκος και η γενικότερη κάλυψη με άσφαλτο και άλλα δομικά υλικά της επιφάνειας του εδάφους. Παράλληλα, η γειτνίαση ορισμένων από τις σύγχρονες πόλεις με βιομηχανικές περιοχές και ο υπέρμετρος κυκλοφοριακός φόρτος επιβαρύνουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές συνθήκες, αυξάνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη θερμοκρασία και μειώνοντας την ταχύτητα του ανέμου στο αστικό τοπίο. Καθοριστική είναι η σημασία του φυτοκαλυμένου ελεύθερου χώρου, στη βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος της πόλης.



### 1.1.1 Θετικές επιδράσεις από την παρουσία αστικού πρασίνου

#### ➤ Ρύθμιση της θερμοκρασίας και υγρασίας της ατμόσφαιρας

Τα δέντρα είναι τα τελειότερα βιολογικά κλιματιστικά μηχανήματα. Το φαινόμενο της θερμοσυσσώρευσης στην πόλη και η δημιουργία θερμονησίδας, που ανεβάζει τη θερμοκρασία στην πόλη, μόνο με το πράσινο ικανής έκτασης και μεγάλης “φυλλικής επιφάνειας” μπορεί να μετριασθεί ή και να ανατραπεί.

**Αστική θερμονησίδα** (urban heat island) λέγεται το φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία στο κέντρο μιας πόλης είναι μεγαλύτερη απ' αυτή των προαστίων και της αγροτικής περιοχής που την περιβάλλει. Παρατηρείται κυρίως μετά τη δύση του ήλιου, όταν δεν υπάρχουν ισχυροί άνεμοι και οφείλεται, κατά κύριο λόγο, σε δυο παράγοντες: στο μικρότερο βαθμό ψύξης του κέντρου της πόλης σε σχέση με την περιφέρεια και στην εκπομπή θερμότητας στο κέντρο απ' τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γίνονται εκεί. Για μικρές πόλεις η τιμή της διαφοράς θερμοκρασίας είναι 2-3° C, ενώ για μεγάλες πόλεις όπως π.χ. η Αθήνα μπορεί να φτάσει τους 12-13° C.

Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που προκαλούν την εμφάνιση της αστικής θερμονησίδας είναι:

- Η υψηλότερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας απ' τους δρόμους (λόγω της μικρής ανακλαστικότητάς τους) και της θερμότητας απ' τα υλικά των κτιρίων και η απελευθέρωσή της τη νύχτα.
- Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γίνονται στο κέντρο της πόλης και τα περισσότερα, σε σχέση με την περιφέρεια, οχήματα που υπάρχουν εκεί.
- Η επανεκπομπή προς το έδαφος της μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας απ' τους ρύπους που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

- Η μειωμένη εξάτμιση λόγω της έλλειψης πράσινου στο κέντρο της πόλης.

➤ **Διευθέτηση ανέμων**

Καθώς ο άνεμος πνέει από τις περιαστικές περιοχές προς το αστικό περιβάλλον, οφείλει να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες που συναντά, με αποτέλεσμα τη κατακόρυφη στρωμάτωση του. Το ανώτερο στρώμα ανάμεσα στο έδαφος και στο ύψος των κτιρίων ονομάζεται 'ατμοσφαιρικό κτιριακό στρώμα' ενώ το στρώμα πάνω από τα κτίρια ονομάζεται 'ατμοσφαιρικό στρώμα'. Η κίνηση του αέρα στην περιοχή του κτιριακού στρώματος διευθετείται από τα χαρακτηριστικά της κίνησης του αέρα στο υπερκείμενο στρώμα, καθώς και από τοπικά φαινόμενα, όπως η τοπογραφία των δρόμων, το ύψος και το είδος των κτιρίων, η κυκλοφορία των οχημάτων και η ύπαρξη δένδρων. Η κατακόρυφη κατανομή της ταχύτητας του αέρα εντός του ατμοσφαιρικού κτιριακού στρώματος, έχει εκθετική μορφή και χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα μικρή ταχύτητα σε σχέση με την ταχύτητα του αέρα στο ατμοσφαιρικό στρώμα.

Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή της Αθήνας, εντός και εκτός δρόμων, κατά τη θερινή περίοδο, έδειξαν ότι σπάνια η ταχύτητα του αέρα υπερβαίνει το 1m/sec, ενώ η μέση τιμή ήταν συνήθως γύρω στα 0,2-0,3m/sec. Την ίδια χρονική στιγμή η αντίστοιχη ταχύτητα στο ατμοσφαιρικό στρώμα έφτανε τα 0,6m/sec). Εντός του κτιριακού στρώματος μεταβάλλεται, τόσο η ταχύτητα όσο και η διεύθυνση της ροής του ανέμου, σε σύγκριση με το οριακό στρώμα ή τις γειτονικές περιοχές.

Τα κατακόρυφα στοιχεία που περιβάλλουν έναν αστικό δρόμο δρουν όπως τα πλευρικά τοιχώματα μιας φυσικής χαράδρας που μεταβάλλει τη στρωμάτωση των θερμοκρασιών και τα ανεμολογικά δεδομένα, ανάλογα με τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και το είδος των επιφανειών.



Τα φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσο αναχαίτισης της ταχύτητας του αέρα, μετατρέποντας την κινητική του ενέργεια σε θερμική. Ως ανεμοφράκτες παρέχουν σημαντικά κλιματικά πλεονεκτήματα όπως :

- Μείωση της ταχύτητας του ανέμου κατά τα 2/3.
- Αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας κατά 2-3 °C
- Αποτροπή των στροβίλων που δημιουργούνται λόγω του ιδιαίτερου ανάγλυφου του αστικού τοπίου (Ευμορφοπούλου, 1992).

### ➤ Συγκράτηση κονιορτού της ατμόσφαιρας

Με φυσικοχημικό τρόπο, το δέντρο με την επιφάνεια του φυλλώματος του, συγκρατεί τη σκόνη διαφόρων ρυπαντών, που εκπέμπουν διάφοροι υψικάμινοι εργοστασίων. Η συγκράτηση αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη όσο το φύλλωμα του είναι πιο ακίνητο, έχει μεγαλύτερη επιφάνεια και όσο πιο τραχιά είναι η επιδερμίδα του.

Παράδειγμα εκατό στρέμματα οξιάς μπορούν να συγκρατήσουν τέσσερις τόνους σκόνης το χρόνο καθαρίζοντας ταυτόχρονα τον περιβάλλοντα αέρα. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικά σημεία της Φρανκφούρτης έδειξαν ότι : Στο κέντρο της πόλης ένα λίτρο αέρα περιείχε 184.000 αιωρούμενα σωματίδια, στον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό 176.000/ λίτρο, σε λεωφόρο χωρίς δέντρα 115.00/λίτρο, σε δεντροφυτεμένη λεωφόρο 38.000/λίτρο και σε πάρκο 31.000/λίτρο.

Η δυνατότητα συγκράτησης ποικίλει κατά κατηγορία φυτοκάλυψης. Ο χλοοτάπητας συγκρατεί ποσότητα 3-6 φορές μεγαλύτερη από το γυμνό έδαφος, τα δέντρα 30-60 φορές περισσότερο. Επίσης από δέντρο σε δέντρο υπάρχουν διαφορές. Στο λεκανοπέδιο Αττικής που παράγονται 17.000 τόνοι αιωρούμενα σωματίδια, η σημασία πρασίνου είναι προφανής.

### ➤ Μείωση θορύβου

Παρατηρείται σημαντική μείωση του θορύβου, ανάλογα με το πλάτος της δενδροστοιχίας, το είδος και το μέγεθος του δέντρου και ανάλογα με την πηγή της ηχορύπανσης.

Μετρήσεις δείχνουν μείωση από 70-75 DB (ντεσιμπέλ)σε 42-45 DB ή περίπου μείωση κατά 0,17 DB για κάθε μ2 από δενδρώδη επιφάνεια . Ένα δέντρο ύψους 5-8μ. και πάχους ενός μέτρου, ελαττώνει το θόρυβο κατά 8-10 DB. Μια συστάδα από κωνοφόρα, πλάτους 30 μέτρων, μειώνει την ένταση του ήχου κατά 6 DB ενώ όταν το πλάτος είναι 100μ, η ένταση του ήχου μειώνεται κατά 30 DB, φαινόμενο που υποδηλώνει πόσο μεγάλο ρόλο παίζουν τα δέντρα στην ηχομόνωση.

### ➤ Αντιβιοτική δράση

Τα φύλλα διαφόρων φυτών εκκρίνουν ουσίες φαινολικής φύσης με αντιβιοτική δράση όπως τερπένια και ταννίνες. Για παράδειγμα στο κέντρο του Παρισιού μετρήθηκαν τέσσερα εκατομμύρια μικρόβια/μονάδα όγκου, στη βάση του Πύργου του Άιφελ 2.200 και στο δάσος Fontainebleau 60,σε απόσταση 10μ. από την Εθνική οδό.

### ➤ Ο ρόλος του εδάφους

Ένας άλλος παράγοντας που συνδέεται με την ύπαρξη πρασίνου, αλλά είναι και ανεξάρτητος από αυτό, είναι η ύπαρξη του εδάφους. Το έδαφος είναι ζωντανός βιολογικός οργανισμός, στοιχείο διατήρησης της ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος και ενίσχυσης της αφομοιωτικής του ικανότητας. Ο ρόλος του εδάφους μέσα στις πόλεις είναι καθοριστικός. Είναι βιολογικό φίλτρο για όλους σχεδόν τους ρυπαντές. Μετρήσεις του εργαστηρίου Γεωργικής και Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας της Α.Γ.Σ.Α

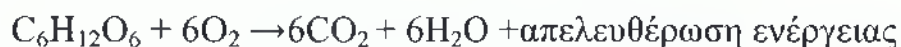
στον Εθνικό κήπο έδειξαν ότι 100-200μ. γόνιμου εδάφους, έχουν την ικανότητα να κατακρατήσουν τους ρυπαντές και να μην τους αφήνουν να φτάσουν προς το εσωτερικό του κήπου.

### ➤ Παροχή οξυγόνου με τη φωτοσύνθεση

Είναι γνωστό σε όλους πως τα φυτά με τους φωτοχημικούς μηχανισμούς που διαθέτουν συνιστούν φωτοσυνθετικούς αυτότροφους οργανισμούς, που με το φύλλωμά τους δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και μετατρέπουν τα ανόργανα στοιχεία σε χημικά παράγωγα. Με καθοριστική ουσία τη χλωροφύλλη, που βρίσκεται στους χλωροπλάστες – τα πράσινα μέρη του φυτού – και δια μέσου των στομάτων των φύλλων, λαμβάνει χώρα η διακίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα κατά τρόπο ώστε το παραγόμενο οξυγόνο, που παράγεται με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, να διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα, αφού προηγουμένως το εισερχόμενο με τον αέρα CO<sub>2</sub> έχει δεσμευθεί και συνενωθεί με το υπάρχον στα φύλλα νερό (οπότε πέρα από το οξυγόνο παράγονται και σάκχαρα) σύμφωνα με την εξίσωση της φωτοσύνθεσης :



Αντίθετα κατά την διάρκεια της νύχτας και μέσω της διαδικασίας της αναπνοής συμβαίνει η αντίστροφη διαδικασία, σε ότι αφορά τα αέρια, οπότε ενώ το ατμοσφαιρικό οξυγόνο δεσμεύεται, αποδίδεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα σύμφωνα με τη σχέση :



Γενικά το τελικό ισοζύγιο σε ότι αφορά το παραγόμενο οξυγόνο κατά την ημέρα και το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακα κατά τη νύχτα έχει θετικό πρόσημο ως προς το οξυγόνο, το οποίο πλεονεκτεί και συνεπώς δρα αθροιστικά στο παραγόμενο και διοχετευμένο οξυγόνο της ατμόσφαιρας. Έχει υπολογισθεί πως το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται και

αποδίδεται στην ατμόσφαιρα φυτό μ ε την αναπνοή είναι μόλις το 1/3 με 1/5 αυτού που το φυτό δεσμεύει και καταναλώνει κατά την φωτοσύνθεση .

Βασικό λοιπόν , άμεσο και ευεργετικό πλεονέκτημα από την παρουσία βλαστήσεως και γενικότερα των φυτών στην πόλη , είναι η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και η απελευθέρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα . Πάνω σε αυτές τις διαφορές παραγωγής οξυγόνου και δέσμευσης διοξειδίου του άνθρακα στηρίζεται η ζωή του ανθρώπου . Για να γίνει κατανοητό το μέγεθος για το ρόλο του φυτικού θα πρέπει να υπολογισθεί ότι η διοχέτευση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα από τα φυτά των τροπικών δασών συμβάλλει κατά 55% στην αύξηση του οξυγόνου στην ατμόσφαιρα .

#### ➤ Απορρόφηση οξειδίων

Τα φύλλα δεσμεύουν, με βιοχημικό τρόπο τα τοξικά αέρια, όπως SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, CO και διάφορα άλλα που είναι επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου. Η απορρόφηση αυτή μπορεί να συνεχιστεί μέχρι ένα όριο συγκέντρωσης των ρυπογόνων αυτών ουσιών, γιατί από ένα σημείο και πέρα καταστρέφονται και τα ίδια τα δέντρα.

Κλασικό παράδειγμα της μεγάλης συγκέντρωσης αυτών των ρυπαντών, είναι το φαινόμενο της όξινης βροχής που έχει σαν αποτέλεσμα την εξαφάνιση των δέντρων των πόλεων και των δασών.

Τυπικά μολυσμένος αέρας που περιέχει 150 μέρη στο δις όζοντος, φιλτράρεται από ένα άλσος με δέντρα ύψους 4,5μ. σε τέτοιο βαθμό ώστε στον υπόροφο, η περιεκτικότητα του αέρα σε όζον να πέφτει στα 30 p.p.b. Αλλιώς εκφρασμένο, 5,2 στρ. δάσους συγκρατούν όζον που παράγεται φωτοχημικά από τις εξατμίσεις οκτώ αυτοκινήτων ή το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από 50 αυτοκίνητα.

➤ **Μείωση διάβρωσης του εδάφους**

Το δέντρο συγκρατεί το χώμα με τις ρίζες του, μειώνει την ταχύτητα απορροής του νερού της βροχής και αυξάνει την προσρόφηση νερού με την ενσωμάτωση οργανικής ουσίας στο έδαφος.

➤ **Περιορισμός άμεσης και έμμεσης ακτινοβολίας**

Στη σκιά ενός δένδρου παρατηρείται ελάττωση κατά 25 – 30% της ορατής ακτινοβολίας (ακόμα και το γρασίδι χωρίς την ύπαρξη δένδρων διοχετεύει μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος, οπότε και υπάρχει μεγαλύτερη δροσιά).

➤ **Βελτίωση ποιότητας ζωής**

Οι δεσμοί του ανθρώπου με τη φύση προβάλλουν την ανάγκη για ψυχική και σωματική ηρεμία. Η βλάστηση μπορεί να απευθυνθεί, να καλλιεργήσει και να ικανοποιήσει όλες τις αισθήσεις, παρέχοντας πλήθος ερεθισμάτων, οπτικών, γνωστικών, και συναισθηματικών, που έχουν ιδιαίτερη εκπαιδευτική αξία. Τα χαρακτηριστικά της βλάστησης θα μπορούσαν να προσελκύσουν και την προσοχή του παιδιού δίνοντας ώθηση στη φαντασία του, ενισχύοντας τη δημιουργική συνεργασία και έκφραση μέσα από το παιχνίδι, επομένως και την ανάπτυξη κοινωνικής συμπεριφοράς, αλλά και να ικανοποιήσουν εσωτερικές ανάγκες του ανθρώπου που τον βοηθούν να ανακαλύψει την ίδια την ανθρώπινη φύση του, και να συμβάλλουν σε απόκτηση εσωτερικής ψυχικής ηρεμίας.

Επίσης οι πράσινοι χώροι αποτελούν χώρους κοινωνικών επαφών μέσω της βραχύχρονης ή συχνής αναψυχής. Κοινωνικές μελέτες έδειξαν πως σε πόλεις ή σε τμήματα πόλης χωρίς πράσινο η βία και η



εγκληματικότητα των κατοίκων εμφανίζεται αυξημένη, ενώ παράλληλα εμφανίζονται και αυξημένα ποσοστά αυτοκτονιών

### 1.1.2 Επιπτώσεις από την έλλειψη πρασίνου σε αστικές περιοχές

Οι ενεργειακές ροές και οι πρώτες ύλες που εισέρχονται στις πόλεις εξέρχονται υπό μορφή τελικών προϊόντων, εγγυώνται την επιβίωση και εν μέρει και την ευημερία, αφήνουν όμως τρία κύρια είδη ρύπανσης : μια ρύπανση που παραμένει εξ ολοκλήρου στην πόλη, την ηχορύπανση, μια ρύπανση που παραμένει εν μέρει στην πόλη, την ατμοσφαιρική ρύπανση και τέλος την ρύπανση που εξέρχεται εξ ολοκλήρου από την πόλη, δηλαδή εκείνη που προέρχεται από τα απόβλητα τα οποία έτσι δημιουργούν νέα προβλήματα, τεράστιας βαρύτητας, σε άλλες αστικές ή μη αστικές ζώνες.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα πρόβλημα που βρίσκεται διαρκώς στο προσκήνιο λόγω των σοβαρών επιπτώσεων που έχει στη δημόσια υγεία και τα οικοσυστήματα .

Σύμφωνα με έρευνες, ιδιαίτερα σοβαρές επιπτώσεις καταγράφονται στο προσδόκιμο επιβίωσης, το οποίο μειώνεται, εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αλλά και στην νοσηρότητα και την θνησιμότητα του πληθυσμού . Σε ευρωπαϊκό επίπεδο 22.000 πρόωροι θάνατοι ετησίως αποδίδονται στα υψηλά επίπεδα όζοντος και 3-14 μήνες ζωής χάνουν αυτοί που εκτίθενται σε ρύπανση από αιωρούμενα σωματίδια .Οι επιπτώσεις αυτές επεκτείνονται και στα οικοσυστήματα. Έτσι, το 23% των δασών της Ε .Ε . κινδυνεύουν από την όξινη βροχή και το 63% των οικοσυστημάτων από την νιτρική εναπόθεση .

Η ατμοσφαιρική ρύπανση των αστικών κέντρων έχει αλλάξει ως προς τη σύνθεση, αφού κάποιοι ρύποι αντιμετωπίστηκαν όπως : ο μόλυβδος , ο καπνός και το διοξείδιο του θείου ,υπάρχουν όμως «νέοι » ρύποι όπως τα αζωτοξείδια , το όζον και τα αιωρούμενα σωματίδια PM10, PM 2,5 που

πρέπει να αντιμετωπιστούν και αυτό απαιτεί την διαμόρφωση μιας συνολικής στρατηγικής που άπτεται των τομεακών πολιτικών και δράσεων και με τις οποίες θα πρέπει να συνδυασθεί .

Η πόλη είναι ένας ζωντανός οργανισμός που γεννιέται, αναπτύσσεται, ακμάζει ή φθίνει. Κυριότερη αιτία παρακμής μιας πόλης είναι η αδυναμία υγιεινής διαβίωσης με ότι ψυχοσωματικό περιλαμβάνει η έννοια του όρου. Η πυκνή και εντατική χρήση της γης, ο περιορισμένος χώρος και η συμπύκνωση δραστηριοτήτων οδηγεί στην αισθητική υποβάθμιση του αστικού τοπίου και στην αλλοίωση της πολιτισμικής του ταυτότητας. Παράλληλα ο άνθρωπος σε αυτό το περιβάλλον γίνεται νευρικός και επιθετικός και η δυνατότητα συχνής επαφής του παιδιού με τη φύση και η ελευθερία κίνησής του, περιορίζονται σημαντικά και τείνουν να το αποξενώνουν από το φυσικό του πλαίσιο, με επιπτώσεις στην αγωγή του και την ψυχολογία του.

Παράλληλα τα σκληρά υλικά που φιμώνουν την επιφάνεια του εδάφους προκαλούν την απορροή και εκδίωξη κατακρημνισμάτων, αύξηση θερμοκρασίας λόγω αντανάκλασης, αδυναμία συγκράτησης σκόνης και ανάκλαση ήχων.

Πρέπει να κρατήσουμε τις πόλεις μας οικονομικά, πολιτισμικά, βιολογικά ζωντανές. Η επένδυση στο πράσινο είναι επένδυση ζωής αφού αξιόλογη πόλη χωρίς πράσινο δεν γίνεται.

## 2. ΚΗΠΟΙ ΣΕ ΔΩΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

### 2.1 Έννοια φυτεμένων δωματίων

Φυτεμένα δώματα ονομάζονται οι φυτεμένες επιφάνειες των οποίων το υπόστρωμα είναι απομονωμένο από το φυσικό έδαφος. Η απόσταση των επιφανειών αυτών από το έδαφος ποικίλει από αρκετά μέτρα, σε περίπτωση δώματος υψηλού κτηρίου, έως πολύ κοντά σε αυτό, σε περίπτωση υπόγειων κτισμάτων. Το φυτεμένο δώμα δεν αποτελεί μια απλή κατασκευή τοποθετημένη πάνω στα υποκειμενικά δομικά υλικά, αλλά ενοποιείται και συλλειτουργεί με αυτά.

Από οικολογικής άποψης, μπορεί να μελετηθεί ως ανεξάρτητο οικοσύστημα, άμεσα αλληλεπιδρώμενο με τα τοπικά περιβάλλοντα οικοσυστήματα, χαρακτηριζόμενο από μια δυναμική ισορροπία.

Διάφορες ορολογίες για τα φυτοκαλυμμένα δώματα έχουν επικρατήσει. Ο όρος πράσινα δώματα (green roofs) χρησιμοποιείται για να περιγράψει, τόσο εντατικής καλλωπιστικής φύτευσης, όσο και εκτεταμένης περισσότερο φυσικής φύτευσης δώματα. Ο Brownlie (1990), όρισε ως κήπους δωματίων (roof garden) περιοχή, κυρίως καλλωπιστικής φύτευσης, με υπόστρωμα απομονωμένο από το φυσικό έδαφος, μέσω μιας ανθρώπινης δομικής κατασκευής, ενός τουλάχιστον ορόφου. Αυτή η ορολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τόσο σε περιπτώσεις φυτεμένων δωματίων, όσο και σε περιπτώσεις όπου η εγκατάσταση του φυτικού υλικού έχει γίνει με φυσικό τρόπο.

Ο όρος οικολογικά δώματα (eco roof) χρησιμοποιείται, συνήθως για να περιγράψει ένα εκτεταμένο δώμα με φυσική εγκατάσταση φυτών. (English Nature Research Reports, 2003).



## 2.2 Ιστορικά στοιχεία

Οι οροφώκηποι παρείχαν τη λύση στο πρόβλημα της δραματικής ετήσιας πλημμύρας στην κοιλάδα μεταξύ των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη. Εμπνευσμένος ίσως από την καλλιέργεια των λόφων σε αναβαθμίδες, ο βασιλιάς Ναβουχοδονόσωρ II (600-562 π.Χ.) κατασκεύασε τους



κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας για χάρη της Περσικής καταγωγής της γυναίκας του, η οποία είχε μεγάλη νοσταλγία για τα καλυμμένα με δέντρα βουνά της πατρίδας του. Οι κήποι αυτοί θεωρήθηκαν ένα από τα Επτά

θαύματα του αρχαίου κόσμου.

Σύμφωνα με τους ιστορικούς λέγεται ότι κάλυπταν μια έκταση 1-1,5 εκταρίου κτισμένοι σε αναβαθμίδες οι οποίες είχαν 3,5m πλάτος και 5m ύψος, και αποτελούσαν μια κυρτή κατασκευή (καμάρα) μεγαλύτερη από 20m ύψος. Στην κορυφή από κάθε αψίδα οι κατασκευαστές είχαν τοποθετήσει δεμάτια από καλάμια και άσφαλτο σκεπασμένα με στρώσεις από κεραμίδια και χοντρά φύλλα από μολύβι για να πετύχουν τη στεγανότητα για τα δωμάτια που βρίσκονταν κάτω. Το νερό μεταφερόταν από τον ποταμό Ευφράτη σε μια δεξαμενή στην ψηλότερη ταρατσα. Οι ταρατσες ήταν φυτεμένες με θάμνους και δέντρα που πιθανόν περιλάμβαναν κυπαρίσσια, κέδρους, ακακίες, λεύκες, καρυδιές, κ.α.

Οι μεταγενέστεροι οροφώκηποι είναι λιγότερο δραματικοί. Η ταρατσα η οποία είναι το βασικό στοιχείο όλων των σπιτιών σε χώρες με χαμηλή βροχόπτωση και ήπιους χειμώνες ήταν πιθανόν πάντοτε η αποθήκη για φυτά σε γλάστρες. Η πρόσθετη όμως κατασκευή η οποία ήταν απαραίτητη

για να υποστηρίξει μεγάλες επιφάνειες φυτεμένες ήταν αναπόφευκτα περιορισμένη λόγω κόστους σε κτίρια με κάποια σπουδαιότητα όπως ήταν η Villa Diomedes στην Πομπηία και στο σπίτι του Αυγούστου (28 π.Χ.) στη Ρώμη.



Αυτό είχε τη μορφή πυραμίδας με πατήματα σε ένα κυκλικό σχέδιο κατασκευασμένο με λευκό μάρμαρο και είχε πέντε τaráτσες φυτεμένες με δέντρα. Στην κορυφή του είχε ένα χάλκινο άγαλμα του αυτοκράτορα. Έχει καταγραφεί ότι και ο Ιουστινιανός είχε εξώστες με φυτά περί το 500 μ.Χ. Υπάρχουν ακόμη και μερικά βυζαντινά παραδείγματα που απεικονίζονται στα εκκλησιαστικά βιβλία τον 11<sup>ο</sup> και τον 12<sup>ο</sup> αιώνα, αλλά πολύ λίγα πριν την Αναγέννηση.

Η Αναγέννηση έφερε ένα ανανεωμένο ενδιαφέρον για τους οροφόκηπους, το οποίο επηρεάστηκε ίσως από την αναζωογόνηση του κλασσικού πολιτισμού και της μόδας για την εισαγωγή φυτών. Περί το 1400 ο Cosimo de Medici έκτισε έναν οροφόκηπο στην βίλα του κοντά στη Φλωρεντία της Ιταλίας. Ποικιλία από εισαγόμενα φυτά χρησιμοποιήθηκαν και ο κήπος αυτός μετατράπηκε σε μια βοτανική επίδειξη και περιέργεια, για περιήγηση σε αυτόν.

Η μόδα επεκτάθηκε βόρεια. Στην Γερμανία ο Καρδινάλιος Johann van Lamberg (1689-1712) κατασκεύασε οροφόκηπους στην κατοικία του με τη μορφή εξεζητημένων παρτεριών τα οποία περικλείονταν στις τρεις πλευρές του τοίχου ζωγραφισμένους και η τέταρτη πλευρά έμενε ανοιχτή στη θέα.

Οι δημιουργίες παρέμειναν αργές μέχρι το 19<sup>ο</sup> αιώνα όταν ο Carl Rabbitz (1825-91) ένας εξέχων κατασκευαστής, παρουσίασε στο Παρίσι στην Παγκόσμια Έκθεση του 1867 ένα μοντέλο του οροφόκηπου που είχε

στο σπίτι του στο Βερολίνο. Εδώ για πρώτη φορά παρουσιάζεται ένας οροφώκηπος σε αστικό σπίτι της βόρειας Ευρώπης, σε μια περιοχή με κρύους χειμώνες και υψηλή βροχόπτωση. Η επίπεδη οροφή ήταν στεγανή στο νερό χάρη σε πατέντα του Rabbitz με βουλκανισμένη άσφαλτο.

Δυστυχώς η πατέντα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε από το βασιλιά Ludwig II για τη μεγαλοπρεπή κατασκευή του κήπου του, ο οποίος καλύπτονταν με γυαλί, το 1874 στο Μόναχο. Υπήρχαν εξωτικά φυτά και πισίνα ήταν τοποθετημένη επάνω σε χοντρές πλάκες από χαλκό υποβασταζόμενες από πέτρες σε μορφή καμάρας. Η διαρροή του νερού ήταν εκτενής και η κατασκευή κατεδαφίστηκε το 1897.

Στη Γερμανία περί το 1890 οι αγροικίες καλυπτόντουσαν για λόγους πυροπροστασίας με μια στρώση φυτοχώματος πάνω στην οποία φύτεωναν διάφορα φυτά.



Villa Savoye 1929

Ο Le Corbusier (1887-1965) ξαναανακάλυψε το φυτεμένο δώμα που είχε σχεδόν ξεχαστεί στον αιώνα μας.

### 2.3 Υπάρχουσα κατάσταση

Οι τοπικοί και κρατικοί αρμόδιοι φορείς, που έχουν ως στόχο την επέκταση της εγκατάστασης των φυτεμένων δωματίων στο αστικό περιβάλλον, πρέπει να ακολουθήσουν τις εξής στρατηγικές :

1) Επέκταση της πληροφόρησης μέσω ειδικών προγραμμάτων ή μέσω σχεδιασμών και εφαρμογών αντίστοιχων διαγωνισμών.

- 2) Εφαρμογή πολιτικών που θα περιλαμβάνουν σχέδια εγκατάστασης φυτεμένων δωματίων σε νεοαναγειρόμενα και υφιστάμενα κτίρια.
- 3) Προσφορά παροχών και επιχορηγήσεων σε ιδιωτικές και δημόσιες εγκαταστάσεις.
- 4) Τροποποίηση νόμων που απαιτούν μετριασμό ή αποκατάσταση της εξάλειψης των ανοικτών χώρων, έτσι ώστε να συμπεριλάβουν τα φυτεμένα δώματα ως μια απαιτούμενη προοπτική (Δ13).

Στις Η.Π.Α. τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας των φυτεμένων δεν είναι ευρέως κατανοητά και η αντίστοιχη αγορά παραμένει ασχημάτιστη, παρ' όλες τις προσπάθειες κάποιων αρμόδιων βιομηχανιών. Το 2002 με σφυγμομέτρηση της κοινής γνώμης, η Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα, παρουσίασε στο βελγικό *La Libre* το περιβαλλοντικό πρόβλημα ως τη βασική προτεραιότητα και ανησυχία των κατοίκων (Δ1). Το γεγονός αυτό εξηγεί το λόγο για τον οποίο, στην Ευρώπη, τέτοιου είδους τεχνολογίες έχουν υιοθετήσει γερές βάσεις εγκατάστασης, ως αποτέλεσμα νομοθετικών και οικονομικών ενισχύσεων, τόσο σε κυβερνητικό, όσο και σε δημοτικό επίπεδο. Οι ενισχύσεις αυτές, αναγνωρίζουν την ποικιλία και την ευρύτητα των πλεονεκτημάτων των φυτεμένων δωματίων και υποστηρίζουν την δημιουργία μιας έντονης και με πολλά οικονομικά οφέλη αγοράς, για την προμήθεια των υλικών και την εγκατάσταση τούς σε χώρες όπως η Γερμανία, η Γαλλία, η Αυστρία και η Ελβετία.

Στην Γερμανία για παράδειγμα, η αντίστοιχη βιομηχανία εγκατέστησε 9.000.000 m<sup>2</sup> επιφάνεια φυτεμένων δωματίων το 1994 και 13.500.000 m<sup>2</sup>, αντίστοιχα το 2001, ενώ το οικονομικό της όφελος έφτασε τα 500.000.000 DM το 1994 και τα 700.000.000 το 1997. Στο Τόκιο, η ανάγκη της μείωσης του «φαινομένου της αστικής θερμής νησίδας» οδήγησε στη θέσπιση νόμων που προέβλεπαν την κάλυψη όλων των μεγάλων κτιρίων με φυτικό υλικό, τουλάχιστον στο 20 % της επιφάνειάς τους. Στο Portland του Oregon, όπου τα φυτεμένα δώματα εκτιμούνται για την προσφορά τους,



στην αποθήκευση όμβριων υδάτων και στην εξυγίανση του τοπικού υδατικού περιβάλλοντος, οι κατασκευαστές κτιρίων επιτρέπεται να αυξήσουν την πυκνότητα εγκατάστασης τους μόνο μετά από μελέτη και υλοποίηση φύτευσης στα δώματα. Στο Σικάγο, η θέσπιση νόμων για τη φύτευση δωματίων υιοθετήθηκε ως λύση για τη μείωση των αυξημένων θερμοκρασιών της πόλης.(Waynes, 2003), ενώ στην Ελβετία, επιβάλλεται στο 25% όλων των εμπορικών κτιριακών συγκροτημάτων, για τη βελτίωση του αστικού μικροκλίματος. (English Nature Research Reports, 2003).

Μελετώντας τον τρόπο προώθησης της πολιτικής των φυτεμένων δωματίων και την ποιοτική και μεθοδευμένη εγκατάστασή τους σε χώρες του εξωτερικού, γίνεται εύκολα αντιληπτή η σοβαρότητα αντιμετώπισης τους από τους αρμόδιους αντίστοιχους φορείς.

Αντίθετα, στον ελληνικό χώρο, τα παραδείγματα εφαρμογών αποδεικνύουν την έλλειψη της κυβερνητικής και δημοτικής πολιτικής και των απαραίτητων βάσεων οργάνωσης και επέκτασης της αντίστοιχης αγοράς. Στην Ελλάδα η εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα των κτηρίων ξεκίνησε την δεκαετία του 1970, περισσότερο ως επίδειξη οικονομικής ευημερίας, παρά ως συνειδητοποιημένη ενέργεια για την εκμετάλλευση των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων τους (Ευμορφοπούλου, 1992). Δυστυχώς, όπως ήδη αναφέρθηκε η δραστηριοποίηση των υπεύθυνων κρατικών φορέων και των κατάλληλων οικονομικών και τεχνικών κύκλων δεν έχει επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, με αποτέλεσμα τα φυτεμένα δώματα στον ελληνικό χώρο να εντοπίζονται σε ελάχιστες περιπτώσεις όπως ξενοδοχεία, δημόσια κτήρια, ιδιωτικές κατοικίες, και υπόγειους χώρους στάθμευσης σε σχέση με την ένταση της αστικοποίησης στα μεγάλα αστικά κέντρα.

Η ενημέρωση των πολιτών, αλλά και των αρμόδιων φορέων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την εξάλειψη λανθασμένων αντιλήψεων όσον αφορά στα φυτεμένα δώματα, όπως τα περιορισμένα και,

κυρίως αισθητικά πλεονεκτήματα τους ή το υπερβολικό κόστος τους. Η πολιτεία μπορεί να περάσει το απαραίτητο μήνυμα, μέσω των διατάξεων του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού, δίνοντας δάνεια και οικονομικά κίνητρα και οι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης μπορούν να συμβάλλουν με προώθηση προγραμμάτων εξυγίανσης και ανάπλασης περιοχών, ενημερώνοντας τους δημότες τους. (Ευμορφοπούλου, 1992).

#### **2.4 Οικολογικός σχεδιασμός - αειφόρα κτίρια.**

Η γνώση των πρακτικών και τεχνικών που ακολούθησαν στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, αποκτά μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα λόγω του γεγονότος ότι τα νέα κτίρια οφείλουν να ανταποκριθούν, με τον καλύτερο τρόπο, στα σύγχρονα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα, περιορίζοντας τις δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η μέριμνα για εξοικονόμηση των φυσικών πόρων, όπως της ενέργειας και του νερού και για την επιλογή φιλικών, προς το περιβάλλον, οικοδομικών υλικών (ανακυκλώσιμα, χωρίς εκπομπές επικίνδυνων ρυπογόνων αερίων κ.λ.π.) , προτρέπει προς έναν σχεδιασμό που αναζητά τρόπους ώστε να αξιοποιήσει τις κλιματικές παραμέτρους και να συνθέτει ένα σύνολο, του οποίου τα επιμέρους στοιχεία, συνεργάζονται και αποδίδουν το βέλτιστο

Πιο συγκεκριμένα οι στόχοι της ανάπτυξης είναι :

1. Η αναζωογόνηση της οικονομικής ανάπτυξης, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου η φτώχεια μειώνει τις δυνατότητες των ανθρώπων να χρησιμοποιούν συνετά τους φυσικούς πόρους και εντείνει τις πιέσεις στο περιβάλλον.
2. Η προώθηση μιας ανάπτυξης λιγότερο ενεργειοβόρου και περισσότερο δίκαιης κοινωνικά
3. Η ικανοποίηση των βασικών αναγκών ενός αυξανόμενου πληθυσμού στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπως η σωστή διατροφή, η απαραίτητη

ενέργεια, η στέγαση, το καθαρό νερό, οι υγιεινές συνθήκες διαβίωσης και η ιατρική περίθαλψη.

4. Η δημιουργία ευκαιριών απασχόλησης που θα εξασφαλίζουν τα ελάχιστα αναγκαία καταναλωτικά αγαθά

5. Η δημογραφική σταθεροποίηση

6. Η διατήρηση και αναβάθμιση των φυσικών πόρων, οι οποίοι πιέζονται από το υψηλό επίπεδο κατανάλωσης των βιομηχανικών χώρων, σε συνδυασμό με τον αυξανόμενο πληθυσμό και την κατανάλωση των αναπτυσσόμενων χωρών. Οι προοπτικές εναλλακτικών λύσεων στην αγροτική παραγωγή, στις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες και στην ενέργεια είναι σημαντικές για τη μείωση της ατμοσφαιρικής και υδατικής ρύπανσης

7. Ο επαναπροσδιορισμός των τεχνολογιών, μέσω στροφής της αγοράς προς την κατεύθυνση προϊόντων φιλικότερων προς το περιβάλλον, με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, με δυνατότητα ανακύκλωσης, εξοικονόμησης ενέργειας κ.λ.π.

8. Η σύγκλιση οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων μέσω αποδοχής της κοινωνικής ευθύνης, αναγνώρισης των ορίων της επιστήμης και της τεχνολογίας στην επίλυση των προβλημάτων, αναγνώρισης των μακροπρόθεσμων συνεπειών των σημερινών αποφάσεων. Η αειφορία απαιτεί ευρύτερη συμμετοχή στις ευθύνες και στις αποφάσεις και ευρύτερη πρόσβαση των πολιτών στις πηγές πληροφοριών.(Χατζημπίρος, 2001).

Η εποχή μας επιβάλλει, πλέον την αναγκαιότητα μιας συνολικής αναβάθμισης του κτιστού περιβάλλοντος και των πόλεων μας και γι' αυτό, γίνεται κατανοητό ότι πρέπει οι πόλεις να αντιμετωπιστούν διαφορετικά, και να σχεδιάζονται σύγχρονα, οικολογικά και βιοκλιματικά κτίρια.

Οι βασικές αρχές του σχεδιασμού των οικολογικών κτιρίων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν είναι οι ακόλουθες :

- Η μορφολογία του κτιρίου σε συνδυασμό με το κλίμα
- Οι τοπικές μετεωρολογικές συνθήκες
- Ζώνες άνεσης: θερμικές, υγιεινές και οπτικές απαιτήσεις
- Χρήση κτιρίου και περιβαλλοντική ενέργεια.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που λαμβάνονται υπόψιν στο σχεδιασμό οικολογικών κτιρίων είναι:

- Ο περιβάλλον χώρος
- Η ροή του αέρα
- Το έδαφος και οι υπόγειοι υδροφόροι ορίζοντες
- Τα όμβρια ύδατα και το επιφανειακό νερό
- Οι επιφάνειες φυτικού υλικού (σκίαση και ανεμοπροστασία)
- Η μορφή του κτηρίου και ο προσανατολισμός του
- Η μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου (θέρμανσης και ψύξης) (Daniels,1997).

Συνδυάζοντας την προσφορά της βλάστησης στο αστικό δομημένο περιβάλλον με την ανάγκη του βιοκλιματικού και οικολογικού σχεδιασμού των πόλεων, εύκολα γίνεται κατανοητή η αναγκαιότητα της εγκατάστασης φυτικού υλικού στο περιβάλλον, αλλά και στη δομή των ίδιων των κτιρίων. Η δυνατότητα φύτευσης στο περιβάλλον των κτιρίων συρρικνώνεται καθημερινά, μιας και όλο και μεγαλύτερο ποσοστό αστικής γης καταναλώνεται στη δόμηση. Ως αποτέλεσμα, οι δενδροστοιχίες και η φύτευση παρτεριών στους δρόμους ή στις μικρές, σε σχέση με τον πληθυσμό, εκτάσεις, πλατείες να αποτελούν τις βασικές αλλά ανεπαρκείς εστίες πρασίνου. Συνεπώς, ως μόνη υλοποιήσιμη λύση διακρίνεται η φύτευση πρασίνου στα ίδια τα δομικά στοιχεία.

Οι διαθέσιμοι χώροι ενός κτιρίου στους οποίους μπορεί να εγκατασταθεί φυτικό υλικό είναι οι εξής :

- Στο εσωτερικό των κτιρίων με χρήση φυτών εσωτερικού χώρου.



- Οι εσοχές των κτιρίων, τα μπαλκόνια, τα παράθυρα και οι βεράντες
- Οι κάθετες επιφάνειες (τοίχοι, προσόψεις) με τη χρήση αναρριχώμενων ή κρεμοκλαδών φυτικών ειδών
- Οι κοινόχρηστοι χώροι, αυλές, αίθρια,
- Τα δώματα.

Η εγκατάσταση φυτικού υλικού στα δώματα των κτιρίων εμφανίζει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα και αναλύεται στη συνέχεια.

## 2.5 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα των φυτεμένων δωμάτων, τόσο στο εσωτερικό των υποκείμενων κτιρίων, όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον διακρίνονται στις εξής βασικές κατηγορίες

### 2.5.1 Κοινωνικά

Στις πυκνοκατοικημένες αστικές κοινωνίες μας οι διαθέσιμοι ελεύθεροι χώροι, στο εδαφικό επίπεδο, για εγκατάσταση φυτικού υλικού είναι ελάχιστοι και μη ανταποκρινόμενοι στις απαιτήσεις των κατοίκων. Η κυριαρχία των δομικών υλικών αντιτίθεται στην ανάγκη των ανθρώπων να διατηρούν την επαφή τους με το φυσικό στοιχείο, με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου και της ποιότητας ζωής τους στις πόλεις. Τα δώματα των αναρίθμητων κτιρίων των μεγαλουπόλεων μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμη επίλυση του χωροταξικού αυτού προβλήματος, αντιμετωπίζοντας τα, απλά ως ελεύθερες και διαθέσιμες επιφάνειες για την εγκατάσταση βλάστησης.

Η αισθητική βελτίωση της εικόνας των πόλεων με την εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα των κτιρίων είναι αναμφισβήτητη. Η εικόνα που παρουσιάζει ένα φυτεμένο δώμα, σε σχέση με ένα συμβατικό,

παρατηρώντας κάποιο κτίριο από απόσταση, προσφέρει στον παρατηρητή ευχαρίστηση και βελτιώνει το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζει και εργάζεται.

Οι συνδυασμοί φυτικού υλικού, τύπου φύτευσης και σχεδιαστικών προτάσεων προσφέρουν ποικίλες δυνατότητες στον αρχιτέκτονα τοπίου να δημιουργήσει από εκτεταμένα σύνολα ποώδης χαμηλής φύτευσης, έως προσβάσιμους κήπους με καθιστικά, χώρους εστίασης, λίμνες, χώρους περιπάτου κ.λ.π. Η αισθητική προσφορά των φυτεμένων δωματίων στο περιβάλλον των πόλεων βελτιώνει την ψυχική ισορροπία των κατοίκων τους. Η πνευματική υγεία και η συναισθηματική σταθεροποίηση τους επηρεάζονται έντονα από τους χώρους πρασίνου και αλληλεπιδρούν με τα στοιχεία της φύσης. Ψυχολογικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι άνθρωποι που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές είναι λιγότερο ευάλωτοι σε ασθένειες, εάν έχουν πρόσβαση σε κάποιο φυτοκαλυμμένο μπαλκόνι ή δώμα, λόγω του βελτιωμένου μικροκλίματος στον χώρο αυτό, καθώς και της ευχάριστης ασχολίας με τη φροντίδα των φυτών. Η ποικιλία των ήχων, αρωμάτων, των χρωμάτων και της ανάπτυξης των φυτών μπορεί να βελτιώσει την ανθρώπινη ψυχολογία.

Σε μελέτες που έγιναν σε ασθενείς νοσοκομείου που ανάρρωναν από την ίδια εγχείρηση βρέθηκε ότι ασθενείς που είχαν οπτική επαφή με μια αυλή είχαν συντομότερο μετεγχειρητικό κύκλο, πήραν λιγότερα δυνατά παυσίπονα και είχαν λιγότερα αρνητικά σχόλια από το νοσοκομειακό προσωπικό, σε σχέση με αυτούς που είχαν οπτική πρόσβαση σε τοίχο(Δ5).

Μετατρέποντας το δώμα ενός κτιρίου σε προσβάσιμο κήπο, δημιουργείται ένας κοινόχρηστος χώρος, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες του να πραγματοποιήσουν πληθώρα δραστηριοτήτων σε αυτόν, αναπτύσσοντας διαπροσωπικές σχέσεις και αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την κοινωνικότητα τους.

Στις χαώδεις, απρόσωπες και γκρίζες σημερινές μεγαλουπόλεις, με τους επιβαλλόμενους καθημερινούς εντατικούς ρυθμούς διαβίωσης και παραγωγικότητας, η παρουσία ενός τέτοιου χώρου θεωρείται πλέον απαραίτητη. Λαμβάνοντας υπόψιν το γεγονός της ουσιαστικής αχρηστίας των συμβατικών δωματίων, από την άποψη των δραστηριοτήτων που μπορούν να πραγματοποιηθούν στον χώρο αυτό, γίνεται κατανοητός ο λόγος εγκατάλειψης και απομόνωσης τους. Στο αστικό περιβάλλον, όμως, η εγκατάλειψη ενός κοινόχρηστου χώρου τον καθιστά αυτόματα πόλο έλξης περιθωριακών και επικίνδυνων ατόμων. Μια αποτελεσματική λύση του συγκεκριμένου προβλήματος είναι η συγκέντρωση υγιούς πληθυσμού στο χώρο αυτό.

Λόγω της ιδιαιτερότητας της θέσης τους τα φυτεμένα δώματα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα που δεν παρατηρούνται σε άλλους αστικούς χώρους πρασίνου.

Συγκεκριμένα η απόσταση τους από το επίπεδο του εδάφους από το πιο διαταραγμένο περιβαλλοντικά και αισθητικά επίπεδο του αστικού χώρου, οδηγεί στη δημιουργία ενός απομονωμένου χώρου ηρεμίας και ανάπαυσης, ακόμα και σε περίπτωση που καταλαμβάνει μικρή σχετικά έκταση. Ενώ ένα πάρκο ή μια πλατεία για να προσφέρει την δυνατότητα αίσθησης απομόνωσης στον επισκέπτη, πρέπει εκτός από τις βασικές αρχές σχεδίασης, να καταλαμβάνει και μια ελάχιστη απαιτούμενη έκταση, τα δώματα των κτιρίων λόγω της υψομετρικής τους απόστασης από πηγές όχλησης, δρόμους, πολυσύχναστα εμπορικά και κοινωνικά κέντρα κ.λ.π., μπορούν να προσφέρουν τη δυνατότητα αυτή, καταλαμβάνοντας μικρότερη έκταση, ανάλογα με το ύψος του κτιρίου. Σε περιπτώσεις δε, που τα κτίρια που φέρουν το φυτεμένο δώμα δεν περιβάλλονται από ψηλότερα κτίρια η αίσθηση της απομόνωσης, της ηρεμίας και της ξεκούρασης των επισκεπτών του δώματος προκαλείται ευκολότερα. Το περιβάλλον της πόλης μοιάζει αρκετά μακρινό σε ένα καταπράσινο δώμα κάποιου πολυώροφου κτιρίου,

όπου ο επισκέπτης μπορεί να ηρεμήσει, να χαλαρώσει, να διασκεδάσει, να δημιουργήσει ή να εργαστεί, σε έναν περιβαλλοντικά αναβαθμισμένο χώρο.

Τέλος ένα εμπορικό κύκλωμα για κήπους δωμάτων δημιουργείται, προσφέροντας δυνατότητες εργασίας σε πολλές ειδικότητες. Οι απαιτήσεις κατασκευής φυτεμένων δωμάτων παράγουν αγορά εργασίας για κατασκευαστές και προμηθευτές όλων των απαραίτητων επιμέρους στοιχείων τους, όπως για παράδειγμα φυτωριούχους, αρχιτέκτονες και σχεδιαστές τοπίου, μηχανικούς, άτομα προσωπικού εγκατάστασης και συντήρησης τους κ.α.

### 2.5.2 Περιβαλλοντικά

Το δώμα ενός κτιρίου αποτελεί την επιφάνεια που δέχεται τις μεγαλύτερες διακυμάνσεις ηλιακής ακτινοβολίας, κατά την διάρκεια της ημέρας και του έτους. Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού απορροφά διπλάσιο θερμικό φορτίο σε σχέση με τους νότιους τοίχους, ενώ αντίθετα, κατά την διάρκεια του χειμώνα δέχεται μικρά ποσά ακτινοβολίας. Για τις επιφάνειες αυτές, η φύτευση αποτελεί ιδανική λύση για την εξουδετέρωση των θερμικών εντάσεων κατά την διάρκεια της ημέρας (Ευμορφοπούλου,1994). Όσον αφορά στην επίδραση της φύτευσης του δώματος στη διακύμανση των εσωτερικών θερμοκρασιακών συνθηκών του κτιρίου, στον πίνακα Α που ακολουθεί γίνεται αντιληπτή η προσφορά του. Επίσης, με τη φύτευση των δωμάτων, μέσω των φυσιολογικών λειτουργιών των φυτών, επιτυγχάνεται η αύξηση της υγρασίας στο περιβάλλον τους.

<b>Κτήριο</b>	<b>Με φυτεμένο Δώμα (Θ: °C)</b>	<b>Χωρίς φυτεμένο δώμα (Θ: °C)</b>
Μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα	28	28

Μέση μέγιστη θερμοκρασία αέρα	29	31
Μέση ελάχιστη θερμοκρασία αέρα	25	24
Μέσο ημερήσιο θερμοκρασιακό εύρος	4	7
Αριθμός θερμοκρασιακών τιμών άνω των 30 °C	115	419
Αριθμός θερμοκρασιακών τιμών άνω των 32 °C	0	66
Σύνολο μετρήσεων	2325	2325

**Πίνακας Α :** Θερμοκρασιακές συγκρίσεις στον εσωτερικό χώρο κτιρίου με και χωρίς εγκατάσταση φύτευσης στο δώμα του (30 Ιουνίου - 17 Αυγούστου) ( Niachou et al, 2001).

Ένα εκτεταμένο δίκτυο φυτεμένων δωμάτων σε έναν αστικό ιστό μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία αρκετούς βαθμούς, καλύπτοντας τις επιφάνειες που απορροφούν θερμότητα με φυτικό κάλυμμα που αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και με την αύξηση της υγρασίας, λόγω εξάτμισης, που βοηθά στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα. Τα φυτά προστατεύουν το δώμα ενός κτιρίου από τα θερμικά φορτία της ηλιακής ακτινοβολίας με τους εξής τρόπους :

- Τις ανακλαστικές τους δυνατότητες
- Τη μεταφορά της ενέργειας που απορροφάται από αυτά
- Την εξάτμιση από τα φυτά και το έδαφος

Από τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από ένα φυτεμένο δώμα, το 27% ανακλάται, το 60% απορροφάται, και το 13% μεταβιβάζεται στο έδαφος (Eumorfoulou et al., 1998). Η επιφανειακή θερμοκρασία των φυτεμένων δωμάτων ποικίλει ανάλογα με το είδος της βλάστησης στα διάφορα σημεία του. Χαμηλότερες θερμοκρασίες



παρατηρούνται σε σημεία που καλύπτονται από πυκνό και σκουρόχρωμο φυτικό υλικό και υψηλότερες σε περίπτωση αραιού φυτικού υλικού ή γυμνού εδάφους (Niachou et al, 2001).

Τα επίπεδα δώματα που καλύπτονται από χαλίκι έχουν έως και 21 °C υψηλότερη θερμοκρασία από τα αντίστοιχα φυτεμένα.(English Nature Research Reports, 2003). Ο δείκτης albedo που σχετίζεται άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας των πόλεων ( επιφάνειες με χαμηλό albedo απορροφούν μεγαλύτερο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας και γίνονται θερμότερες), σε διάφορα υλικά κάλυψης των δωματίων παρουσιάζεται στον πίνακα Β. Η βλάστηση σκιάζει τα κτίρια και παρουσιάζει υψηλότερο albedo από τα άλλα υλικά κάλυψης δωματίων.

Με τη φύτευση δωματίων μπορεί να μετριαστεί η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας των πόλεων σε σχέση με τις περιαστικές περιοχές, δηλαδή το «φαινόμενο της αστικής θερμής νησίδας», που υποβαθμίζει περιβαλλοντικά τις αστικές περιοχές.

Υλικά κάλυψης δωματίων	Albedo
Άσφαλτος	0.10 - 0.15
Πίσσα και χαλίκι	0.08 - 0.18
Κεραμίδια	0.10 - 0.35
Σχιστολιθικές πλάκες	0.10
Πτυχωτό σίδερο	0.10 - 0.16
Φυλλοβόλα φυτά	0.20 - 0.30
Ξηρό γρασίδι	0.30
Φυλλοβόλα δασικά φυτά	0.15 - 0.20
Κωνοφόρα δασικά φυτά	0.10 - 0.15

**Πίνακας Β** (English Nature Research Reports, 2003)

Η κατακράτηση του νερού της βροχής και ο έλεγχος της απορροής του, στο κυριαρχούμενο από δομικά υλικά, αστικό περιβάλλον, μπορεί να επιτευχθεί μέσω της φύτευσης των δωματίων. Ανάλογα με την ένταση της βροχόπτωσης και το βάθος του φυτικού υποστρώματος, η κατακράτηση του νερού μπορεί να κυμανθεί από 15-90 %. Τα φυτά αναχαιτίζουν και καθυστερούν την απορροή των όμβριων υδάτων και τη μέγιστη αναλογία ροής, ανακουφίζοντας τα αποχετευτικά δίκτυα, φιλτράροντας και καθαρίζοντας το νερό και επιστρέφοντας το, τελικά, στην ατμόσφαιρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής.

Οι λειτουργίες των φυτών που σχετίζονται με την υδατική διαχείριση είναι :

- Η κατακράτηση των υδατικών κατακρημνισμάτων στην κόμη των φυτών
- Η απορρόφηση του νερού από το ριζικό τους υπόστρωμα
- Η μείωση της ταχύτητας της βροχόπτωσης με τη διέλευση της από το φυτικό κάλυμμα (Δ6).

Το 75% της βροχόπτωσης μπορεί να κατακρατηθεί, σε εκτεταμένα φυτοκαλυμμένα δώματα για σύντομο χρονικό διάστημα και το 15- 20 % από αυτό, για περίπου 2 μήνες. Ένα στρώμα 25 mm, βρύων και ειδών του γένους *Sedum*, πάνω από επίπεδο χαλικιού, πάχους 50 mm, διατηρεί, περίπου το 58% της βροχόπτωσης, ενώ ένα επίπεδο 100mm γρασιδιού, περίπου το 71% αντίστοιχα (English Nature Research Reports, 2003). Η ελάττωση της απορροής των όμβριων υδάτων και η συμβολή των φυτεμένων στην υδατική διαχείριση των πόλεων, θεωρείται από αρκετές χώρες το σημαντικότερο πλεονέκτημα τους.

Ο αερισμός των πόλεων παρεμποδίζεται από το έντονο ανάγλυφο τους, που ελαττώνει την ένταση του ανέμου και εγκλωβίζει τη θερμότητα σε θύλακες αέρα. Οι ρυπαντές και η ατμοσφαιρική σκόνη παραμένουν στο

αστικό περιβάλλον, μέχρι να ξεπλυθούν από τις βροχοπτώσεις, στο εδαφικό υπόστρωμα του φυτεμένου δώματος. Το CO<sub>2</sub> και άλλες, μεταφερόμενες με τον αέρα, τοξικές ουσίες, απορροφούνται από τη φυλλική επιφάνεια της βλάστησης στα φυτεμένα δώματα, μέσω φυσιολογικών διεργασιών, καθαρίζοντας την ατμόσφαιρα (Δ7).

Η χρήση του φυτικού υλικού και του εδαφικού υποστρώματος στα δώματα προστατεύει το υποκείμενο κτίριο από τους ισχυρούς χειμερινούς ανέμους. Η κατάλληλη τοποθέτηση, επιλεγμένου είδους φυτικού υλικού και ο συνδυασμός του με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου το καθιστούν σημαντικό ανεμοπροστατευτικό, αλλά και ηχοπροστατευτικό στοιχείο. Τα ενοχλητικά ηχητικά κύματα που παράγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην πόλη μπορούν να απορροφηθούν, να ανακληθούν ή να εκτραπούν από την εγκατάσταση της βλάστησης στο δώμα των κτιρίων. Το εδαφικό υπόστρωμα μπορεί να παρεμποδίσει τις χαμηλές ηχητικές συχνότητες, ενώ τα φυτά τις υψηλότερες (Δ8).

Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την εγκατάσταση φύτευσης σε δώματα κτιρίων, όπως μεμβράνες και καλύμματα αποστράγγισης, κατασκευάζονται από ανακυκλώσιμο πλαστικό. Το μέσο υποστήριξης, συχνά, περιλαμβάνει ανακυκλωμένα δομικά υλικά, όπως σπασμένα τούβλα ή μπετό, ενώ τα υποστρώματα ανάπτυξης μπορούν να αποτελούνται από ανακυκλωμένα οικιακά, γεωργικά και κηπευτικά απορρίμματα. (English Nature Research Reports, 2003).

Η προσφορά των φυτεμένων δωματίων στην δημιουργία φυσικού ενδιαίτηματος για ποικιλία ειδών χλωρίδας και πανίδας και διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι σημαντική, στο δομημένο περιβάλλον των πόλεων. Τα πλεονεκτήματα της δυνητικής βιοποικιλότητας των φυτικών και ζωικών ενδιαιτημάτων στα δομικά σύνολα περιλαμβάνουν :

➤ Βοήθεια στη θεραπεία προβληματικών περιοχών, δημιουργία νέων ενδιαιτημάτων σε περιοχές έλλειψής τους



- Δημιουργία νέων ζωνών ενοποίησης στο διακοπτόμενο δίκτυο των ενδιαιτημάτων
- Δημιουργία πρόσθετων ενδιαιτημάτων για σπάνια και προστατευόμενα σημαντικά είδη (English Nature Research Reports, 2003).

Θεωρητικά, οποιοδήποτε ενδιαίτημα δημιουργείται σε κάποια περιοχή, δύναται να δημιουργηθεί και στα κτιριακά της δώματα, αλλά παρόλα αυτά, η περιορισμένη επιφάνεια, τα κατασκευαστικά στοιχεία, τα έντονα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος και οι υδρολογικές διαφορές, προκαλούν πρακτικές δυσκολίες.

Επίσης, δυσκολίες παρουσιάζονται όταν το φορτίο του ενδιαιτήματος είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο που μπορεί να δεχτεί το δώμα, όταν η δημιουργία του δεν μπορεί να ακολουθήσει το αναμενόμενο χρονικό περιθώριο και, στην περίπτωση κάποιων ειδών χλωρίδας και πανίδας που απομονώνονται, όταν δεν μπορούν να επεκταθούν με τον άνεμο, να αναρριχηθούν ή να πετάξουν (English Nature Research Reports, 2003).

Όταν η διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας, από αισθητικής πλευράς, αποτελεί αποτρεπτικό στοιχείο ανέγερσης ενός κτιρίου, η εγκατάσταση φυτικού υλικού στα δομικά υλικά του αποτελεί ουσιαστική λύση. Η μερική απόκρυψη του κτιρίου, με την προέκταση του εδάφους μιας επικλινής περιοχής, έως και το δώμα του, είναι συχνά απαραίτητη κυρίως σε ευαίσθητες, περιβαλλοντικά, περιοχές.

Επίσης ένα πρόσθετο πλεονέκτημα των φυτεμένων δωμαίων είναι η προσφορά τους στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας, και η συμβολή τους στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μόρια σκόνης, συμπεριλαμβανομένου τα βαριά μέταλλα και άλλους ρύπους που κυκλοφορούν στον αέρα που βρίσκονται τον αέρα ως ένα βαθμό παγιδεύονται στους οροφόκηπους και παραμένουν στο υπόστρωμα ή απορρέουν στα υπόγεια ύδατα.

Ένα μέρος της ρύπανσης είναι ενώσεις αζώτου κυρίως από τους καπνούς εξάτμισης των αυτοκινήτων και των εργοστασίων. Αυτές οι

ενώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά ως θρεπτικές ουσίες. Εντούτοις, αν τα φυτά δεν μπορέσουν να το απορροφήσουν και απορρίξει από τις υδάτινες οδούς, στις λίμνες και τη θάλασσα τότε η επίδραση της λίπανσης είναι αρκετά σοβαρή. Μερικά άλγη μεγαλώνουν πολύ γρήγορα εξαιτίας των διαθέσιμων ποσοτήτων αζώτου και αργότερα πεθαίνουν, βυθίζονται και αποσυντίθενται. Η αποσύνθεση τους απαιτεί οξυγόνο, μειώνοντας έτσι το οξυγόνο στο νερό, με συνέπεια να πεθαίνουν κάποιοι οργανισμοί στο βυθό της θάλασσας.

Το σπουδαιότερο κλιματικό θέμα είναι η αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό προκαλείται από το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και μερικά άλλα αέρια όπως το Όζον ( $\text{O}_3$ ) τα οποία όταν φτάσουν στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας παγιδεύουν τη θερμότητα από τον ήλιο, κρατώντας τη Γη θερμή. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες τα τελευταία 150 χρόνια αύξησαν τόσο τη ποσότητα του  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα, με αρνητικές συνέπειες στο κλίμα σε ολόκληρο τον πλανήτη.

Τα φυτά χρησιμοποιούν  $\text{CO}_2$  για την αναπνοή τους και επομένως μειώνουν τα αποτελέσματα ρύπανσης. Τα φυτεμένα δώματα μπορούν να γίνουν πόλος έλξης για πολλά έντομα και πουλιά, καθώς οι φυσικοί βιότοποι εξαφανίζονται με ανησυχητικό ρυθμό, απειλώντας έτσι την άγρια φύση σήμερα.

Στο σύγχρονο προγραμματισμό των πόλεων, όπου δεν υπάρχει αρκετός χώρος για δημιουργία πράσινων χώρων πρέπει να εκμεταλλευτούν οι οροφές των κτιρίων και να εξετάζεται η χρήση τους για ανάπτυξη της βιοποικιλότητας στις πόλεις, δηλαδή η ποικιλομορφία των φυτικών και ζωικών ειδών, ο χρησιμοποιούμενος τύπος βλάστησης, η επιλογή του υποστρώματος και η δημιουργία καταφύγιου για πουλιά και έντομα.

Οι οροφώκηποι μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος και στην αποκατάσταση των βιοτόπων. Με την προσεκτική

επιλογή και φύτευση ελκυστικών φυτικών ειδών, ένας οροφόκηπος μπορεί να προσελκύσει πουλιά και πεταλούδες. Ένας οροφόκηπος μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε να παρέχει τις ιδανικές συνθήκες για πουλιά και έντομα, να παρέχει δηλαδή τροφή, νερό και κατάλυμα για τα είδη αυτά.

Τέλος οι οροφόκηποι. μπορούν να διδάξουν το περιβάλλον ειδικά σε ανθρώπους που βρίσκονται μακριά από αυτό . Η επόμενη γενιά πρέπει να μάθει για τις περιβαλλοντολογικές ανησυχίες του σήμερα και πώς τις υποστηρίζουμε. Προβλήματα όπως η αστική θερμονησίδα, η αύξηση του CO<sub>2</sub> στις πόλεις που μπορούν εν μέρει να αντιμετωπιστούν με τους οροφόκηπους.

Μερικά από τα θέματα για τα οποία οι οροφόκηποι μπορούν χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση είναι :

- Οικολογική παρατήρηση
- Καλλιέργεια φρούτων και λαχανικών
- Προσδιορισμός της προστασίας των κτιρίων

### 2.5.3 Οικονομικά

Τα φυτεμένα δώματα, αναμφισβήτητα αποτελούν πόλο έλξης για τους κατοίκους των πόλεων. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα τους και η βελτιωμένη αισθητική που προσφέρουν, τα καθιστούν σημαντικό κριτήριο επιλογής των αντίστοιχων κτισμάτων ως χώρους εργασίας ή κατοικίας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η αντικειμενική αξία των υποκείμενων κτισμάτων, καθώς και ολόκληρων των περιοχών μιας πόλης, σε περίπτωση υλοποίησης προγραμμάτων μαζικής κατασκευής φυτεμένων δωματίων, σε συνδυασμό με το ευρύτερο αστικό τους πράσινο.

Τα κτίρια που καλύπτονται από φύτευση δεν υπόκεινται στις ίδιες επιδράσεις διακυμάνσεων θερμοκρασιών, εφ' όσον το έδαφος στην επιφάνειά τους λειτουργεί ως μονωτικό υλικό, σταθεροποιώντας τις

θερμοκρασίες στο εσωτερικό τους σε φυσιολογικά επίπεδα, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τις ενεργειακές τους απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη (Osmudson, 1999). Τα φυτά μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια και την εδαφική υγρασία, μέσω εξατμισοδιαπνοής, σε ατμοσφαιρική υγρασία, ψύχοντας με τον τρόπο αυτό το κτίριο και μειώνοντας την απαιτούμενη χρήση των κλιματιστικών (Δ9). Η εγκατάσταση φυλλοβόλων ειδών φυτικού υλικού στην οροφή, κατά τη διάρκεια του χειμώνα θερμαίνει το κτίριο, ενώ η χρήση αειθαλών ειδών βοηθά στην προστασία του από τους ανέμους. Η ενεργειακή οικονομία που προσφέρουν τα φυτοκαλυμμένα δώματα εξαρτάται από το πάχος, τη σύσταση και το ποσοστό κατακράτησης υγρασίας του υποστρώματος των φυτών, το είδος του φυτικού υλικού που χρησιμοποιείται, την τοποθεσία, τους κατασκευαστικούς παράγοντες (Beattie et al., 2001) και το μέγεθος του δώματος (Δ8).

Σε κάποια συστήματα εγκατάστασης φυτοκαλυμμένων δωματίων χρησιμοποιούνται κατασκευαστικά υλικά με διάκενα αέρα, καθώς και άλλα μονωτικά επίπεδα, μεταξύ της κύριας κατασκευής και του υποστρώματος ανάπτυξης, που μπορούν να βελτιώσουν τη μόνωση (English Nature Research Reports, 2003).

Αποτελέσματα μιας έρευνας της NASA, το Μάιο του 1998 στην Ατλάντα των Η.Π.Α., έδειξαν ότι οι μέσες θερμοκρασιακές τιμές σε δώματα κτιρίων ήταν: σε σκιαζόμενο χλοοτάπητα 28 °C, κάτω από την κόμη δέντρων 21 °C και σε άσφαλτο 50 °C (Δ1). Σύμφωνα με άρθρο που δημοσιεύτηκε στο “Environmental News Network”, κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 3 - 7 °C, αντιστοιχεί σε ελάττωση κατά 10 % των απαιτήσεων κλιματισμού των κτιρίων (Δ10).

Η παρουσία των κατασκευαστικών δωματίων, του εδάφους και του φυτικού υλικού στην επιφάνεια του φυτοκαλυμμένου δώματος, λειτουργεί ως προστατευτικό κάλυμμα για το δομικό υπόβαθρό του. Η προστασία



αυτή, εντοπίζεται στη φθορά που μπορούν να υποστούν τα κατασκευαστικά υλικά του δώματος από την υπερϊώδη ακτινοβολία, τις έντονες διακυμάνσεις του αέρα και της θερμοκρασίας, τις βροχοπτώσεις και τις μηχανικές καταστροφές. Κατά τη διάρκεια μιας πλήρους θερινής έκθεσης του δώματος στην ηλιακή ακτινοβολία, η επιφανειακή θερμοκρασία φτάνει τους  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , σε σχέση με την αντίστοιχη ατμοσφαιρική. Επίσης, η θραύση που μπορούν να υποστούν τα κατασκευαστικά υλικά του δώματος με την επίδραση του χιονιού και του πάγου, τον χειμώνα, μπορεί ακόμα να εξαλειφθεί (Δ10). Με την προστασία των δομικών υλικών του δώματος διπλασιάζεται, ή ακόμα και τριπλασιάζεται, η διάρκεια ζωής του.

Τα φυτεμένα δώματα των κτιρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους ενοίκους ή ιδιοκτήτες τους ως κοινόχρηστοι χώροι. Η μετατροπή ενός, άχρηστου και παραμελημένου τμήματος των κτιρίων σε ευχάριστο και δημιουργικό περιβάλλον στις πυκνοκατοικημένες αστικές κοινωνίες μας, εξοικονομεί απαραίτητο και αναγκαίο χώρο.

Η εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα των κτιρίων μπορεί να δώσει τη δυνατότητα καλλιέργειας εμπορεύσιμων φυτικών ειδών. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί τουλάχιστον η αυτάρκεια των ιδιοκτητών του δώματος σε ποικιλία προϊόντων κάποιων καλλιεργούμενων ειδών.

Επιδότησεις και οικονομικά κίνητρα για τη εγκατάσταση φύτευσης σε δώματα προσφέρονται σε διάφορες χώρες του εξωτερικού. Σε ποσοστό του 43% των γερμανικών πόλεων προσφέρονται οικονομικά κίνητρα, σε 37 % υιοθετούνται οικονομικά προγράμματα για τη γενική προώθηση της φύτευσης πρασίνου και σε 17% η βλάστηση στα δώματα των κτιρίων χρησιμοποιείται ως μέρος του προγράμματος της υδατικής διαχείρισής τους. Από τις 193 μεγαλύτερες πόλεις της Γερμανίας, στις 29 δίνονται άμεσα οικονομικά βοηθήματα για την φύτευση των δωματίων, που φτάνουν στο 25 - 100 % του συνολικού τους κόστους εγκατάστασής της. Επίσης, σε



13 από αυτές, εφαρμόζονται οικονομικές απαλλαγές στους φόρους διάθεσης απορριμμάτων (Osmudson, 1999).

Η εγκατάσταση φυτικού υλικού στην επιφάνεια του δώματος των κτιρίων προσφέρει ηχομόνωση, μειώνοντας το κόστος κατασκευής του με ευρεία χρήση ηχομονωτικών υλικών. Το ποσοστό μείωσης του θορύβου με τον τρόπο αυτό εξαρτάται από το πάχος του εδαφικού υποστρώματος και τα κατασκευαστικά επίπεδα του κήπου, καθώς έχει παρατηρηθεί μείωση του θορύβου μέχρι και 25 %, για εκτεταμένη φύτευση δωματίων (Δ10).

## **2.6 Μειονεκτήματα**

### **2.6.1 Οικονομικά**

Το οικονομικό κίνητρο παρουσιάζεται ως το μεγαλύτερο εμπόδιο προώθησης των φυτεμένων δωματίων στις σημερινές μεγαλουπόλεις.

Η εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα των κτιρίων προσθέτει επιπλέον φορτίο σε αυτά. Στο φορτίο αυτό συμπεριλαμβάνεται, τόσο το στατικό φορτίο των υλικών εγκατάστασης, όσο και το προβλεπόμενο φορτίο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τα φυσικά στοιχεία (χιόνι, βροχοπτώσεις, πανίδα) που θα προστεθεί στο δώμα, σε περίπτωση εγκατάστασης φύτευσης. Εφ' όσον, μετά τις απαραίτητες μελέτες, διαπιστωθεί ότι το δώμα δεν μπορεί να αντέξει το επιπλέον φορτίο, γίνεται απαραίτητη η ενίσχυση της κατασκευής του κτιρίου. Το γεγονός αυτό απαιτεί περαιτέρω οικονομική επιβάρυνση του ιδιοκτήτη του.

Η προμήθεια και εγκατάσταση των κατασκευαστικών στρωμάτων και των υλικών του φυτεμένου δώματος κοστίζει περισσότερο από ένα αντίστοιχο συμβατικό. Αρκετά μάλιστα από αυτά είναι ακριβά, καθώς απαιτείται ειδικευμένο προσωπικό εγκατάστασης, κατάλληλα μηχανήματα και εξοπλισμός για την πραγματοποίησή της. Στη περίπτωση προσβάσιμου

κήπου σε δώμα μπορεί να χρειαστεί η ενίσχυση του μηχανισμού πρόσβασης σε αυτόν, ανελκυστήρας ή κλιμακοστάσιο, λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτήσεις των ατόμων με κινητικές δυσκολίες. Επίσης, στην περίπτωση αυτή, ενίσχυση των μέτρων ασφαλείας πρέπει να πραγματοποιηθεί, όπως για παράδειγμα τοποθέτηση ισχυρότερων κατασκευών περιφραξής ή μηχανισμού πυρόσβεσης.

Η συντήρηση του φυτεμένου δώματος απαιτεί οικονομικές επιβαρύνσεις, κυρίως όταν δεν έχει προηγηθεί προσεκτική μελέτη και εγκατάσταση. Το φυτικό υλικό και τα κατασκευαστικά στοιχεία του κήπου, πλακοστρώσεις, καθιστικά, λίμνες, κ.λ.π., χρειάζονται περισσότερη συντήρηση από ένα συμβατικό δώμα. Σε περιπτώσεις διαρροών μπορεί να χρειαστεί η καταστροφή και επανατοποθέτηση ολόκληρων τμημάτων του κήπου. Οι διαρροές νερού από το αποστραγγιστικό σύστημα ή από πιθανές διατρήσεις υλικών από το ριζικό σύστημα των φυτών, μπορούν να καταστρέψουν όλο το, αδιαπέραστο από νερό, σύστημα μεμβρανών καθιστώντας αναγκαία τη μεταφορά και εγκατάσταση νέων υλικών, με επιβάρυνση του οικονομικού προϋπολογισμού.

Επίσης, όσο πιο περίπλοκος σχεδιασμός έχει υιοθετηθεί στο χώρο του δώματος, τόσο εντατικότερη φροντίδα απαιτείται. Η μελέτη και υλοποίηση σχεδιαστικών και κατασκευαστικών λύσεων για τα προβλήματα στήριξης και ανεμοπροστασίας του φυτικού υλικού, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις εγκατάστασης φύτευσης στα δώματα, λόγω της απόστασής τους από το επίπεδο του εδάφους, οδηγώντας στις αντίστοιχες οικονομικές επιβαρύνσεις.

### **2.6.2 Περιβαλλοντικά**

Η έκπλυση χημικών στοιχείων από φυτοφάρμακα και λιπάσματα, αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στην περίπτωση των φυτεμένων δωματίων.

Τα συχνότερα εμφανιζόμενα στοιχεία στις διαρροές, είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο (Δ11), ο φώσφορος και το άζωτο (Moran et al., 2003) και καταλήγουν στα υπόγεια αστικά νερά. Η παρουσία ενοχλητικών ειδών πανίδας στο χώρο του φυτεμένου δώματος, όπως ποντικιών, αρουραίων, αραχνών κ.λ.π., καθώς και η δίοδός τους, μέσω αυτών, στους κατοικήσιμους χώρους των κτιρίων, αποτελεί, επίσης, αρκετά σημαντικό πρόβλημα.

Το δίλλημα της επιλογής, μεταξύ καλλωπιστικών ειδών φυτικού υλικού και καθαρά αυτοφυών και γηγενών ειδών της εκάστοτε περιοχής, για την εγκατάστασή τους στα δώματα των κτιρίων, έχει απασχολήσει αρκετά τους αρχιτέκτονες τοπίου. Ο βασικότερος παράγοντας, που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την φύτευση, είναι η αντοχή των φυτικών ειδών στις ιδιαίτερες μικροκλιματικές και εδαφικές συνθήκες που υφίστανται στο επίπεδο του δώματος. Εν συνεχεία, ενδείκνυται, τόσο η χρήση γηγενούς φυτικού υλικού, ώστε να προσαρμόζεται στο περιβάλλον και να εξαπλώνεται ευκολότερα, όσο και η χρήση εισαγόμενων ειδών, που όμως έχουν ήδη καλλιεργηθεί και εγκλιματιστεί σε αυτό.

### 2.6.3 Εκπαίδευση

Για τη μελέτη και εγκατάσταση φυτεμένων δωμαίων, απαιτείται έρευνα σε ποικίλους επιστημονικούς τομείς και εκπαίδευση αρκετών ειδικοτήτων. Μηχανολόγοι, αρχιτέκτονες, αρχιτέκτονες τοπίου, γεωπόνοι, προμηθευτές υλικών, προσωπικό συνεργείων εγκατάστασης, πρέπει να πειραματίζονται, σε νέες μεθόδους και υλικά, να βρίσκουν τρόπους αντιμετώπισης των προβλημάτων που προκύπτουν από την εγκατάσταση της βλάστησης στα δώματα κτιρίων (για παράδειγμα σε προβλήματα στήριξης δέντρων ή διάβρωση φυτικού υποστρώματος), να αντιλαμβάνονται, εγκαίρως, πιθανά μελλοντικά προβλήματα, να

οργανώνονται και να συνεργάζονται, θέτοντας τις βάσεις στήριξης, μιας πολιτικής προώθησης της φύτευσης στα δώματα των κτιρίων.

## 2.7 Τρόποι αντιμετώπισης μειονεκτημάτων

Η προσεκτική μελέτη και ο σωστός σχεδιασμός της εγκατάστασης του φυτικού υλικού στα δώματα, μπορούν να αμβλύνουν τα προβλήματα που δύναται να παρουσιαστούν από αυτή. Η κατασκευή σύγχρονων κτιριακών εγκαταστάσεων, μελετημένες ώστε να μπορούν να διατηρήσουν το επιπλέον φορτίο του δώματος, οδηγεί στην εξάλειψη της οικονομικής επιβάρυνσης λόγω της μετέπειτα ενίσχυσης της φέρουσας κατασκευής.

Με την λήψη των κατάλληλων προϋποθέσεων, όσον αφορά στα πλεονεκτήματα και την προσφορά των φυτεμένων δωματίων, το οικονομικό κόστος της εγκατάστασης ενός φυτεμένου δώματος, είναι πολύ μικρότερο από το υπολογισμένο, με βάση τις τιμές των υλικών και της εγκατάστασης. Μακροπρόθεσμα, η προσφορά του φυτεμένου δώματος στην εξοικονόμηση της ενέργειας του κτιρίου, στην προστασία των υλικών του δώματος που οδηγεί σε αύξηση της διάρκειας ζωής του και η αύξηση της αντικειμενικής του αξίας, μπορούν να αντισταθμίσουν την οικονομική επιβάρυνση της εγκατάστασης του.

Επίσης, με την περαιτέρω έρευνα, όσον αφορά στα χρησιμοποιούμενα υλικά και στις μεθόδους εγκατάστασης, καθώς και με την παραγωγή κάποιων από τα υλικά αυτά, όπως κάποιων υποστρωμάτων για παράδειγμα, από τους ίδιους τους ιδιοκτήτες του δώματος, ο προϋπολογισμός της μπορεί να μειωθεί ικανοποιητικά.

Στη σωστή σχεδίαση και εγκατάσταση του φυτεμένου δώματος βρίσκεται το κλειδί της αποφυγής προβλημάτων διαρροών, αντικατάστασης φθαρμένων υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στα κατασκευαστικά επίπεδα του φυτεμένου δώματος, η σωστή τοποθέτηση τους από ειδικά συνεργεία

και η επιλογή κατάλληλης φύτευσης, οδηγούν στην αποφυγή επιπλέον εξόδων.

Ενημερώνοντας τους κατοίκους των αστικών κοινωνιών, για το πραγματικό μέγεθος της προσφοράς και των προβλημάτων που προκύπτουν από τα φυτεμένα δώματα και οργανώνοντας, σε πιο γερές βάσεις, την πολιτική προώθησης του συγκεκριμένου τρόπου επαναφοράς της φύσης στην πόλη, δημιουργείται σημαντική δυνατότητα βελτίωσης της ποιότητας ζωής τους σε αυτές.



### 3.1 ΕΙΔΗ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

Διακρίνονται τρία συστήματα «πράσινης στέγης»/φυτεμένου δώματος, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται το φυτεμένο δώμα, τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατασκευή τους και τη μέθοδο κατασκευής τους :

**3.1.1 Εκτεταμένο σύστημα (Extensive) :** Το εκτεταμένο ή χαμηλής κατατομής σύστημα περιλαμβάνει μικρού βάθους υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών πάχους περίπου 8 έως 15 εκ. το οποίο μπορεί να καλύψει μια ταράτσα, δημιουργώντας μαζί με το φυτικό υλικό ένα μόνιμο οικοσύστημα για τη συντήρηση του οποίου απαιτείται ελάχιστη φροντίδα, ή δοχεία ανάπτυξης χαμηλού φυτικού υλικού, πάνω από το επίπεδο της αποστράγγισης (Osmudson,1999). Το φορτίο του υποστρώματος είναι ελάχιστο (κορεσμένο φορτίο :  $120 \text{ kg/m}^2$ ) και τα είδη του φυτικού υλικού που εγκαθίστανται έχουν περιορισμένης ανάπτυξης ριζικό σύστημα, καθώς και ύψος υπέργειου τμήματος και αντιστοιχούν σε άγρια και αυτοφυούμενα ποώδη και χαμηλά θαμνώδη φυτά .Τα κριτήρια επιλογή τους αφορούν στην άμεση και εύκολη κατασκευή τους, στην οικονομικότερη μελέτη και εγκατάσταση τους και στις μειωμένες ανάγκες συντήρησης. Το συγκεκριμένο είδος μπορεί να εγκατασταθεί και σε κεκλιμένες οροφές κτιρίων έως και  $30^\circ$  ( $\Delta 12$ ) , αλλά συνήθως δεν είναι προσβάσιμο και εγκαθίστανται για καθαρά αισθητικούς και οικολογικούς λόγους.

**3.1.2 Απλό εντατικό σύστημα (Simple intensive):** Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα ελαφρύ υπόστρωμα πάχους 12 έως 30 εκ. και με φορτίο  $120\text{-}270\text{kg/m}^2$ . Είναι ο ενδιάμεσος τύπος εντατικού και εκτατικού συστήματος, και εφαρμόζεται σε επικλινείς ή επίπεδες οροφές και απαιτεί συντήρηση( άρδευση, λίπανση κλπ). Η ποικιλία των ειδών που

χρησιμοποιούνται στον τύπο αυτό είναι περιορισμένη σε σχέση με τις δυνατότητες που υπάρχουν στο εντατικό σύστημα και μπορεί να είναι χλοοτάπητας, ποώδη φυτά και θάμνοι.

**3.1.3 Εντατικό σύστημα (Intensive) :** Το εντατικό ή υψηλής κατατομής σύστημα περιλαμβάνει μεγαλύτερης ανάπτυξης φυτικά είδη, τόσο σε υπόγειο, όσο και σε υπέργειο τμήμα (FLL ,1995). Συνίσταται στη δημιουργία ενός κήπου, σε υπόστρωμα 15-100 εκ. με αρχικό κορεσμένο φορτίο 270 kg/m<sup>2</sup>. Οι επιλογές του φυτικού υλικού που μπορούν να εγκατασταθούν στο εντατικό σύστημα είναι περισσότερες από το εκτεταμένο και περιλαμβάνει ποώδη, θαμνώδη και δενδρώδη φυτά. Τα δέντρα που θα χρησιμοποιηθούν συνιστάται να έχουν ελάχιστο βάθος ριζικού συστήματος 50 εκ. Το εντατικός τύπος «πράσινης στέγης»/φυτοδώματος μπορεί να υποστηρίξει κατασκευές όπως μονοπάτια και στοιχεία νερού.

Το συγκεκριμένο σύστημα καλύπτει όλα τα πλεονεκτήματα των φυτεμένων δωμαίων και αποτελεί την δημιουργία ενός κήπου στην οροφή των κτιρίων. Περιλαμβάνει πολύπλοκα κατασκευαστικά επίπεδα και έντονες απαιτήσεις συντήρησης (άρδευση, λίπανση κ.λ.π.)

Παραδείγματα εκτατικού τύπου οροφώκηποι :



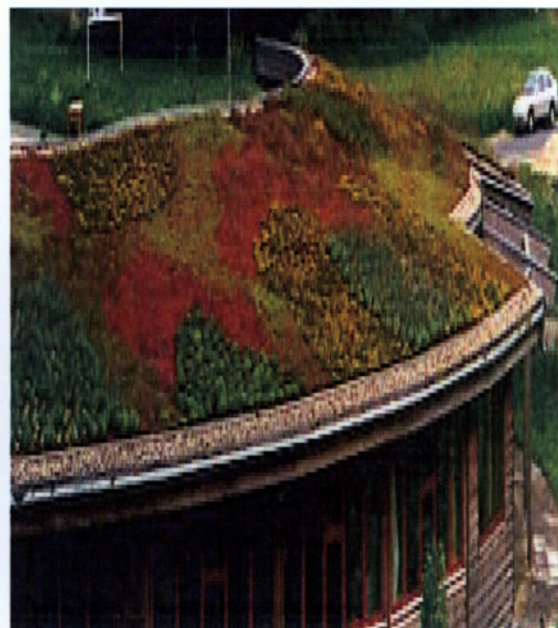
Εικ. 1



Εικ. 2



Εικ. 3



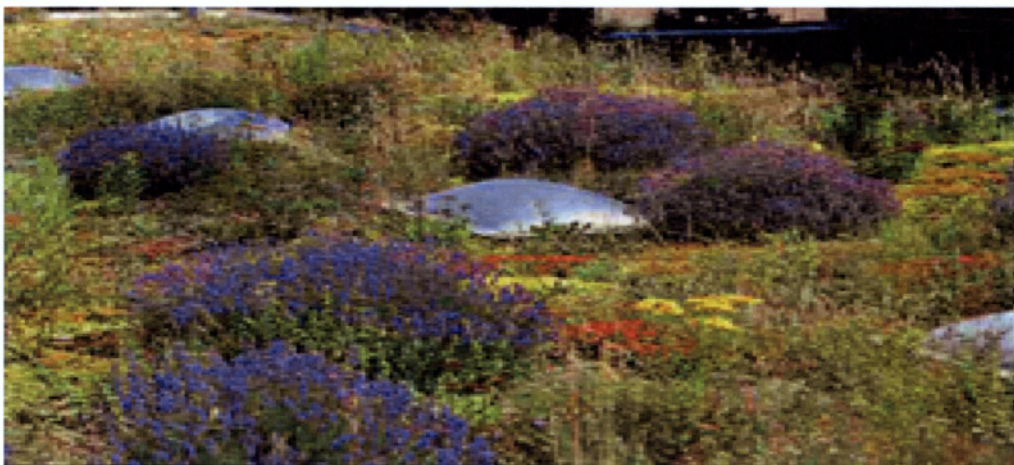
Εικ. 4



Παραδείγματα απλού εντατικού τύπου οροφώκηποι :



Εικ. 1



Εικ. 2



Εικ. 3





Εικ.4

Παραδείγματα εντατικού τύπου οροφώκηποι :



Εικ. 1



Εικ.2





Εικ. 3



Εικ. 4



Εικ. 5

### 3.2 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΡΟΦΟΚΗΠΟΥ

Η διασφάλιση μεγάλης διάρκειας ζωής μιας «πράσινης στέγης» προϋποθέτει τον προσδιορισμό και την ανάλυση των παραγόντων που καθιστούν μια στέγη κατάλληλη για φύτευση.

Οι παράγοντες που εξετάζονται είναι οι εξής :

1. Κλιματολογικές συνθήκες
2. Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της στέγης
3. Ιδιαίτερες απαιτήσεις του φυτικού υλικού

#### 3.2.1 Κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής

Όσον αφορά τους παράγοντες που αφορούν στις κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

- Το κλίμα της περιοχής
- Το μικροκλίμα
- Η συχνότητα και η ένταση των ετήσιων βροχοπτώσεων
- Η μέση ηλιοφάνεια
- Η εμφάνιση περιόδων ξηρασίας
- Η εμφάνιση περιόδων παγετού, με ή χωρίς την κάλυψη με χιόνι
- Την κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων

#### 3.2.2 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της στέγης

Λαμβάνονται υπ' όψη οι εξής παράμετροι:

- Περιοχές που είναι εκτεθειμένες στον ήλιο, περιοχές που σκιάζονται και περιοχές στις οποίες υπάρχει εναλλαγή ήλιου-σκιάς
- Απορροή του νερού των βροχοπτώσεων από τη στέγη
- Η επίδραση της εκπομπής των καυσαερίων

- Τα ρεύματα αέρα
- Η έκθεση των επιφανειών της στέγης
- Οι ανακλώσες επιφάνειες της κατασκευής
- Επιπλέον αύξηση του φορτίου από νερό που προέρχεται από παρακείμενα κατασκευαστικά στοιχεία
- Η κλίση απορροής της επιφάνειας της στέγης
- Η φέρουσα ικανότητα του κτιρίου

### 3.2.3 Ιδιαίτερες απαιτήσεις του φυτικού υλικού

Για «πράσινες στέγες» εντατικού τύπου πρέπει να δοθεί προσοχή στους εξής παράγοντες:

- Συγκεκριμένα είδη φυτών, κυρίως αιθαλών, έχουν μειωμένη αντοχή στις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν κατά τη χειμερινή περίοδο και όταν η πυκνότητα φύτευσης δεν είναι μεγάλη
- Οι θάμνοι που επιλέγονται για τοποθέτηση σε εκτεθειμένες θέσεις πρέπει να είναι ανθεκτικοί στους ανέμους
- Ορισμένα είδη φυτών είναι ευαίσθητα στο ανακλώμενο φως και την αυξημένη θερμοκρασία. Όλα τα είδη φυτών είναι ευαίσθητα στο ανακλώμενο φως και την αυξημένη θερμοκρασία. Όλα τα είδη φυτών είναι ευαίσθητα στο μολυσμένο αέρα, καθώς επίσης και στην εκπομπή θερμού ή ψυχρού αέρα

Για «πράσινες στέγες» εκτατικού τύπου πρέπει να δοθεί προσοχή στους εξής παράγοντες :

- Η επίδραση των ανέμων και της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας στα αποθέματα νερού
- Οι απαιτήσεις των φυτών που αναπτύσσονται σε ξηρή ατμόσφαιρα
- Και σε αυτή τη περίπτωση τα είδη φυτών είναι ευαίσθητα στο μολυσμένο αέρα, καθώς επίσης και στην εκπομπή θερμού ή ψυχρού αέρα

- Η επιλογή ειδών πρασίνου ανάλογα με τα επίπεδα της περιοδικής ή μόνιμης υγρασίας σε συνθήκες σκιάς ή σε υγρές περιοχές.



## 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

### 4.1 Σχεδιαστικές αρχές

Για την εγκατάσταση φυτεμένων δωμαίων τίθεται ως απαραίτητη προϋπόθεση η συνεργασία πληθώρας επαγγελματικών ειδικοτήτων. Πολιτικοί μηχανικοί, μηχανολόγοι, αρχιτέκτονες, αρχιτέκτονες τοπίου, γεωπόνοι και ηλεκτρολόγοι συνεργάζονται με ειδικευμένες κατασκευαστικές εταιρίες, με αποτέλεσμα την υλοποίηση σχεδιαστικών προτάσεων, από ειδικά συνεργεία εγκατάστασης, με τον απαραίτητο μηχανικό εξοπλισμό. Οι ανάγκες και απαιτήσεις των ανθρώπων που πρέπει να λαμβάνονται ως σημαντικά κριτήρια για την επίτευξη του επιθυμητού στόχου.

Οι βασικές σχεδιαστικές αρχές που υιοθετούνται κατά τη συνολική μελέτη εγκατάστασης φύτευσης σε δώματα κτιρίων είναι (English Nature Research Reports, 2003 ) :

1. Ο καθορισμός των στόχων, τους οποίους τίθεται να διεκπεραιώσει η συγκεκριμένη φύτευση.
2. Η επιλογή των κατασκευαστικών και φυτικών υλικών, ώστε η συνολική εγκατάσταση να φέρει το μικρότερο δυνατό φορτίο
3. Η λεπτομερής μελέτη του υφιστάμενου μικροκλίματος, όπως το επίπεδο των βροχοπτώσεων, η μέση ηλιοφάνεια, η ένταση και η κατεύθυνση των ανέμων.
4. Η επιλογή κατάλληλων, ανθεκτικών και γηγενών, ή ήδη εγκλιματισμένων στο τοπικό περιβάλλον, φυτών.
5. Η μείωση των πλακοστρωμένων επιφανειών, ώστε να καταλαμβάνουν μόνο τον απαιτούμενο για κοινωνικές δραστηριότητες χώρο.



6. Η σύνθεση φυτικών και δομικών υλικών, ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία κατάλληλων ενδιαιτημάτων.
7. Η χρήση υλικών μεγάλης διάρκειας, καθώς και ανακυκλώσιμα εφόσον κάτι τέτοιο είναι εφικτό.
8. Η υιοθέτηση απλών σχεδιαστικών προτάσεων και η χρήση, όσο το δυνατόν, λιγότερων και απλών υλικών
9. Η ανακύκλωση των όμβριων υδάτων και η χρησιμοποίηση τους κατά την άρδευση.
10. Η ύπαρξη ειδικών χώρων για κομποστοποίηση, παραγωγή συστατικών φυτικών υποστρωμάτων και ανακύκλωση υλικών.
11. Η δημιουργία ενός συνολικού σχεδιασμού, αποτελούμενου από επιμέρους χώρους που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ώστε να προσφέρουν λειτουργικά και να αξιοποιούν το σύνολο των αισθήσεων των επισκεπτών.
12. Η συνολική σύνθεση του φυτεμένου δώματος πρέπει να βασίζεται σε σχεδιαστικές αρχές χρωμάτων, υφής, σχημάτων, και υλικών.

#### **4.2 Παράγοντες επιλογής του είδους του φυτεμένου δώματος**

Οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση συγκεκριμένου είδους φύτευσης σε δώματα είναι οι εξής

##### **4.2.1 Ο σχεδιασμός της πόλης και η αισθητική.**

Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν ένα ιδιαίτερο οικοσύστημα στον περιβαλλοντικό ιστό, με συγκεκριμένες μικροκλιματικές και οικολογικές συνθήκες. Οι αλληλεπιδράσεις, όμως, του περιβάλλοντος αυτού με το ευρύτερο φυτικό και δομικό περιβάλλον της πόλης είναι άμεσες και συντελούν στην εμφάνιση όλων των δυνατών θετικών επιπτώσεων του σε αυτό. Τα σποραδικά και μεμονωμένα παραδείγματα φύτευσης δωματίων

βελτιώνουν, μεν, τις μικροκλιματικές και αισθητικές συνθήκες του υποκείμενου και των γειτονικών κτηρίων, δεν μπορούν, όμως, να προσφέρουν ουσιαστικά στο συνολικό δομικό σύστημα και να αξιοποιήσουν όλο το εύρος των δυνατοτήτων τους. Κάτι τέτοιο θα ήταν εφικτό μόνο με οργανωμένη μελέτη και συλλογική εγκατάσταση κήπων σε δώματα, αντιμετωπίζοντας τους ως διαδρόμους συνένωσης της συνολικής αστικής φύτευσης.

#### **4.2.2 Κτηριακή δομή**

Ο υπολογισμός του φορτίου που μπορεί να αντέξει η οροφή ενός κτηρίου αποτελεί απαραίτητη ενέργεια για την εγκατάσταση και τη διατήρηση της φύτευσης σε αυτό. Υπολογίζοντας, εν συνεχεία, το συνολικό σταθερό και μεταβλητό φορτίο που θα προστεθεί κατά την εγκατάσταση, πραγματοποιούνται οι αντίστοιχες επιλογές των κατασκευαστικών και φυτικών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Στην περίπτωση που το μέγιστο απαιτούμενο φορτίο περιορίζει στο έπακρο τις σχεδιαστικές επιλογές, το μέγεθος του μπορεί να αυξηθεί, τόσο με σχεδιαστικές, όσο και με δομικές λύσεις.

Στις λύσεις αυτές περιλαμβάνονται, η τοποθέτηση των υλικών με μεγαλύτερο βάρος πάνω από κολώνες στήριξης και η ενίσχυση της δομικής κατασκευής με επιπλέον κολώνες, στηρίγματα και ορθοστάτες. Σε νεοαναγειρόμενα κτήρια η εγκατάσταση φύτευσης στο δώμα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, από τους πολιτικούς μηχανικούς, κατά την κατασκευή τους. Ενδεικτικά, οι μέσες τιμές φορτίων σε κάποια από τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν .

Είδος φυτικού υλικού	Μέγεθος επιφανειακού φορτίου (Kg/ m <sup>2</sup> )
Είδη του γένους Sedum-γρασίδι-ποώδη φυτά.	10
Γρασίδι- ποώδη φυτά.	10
Άγρια θαμνώδη είδη	10
Γρασίδι	5
Χαμηλοί θάμνοι	10
Θάμνοι άνω του 1.5 m ύψους	20
Θάμνοι άνω των 3 m ύψους	30
Θάμνοι άνω των 6 m ύψους	40
Μικρά δέντρα άνω των 10 m ύψους	60
Δέντρα άνω των 15 m ύψους	150

**Πίνακας Γ :** Ενδεικτικές μέσες τιμές, μεγέθους φορτίου, διαφόρων ειδών φυτικού υλικού (FLL, 1995)

Είδος υποστρώματος	Μέγεθος φορτίου ανά εκατοστό βάθους (Kg/ m <sup>2</sup> )
Εδαφικά μείγματα με ανόργανα και οργανικά υλικά	16-19
Αμμώδη μείγματα με ανόργανα και οργανικά υλικά	16-18
Μείγματα ανόργανων υλικών και τύρφης	10-13

Μείγματα λάβας	15-18
Μείγματα ελαφρόπετρας	13-16
Διογκωμένη άργιλος και μείγματα της	10-13
Πλάκες επεξεργασμένου αφρού	8-10
Πλάκες πετροβάμβακα	8-10

**Πίνακας Δ :** Ενδεικτικές μέσες τιμές, μεγέθους φορτίου, διαφόρων ειδών φυτικού υποστρώματος (FLL, 1995)

#### 4.2.3 Η κλίση του δώματος

Σε περίπτωση εκτεταμένης φύτευσης σε οροφές των οποίων η κλίση είναι μικρότερη του 2%, η εγκατάσταση ενός αποστραγγιστικού στρώματος θεωρείται απαραίτητη για την απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού. Συνήθως, οι εκτεταμένες και απλές εντατικές φυτεύσεις εγκαθίστανται σε δώματα με κλίση τουλάχιστον 2%, ενώ οι εντατικές εγκαθίστανται ακόμα και σε επίπεδα δώματα εφόσον χρησιμοποιείται αποστραγγιστικό στρώμα. Όσο αυξάνεται η κλίση του δώματος, τόσο αυξάνεται και το φορτίο υδατικής απορροής, καθώς και η ταχύτητα της. Ένα επίπεδο υποδομής με υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού (Δ16), ή είδος φυτικού υλικού που αντέχει σε συνθήκες ξηρασίας επιλέγονται για οροφές με μεγαλύτερη κλίση από 5% (FLL, 1995).

#### 4.2.4 Μικροκλίμα

Οι μικροκλιματικές συνθήκες της οροφής καθορίζουν την επιλογή του φυτικού υλικού που θα εγκατασταθεί, καθώς και την κατάλληλη θέση του, κυρίως εάν επιλεγεί ο εντατικός τρόπος φύτευσης. Η μελέτη των γωνιών πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθε εποχή του έτους που δίνει πληροφορίες για τον αριθμό των ωρών του φυσικού φωτισμού ανά ημέρα, καθώς και της κατεύθυνσης και έντασης των ανέμων, αποτελούν βασικές

προϋποθέσεις για την επιλογή του φυτικού υλικού και κατ' επέκταση του είδους της εγκατάστασης.

#### 4.2.5 Το κόστος

Στη Γερμανία η ανάπτυξη της αγοράς για τα φυτεμένα δώματα και η βελτίωση των τεχνικών κατασκευής και εγκατάστασης, έχουν οδηγήσει στη μείωση του κόστους δημιουργίας κήπων στα δώματα. Ενδεικτικά, το κόστος ενός τυπικού εκτεταμένου δώματος, στη Γερμανία, που περιλαμβάνει στρώμα εσωτερικής επένδυσης, μόνωση, διηθητικό και αποστραγγιστικό στρώμα, υπόστρωμα ανάπτυξης και προσαρμοσμένο στρώμα, μη συμπεριλαμβανομένης της εργασίας εγκατάστασης, κυμαίνεται γύρω στα 20-40 ευρώ/ m<sup>2</sup>. Τα υλικά εγκατάστασης στην περίπτωση εντατικού συστήματος φύτευσης, με μεγαλύτερο βάθος φυτικού υποστρώματος για τη στήριξη υψηλών δένδρων και θάμνων, κυμαίνεται, περίπου, στα 200 ευρώ/m<sup>2</sup>. (English Nature Research Reports, 2003).

Αντίθετα, στην Ελλάδα, όπου η αντίστοιχη αγορά δεν έχει θέσει τις κατάλληλες βάσεις, με αποτέλεσμα τα χρησιμοποιούμενα υλικά να εισάγονται από χώρες του εξωτερικού, και το κόστος εγκατάστασης της φύτευσης σε δώματα να είναι, σχετικά αυξημένο (Ευμορφοπούλου, 1992).

Όσον αφορά στην οικονομική επιβάρυνση, λόγω της ενίσχυσης της κτηριακής δομής, ώστε να δύναται να αντέξει το επιπλέον φορτίο του δώματος, κυμαίνεται, κατά κανόνα, περίπου, από 0.1 έως 2%, ενώ φτάνει και στο 5% σε περίπτωση εντατικών κήπων με ποικιλία φυτικού υλικού (Ευμορφοπούλου, 1992).



#### 4.2.6 Κοινωνικοί

Το είδος και η λειτουργία του κτηρίου πάνω στο οποίο θα εγκατασταθεί βλάστηση συντελούν στην επιλογή του είδους της. Η επιθυμία ή όχι της πρόσβασης στο δώμα οδηγεί στην επιλογή εντατικού ή εκτεταμένου είδους φύτευσης, αντίστοιχα. Στην περίπτωση που επιθυμείται πρόσβαση, αυτή πρέπει να πραγματοποιείται όσο το δυνατόν ευκολότερα, τόσο για τους επισκέπτες, όσο και για τους κατασκευαστές και τους συντηρητές του δώματος, καθώς και για τον αντίστοιχο εξοπλισμό τους. Τα θετικά αποτελέσματα των φυτεμένων δωματίων στα οποία οι ένοικοι ή οι ιδιοκτήτες εστιάζουν την προσοχή τους πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη από τους μελετητές και κατασκευαστές.

#### 4.3 Απαραίτητες ενέργειες για την ορθολογική εγκατάσταση φυτοδώματος

Αφού υλοποιηθούν οι κατάλληλες δομικές και στατικές μελέτες της οροφής του κτηρίου και αποδειχθεί ότι μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις προσθήκης φύτευσης, είναι εφικτή η έναρξη των διαδικασιών σχεδιασμού της. Αρχικά αναλύονται οι επιθυμητές λειτουργίες και χρήσεις του φυτικού υλικού που προτείνεται προς εγκατάσταση, ώστε να υλοποιηθεί η αντίστοιχη σχεδιαστική διαδικασία. Το περιβάλλον, το είδος του κτηρίου και οι ανάγκες των επισκεπτών του, αποτελούν σημαντικά κριτήρια επιλογής των μορφών και δομών του σχεδιασμού. Η επιλογή του φυτικού υλικού, ανάλογα με την αντοχή του στις δεδομένες συνθήκες και την προσφορά του αισθητικά, κοινωνικά και λειτουργικά, καθορίζει στο σημείο αυτό, τον τύπο εγκατάστασης που θα χρησιμοποιηθεί.

Εφόσον τεθεί σε μελέτη ο βασικός σχεδιασμός του φυτεμένου δώματος, ακολουθεί η έναρξη των διαδικασιών εγκατάστασης του.

Ως πρώτο βήμα, προετοιμάζεται η βάση, πάνω στην οποία θα εγκατασταθούν τα επίπεδα της φύτευσης, στον ήδη υπάρχοντα δομικό σκελετό του δώματος. Πάνω από το επίπεδο του οπλισμένου σκυροδέματος, δημιουργούνται οι κλίσεις, με ενδεχόμενη προσθήκη ελαφρού σκυροδέματος (Ευμορφοπούλου, 1992), οι οποίες ποικίλουν, ανάλογα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού της φύτευσης. Στη συνέχεια ακολουθούν τα εξής επίπεδα (Ευμορφοπούλου, 1992) :

#### **4.3.1 Διαχωριστικό - εξισωτικό επίπεδο**

Το επίπεδο αυτό διαχωρίζει τον υποκείμενο φέροντα οργανισμό από τα ακόλουθα επίπεδα επικάλυψης της οροφής και αποτελείται από διάτρητες ασφατικές μεμβράνες οπλισμένες με υαλούφασμα ή συνθετικές μεμβράνες.

Η ύπαρξη του επιπέδου αυτού εμποδίζει την επίδραση του δομικού σκελετού του κτηρίου, όπως για παράδειγμα την επίδραση συστολών ή διαστολών, στα υπερκείμενα υλικά του (Ευμορφοπούλου, 1992).

#### **4.3.2 Φράγμα υδρατμών**

Χρησιμοποιείται για την παρεμπόδιση της διέλευσης των υδρατμών από τη διαχωριστική στρώση προς στο θερμομονωτικό επίπεδο και αποτελείται από ασφατικά φύλλα ή φύλλα πολυαιθυλενίου ή συνθετικό καουτσούκ ή πολυισοβουτιλένιο (Ευμορφοπούλου, 1992).

#### **4.3.3 Θερμομονωτικό επίπεδο**

Οι θερμομονωτικές πλάκες κατασκευάζονται από τα εξής υλικά : αφρώδη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη, αφρό πολυουρεθάνης, φαινολικό αφρό ρητινών, εμποτισμένο φελλό, αφρώδες γυαλί

(Ευμορφοπούλου,1992). Σε κάποιες περιπτώσεις η θερμομόνωση του κτιρίου τοποθετείται κάτω από το επίπεδο της οροφής με τη χρήση διαφορετικών υλικών (Osmudson, 1999).

#### 4.3.4 Στρώση εξίσωσης των πιέσεων

Η συγκεκριμένη στρώση ελαττώνει ή και μηδενίζει τους υπό πίεση υδρατμούς που εμφανίζονται στο συγκεκριμένο επίπεδο ((Ευμορφοπούλου,1992).

#### 4.3.5 Στεγανωτική στρώση - αδιάβροχες μεμβράνες

Εγκαθίστανται για την προστασία του κτηρίου από τα νερά της βροχής ή της άρδευσης του κήπου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της συγκεκριμένης στρώσης διακρίνονται σε ασφατικά (ασφατικά φύλλα, πολυμερισμένες ασφατικές μεμβράνες), συνθετικά θερμοπλαστικά ( ECB, EGA, PEC, PIB, PVC), συνθετικά (CSM, EPDM, ΠΑ) (Ευμορφοπούλου,1992). Σύμφωνα με τον Osmudson (1999), οι μέθοδοι και τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την προστασία του κτηρίου από την διαβροχή διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

##### ➤ Ενισχυμένες οροφές

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται, ευρέως σε οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά κτήρια. Σε αυτή χρησιμοποιούνται αμώδη αλληλοκαλυπτόμενα στρώματα, με ασφατικές ενισχύσεις, μεμβρανών μεταξύ δυο επιπέδων ασφατικής πίσσας. Η μεμβράνες κατασκευάζονται από ίνες κυτταρίνης ή γυαλιού το οποίο είναι ανθεκτικότερο στη φθορά. Στη συγκεκριμένη μέθοδο, το κυρίως αδιάβροχο τμήμα είναι η ασφατική πίσσα, ενώ η μεμβράνη είναι ενισχυτικό και σταθεροποιητικό μέσο. Λόγω

της ευαισθησίας της ασφαλικής πίσσας σε φθορές από λιμνάζοντα νερά, έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασιακές μεταβολές και αέριους ρυπαντές εγκαθίστανται ένα επίπεδο με χαλίκι στην επιφάνεια της οροφής για την προστασία της.

#### ➤ **Μονές μεμβράνες**

Οι μονής ύφανσης μεμβράνες, είναι φύλλα ανόργανου πλαστικού ή συνθετικού καουτσούκ, τυλιγμένα σε ρολά, αλληλοκαλυπτόμενα και ενωμένα με θέρμανση ή με συγκολλητικές ουσίες. Ένα από τα μειονεκτήματα που μπορεί να παρουσιάζουν εντοπίζεται στα σημεία συνένωσής τους, όπου μπορεί να εμφανιστούν διαρροές. Τα ελαστομερή αυτά φύλλα, κατασκευάζονται από διάφορα υλικά και με διάφορες μεθόδους και για να ενδείκνυται η χρήση τους στα φυτεμένα δώματα πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες προϋποθέσεις : να είναι ανθεκτικά στη διείδυση του ριζικού συστήματος των φυτών, στην έκθεση της ηλιακής ακτινοβολίας, στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στις περιβαλλοντικές επιδράσεις, να έχουν την κατάλληλη ελαστικότητα, ώστε να μπορούν να ακολουθούν τις μορφολογικές μεταβολές του δώματος, να αντέχουν στη φθορά κατά τη εγκατάσταση, να μην επηρεάζονται από την παρουσία εντόμων, μικροοργανισμών και χημικών ουσιών και να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.

#### ➤ **Μεμβράνες ρευστής εφαρμογής**

Πρόκειται για ελαστομερείς μεμβράνες, θερμής ή ψυχρής υγρής μορφής που ψεκάζονται ή βάφονται πάνω στην επιθυμητή επιφάνεια. Με την μέθοδο αυτή δεν εμφανίζονται προβλήματα διαρροών στις συνενώσεις των μεμβρανών και μπορούν να τοποθετηθούν ευκολότερα σε κάθετες επιφάνειες και γωνιακά σημεία.



Οποιοσδήποτε τύπος αδιάβροχης μεμβράνης και αν χρησιμοποιηθεί, εφόσον τοποθετηθεί, θεωρείται απαραίτητος ο έλεγχος της ικανότητας της διαβροχής της. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με την κατάκλιση της οροφής με νερό, αφού ασφαλιστούν όλα τα φρεάτια αποστράγγισης.

Εφόσον κατασκευαστεί η καταλληλότερη βάση εγκατάστασης της φύτευσης, ανάλογα με τον αντίστοιχο σχεδιασμό, ακολουθεί η βασική κατασκευή του κήπου, με τα κατάλληλα συστήματα συντήρησης και προστασίας του.

#### **4.4 Κατασκευαστικά στοιχεία εγκατάστασης φυτικού υλικού σε δώμα**

##### **4.4.1 Επίπεδο προστασίας**

Για την προστασία των υποκείμενων στρώσεων της οροφής, από μηχανικές καταστροφές κατά τη διάρκεια εγκατάστασης του ταρατσόκηπου, από λιπάσματα και διεισδύσεις ριζών, τοποθετείται ένα προστατευτικό επίπεδο.

Αυτό μπορεί να αποτελείται από μια τσιμεντένια πλάκα χαμηλού φορτίου, από άκαμπτα μονωτικά φύλλα, από πλαστικά φύλλα μεγάλου πάχους, από φύλλα χαλκού ή από συνδυασμό τους, ανάλογα με την εκάστοτε εγκατάσταση.

Τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν από τη διείσδυση των ριζών, κατά την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος οφείλονται σε (Ευμορφοπούλου,1992) :

- Λανθασμένους υπολογισμούς της επιθετικής συμπεριφοράς του ριζικού συστήματος των φυτών.
- Έλλειψη κατάλληλης έρευνας για την αντίστοιχη αντοχή των στεγανωτικών υλικών.

- Έλλειψη κανονισμών, προδιαγραφών και κατευθυντήριων γραμμών ως προς τους μελετητές και τους κατασκευαστές.

#### 4.4.2 Αποστράγγιση

Σε περίπτωση που η κλίση του δώματος είναι άνω των 5° και το ύψος του φυτικού υλικού που έχει εγκατασταθεί είναι χαμηλότερο των 25 cm, η ύπαρξη αποστραγγιστικού επιπέδου μπορεί να αποφευχθεί (Δ16), ενώ σε αντίθετη περίπτωση θεωρείται απαραίτητη. Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό επίπεδο ενός φυτεμένου δώματος διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (FLL,1995) :

- **Συναθροιστικού τύπου υλικά, όπως :**

- Χαλίκι
- Λάβα και ελαφρόπετρα
- Σπασμένη διασταλτική άργιλος και σχιστόλιθος
- Μη σπασμένη διασταλτική άργιλος και σχιστόλιθος

- **Ανακυκλώσιμα συναθροιστικού τύπου υλικά, όπως :**

- Τούβλα
- Μεταλλική σκωρία
- Αφρώδες γυαλί

- **Αποστραγγιστικό κάλυμμα :**

- Συνθετικό, μη υφαντό κάλυμμα
- Πλαστικό κάλυμμα
- Φυτικών ινών, φυτικό κάλυμμα
- Αφρώδες κάλυμμα

- **Αποστραγγιστικές σανίδες:**
  - Σανίδες από αφρώδη τεμάχια
  - Σανίδες από καουτσούκ
  - Άκαμπτες πλαστικές σανίδες
  - Πλαστικές σανίδες από αφρό
  
- **Σανίδες αποστράγγισης και υποστρώματος :**
  - Σανίδες από τροποποιημένο αφρό

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρεί το αποστραγγιστικό επίπεδο και κάποια από τα στοιχεία που λαμβάνονται υπ' όψη κατά την κατασκευή του είναι (FLL, 1995) : η κοκκώδης του σύσταση, η αντοχή στο ψύχος, η δομική του σταθερότητα και η στρωμάτωσή του, η αντοχή του σε φορτία, η διαβρεκτική ικανότητα, η ικανότητα κατακράτησης νερού, το ΡΗ, η περιεκτικότητά του σε ανθρακικά και διάφορα άλλα άλατα, η έλλειψη φυτοτοξικότητας, η εναρμόνισή του με το περιβάλλον και τα περιβάλλοντα υλικά, η συμπεριφορά του σε συνθήκες πυρκαγιάς, η συμπεριφορά του υπό συνθήκες διαρκούς συμπίεσης και η αντοχή του στην υδρόλυση και στους μικροοργανισμούς. Το αποστραγγιστικό στρώμα τοποθετείται σε ομαλή επιφάνεια, ανάλογα με την κλίση του δώματος, έτσι ώστε να μην εμπλέκεται με άλλα κατασκευαστικά επίπεδα.

Εκτός από το αποστραγγιστικό επίπεδο, το δεύτερο εξ' ίσου σημαντικό στοιχείο της αποστράγγισης είναι οι αποχετεύσεις, που συλλέγουν και απομακρύνουν το νερό από το δώμα. Κατασκευάζονται συνήθως, από πλαστικό ή μέταλλο, ορείχαλκο ή σίδηρο και οδηγούν το πλεονάζον νερό στο αποστραγγιστικό σύστημα σωληνώσεων του κτιρίου (Osmudson, 1999).

#### 4.4.3 Επίπεδο κατακράτησης νερού

Ποσότητα νερού, απαραίτητη για την ανάπτυξη του φυτικού υλικού, μπορεί να συγκρατηθεί με διάφορους τρόπους, στο επίπεδο του φυτεμένου δώματος. Οι τρόποι αυτοί εξαρτώνται από τα υπόλοιπα κατασκευαστικά στοιχεία και την αντίστοιχη σειρά των επιπέδων και είναι οι εξής (FLL, 1995) :

- Σύστημα αποθήκευσης στο φυτικό υπόστρωμα ανάπτυξης με τη χρήση ουσιών που συγκρατούν το νερό ή με τη χρήση προκατασκευασμένων υποκείμενων σανίδων.
- Σύστημα αποθήκευσης στο φυτικό υπόστρωμα ανάπτυξης, σε συνδυασμό με αντίστοιχο στο αποστραγγιστικό σύστημα, με χρήση υλικών κοκκώδους σύστασης ή προκατασκευασμένων αποστραγγιστικών υποκείμενων σανίδων.
- Σύστημα αποθήκευσης στο φυτικό υπόστρωμα ανάπτυξης, σε συνδυασμό με αντίστοιχο στο αποστραγγιστικό σύστημα, επιτρέποντας στο πλεονάζον νερό να συγκεντρωθεί πάνω από το συνολικό επιφανειακό επίπεδο ή χρησιμοποιώντας προκατασκευασμένες αποστραγγιστικές υποκείμενες σανίδες με χαρακτηριστικά μερικής συγκράτησης.

Στην περίπτωση εντατικής φύτευσης δώματος, η αποθήκευση πλεονάζοντος νερού περιλαμβάνει ένα συνδυασμένο σύστημα κατακράτησης, στο φυτικό υπόστρωμα και σε δεξαμενές του αποστραγγιστικού συστήματος, ενώ στην περίπτωση εκτεταμένης φύτευσης, εντοπίζεται σε αποδόσεις μέσω της φυσιολογίας των φυτών.



#### 4.4.4 Διαχωριστικό φίλτρο

Το διαχωριστικό φίλτρο, όχι μόνο επιτρέπει την διέλευση του νερού παρεμποδίζοντας την αντίστοιχη των σωματιδίων του υποστρώματος, αλλά χρησιμοποιείται και ως προστατευτικό για την διείσδυση των ριζών. Περιλαμβάνει ένα ή δύο επίπεδα μη υφαντού γεωφάσματος, ένα από τα οποία επεξεργάζεται με ουσίες που παρεμποδίζουν την διείσδυση των ριζών (χαλκός ή ήπιο ζιζανιοκτόνο) (Wark et al., 2003). Κατασκευάζονται από ίνες, παράλληλα ή τυχαία, δεμένες με μηχανικές, χημικές ή θερμικές διαδικασίες ή συνδυασμό τους,

Τα χαρακτηριστικά τους που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη για την επιλογή και τοποθέτηση τους είναι τα εξής (FLL, 1995) : βάρος ανά μονάδα επιφάνειας, αντίσταση σε φορτία, αποτελεσματικότητα σε μηχανική (μέγεθος πόρων) και υδραυλική (υδατική διαπερατότητα) διήθηση, ευαισθησία σε διείσδυση ριζών, αντίσταση σε αποσύνθεση, μικροοργανισμούς, συμβατότητα με περιβαλλοντικό και φυτικό υλικό, συμπεριφορά σε περίπτωση πυρκαγιάς, δύναμη εφελκυσμού, ελαστικότητα και συντελεστής τριβής. Το διηθητικό φίλτρο πρέπει να τοποθετείται δε παράλληλα, με το αποστραγγιστικό, διεύθυνση και σε ομαλή επιφάνεια, με αλληλοκάλυψη, τουλάχιστον 10 cm, του γεωφάσματος.

#### 4.4.5 Σύστημα κατασκευαστικών στοιχείων (modular system)

Στο σύστημα κατασκευαστικών στοιχείων το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών και το φυτικό υλικό τοποθετούνται σε ειδικά δοχεία που καλύπτουν όλη ή, σχεδόν όλη, την επιφάνεια του δώματος (Wark et al., 2003). Στην αντίθετη περίπτωση, εγκαθίστανται σε ένα συνεχόμενο επίπεδο, τοποθετημένο πάνω στα υποκείμενα στρώματα του φυτεμένου δώματος.

#### 4.4.6 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών

Τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος ανάπτυξης του φυτικού υλικού κατά την εγκατάσταση κήπου σε δώματα είναι τα εξής : μειωμένο φορτίο, καλή αποστράγγιση και ανάλογη, με το είδος της φύτευσης, ικανότητα κατακράτησης υγρασίας, μεγάλη διάρκεια ζωής, δημιουργία κατάλληλων συνθηκών αερισμού του ριζικού συστήματος, διατήρηση των απαραίτητων για τα φυτά θρεπτικών συστατικών, απουσία σωματιδίων που θα μπορούσαν να προκαλέσουν προβλήματα φράζοντας τις υποκείμενες στρώσεις εγκατάστασης, σταθερότητα και μειωμένο κόστος.

Το επιφανειακό έδαφος δε συνίσταται, λόγω του υψηλού φορτίου του, της μικρής περιεκτικότητας του σε οργανικά στοιχεία, του μεγάλου μεγέθους των σωματιδίων του, της ύπαρξης παθογόνων μικροοργανισμών σε αυτό και της ακαθόριστης σύστασης του. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα ανάπτυξης στα φυτεμένα δώματα είναι (Osmudson, 1999) :

##### - Άμμος

Πρόκειται για ένα φθινό υλικό με ποικίλη κοκκομετρική σύσταση. Περιπτώσεις όπου το φυτικό υπόστρωμα αποτελείται μόνο από άμμο, δεν συνιστώνται, λόγω του αυξημένου πορώδους της, που οδηγεί στη μειωμένη απαραίτητη κατακράτηση νερού και θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη των φυτών.

##### - Διογκωμένη άργιλος

Πρόκειται για μικρά, διογκωμένα σφαιρικά σωματίδια που περιλαμβάνουν κατάλληλο πορώδες. Λόγω του χαμηλού της φορτίου και της μικρής ικανότητας της προς συσσωμάτωση, δεν συνιστάται η μεμονωμένη χρήση της σε εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα, εφόσον δεν μπορεί να δημιουργήσει ανθεκτικό υπόστρωμα στη στήριξη μεγάλου

μεγέθους φυτών. Στη γερμανική αγορά, χρησιμοποιείται ευρέως, το προϊόν Ieca που η σύσταση του, του επιτρέπει την κατακράτηση 35% του όγκου του σε νερό και τη διατήρηση 28% του όγκου του σε νερό για την αργή αποδέσμευση του στο ριζικό περιβάλλον (Osmudson, 1999).

#### - Χούμος

Το συγκεκριμένο συστατικό του φυτικού υποστρώματος δημιουργεί καλές συνθήκες κατακράτησης υγρασίας και βελτιώνει την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά στοιχεία.

#### - Διατομική γη

Διάτομα ονομάζονται τα υπολείμματα μονοπύρηνων θαλάσσιων φυκιών, των οποίων τα στοιχειώδη πυριτικά άλατα εμφανίζονται ευρέως. Μετά την επεξεργασία τους, δημιουργείται ένα, κοκκώδης σύστασης υλικό, ελαφρύ και πετρώδες, που έχει υψηλή απορροφητική ικανότητα και δεν συμπίεζεται.

#### - Περλίτης και βερμικουλίτης

Πρόκειται για φυσικά ανόργανα υλικά που με θερμική επεξεργασία διογκώνονται και αποκτούν το κατάλληλο πορώδες. Δημιουργούν τις απαιτούμενες συνθήκες αερισμού του εδάφους και οδηγούν σε κατάλληλη κατακράτηση νερού και θρεπτικών συστατικών. Δύο νέα υποστρώματα που δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης φυτικού υλικού, χωρίς την προϋπόθεση ύπαρξης εδάφους ή άλλων συστατικών, χρησιμοποιούνται, μετά από αντίστοιχες έρευνες στη Γερμανία (Osmudson, 1999). Πρόκειται για τα :

- **Technoflor** : Πρόκειται για μία ανάμειξη αφρού ελαστικής πολυουρεθάνης, δημιουργώντας ένα σύστημα σταθερής κατασκευής και χαμηλής πυκνότητας, στο οποίο εμποτίζονται σπόροι φυτικού υλικού. Σε

περίπτωση φύτευσης, αφαιρείται τμήμα του υλικού και στη θέση του τοποθετείται το φυτό. Πρόκειται για ελαφρύ υλικό με ύψος που ποικίλει, ανάλογα με το είδος της φύτευσης, προστατεύει τα υποστρώματα από την υπερϊώδη ακτινοβολία και δημιουργεί κατάλληλη θερμική και ηχητική απομόνωση.

- **Grodan :** Αποτελείται από καλύμματα ή τεμάχια ειδικής μορφής ινών πετροβάμβακα και κατακρατεί την απαραίτητη ποσότητα νερού. Η τοποθέτηση του φυτικού υλικού πραγματοποιείται μετά από εύκολη αφαίρεση αντίστοιχου τμήματος του υλικού. Οι συγκεκριμένες πλάκες διατίθενται σε ποικιλία μεγεθών και είναι απαλλαγμένα από φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς.

#### 4.4.7 Στρώμα για αποφυγή ξήρανσης της επιφάνειας

Το συγκεκριμένο στρώμα τοποθετείται στην επιφάνεια του υποστρώματος ανάπτυξης του φυτικού υλικού, για να το προστατεύει από την ξήρανση που λαμβάνει χώρα, λόγω της εξάτμισης του νερού, με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αποτελείται από χαλίκια ή διογκωμένη άργιλο ή από τμήματα φλοιών πεύκου, εφόσον τα φυτά είναι ανθεκτικά σε όξινο ΡΗ (Τσιοτσιοπούλου, 2001). Επίσης μπορεί να περιλαμβάνει υπολείμματα φλοιών ελάτης, και κέδρου. Λόγω της κατανάλωσης αζώτου από τα υπολείμματα φλοιού, κατά την αποσύνθεσή τους, απαιτείται επιπλέον λίπανση (Osmudson, 1999). Τα ανόργανα στοιχεία της συγκεκριμένης στρώσης χρησιμοποιούνται μόνο για την αποφυγή ξήρανσης της επιφάνειας, ενώ τα οργανικά και για την προσφορά τους στην περιεκτικότητα του υποστρώματος σε θρεπτικά στοιχεία.

Τα υλικά του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών και οι διαστάσεις τους εξαρτώνται από τις εκάστοτε κατασκευαστικές ανάγκες, όπως τις



αποστραγγιστικές και προστατευτικές απαιτήσεις, το επιτρεπόμενο φορτίο και από το είδος του φυτικού υλικού.

#### 4.4.8 Φυτικό υλικό

Τα γενικά χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών που εγκαθίστανται στα φυτεμένα δώματα είναι συνήθως το σχετικά επιπόλαιο ριζικό τους σύστημα, η εύκολη ικανότητα τους για αναπαραγωγή και η αντοχή τους στην άμεση έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία, την ξηρασία, τον πάγο και τους ανέμους. Η κατάλληλη επιλογή του, για το εκάστοτε δώμα, οδηγεί σε αντίστοιχο αισθητικό αποτέλεσμα με μειωμένες δαπάνες συντήρησης. Οι συνδυασμοί φυλλοβόλων και αειθαλών ειδών και η επιλογή τους ανάλογα με τα εποχιακά τους χαρακτηριστικά βελτιώνουν στο έπακρο την εικόνα του δώματος.

Οι μέθοδοι εγκατάστασης της φύτευσης εξαρτώνται από το είδος του κήπου (εντατικός ή εκτεταμένος), το είδος του φυτικού υλικού και τις διαφορετικές μορφές φύτευσης που προτείνονται στη σχεδιαστική πρόταση. Οι συνηθέστεροι τρόποι εγκατάστασης είναι (FLL,1995) :

- Ξηρή σπορά με ή χωρίς συγκολλητικές ουσίες.
- Υδροσπορά : Χρησιμοποιείται σε περίπτωση σε απότομες, υψηλές ή δύσκολης πρόσβασης οροφές.
- Χρήση μοσχευμάτων
- Χρήση προβλαστημένων καλυμμάτων
- Εγκατάσταση χλοοτάπητα με ή χωρίς ενισχυτικά
- Φύτευση μεμονωμένων φυτών

Κάποια από τα φυτικά είδη που ευδοκούν στην Ελλάδα και συνιστάται η χρήση τους σε φυτεύσεις δωματίων είναι τα ακόλουθα (Ευμορφοπούλου, 1992; Δ13; Δ18) : *Agrostis stolonifera*, *Allysum montaneum*, *Allysum saxatile*, *Anaphalis margaritacea*, *Anaphalis triplinervis*, *Antenaria dioica*, *Anthericum liliago*, *Armeria maritime*, *Aster*

*amellus, Bergenia cordifolia, Buddleia davidii, Buxus sempervirens, Calluna vulgaris, Campanula glomerata, Centaurea spp., Centaurium erythrea, Cerastium tomentosum, Chamaecyparis lawsoniana, Daucus carota, Dianthus deltoides, Dictamnus fraxinella, Erica carnea, Euphorbia spp., Festuca glauca, Festuca ovina, Festuca rubra, Ficus carica, Gypsophila paniculata, Hieracium pilosella, Hypericum polyphyllum, Iberis sempervirens, Illex aquifolium, Juniperus communis, Juniperus Sabina, Lantana camara, Laurus nobilis, Levandula augustifolia, Mahonia aquifolia, Olea europa, Origanum vulgare, Pinus mugo, Poa annua, Poa pratensis, Potentilla nepalensis, Prunus laurocerasus, Pyracantha coccinea, Rosa spp., Saxifraga oppositifolia, Sedum acre, Sedum album, Sedum camtschaticum, Sedum spurium, Sempervivum arachnoideum, Sempervivum montaneum, Sempervivum tectorum, Taxus baccata, Thymus vulgaris, Viburnum tomentosum, Vinca minor.*

#### 4.5 Συντήρηση

Οι διαδικασίες συντήρησης του φυτεμένου δώματος εξαρτώνται από το είδος του και από την σχεδιαστική, προς υλοποίηση πρόταση. Σαν γενικός κανόνας, ένα εκτεταμένο είδος φύτευσης έχει μειωμένες ανάγκες συντήρησης από ένα αντίστοιχο εντατικού τύπου. Τόσο το είδος του φυτικού υλικού, όσο και η μη πρόσβαση του χώρου, δεν απαιτεί ιδιαίτερες φροντίδες.

Η συντήρηση ενός φυτεμένου δώματος δεν διαφέρει ιδιαίτερα σε σχέση με την εδαφική φύτευση και αποσκοπεί σε : άρδευση, λίπανση, βοτάνισμα, κοπή του χλοοτάπητα, κλάδεμα δένδρων και θάμνων, εποχιακές σπορές και φυτεύσεις, φυτοπροστασία, στήριξη και ασφάλεια. Λεπτομερής προγραμματισμός των εργασιών συντήρησης, οδηγεί στο επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα της σχεδιαστικής πρότασης. Οι διαδικασίες

άρδευσης, στήριξης δένδρων και θάμνων και ασφαλείας, τόσο του κήπου όσο και των επισκεπτών του, χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής κατά τη φύτευση δωμάτων.

➤ **Άρδευση**

Οι ιδιαίτερες συνθήκες ανάπτυξης φυτικού υλικού στο περιβάλλον της οροφής ενός κτηρίου, όπως η έκθεση του σε αυξημένες εντάσεις ανέμων, η απομόνωση του από το περιβάλλον του και το μικρό σχετικά βάθος του υποστρώματος του, οδηγούν σε εντονότερες απώλειες υγρασίας μέσω της εξατμισοδιαπνοής, με αποτέλεσμα την ανάγκη άρδευσης του. Η μείωση των αναγκών άρδευσης, που αποσκοπεί σε περιορισμό του οικονομικού προϋπολογισμού, μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλη επιλογή ανθεκτικών στη ξηρασία φυτών, υπόστρωμα ανάπτυξης ικανό να κατακρατεί την απαραίτητη ποσότητα νερού, καθώς και κατασκευή του επιπέδου κατακράτησης νερού.

➤ **Στήριξη**

Φυτικό υλικό μεγάλων διαστάσεων, όπως δένδρα ή θάμνοι, απαιτούν ειδική στήριξη λόγω της συνεχής έκθεσης τους σε ισχυρούς ανέμους στην οροφή των κτηρίων. Η στήριξη αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο υπέργειο είτε στο υπόγειο περιβάλλον των φυτών. Υπέργεια, χρησιμοποιούνται ειδικοί ξύλινοι ή μεταλλικοί πάσσαλοι στήριξης, ή ειδικές αντηρίδες στηριζόμενες σε δομικά στοιχεία του κτηρίου ή του κήπου. Στο υπόγειο τμήμα, η στήριξη εντοπίζεται σε ειδικές αντηρίδες που περιβάλλουν και συγκρατούν την ριζική μπάλα των δένδρων ή των θάμνων.

➤ **Ασφάλεια**

Οι προσβάσιμες φυτεμένες οροφές εντατικού τύπου, πρέπει να πληρούν τις απαραίτητες συνθήκες ασφαλείας, από πλευράς κινδύνου από πυρκαγιά και περίφραξη. Οργανωμένο σύστημα πυρόσβεσης, χρήση μη

εύφλεκτων ειδών φυτικού υλικού, χρήση ειδικών υλικών και κατασκευών περίφραξης, ασφαλή μονοπάτια που μπορούν να λειτουργήσουν και ως "ζώνες πυρόσβεσης" και κατάλληλος φωτισμός συντελούν στην δημιουργία ασφαλούς περιβάλλοντος.

#### ➤ Σταθεροποίηση

Γενικά, το κόστος και η προσπάθεια κατασκευής σταθεροποιητικών μεθόδων επηρεάζονται από την κλίση του δώματος. Ελάχιστη κλίση μειώνει την ταχύτητα απορροής του νερού, ενώ σε κλίση μεγαλύτερη των  $5^{\circ}$  είναι απαραίτητη η κατακράτηση του εδαφικού υποστρώματος με συγκεκριμένες μεθόδους. Μικρού φορτίου φυτικά υποστρώματα και επίπεδα κατακράτησης νερού οδηγούν στην εγκατάσταση φυτικού υλικού ακόμα και σε δώματα με κλίση άνω των  $30^{\circ}$ . Όταν η κλίση του προς φύτευση δώματος είναι της τάξης των  $20^{\circ}$  απαιτούνται (Δ16):

- Σκαλιά ή αναβαθμίδες για την παρεμπόδιση της μετακίνησης και διάβρωσης του εδαφικού υποστρώματος
- Πιθανή ενίσχυση με ειδικές σανίδες στερέωσης
- Έκταση δομικού πλέγματος για την διατήρηση και κατακράτηση του εδαφικού υποστρώματος.

## 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ

### I Σύστημα κατασκευής ταρατσόκηπων BACEL

### II Σύστημα κατασκευής ταρατσόκηπων ZINCO

### III Σύστημα κατασκευής ταρατσόκηπων FLOR DEPOT

#### 5.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ BACEL

Είναι ένα ολοκληρωμένο σταθερό στο χρόνο, αξιόπιστο και ευέλικτο σύστημα για την δημιουργία ταρατσόκηπων με εφαρμογή 40 χρόνων, ενώ πάνω από 1,6 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα ταρατσόκηπων έχουν κατασκευαστεί με αυτό το σύστημα.

Η καρδιά του συστήματος είναι τα αφρώδη υποστρώματα αμινοπλαστικής ρητίνης Bacel RG & Fytofoam RG22 με πληθώρα τεχνικών χαρακτηριστικών που είναι πολύ ευεργετικά για την ανάπτυξη των φυτών όπως, μεγάλη ικανότητα απορρόφησης νερού(Bacel 80%-Fytofoam 60%)κατά όγκο, διατηρούν μεγάλο ποσοστό αέρα, είναι σταθερά & ελαφριά, αδρανή μη τοξικά & άφλεκτα καθώς και βιοαποικοδομίσιμα σε μια περίοδο 30 χρόνων, έχουν μεγάλη αντοχή στην συμπίεση(1500kg/m<sup>2</sup>)έτσι ώστε ο κήπος να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, και είναι εύκολα στην εφαρμογή, μιας και μπορούν να παραχθούν ακόμα και στο χώρο του ταρατσόκηπου.





Εικ. 1



Εικ. 2

Το πλήρες σύστημα αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

1. Μembrάνη LPDE βελτίωσης της στεγανοποίησης της ταράτσας
2. Τμήμα απορροής του πλεονάζοντος νερού, αποτελούμενου είτε από



Εικ. 3

φύλλα ειδικής διογκωμένης πολυστυρένης (Fytodrain), είτε από ειδικά φύλλα πολυαιθυλενίου (Fytonop). Η διαπερατότητα φτάνει τα  $22\text{lit}/\text{m}^2/\text{sec}$  επιτρέποντας γρήγορα στο πλεονάζον νερό να φεύγει προς τις υδρορροές μειώνοντας την φόρτιση του κτιρίου και αποφεύγοντας την ασφυξία στα φυτά

3. Terrm 700, φύλλο διαχωρισμού υποστρώματος με αποστραγγιστικό. Επιτρέπει την διέλευση του νερού από το υπόστρωμα στο τμήμα αποστράγγισης χωρίς να επιτρέπει την διέλευση των ριζών και των μικρών

τεμαχιδίων του υποστρώματος, προστατεύοντας το αποστραγγιστικό από εμφράξεις.

4. Στρώμα αφρώδους υποστρώματος Bacel RG 30
5. Δίκτυ αύξησης της σταθερότητας των φυτών, προαιρετικό στην περίπτωση που θα φυτευτούν θάμνοι ή δέντρα
6. Μείγμα 60% αμμόδους εδάφους και 40 % υποστρώματος Fytofoam RG 22.

## **5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ ZINCO**

### **5.2.1 ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ**

- α. Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών
- β. Φίλτρο
- γ. Αποστραγγιστικό σύστημα
- δ. Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης
- ε. Μembrάνη ελέγχου ανάπτυξης ριζικού συστήματος
- ζ. Διαχωριστική μεμβράνη

### **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΦΥΤΩΝ**

Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών δίνει τη δυνατότητα στα φυτά να αναπτύξουν ένα ριζικό σύστημα και ικανοποιεί τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες των φυτών για ανάπτυξη. Πρέπει να είναι σταθερό, να απορροφά και να συγκρατεί νερό για την ανάπτυξη των φυτών και να επιτρέπει μόνο την περίσσεια νερού να οδηγείται στο αποστραγγιστικό σύστημα. Πρέπει να επιτρέπει τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμα και όταν είναι κορεσμένο με νερό.

## **ΦΙΛΤΡΟ**

Το φίλτρο είναι σχεδιασμένο για να αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχιδίων από το υπόστρωμα στο αποστραγγιστικό σύστημα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν το φράξιμο του και να εμποδίσουν τη ροή του νερού.

## **ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Το σύστημα αποστράγγισης έχει κενούς χώρους στους οποίους συσσωρεύεται νερό και η περίσσεια οδηγείται στις υδρορροές της οροφής. Μπορεί να λειτουργήσει και σαν δεξαμενή νερού, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει χώρο για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος των φυτών και προστατεύει τις υποκείμενες μεμβράνες.

## **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ**

Προσφέρει επιπλέον προστασία στην οροφή και στη μεμβράνη συγκράτησης του ριζικού συστήματος

## **ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΡΙΖΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

Πρέπει να προσφέρει συνεχή προστασία στη μόνωση της οροφής αποτρέποντας τη διέλευση του ριζικού συστήματος των φυτών που θα προκαλούσε φθορές στην πλάκα της οροφής.

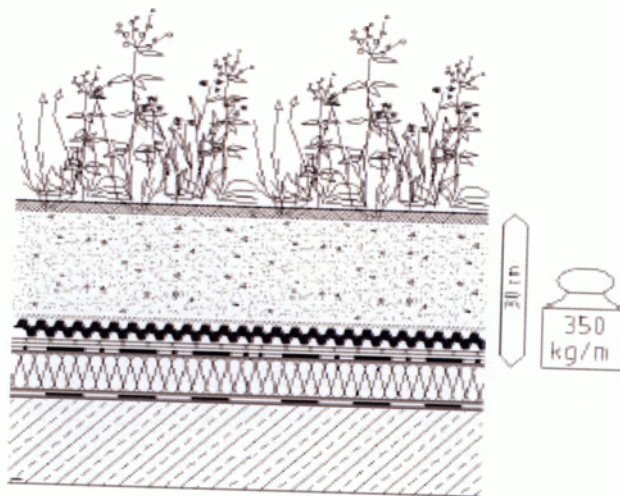
## **ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ**

Η διαχωριστική μεμβράνη τοποθετείται προκειμένου να μην έρχονται σε επαφή υλικά που δεν είναι χημικά συμβατά.

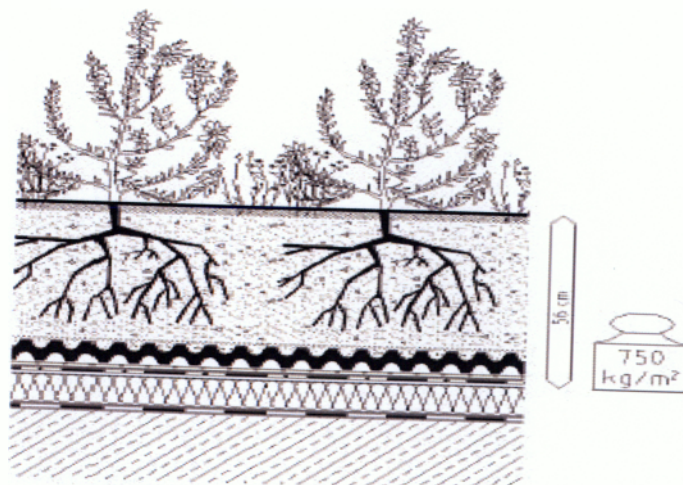




extensive type



simple intensive



intensive

### 5.2.2 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η κατασκευή «πράσινων στεγών» πραγματοποιείται με επάλληλες λειτουργικές στρώσεις από υλικά με τεχνικά χαρακτηριστικά που να συνδυάζονται μεταξύ τους με τέτοιο τρόπο που να εξασφαλίζουν ένα πλήρως λειτουργικό και βέλτιστο αποτέλεσμα. Ανεξάρτητα από τα υλικά κατασκευής οι στρώσεις μπορούν να εξυπηρετήσουν διάφορες λειτουργίες.

Πρέπει να γίνει ένας διαχωρισμός μεταξύ των ακόλουθων τύπων κατασκευής :

1. Κατασκευή με επάλληλες στρώσεις που αποτελείται είτε από το αποστραγγιστικό σύστημα, το φίλτρο και το υπόστρωμα ανάπτυξης, είτε από το αποστραγγιστικό σύστημα και το υπόστρωμα ανάπτυξης που λόγω της σύστασης του δεν είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φίλτρου.
2. Μονοδομική κατασκευή που αποτελείται από το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών που επιτελεί τη λειτουργία τόσο του αποστραγγιστικού συστήματος όσο και του φίλτρου.

Σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μεμβράνης συγκράτησης του ριζικού συστήματος και μεμβράνης προστασίας της μόνωσης

### 5.2.3 ΥΨΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Το ύψος του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών εξαρτάται από:

1. Την κατασκευή της στέγης
2. Το είδος του φυτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί
3. Τα υλικά των επαλλήλων στρώσεων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της «πράσινης στέγης»



Το μικροκλίμα της περιοχής και τα ειδικά χαρακτηριστικά της θέσης της οροφής μπορεί να επηρεάσουν το ύψος του υποστρώματος που θα εφαρμοστεί.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ύψος του υποστρώματος και του αποστραγγιστικού συστήματος που εφαρμόζεται είναι οι ακόλουθοι :

- Οι απαιτήσεις ανάπτυξης του φυτικού υλικού
- Οι ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούνται
- Η κλίση της οροφής
- Η έκθεση της επιφάνειας της οροφής στο ηλιακό φως
- Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής
- Το μικροκλίμα της περιοχής
- Τα ειδικά φορτία των υλικών της κατασκευής
- Η ποσότητα νερού που θα συγκρατείται

Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράμετροι :

- Όσο αυξάνεται το ύψος του υποστρώματος ανάπτυξης που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να γίνει διαφοροποίηση στην περιεκτικότητα του φυτικού υποστρώματος όσον αφορά στην οργανική ουσία
- Μονοδομικές κατασκευές με υπόστρωμα από σύνθετα υλικά θα πρέπει να έχουν ελάχιστο ύψος υποστρώματος 6 εκ.
- Στην περίπτωση μεγάλου ύψους υποστρώματος, εκτός από τις ανάγκες αποστράγγισης το αποστραγγιστικό σύστημα πρέπει να εξυπηρετεί τις απαιτήσεις ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών και να εξασφαλίζει τον αερισμό του
- Κατά το σχεδιασμό του αποστραγγιστικού συστήματος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κλίσεις της οροφής και οι αποστάσεις μεταξύ των υδροροών

- Ειδικές κατασκευές πρέπει να εξυπηρετούν τόσο τις κατασκευαστικές ανάγκες της «πράσινης στέγης» όσο και τις απαιτήσεις ανάπτυξης του φυτικού υλικού.

#### 5.2.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΡΟΦΟΚΗΠΟΥ

##### Ιδιότητες:

- Περιβαλλοντική συμβατότητα
- Φυτική συμβατότητα
- Συμπεριφορά στη φωτιά
- Κοκκομετρία/σχήμα
- Περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία
- Περιεκτικότητα σε άλατα
- Δομική σταθερότητα
- Συμπιεστότητα
- Υδατοϊκανότητα
- Υδατοπερατότητα
- Αποθήκευση νερού
- Περιεκτικότητα αέρα
- ΡΗ
- Οργανικά στοιχεία
- Αντοχή στο ψύχος

#### 5.2.5 ΦΥΤΙΚΟ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ

Το φυτικό υπόστρωμα λόγω της μεγάλης σημασίας, σαν πρωταρχικό στοιχείο εκδήλωσης των βιολογικών λειτουργιών του φυτικού υλικού, πρέπει να είναι βιολογικά ενεργό, με τις φυσικές και τις χημικές ιδιότητες

να βρίσκονται στο OPTIMUM και συμβατό με την επιλογή του φυτικού υλικού. Το ΡΗ ανάλογο με τις απαιτήσεις ανάπτυξης του φυτικού υλικού.

Το φυτικό υπόστρωμα επιστρώνεται σε όλη την επιφάνεια όπου προβλέπεται να γίνουν φυτεύσεις, μετά το τέλος των εργασιών της βασικής υποδομής/συστήματος αποστράγγισης, και σε στρώση ανάλογη της ανάπτυξης του φυτικού υλικού.

#### **α. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ**

Η κοκκομετρία του φυτικού υποστρώματος σε επίπεδες πράσινες στέγες, εξαρτάται από το ύψος του υποστρώματος σε επίπεδες πράσινες στέγες, εξαρτάται από το ύψος του υποστρώματος :

Έως 10εκ Φ=10-12mm

Περισσότερο από 10εκ Φ= έως 16mm

#### **β. ΣΥΣΤΑΣΗ**

Η περιεκτικότητα του σε οργανικά στοιχεία εξαρτάται από την πυκνότητα του και από τον τύπο της πράσινης στέγης(εκτατικός,εντατικός):

Σε εντατικού τύπου πράσινες στέγες:

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα <0,8 <12%

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα >0,8 <6%

Σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες:

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα <0,8 <8%

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα >0,8 <6%

### γ. ΡΗ

Το ΡΗ του φυτικού υποστρώματος εξαρτάται από την επιλογή και την συμβατότητα του με το φυτικό υλικό.

Σε εντατικού τύπου πράσινες στέγες : ΡΗ 5,5-8,0

Σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες : ΡΗ 6,5-8,0

### δ. ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΛΑΤΑ

Η περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά άλατα δεν πρέπει να υπερβαίνει :

-2,5 g/lit σε εντατικού τύπου πράσινες στέγες

-3,5 g/lit σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες

### ε. ΥΔΑΤΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ

Σε εντατικού τύπου πράσινες στέγες :

>0,0005 cm/s ή >0,3 mm/min

Σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες:

>0,001cm/s ή >0,6 mm/min (πολυεπίπεδη κατασκευή)

>0,1cm/s ή >0,6 mm/min (μονοεπίπεδη κατασκευή)

### ζ. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ

Απαραίτητη προϋπόθεση της σωστής λειτουργίας του συστήματος βάσει των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης και των οικολογικών παραμέτρων, είναι η δυνατότητα συγκράτησης και αποθήκευσης νερού. Η περίσσεια του νερού θα πρέπει να οδηγείται στις κατάλληλες διόδους

### **5.2.6 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ GREEN ROOF ZINCO**

Κατασκευή ολοκληρωμένου συστήματος υποδομής φυτεμένου δώματος ZinCo FD25, το οποίο εφαρμόζεται στην πλάκα οροφής μετά την τελική μόνωση:

Πάνω από την υπάρχουσα μόνωση της οροφής τοποθετείται ειδική μεμβράνη που αποτρέπει τη διείσδυση του ριζικού συστήματος των φυτών και προστατεύει την υπάρχουσα μόνωση της κατασκευής. Στη συνέχεια, τοποθετείται ένα μονωτικό υλικό που επιτρέπει τη συγκράτηση της υγρασίας και εξασφαλίζει τη μηχανική προστασία της μόνωσης. Πάνω από το μονωτικό υλικό εγκαθίσταται το ειδικό αποστραγγιστικό σύστημα που καλύπτει όλη την επιφάνεια της «πράσινης στέγης» και εξυπηρετεί τρεις λειτουργίες: επιτρέπει την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού, συγκρατεί νερό που το αποδίδει στα φυτά μέσω της εξάτμισης και διευκολύνει τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών με τη βοήθεια οπών που υπάρχουν σε αυτό.

Τέλος, τοποθετείται φίλτρο για την ομαλή δίοδο του νερού και στη συνέχεια διαστρώνεται ομοιόμορφα το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, ειδικής σύστασης έτσι ώστε να επιβαρύνει κατά το μικρότερο δυνατό το φορτίο της οροφής, ενώ ταυτόχρονα να ευνοεί τον εφοδιασμό των φυτών με τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία.

#### **5.2.6.1 Δομή-διάστρωση συστήματος green roof ZinCo :**

##### **1. Βλάστηση-φυτικό υλικό**

**2. Ειδικό υπόστρωμα ανάπτυξης :** ελαφρύ μίγμα οργανικών και ανόργανων στοιχείων για τη βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών ύψους 15εκ.



**3.Filtersheet SF** : Φίλτρο για την ομαλή δίοδο του νερού χωρίς απώλεια του μίγματος ανάπτυξης των φυτών.

**4.Drainage Floradrain 25** : ειδική "αυγουλιέρα" για την αποστράγγιση του νερού και για τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών.

**5.TSM32** : υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας μόνωσης.

**6.Rootbarrier foil WSF 40** : ειδική μεμβράνη για την προστασία του δαπέδου και τον έλεγχο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος.

- **Γεωόφασμα**

- Filter sheet SF**

Υλικό	Πολυπροπυλένιο
Βάρος	0.1κιλά/μ <sup>2</sup>
Διαστάσεις ρολού	2μx 100μ
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση πάνω από το σύστημα αποστράγγισης

- **Σύστημα αποστράγγισης**

- Floradrain FD 25**

Υλικό	Ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο
Ύψος	25 χιλ.
Διαστάσεις	Φύλλα διαστάσεων 1μx2μ. Ρολά διαστάσεων 1μx 15μ με ή χωρίς επένδυση φίλτρου
Βάρος	1,5κιλά/μ <sup>2</sup> ξηρό

	4,5κιλά/μ <sup>2</sup> υγρό
Χωρητικότητα	3 λίτρα/μ <sup>2</sup>
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση και στοίχιση άκρων

**-Floradrain FD 40**

Υλικό	Ανακυκλωμένο ενισχυμένο πολυαιθυλένιο
Ύψος	40 χιλ.
Διαστάσεις	Φύλλα διαστάσεων 2,08μx0,96μ Ρολά διαστάσεων 0,96μ.x10μ. με ή χωρίς επένδυση φίλτρου
Βάρος	2,2κιλά/μ <sup>2</sup> κενό 6,2 κιλά/μ <sup>2</sup> γεμάτο
Χωρητικότητα	4 λίτρα/μ <sup>2</sup>
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση και στοίχιση άκρων

- **Μεμβράνη ελέγχου ριζικού συστήματος και προστασίας του δαπέδου**

Υλικό	Ηλεκτρονικά ελεγμένο πολυαιθυλένιο
Ικανότητα συγκράτησης νερού	0,4 χιλ
Διαστάσεις ρολού	8μ.x25μ.
Βάρος(ξηρό)	3,8κιλά/μ <sup>2</sup>
Χωρητικότητα	4λίτρα/μ <sup>2</sup>
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση με αλληλοκάλυψη άκρων πλάτους 1,5μ

- Υποστρώματα συγκράτησης υγρασίας

-Υπόστρωμα προστασίας της μόνωσης και συγκράτησης υγρασίας

**SSM 45**

Υλικό	Συνθετικό υλικό πλέγμα πολυπροπυλενίου
Ικανότητα συγκράτησης νερού	5 λίτρα/μ <sup>2</sup>
Διαστάσεις ρολού	2μ.χ50μ.
Βάρος(ξηρό)	47 κιλά/ρολό
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση με αλληλοκάλυψη άκρων πλάτους 10 εκ.

-Υπόστρωμα προστασίας της μόνωσης και συγκράτησης υγρασίας

**TSM 32**

Υλικό	Συνθετικό υλικό με πολυεστερικές ίνες για χρήση κάτω από σκληρά δαπεδοτοπία και φυτικά υποστρώματα εκτατικού τύπου
Ικανότητα συγκράτησης υγρασίας	3 λίτρα/μ <sup>2</sup>
Ύψος	7χιλ.
Διαστάσεις ρολού	2μ.χ50μ
Βάρος(ξηρό)	32 κιλά/ρολό
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση με αλληλοκάλυψη άκρων πλάτους 10 εκ.

### 5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΩΝ FLOR DEPOT

Αποτελεί μια πρωτοποριακή οικολογική μέθοδο αξιοποίησης χώρων με πολλά πλεονεκτήματα και εντυπωσιακά αποτελέσματα και αποτελείται από :

1. Φυτόχωμα και φυτά
2. Υπόστρωμα φυτικής βλάστησης με τα εξής χαρακτηριστικά:
  - i. Φίλτρα και στρώμα απορρόφησης του νερού
  - ii. Αποθηκευτικός χώρος για το νερό και τα θρεπτικά συστατικά
  - iii. Προστασία από τον θόρυβο, την ζέστη και το κρύο
  - iv. Προστασία του υπάρχοντος πατώματος
3. Πλαστική μεμβράνη (αποτρεπτική των ριζών)

Η φυτική βλάστηση, η πλαστική μεμβράνη και η μεμβράνη (Flor Depot), πάνω σε ταρατσες και βεράντες, έχουν να δείξουν σπουδαία αποτελέσματα πάνω από 20 χρόνια πλέον εφαρμογής.

Το κύριο χαρακτηριστικό της μεμβράνης (Flor Depot), είναι ο μεγάλος όγκος των πόρων της που φτάνει και το 95%.

Η φυτική βλάστηση έτσι, μπορεί να αποθηκεύσει περίπου 6 φορές περισσότερο το βάρος της σε νερό, αγγίζοντας τα 50 kg ανά τετραγωνικό μέτρο.

Οι θρεπτικές ουσίες που περιέχει το φυτόχωμα και άλλα πρόσθετα λιπάσματα, εξασφαλίζουν συνεχή τροφοδοσία όλων των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών για την ανάπτυξη των φυτών.

Τα διαφορετικά μεγέθη πόρων για την απορρόφηση του νερού, τα φίλτρα και η αποθήκευση του νερού, στην μεμβράνη (Flor Depot)\*, βοηθούν έτσι ώστε τα φυτά να μεγαλώσουν με ασφάλεια σε περιόδους ξηρασίας. Τέλος, το μοντέρνο προϊόν της Flor Depot, μπορεί να ανακυκλωθεί.

## Συνοπτική περιγραφή του συστήματος.

Καθαρίζεται επαρκώς η επιφάνεια του χώρου και καλύπτεται με αδιάβροχη μεμβράνη.



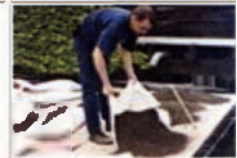
Τοποθετείται ειδικό μονωτικό υπόστρωμα



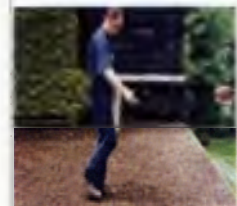
το οποίο κόβεται και διαμορφώνεται σε κάθε μέγεθος και σχήμα καλύπτοντας πλήρως όλες τις επιφάνειες.



Προστίθεται μίγμα φυλλοχώματος το οποίο και απλώνεται σε όλη την επιφάνεια.



Σπείρετε το μίγμα από ποικιλίες σπόρων ανθόφυτων ή χλοοτάπητα σε όλη την επιφάνεια. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρωματικά φυτά όπως λεβάντα, θυμάρι, μαντζουράνα κ.α. τα οποία φυτεύονται ανά συστάδες δημιουργώντας ένα λιβάδι στην ταράτσα.



Αφού τακτοποιηθούν οι λεπτομέρειες (κόψιμο περιττού πλαστικού και καθάρισμα χώρου) ποτίζεται μέχρι να φυτρώσουν οι σπόροι. Στον ταρατσόκηπο μπορεί να προσαρμοστεί και υπόγειο σύστημα αυτόματης άρδευσης. Επίσης το πάχος των μονωτικών υλικών, της μεμβράνης μαζί με το υπόστρωμα είναι μόλις 10 – 15 cm οπότε μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε ταράτσα.





**-Εφαρμόζεται**

- i. Σε τaráτσες
- ii. Μπαλκόνια
- iii. Επίπεδες και επικλινείς σκεπές

**Πλεονεκτήματα**

- Η εφαρμογή του συστήματος σε τaráτσες και μπαλκόνια συντελεί στην δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος.
- Αναβαθμίζει την αισθητική των κτηρίων.
- Δημιουργεί ευχάριστη ατμόσφαιρα και δίνει την δυνατότητα αναβάθμισης ενός απλού χώρου σε χώρο αναψυχής.
- Προσφέρει θερμομόνωση καθώς και ηχομόνωση. Βιοκλιματικές έρευνες αποδεικνύουν ότι οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια για κλιματισμό μειώνονται έως και 30% σε διαμερίσματα κάτω από πράσινες στέγες.
- Δεν επιβαρύνει καθόλου τις επιφάνειες πάνω στις οποίες εφαρμόζεται αντιθέτως τις προστατεύει από την φθορά του χρόνου.
- Λειτουργεί κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης φιλτράροντας τη σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια.
- Το κόστος εγκατάστασης μίας πράσινης στέγης είναι πολύ μικρό αν συγκρίνει κανείς ότι προσφέρει οξυγόνο, αισθητική αναβάθμιση, εξοικονόμηση ενέργειας, και αποτελεί χώρο αναψυχής στο περιβάλλον μιας υποβαθμισμένης μεγαλούπολης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ευμορφοπούλου Α., 1992, «Οι κήποι στα δώματα των κτιρίων, η συμβολή τους στο οικοσύστημα των αστικών κέντρων, κατασκευαστικές λύσεις και δυνατότητες εφαρμογής στον ελληνικό χώρο», Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Τσιοτσιοπούλου Π., 2001, «Διερεύνηση της επίδρασης διαφορετικών υποστρωμάτων στην ανάπτυξη του υπέργειου και υπόγειου τμήματος του *Lantana camara* L.», Αθήνα, Γ.Π.Α.
- Brownlie S., 1990, «Roof-Gardens-a review», Urban WildlifeNow, No 7, Peterborough: Nature Concervancy Council
- English Nature Research Reports, 2003, «Green Roofs: their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas», Report Number 498, EcoScenes Ltd.
- FLL, 1995, «Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites with Methods to be employed when investigating vegetation substrates and aggregate-type drainage materials used at roof-greening sites and procedure for investigating resistance to root penetration at green-roof sites», Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., The Landscaping and Landscape Development Research Society
- Niachou A., K. Papakonstantinou, M. Santamouris, A. Tsangrassoulis, G. Michalakakou. 2001, «Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance», Elsevier Science@Direct, «Energy and Buildings», Volume 33, Issue 7, p. 719-729
- Osmudson T., 1999, «Roof Gardens, History, Desing and Construction», FASLA, W.W. Norton and Company, New York-London

-Wark C. G., W. W.Wark. 2003, «Green Roof Specifications and Standards, establishing an emerging technology», The Construction Specifier, August, Vol. 56, No. 8

-Waynes R., 2003, «Green Roofs», Urban Agricultural Notes, City Farmer, Canada's Office of Urban Agriculture, January ([www.cityfarmer.org/greenroofTO.html#roof](http://www.cityfarmer.org/greenroofTO.html#roof))

## ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Δ1: [www.greenroofs.com/archives/archives.htm](http://www.greenroofs.com/archives/archives.htm)

Δ2: [www.hri.org/E/1998/98-08-25.dir/keimena/greece/greece2.htm](http://www.hri.org/E/1998/98-08-25.dir/keimena/greece/greece2.htm)

Δ3: [www.gardeners.com/gardening/content.asp?copy\\_id=5283](http://www.gardeners.com/gardening/content.asp?copy_id=5283)

Δ4: [www.users.otenet.gr/~dkalodim/PRESS/prasino.htm](http://www.users.otenet.gr/~dkalodim/PRESS/prasino.htm)

Δ5: [www.greenroofs.ca/public%20benefits.htm](http://www.greenroofs.ca/public%20benefits.htm)

Δ6: [www.roofmeadow.com/benefits.htm](http://www.roofmeadow.com/benefits.htm)

Δ7: [www.greenroofs.com/ecologicaladvantages.htm](http://www.greenroofs.com/ecologicaladvantages.htm)

Δ8: [www.greenroofs.ca/private%20benefits.htm](http://www.greenroofs.ca/private%20benefits.htm)

Δ9: [www.temple.edu/env-stud/seniorsem/section3C.htm](http://www.temple.edu/env-stud/seniorsem/section3C.htm)

Δ10: [www.greenroofs.com/economicadvantages.htm](http://www.greenroofs.com/economicadvantages.htm)

Δ11: [www.greenroof.com/issues.htm](http://www.greenroof.com/issues.htm)

Δ12: [www.barrettroofs.com](http://www.barrettroofs.com)

Δ13: [www.epa.gov](http://www.epa.gov)

Δ14: [www.greenroofs.com/world\\_intensive\\_cases.htm](http://www.greenroofs.com/world_intensive_cases.htm)

Δ15: [www.greenroofs.com/world\\_ixtensive\\_cases.htm](http://www.greenroofs.com/world_ixtensive_cases.htm)

Δ16: [www.zinco.com](http://www.zinco.com)

Δ17: [www.greenhellas.com](http://www.greenhellas.com)

Δ18: [www.app.hu](http://www.app.hu)