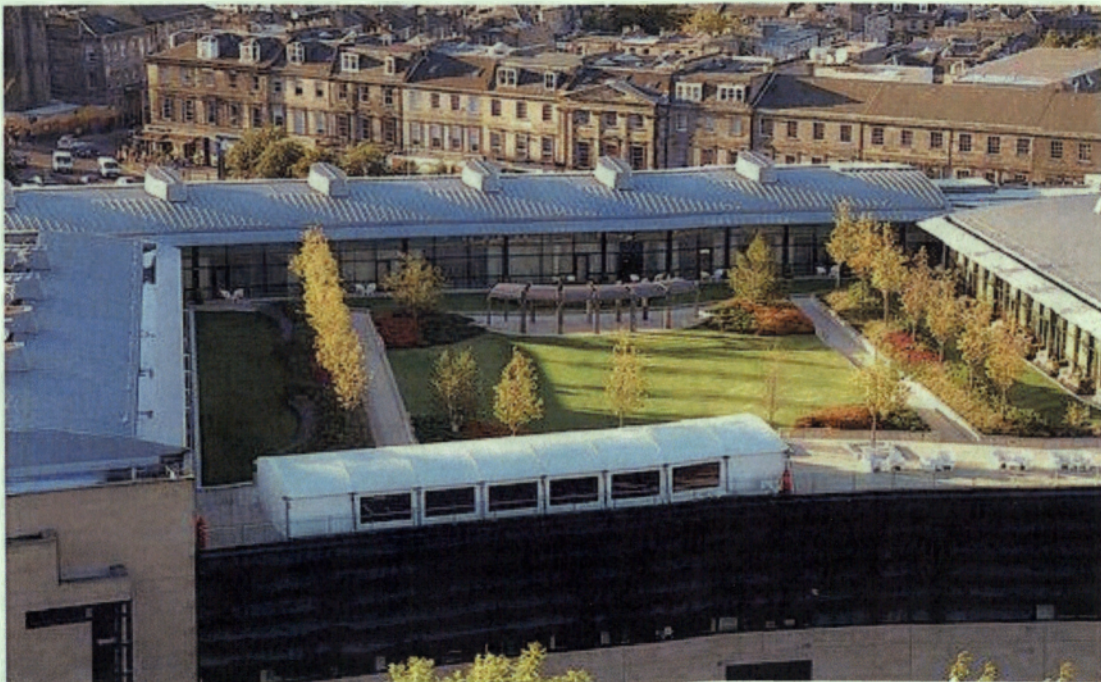




ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΟΥ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

ΠΕΡΡΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ
ΦΡΑΔΕΛΟΥ ΧΡΥΣΑΝΘΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΚΟΤΣΙΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΣΤΕΓ(ΘΕΚΑ)
Π.408

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.) ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ & ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΑΡΑΤΣΟΚΗΠΟΥ ΜΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2010

Αφιερώνω,

Τη μελέτη αυτή στην οικογένειά μου, η οποία αποτέλεσε πρόδρομος ουσία του προϊόντος που καλείται επιτυχής αποφοίτηση από το Γεωπονικό τμήμα του ΤΕΙ Καλαμάτας. Δεν συνέτεινε μόνο στην ομαλή διεξαγωγή των σπουδών μου, αλλά και στα ερεθίσματα που μου έδινε κατά τη διάρκεια αυτών, να αγαπήσω περισσότερο τον κλάδο της Γεωπονίας και να προσπαθώ πάντα για τον εμπλουτισμό των επιστημονικών γνώσεων, που έχουν να κάνουν με ότι πιο όμορφο δημιούργησε ο θεός στη γη...

τη φύση και τα θαύματά της...

Ευχαριστώ,

τη συνάδελφό μου Χρυσάνθη για την άψογη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια της μελέτης αυτής, καθώς και τον ελιβλέπων καθηγητή Κοσίρη Γιώργο, για την επιστημονική του καθοδήγηση και τη μέγιστη βοήθεια που μας πρόσφερε...

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	9
2.ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ	16
2.1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ	16
2.2. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	19
2.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ.....	31
2.4. Η ΑΝΑΓΚΗ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	33
3.. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ	35
3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ	35
4. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΙΑ.....	36
4.1. Ο ρόλος των ανοιχτόχρωμων επιφανειών και του πρασίνου	39
4.2. Φυτοκαλυμμένα δώματα	42
4.2.1. Πλεονεκτήματα.....	43
4.2.2. Μειονεκτήματα	55
4.3. Τρόποι αντιμετώπισης μειονεκτημάτων	59
5.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	61
5.1. Εκτατικός τύπος.....	61
5.2. Ημιεντατικός τύπος:	63
5.3. Εντατικός τύπος:.....	63
5.4. Απαραίτητες ενέργειες για την ορθολογική εγκατάσταση φυτοδώματος	66
5.5. Κατασκευαστικά στοιχεία εγκατάστασης φυτικού υλικού σε δώμα.....	70

5. 5.1. Επίπεδο προστασίας	70
5. 5.2. Αποστράγγιση.....	71
4.5.3. Επίπεδο κατακράτησης νερού	72
5.5.4. Διαχωριστικό φίλτρο.....	73
5.5.5. Σύστημα κατασκευαστικών στοιχείων (modular system)	74
5.5.6. Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών	75
Άμμος	75
Διογκωμένη άργιλος.....	76
Χούμος.....	76
Διατομική γη.....	76
Περλίτης και βερμικουλίτης	77
Ελαφρόπετρα.....	77
5.6. Η Ελληνική και Διεθνής εμπειρία.....	78
6. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	96
6.1. Γενικά.....	96
7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	100
8.ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
ΑΡΘΡΑ ΑΠΟ ΤΟ INTERNET	110

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φυτοκαλυμμένα δώματα συνιστούσαν μια κατασκευαστική πρακτική σε πολλές ιστορικές περιόδους σε πολλούς λαούς και διαφορετικά περιβάλλοντα.

Οι σημερινές περιβαλλοντικές προκλήσεις επαναφέρουν στο προσκήνιο κατασκευές πράσινων στεγών στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας και της αειφόρου ανάπτυξης.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η επίδραση ενός ημιεντατικού ταρατσόκηπου, με υπόστρωμα πετροβάμβακα στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου και ιδιαίτερα του δροσισμού του υποκείμενου χώρου. Για τον σκοπό αυτό από το εργαστήριο Ανθοκομίας του ΘΕΚΑ του ΤΕΙ Καλαμάτας (Κοτσίρης, 2008) κατασκευάστηκε ταρατσόκηπος 24 μ² ημιεντατικού τύπου, με υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, υδρόφιλο πετροβάμβακα, και φυτοκάλυψη χλόη, σε δώμα γραφείου του ΤΕΙ Καλαμάτας όπου μετρήθηκε η θερμοκρασία οροφής εσωτερικά, για μεγάλο χρονικό διάστημα, τόσο στο φυτοκαλυμμένο δώμα όσο και σε μη φυτεμένο δώμα γραφείου, όμορο , ίδιων διαστάσεων και με ένα χρήστη αμφότερα, που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας.

Από τις μετρήσεις, κατά την περίοδο των θερινών διακοπών, για να εξασφαλιστεί ή όμοια χρήση των γραφείων, προέκυψε σημαντική διαφορά θερμοκρασίας οροφής δύο βαθμών Κελσίου (2°C) κατά μέσο όρο, παρά την καλή μόνωση του δώματος. Έτσι δείχτηκε ότι η φυτοκάλυψη του δώματος (ταρατσόκηπος) μπορεί να ψύχει απευθείας στοιχεία του κελύφους του κτιρίου (δώμα) και να μειώνει δραστικά τις θερμικές προσόδους από την ηλιακή ακτινοβολία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εγκατάσταση πολύ μεγάλου πληθυσμού και παράλληλων δραστηριοτήτων στα αστικά κέντρα είναι γεγονός πως έχει αλλάξει τη δομή των πόλεων επιφέροντας διάφορα προβλήματα και υποβαθμίζοντας το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων. Καθώς οι πόλεις αποτελούν σπουδαία βιομηχανικά κέντρα, προσφέροντας περισσότερες ευκαιρίες απασχόλησης και σπουδών, ενώ εμπορικά, νοσηλευτικά, ψυχαγωγικά και διοικητικά κέντρα εξυπηρετούν τις περισσότερες ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου. Αυτοί ήταν οι λόγοι που οδήγησαν στην αύξηση του πληθυσμού με τα δυσάρεστα επακόλουθα στην ποιότητα ζωής τους.

Η συγκέντρωση πολλών ατόμων στις μεγαλουπόλεις δημιουργεί αναπόφευκτα πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω σταδιακής υποβάθμισης και φθοράς του φυσικού περιβάλλοντος και ρυπογόνων δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται σε αυτόν. Η ελάττωση των φυτοκαλυμμένων επιφανειών έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση του αστικού μικροκλίματος με συνέπεια την ύπαρξη περιβαλλοντικών προβλημάτων και τη διατάραξη της φυσικής και ψυχικής υγείας των κατοίκων της πόλης.

Η ύπαρξη μόνο ελάχιστων υπαίθριων χώρων, η πυκνή δόμηση, η δημιουργία υπερκατασκευών καθώς και οι μεγάλες κλειστές επιφάνειες που διαθέτουν σκληρά δάπεδα, συνθέτουν την εικόνα των σημερινών σύγχρονων πόλεων. Παράλληλα η διαθέσιμη γη όλο και περιορίζεται σε αντίθεση με την αξία της που ανεβαίνει.

Επιπλέον, η ηλιακή ακτινοβολία που δέχονται τα κτίρια επιδρά αρνητικά, ιδιαίτερα σε εκείνα που δεν διαθέτουν κατάλληλη θερμική μόνωση. Οι οροφές υπερθερμαίνονται από τις ημερήσιες και ετήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές στις

ανώτερες επιφάνειες του κτιρίου όπου δύνανται να φτάσουν ακόμα και τους 100°C. (Papadopoulos and Axarli, 1992).

Ωστόσο, η δημιουργία φυτεμένου δώματος έχει την ιδιότητα να απορροφά υψηλές ποσότητες ηλιακής ενέργειας για την ανάπτυξη και τις βιολογικές λειτουργίες των φυτών. Με αυτόν τον τρόπο οι μεγάλες ημερήσιες θερμικές εντάσεις μετριάζονται και οι ετήσιες θερμοκρασιακές μεταβολές μειώνονται κατά 20-25°C, (Eumioforoulou and Aravantinos, 1998) συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη βελτίωση του μικροκλίματος των αστικών περιοχών.

Αυτοί οι λόγοι οδήγησαν τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, στην ανάπτυξη της κατασκευή φυτεμένων δωματίων σε νεόδμητα κτίρια καθώς και σε παλαιότερα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθιστώντας τα ως παθητικά συστήματα ψύξης και θερμομόνωσης (Peck and Kuhn, 2009).

Ήδη σε άλλες χώρες της Ευρώπης όπως η Γερμανία, η κατασκευή πράσινων στεγών έχει γίνει αποδεκτή επίσημα ως ουσιαστικό μέτρο ενώ υποστηρίχθηκε με ορισμένες νομοθετικές και οικονομικές ρυθμίσεις και επιδοτήσεις για τη διαχείριση των πλημμυρών, ειδικά στις παράχθιες πόλεις όπου συγκεντρώνεται μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη. (Peck and Kuhn, 2009). Στην Ελβετία το ενδιαφέρον εστιάζεται στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας, της ανάπτυξης του φυσικού περιβάλλοντος στα αστικά κέντρα και στην ενεργειακή διαχείριση (Peck and Kuhn, 2009).

Στην Αυστρία και συγκεκριμένα στην πόλη Linz, η οποία αποτελεί ένα σύγχρονο αστικό κέντρο με ανθηρή οικονομία και σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, με μόλυνση και χαμηλό βιοτικό επίπεδο, σήμερα θεωρείται υπόδειγμα "πράσινης πόλης" με τέσσερα εκτάρια πράσινων στεγών σε υπόγειους χώρους στάθμευσης, δημόσια και ιδιωτικά κτίρια καθώς και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Το Portland στο Oregon και το Malmo στη Σουηδία έχουν εφαρμόσει τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική για τη διαχείριση των πλημμυρών καθώς και την αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων. Σύμφωνα με τη θέσπιση νομοθετικής ρύθμισης, τουλάχιστον το 20% της επιφάνειας των δωματίων στα κτίρια επιβάλλεται να είναι φυτεμένο (Peck and Kuhn, 2009)

Στην Ιταλία και στην Ισπανία τα φυτεμένα δώματα επιδοτούνται μέχρι 75% για τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας από κλιματιστικά (Μπαμπίλης, 2004),

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή επενδύσεων πράσινων στεγών, είναι πολλά και σημαντικά. Έχει υπολογιστεί ότι με την αντικατάσταση κοινών στεγών από πράσινες, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε μία πόλη μπορούν να μειωθούν κατά 1,0 – 5,3%. (Saiz S., et al, 2006).

Οι πράσινες στέγες βελτιώνουν την ποιότητα της βεβαρημένης ατμόσφαιρας των αστικών κέντρων, λειτουργώντας ως φορείς οξυγόνου και φιλτράροντας τα ελεύθερα βλαβερά αιωρούμενα σωματίδια ως και 80%. Με τον τρόπο αυτό, συμβάλλουν σημαντικά στην παροχή των πόλεων με φρέσκο αέρα, ακόμη και σε μέρες με λίγο ή καθόλου άνεμο (Bernatzky, A., 1974). Η υπάρχουσα τεχνολογία που αφορά τη δημιουργία ταρασόκηπων διαφοροποιείται ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Οι διαφορές που υπάρχουν έγκειται κατά μεγάλο μέρος στη σύνθεση των υποστρωμάτων, τα οποία υποκαθιστούν το έδαφος. Τα εξειδικευμένα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στα υποστρώματα αποτελούν μίγματα οργανικών και ανόργανων υλικών σε ορισμένες αναλογίες.

Σχετικά με το κόστος για την κατασκευή ταρασόκηπου, οι τιμές διαφοροποιούνται ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Η κατανάλωση του νερού δύναται να καλυφθεί με επεξεργασμένες εκροές νερού οι οποίες είτε προέρχονται από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού του ίδιου του κτιρίου είτε

συγκροτήματος κτιρίων. Το βάρος θεωρείται ένα περιοριστικό στοιχείο της κατασκευής το οποίο στον κορεσμό με νερό, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα προβλεπόμενα από την στατική μελέτη κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο .

1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιδέα της κατασκευής ταρατσόκηπων δεν θα πρέπει να θεωρείται μια πρωτοποριακή αντίληψη. Αντιθέτως, αποτελούσαν κατασκευαστικές πρακτικές που εφάρμοζαν πολλές χώρες εδώ και χιλιάδες χρόνια. Είχε διαπιστωθεί ότι τα φυτά μαζί με το χώμα αποτελούσαν ένα θαυμάσιο μονωτικό υπόστρωμα (Boyer et al., 1980). Παρόλο που ο παθητικός δροσισμός που παρέχει το χώμα διαθέτει πολλά πλεονεκτήματα, ωστόσο καθώς δεν υπήρχαν τα κατάλληλα μέσα ήταν εξαιρετικά δύσκολο να υπολογιστεί ποσοτικά η εξοικονομούμενη ενέργεια (Boyer et al., 1980).

Παράλληλα, οι διάφορες μελέτες που έχουν εκπονηθεί με σκοπό να διαπιστωθούν τα οφέλη της χωμάτινης κάλυψης, περισσότερο επικεντρώνονται κατά τη χειμερινή περίοδο με αποτέλεσμα μερικές φορές αυτό να έρχεται σε βάρος των πιθανών εξίσου σημαντικών θερινών ωφελειών (Lunde, 1981). Ωστόσο, μέσα από αυτές τις μελέτες έχει γίνει ήδη αντιληπτή η προστασία που παρέχει μια χωμάτινη επίστρωση ιδιαίτερα για τις υπερθερμασμένες κλιματολογικά περιοχές με αποτέλεσμα μια τέτοια κατασκευή να θεωρείται αναγκαία (Grondzik et al., 1981).

Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι τόσο οι Ινδιάνοι όσο και οι Βίκινγκς στη Βόρεια Αμερική εφάρμοσαν παρόμοιες τεχνικές στα καταλύματά τους. Μάλιστα οι Βίκινγκς κάλυπταν τους τοίχους και τις στέγες των σπιτιών τους με γρασίδι προκειμένου να προφυλαχτούν από τη δύναμη του ανέμου καθώς και τη βροχή, ενώ κάποιες φορές χρησιμοποιούσαν και ξηρά φύκια ως μονωτικό υλικό οροφής (Donnelley, 1992).



Εικόνα 1 Λιβάδι στην περιοχή L'Anse aux Meadows, Newfoundland. Είδος ταρατσοκεπής των Βίκινγκς (Πηγή: www.hans27026.wordpress.com)

Στον Καναδά (στη Νέα Γη και στη Νέα Σκοτία) υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός παραδειγμάτων για κατασκευή ταρατσόκηπων με χρήση χλοοτάπητα που αποδίδονται στους Βίκινγκς αλλά και τους Γάλλους (Donnelley, 1992).

Κάνοντας ιστορική αναδρομή θα λέγαμε ότι τα φυτεμένα δώματα πρωτοεμφανίστηκαν κατά την αρχαιότητα. Πιο αναλυτικά, οι ταρατσόκηποι ήταν γεγονός πως αποτελούσαν τη λύση στο πρόβλημα της ετήσιας πλημμύρας στην κοιλάδα μεταξύ των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη λόγω των επακόλουθων προβλημάτων που αντιμετώπιζαν οι κάτοικοι (Πετρόπουλος, 2000).

Εμπνευσμένος -ενδεχομένως- από την καλλιέργεια των λόφων σε αναβαθμίδες, ο βασιλιάς Ναβουχοδονόσορ ο Β' (605-562 π.Χ.) δημιούργησε τους Κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας με σκοπό να προσφέρει χαρά στη σύζυγό του Αρμίτιδα, η οποία νοσταλγούσε τα καλυμμένα με δένδρα βουνά της πατρίδας της

Μηδίας. Οι κήποι αυτοί θεωρήθηκαν ένα από τα Επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου (Πετρόπουλος, 2000).

Όπως αναφέρουν αρκετοί ιστορικοί, η συνολική έκταση των κρεμαστών κήπων αποτελούνταν από μια έκταση 1-1,5 εκταρίου κτισμένοι σε αναβαθμίδες οι οποίες είχαν 3,5 μ πλάτος και 5 μ ύψος, όπου αποτελούσαν μια κυρτή κατασκευή (Καμάρα) μεγαλύτερη από 20 μ. ύψος.



Εικόνα 2 Οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας Πηγή: [www. weburbanist.com](http://www.weburbanist.com)

Στην κορυφή από κάθε αψίδα οι κατασκευαστές είχαν τοποθετήσει δερμάτια από καλάμια και άσφαλτο σκεπασμένα με στρώσεις από κεραμίδια και χοντρά φύλλα από μολύβι με σκοπό να δημιουργήσουν τη στεγανότητα για τα δωμάτια που βρίσκονταν κάτω. Το νερό μεταφερόταν από τον ποταμό Ευφράτη σε μια δεξαμενή στην ψηλότερη ταράτσα. Οι ταράτσες ήταν φυτεμένες με θάμνους και δέντρα που πιθανόν περιλάμβαναν κυπαρίσσια, κέδρους, ακακίες, λεύκες, καρυδιές κ.ά. (Πετρόπουλος, 2000).

Η επιπλέον όμως κατασκευή η οποία έπρεπε να κατασκευασθεί προκειμένου να συγκρατήσει μεγάλες επιφάνειες φυτεμένες ήταν αναγκαστικά περιορισμένη εξαιτίας του υψηλού κόστους σε κτίρια με κάποια σπουδαιότητα όπως ήταν για παράδειγμα 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 τάρτσες 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 ακόμα και μερικά βυζαντινά παραδείγματα που απεικονίζονται στα εκκλησιαστικά βιβλία του 11^{ου} και 12^{ου} αιώνα αλλά πολύ λίγα πριν την Αναγέννηση.

Στην Αναγέννηση οι κατασκευές ταρατσόκηπων σε στέγες που είχαν μεγάλη κλίση ήταν πολύ διαδεδομένες στη Γένοβα (Gorse, 1983). Ωστόσο ταρατσόκηπους (την ίδια εποχή) με τη μορφή κρεμαστών κήπων υπήρχαν και στο Μεξικό της Προκολομβιανής εποχής (Goode, 1986), στις Ινδίες και σε ορισμένα Ισπανικά σπίτια του 16^{ου} και 17^{ου} αιώνα στο Μεξικό (Flower, 1937).

Στην τσαρική Ρωσία του 17^{ου} αιώνα στο περίφημο Κρεμλίνο υπήρχαν κρεμαστοί κήποι, ενώ κατά τον 20^ο αιώνα οι ταρατσόκηποι στόλιζαν τα σπίτια της Τασκένδης και της Τιφλίδας, μέχρι ακόμα και το αεροδρόμιο της Αγίας Πετρούπολης (Titova, 1990).

Κατά το 18^ο αιώνα και συγκεκριμένα στη Γαλλία οι ταρατσόκηποι συνέβαλλαν στη δημιουργία ενός αισθητικά καλού αποτελέσματος, όπως στην περίπτωση του Prince De Conde, του οποίου οι τοίχοι πρασίνου που προέρχονταν από την κρεμοκλαδή βλάστηση ταρατσόκηπου διακοσμούσαν την εξωτερική ταπετσαρία του κτηρίου (De Lorme, 1996).

Κατά το 19^ο αιώνα ο Cari Rabbitz (1825-91), ο οποίος θεωρούνταν ένας θαυμάσιος κατασκευαστής, παρουσίασε στο Παρίσι στην παγκόσμια έκθεση του 1867 μια μορφή του οροφώκηπου που είχε στο σπίτι του στο Βερολίνο (Πετρόπουλος, 2000).

Σε εκείνη την έκθεση για πρώτη φορά παρουσιάζεται ένας οροφώκηπος σε αστικό σπίτι της Βόρειας Ευρώπης, καθώς το αρκτικό κλίμα (σε ένα μικρό μέρος της Βόρειας Ευρώπης) παρουσιάζει κρύους χειμώνες και υψηλή βροχόπτωση. Η επίπεδη οροφή ήταν στεγανή στο νερό χάρη σε πατέντα του Rabbitz με βουλκανισμένη άσφαλτο.

Παρόλο που αυτή η ιδέα αποτελούσε καινοτομία για την εποχή της, δυστυχώς δεν εφαρμόστηκε από το βασιλιά Ludwig II για τη μεγαλοπρεπή κατασκευή του κήπου του, ο οποίος καλύπτονταν με γυαλί, το 1874 στο Μόναχο. Υπήρχαν εξωτικά φυτά καθώς και μια πισίνα η οποία στηριζόταν επάνω σε χοντρές πλάκες με χαλκό υποβασταζόμενες από πέτρες σε μορφή καμάρας. Η διαρροή του νερού ήταν εκτενής με αποτέλεσμα αυτή η κατασκευή να καταστραφεί το 1897 (Πετρόπουλος, 2000).

Κατά το 1890 στη Βρετανία οι αγροικίες καλυπτόντουσαν για λόγους πυροπροστασίας σε μια στρώση φυτοχώματος πάνω στην οποία φύτεωναν διάφορα φυτά.

Οι σπουδαίοι αρχιτέκτονες Le Corbusier και Frank Lloyd Wright, στις κατασκευές τους αξιοποίησαν σε πολύ μεγάλο βαθμό τη χρήση ταρατσόκηπων στις κατασκευές τους. Ιδιαίτερα ο Le Corbusier επικέντρωσε το στόχο και τις προσδοκίες του στις αστικές περιοχές με δρόμους οι οποίοι θα ήταν κατασκευασμένοι επί οροφών με πράσινο –στο έργο του «Νέα Αρχιτεκτονική». Παράλληλα, στο Maison du Diable το 1913 κατασκεύασε και έναν ταρατσόκηπο. Όσον αφορά το δεύτερο

κατασκευαστή τον Frank Lloyd Wright, κι εκείνος χρησιμοποίησε ταρατσόκηπους στους κήπους Midway του Σικάγο, στο Κτήριο Cheney, Falling Water, Hillside Home School και Horseshoe Inn, τα οποία αποτελούν ορισμένα μόνο από τα πολλά σπουδαία έργα του, σύμφωνα με τον Hoffman (1995). Οι ταρατσόκηποι αποτέλεσαν μια βαθμιαία μεταβολή της Αμερικανικής Σχολής Φιλοσοφίας της Υπαιθρου (American Prairie School Philosophy), δίνοντας ιδιαίτερη σημασία και προσοχή στην ενσωμάτωση του κτιρίου στο περιβάλλον.

Αρχικά οι ταρατσόκηποι χαρακτηρίζονταν λαϊκές τοπικές μέθοδοι κατασκευής κτιρίων, ενώ στα μέσα του 20^{ου} αιώνα οι ιδέες των ταρατσόκηπων έχουν διαδοθεί πολύ στη Βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στη Γερμανία, την Ελβετία, την Αυστρία και τη Σκανδιναβία. Αυτή η πρόσφατη εκδήλωση ενδιαφέροντος πηγάζει από την έντονη ανησυχία που υπάρχει όσον αφορά την υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος και τη ραγδαία ελάττωση των χώρων πρασίνου στις περιοχές όπου υπάρχει έντονη αστική ανάπτυξη (Haefeli et al., 1998).

Στη δεκαετία του 1960 μελετήθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι ταρατσόκηποι όπου εξελίχθηκαν ως κατασκευές καθώς προστέθηκαν νέες τεχνικές και μορφές σχεδιασμού ταρατσόκηπων κυρίως στη Γερμανία και την Ελβετία.

Στη δεκαετία του 1970 υπήρξαν αξιολογικές τεχνολογικές μελέτες σχετικά με τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στους ταρατσόκηπους συμπεριλαμβανομένων μελετών σε υλικά απώθησης ριζών, αδιάβροχες μεμβράνες, αποχέτευση, ελαφρά υποστρώματα φύτευσης και φυτά.

Στη Γερμανία η αρχιτεκτονική κατασκευής ταρατσόκηπων εξελίχθηκε αρκετά κατά τη δεκαετία του 1980, όπου 1.000.000 m² στεγών μεταβλήθηκαν σε κήπους ενώ ως το 1996 ο αριθμός αυτός είχε φτάσει στα 10.000.000 m². Αυτή η φιλόδοξη

ιδέα υποστηρίχθηκε σε μεγάλο βαθμό και από την κυβερνητική νομοθεσία για τις δημοτικές-δημόσιες επιχορηγήσεις (Boivin, 1992).

Στη Στουτγάρδη το 1989 επίσης ψηφίστηκε δημοτικός κανονισμός ο οποίος καθόριζε ότι όλα τα βιομηχανικά κτίρια τα οποία διέθεταν επίπεδη στέγη θα έπρεπε να επενδυθούν με χλοοτάπητα (Johnston, 1996). Ένας νόμος με παρόμοιο περιεχόμενο ψηφίστηκε και στην πόλη Mannheim. Ο σημαντικότερος παράγοντας ο οποίος συνετέλεσε στην υιοθέτηση αυτής της ιδέας σχετικά με την κατασκευή ταρατσόκηπων είναι τα πλεονεκτήματα που προσφέρει σχετικά με τη διαχείριση των όμβριων.

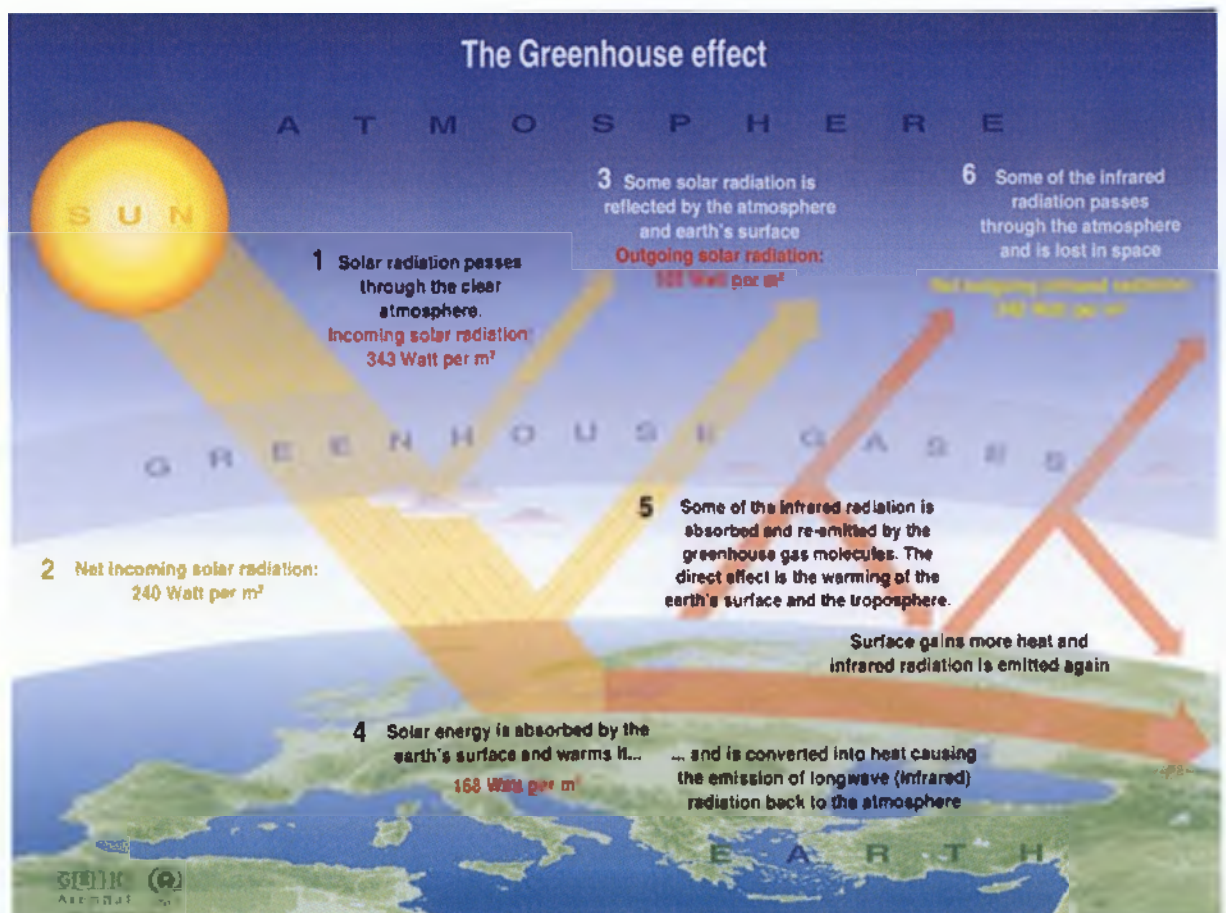
Η κυβερνητική πολιτική η οποία ενίσχυσε και υποστήριξε τόσο θερμά τα προγράμματα στην Ευρώπη είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας καινούριας βιομηχανίας στους τομείς προμήθειας φυτών και υλικών, εγκατάστασης και συντήρησης, τη «βιομηχανία πράσινων στεγών». Στη Γερμανία, τη Γαλλία, την Αυστρία, τη Νορβηγία, την Ελβετία καθώς και άλλες χώρες της Ευρώπης, οι «ταρατσόκηποι» ήδη αποτελούν κομμάτι της κατασκευαστικής βιομηχανίας και έχουν μεγάλη απήχηση στο καταναλωτικό κοινό.

2.ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

2.1. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η Γη δέχεται ηλιακή ακτινοβολία η οποία στο σύνολό της αντιστοιχεί σε πρόσοδο 1366 W/m^2 περίπου στο όριο της ατμόσφαιρας.

Εκτιμάται ότι περίπου το 30% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης.



Εικόνα¹ 3 Το φαινόμενο του Θερμοκηπίου. Πηγή:, 1996.

1. Η ηλιακή ενέργεια περνά από την καθαρή ατμόσφαιρα, (εισερχόμενη ηλ. ενέργεια 343 w/m^2). 2. τελική εισερχόμενη ηλιακή ενέργεια 240 w/m^2 . 3. Μέρος της ηλιακής ενέργειας ανακλάται από την ατμόσφαιρα και την

Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας συγκρατείται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (λαμβάνοντας υπόψη και το στρατοσφαιρικό στρώμα του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς ([www. el.wikipedia.org](http://www.el.wikipedia.org)).

Αφού θερμανθεί η Γη , εκπέμπει θερμική ακτινοβολία η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος.

Η ατμόσφαιρα της Γης μπορούμε να πούμε πως έχει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία. Πιο συγκεκριμένα, έχει την ιδιότητα να συγκρατεί το μεγαλύτερο μέρος της, το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμα περισσότερο..

Μέσα από την προαναφερόμενη περιγραφή γίνεται κατανοητό πως το αποτέλεσμα του ολικού φαινομένου αποτελεί η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, κι αυτό έχει ως συνέπεια να καθιστά τη Γη κατοικήσιμη. Εάν δεν υπήρχε το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα είχε κατέβει (σε παγκόσμια και ετήσια βάση) περίπου στους -18°C (www.

επιφάνεια της γης (εξερχόμενη ηλ.ενέργεια 103 w/m^2 . 4. Ηλιακή ενέργεια απορροφάται από την επιφάνεια της γης και τη θερμαίνει 168 w/m^2 ...αφού θερμανθεί εκπέμπει θερμική ακτινοβολία σε μεγάλα μήκη κύματος πίσω στην ατμόσφαιρα. 5. Μέρος της θερμικής ακτινοβολίας απορροφάται από την ατμόσφαιρα και επανεκπέμπεται. Σαν άμεσο αποτέλεσμα η θέρμανση της επιφάνειας της γης και της τροπόσφαιρας. Η επιφάνεια θερμαίνεται περισσότερο και η υπέρυθρη ακτινοβολία επανεκπέμπεται. 6. Μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας περνά στην ατμόσφαιρα και χάνεται στο διάστημα.(τελική εξερχόμενη ακτινοβολία 240 w/m^2 .

el.wikipedia.org) και κυρίως θα ελάμβαναν χώρα πολύ μεγάλες ημερήσιες μεταβολές κατά έναν τρόπο όπως συμβαίνει στις ερήμους.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό, ωστόσο εντείνεται εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και την έκλυση άλλων ενώσεων με βλαβερές για την ατμόσφαιρα επιδράσεις, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's).

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή έφτασε σε ποσοστό 31% τη χρονική περίοδο 1750-1998 (www.el.wikipedia.org).

Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν λόγω της χρήσης ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν στην επιφάνεια του εδάφους, κυρίως μέσω της αποδάσωσης (www.el.wikipedia.org).

2.1.1. Επιπτώσεις

Οι σημαντικότερες επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι οι εξής: (Κουμτζής, 1998)

α) τήξη των πάγων των πόλεων με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης των θαλασσών

β) αλλαγή του κλίματος της Γης με μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεων από τον Ισημερινό προς βορρά και ερημοποίησης του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης

γ) αύξηση εντόμων και παρασίτων.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου γίνεται εντονότερο από τη συνεχιζόμενη αποψίλωση των μεγάλων τροπικών δασών, αφού από το σύνολο του CO₂ της ατμόσφαιρας, μόνο το 1/3 απορροφάται από τους ωκεανούς, ενώ τα 2/3 από τα φυτά.

Τα κυριότερα μέτρα πρόληψης του φαινομένου του θερμοκηπίου, εκτός της θέσπισης του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι:

- α) η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας
- β) η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης
- γ) η αξιοποίηση των καθαρών πηγών ενέργειας
- δ) οι αναδασώσεις και
- ε) ο περιορισμός των εκπομπών αερίων θερμοκηπίων (Γεντεκάκης, 1998).

2.2. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ως περιβάλλον μπορεί να θεωρηθεί το σύνολο των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων που αλληλεπιδρώντας επηρεάζουν την ποιότητα ζωής και γενικότερα την οικολογική ισορροπία. Το περιβάλλον αποτελείται από το έδαφος, το υπέδαφος, τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, τη θάλασσα, τον αέρα, την χλωρίδα και την πανίδα. Ο άνθρωπος μέσω των διαφόρων δραστηριοτήτων του στο περιβάλλον του ασκεί σημαντική επιρροή σε αυτό. Όταν οι ανθρώπινες δραστηριότητες ξεπεράσουν κάποια όρια, διαταράσσουν τις ισορροπίες που διέπουν την φύση. Οι ενέργειες που διαταράσσουν τις ισορροπίες αυτές εκφράζονται με όρους όπως καταστροφή, μόλυνση, ρύπανση, υποβάθμιση κ.α.(Κουμτζής, 1998).

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται τόσο σε εκπομπές από φυσικές διεργασίες, όπως από ηφαίστεια, πυρκαγιές κ.α., όσο και σε εκπομπές από

ανθρωπογενείς διεργασίες, όπως από βιομηχανίες και από μέσα μεταφοράς, με τα οποία ασχολείται και η παρούσα εργασία. Οι κυριότερες κατηγορίες των ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι οι βιομηχανίες, οι αστικές δραστηριότητες, η συγκοινωνία, οι γεωργικές δραστηριότητες καθώς και τυχαία περιστατικά όπως ατυχήματα σε πυρηνικά εργοστάσια, δεξαμενόπλοια κ.α. (Κουμτζής, 1998).

Η ρύπανση του περιβάλλοντος οφείλεται τόσο σε φυσικές διεργασίες (ηφαίστεια πυρκαγιές, βιολογικές δραστηριότητες κ.α.) όσο και σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανία, γεωργία, αυτοκίνητα, παραγωγή ενέργειας, κ.α.). η ανεξέλεγκτη εισαγωγή σε ένα οικοσύστημα, ανεπιθύμητων στοιχείων (χημικών ουσιών ή μορφών ενέργειας) μειώνει τις ικανότητές του να αντιδρά ή να κινεί μηχανισμούς ανακύκλωσης, αναπαραγωγής και αυτοκαθαρισμού. Η ένταση που προκαλείται στο σύστημα μπορεί να φθάσει και στην καταστροφή της αρμονίας ανάμεσα στη ζωή και το περιβάλλον. Οι βλαπτικές προς το περιβάλλον ενέργειες εκφράζονται με όρους όπως καταστροφή, μόλυνση, ρύπανση, βλάβη, υποβάθμιση (Ν. 1650/1986).

Όσων αφορά τις πηγές ρύπανσης, η ίδια η φύση έχει αναπτύξει διάφορους μηχανισμούς αυτοκαθαρισμού που εξισορροπούν τη ρύπανση που προκαλείται από αυτές. Αντίθετα η ρύπανση από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι επικίνδυνη επειδή συγκεντρώνεται συνήθως σε περιορισμένους χώρους (βιομηχανικές και αστικές περιοχές), όπου οι μεγάλες συγκεντρώσεις ρύπων προκαλούν μη αντιστρεπτές καταστάσεις.

Οι κυριότερες κατηγορίες ανθρωπογενών πηγών ρύπανσης του περιβάλλοντος είναι:

1. Βιομηχανίες. Συμμετέχουν σε μεγάλο ποσοστό στη ρύπανση του περιβάλλοντος με αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα.
2. Αστικές δραστηριότητες. Τα αστικά λήμματα και τα στερεά απορρίμματα δημιουργούν σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης του περιβάλλοντος.
3. Συγκοινωνίες- Κεντρική θέρμανση. Οι πηγές αυτές προκαλούν μεγάλη ρύπανση στην ατμόσφαιρα των πυκνοκατοικημένων περιοχών.
4. Γεωργικές δραστηριότητες. Τα λιπάσματα, τα παρασιτοκτόνα (μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα κ.α.) και οι ρυθμιστικές ορμόνες για τα φυτά, προκαλούν έντονα προβλήματα ρύπανσης κυρίως στους υδάτινους αποδέκτες.
5. Ατυχήματα. Τα ατυχήματα που συμβαίνουν στις βιομηχανίες, στα πυρηνικά εργοστάσια, στα δεξαμενόπλοια κ.α. δημιουργούν συχνά προβλήματα ρύπανσης με απρόβλεπτες συνέπειες. (Αλμπάνης Τ. ,1996)

- ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Τα οξειδία του άνθρακα εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από την καύση της οργανικής ύλης. Όταν η καύση γίνεται με ανεπάρκεια αέρα(δηλαδή ανεπάρκεια οξυγόνου), τότε αυξάνονται οι εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) ενώ όταν γίνεται με περίσσεια αέρα, τότε αυξάνονται οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Τα βενζινοκίνητα οχήματα λειτουργούν με έλλειψη αέρα και γι'αυτό εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες CO, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στους καυστήρες των βιομηχανιών και της θέρμανσης καθώς και στα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Το CO στην ατμόσφαιρα προέρχεται κυρίως από τα βενζινοκίνητα οχήματα (παλιάς

και νέας τεχνολογίας) και για το λόγο αυτό θεωρείται, ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές, ως δείκτης ρύπανσης από την κυκλοφορία.(Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο,1999)

- ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

Τα οξειδία του αζώτου που συναντάμε στην ατμόσφαιρα είναι το μονοξείδιο (NO), το διοξείδιο (NO₂), το υποξείδιο (N₂O) και το πεντοξείδιο του αζώτου (N₂O₅). Από αυτά τη μεγαλύτερη σημασία για την ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών έχουν το NO και το NO₂.

Το NO είναι ο πρωτογενής ρύπος που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα απ'όλες τις διαδικασίες καύσης και ιδίως από τα οχήματα (πετρελαιοκίνητα και βενζινοκίνητα) και τις βιομηχανίες όπως αναφέραμε προηγουμένως. Το NO εκπεμπόμενο στην ατμόσφαιρα αντιδρά με οξειδωτικά (π.χ. O₃) και μετατρέπεται σε NO₂, το οποίο γι' αυτό χαρακτηρίζεται δευτερογενής ρύπος. Το NO₂ με παρουσία ηλιακού φωτός διασπάται φωτοχημικά και συμμετέχει σε μια σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων ιδίως με τους υδρογονάνθρακες παράγοντας νέους ρύπους και δημιουργώντας έτσι το φωτοχημικό νέφος. Για το λόγο αυτό το NO₂ αποτελεί έναν από τους δείκτες ύπαρξης φωτοχημικού νέφους.

Εκτός από την προαναφερόμενη δράση του NO₂ συμμετέχει και σε αντιδράσεις σχηματισμού νιτρικού οξέος στην ατμόσφαιρα, που οδηγούν στη δημιουργία του φαινομένου της όξινης βροχής. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο,1999)

- **ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ**

Οι κυριότερες ενώσεις του θείου στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον είναι το διοξείδιο του θείου SO_3 , το υδρόθειο (H_2S) και οι мерκαπτάνες (οργανικές θειούχες ενώσεις). Όπως ήδη γνωρίζουμε η προέλευση των ρύπων αυτών είναι κυρίως οι βιομηχανίες. Στο αστικό όμως περιβάλλον η συμμετοχή των πετρελαιοκίνητων οχημάτων και της θέρμανσης είναι σημαντική, ιδίως για το SO_2 που είναι και ο σημαντικότερος θειούχος ρύπος.

Το SO_2 εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση του πετρελαίου και οφείλει τη δημιουργία του στην ύπαρξη θείου στο καύσιμο. Η κατά περιόδους βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων έχει επιφέρει μεγάλες διαχρονικές μειώσεις στις συγκεντρώσεις του SO_2 στην ατμόσφαιρα, ενώ η εποχιακή λειτουργία πηγών ρύπανσης, όπως η θέρμανση, επηρεάζει καθοριστικά την εποχιακή διακύμανση του.

Το SO_2 εκτός από τη σημασία του για το αστικό περιβάλλον, συμμετέχει μαζί με τα NO_x και σε αντιδράσεις σχηματισμού θειικού και νιτρικού οξέος αντίστοιχα στην ατμόσφαιρα, που οδηγούν στη δημιουργία του φαινομένου της όξινης βροχής. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο, 1999)

- **ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ**

Τα αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα διακρίνονται συνήθως σε δυο μεγάλες κατηγορίες με βάση το μέγεθος και τις ιδιότητές τους: α) τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSP: Total Suspended Particulates), που είναι το σύνολο των σωματιδίων ανεξάρτητα μεγέθους και β) τα εσπνεύσιμα σωματίδια (IPs: Inspirable Particulates), που είναι τα μικρού μεγέθους σωματίδια και έχουν την

ιδιότητα να εισέρχονται στους πνεύμονες. Τα IPs διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: τα PM10 (Particulate Matter 10 μ m) που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 10 μ m και τα PM2,5 (Particulate Matter 2,5 μ m) που έχουν αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη από 2,5 μ m.

Η παραπάνω ταξινόμηση των αιωρούμενων σωματιδίων είναι μεγάλης σημασίας, διότι τα σωματίδια είναι μεν ρύποι τα ίδια, αλλά ταυτόχρονα έχουν την ιδιότητα να προσροφούν άλλους ρύπους, όπως π.χ. μέταλλα, οργανικές ενώσεις, δημιουργώντας συνεργιστικά φαινόμενα με επιπτώσεις μεγαλύτερες απ' ότι το άθροισμα των επιμέρους ρύπων. Αξίζει να σημειωθεί για παράδειγμα ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των καρκινογόνων πολυαρωματικών ενώσεων στην ατμόσφαιρα είναι προσροφημένο στα PM10. Η σημασία λοιπόν των PM10 είναι προφανής, ενώ θα πρέπει να αναφερθεί ότι στη δεκαετία του '90 οι έρευνες άρχισαν να εστιάζονται περισσότερο στα PM2,5.

Όπως γνωρίζουμε, τα αιωρούμενα σωματίδια προέρχονται κυρίως από βιομηχανίες, ενώ στο αστικό περιβάλλον τα πετρελαιοκίνητα οχήματα και η θέρμανση έχουν μεγάλη συμμετοχή. Η κατά περιόδους βελτίωση ποιότητας των καυσίμων καθώς και η ανανέωση του στόλου των πετρελαιοκίνητων οχημάτων (κυρίως λεωφορεία και ταξί) έχουν επιφέρει διαχρονικές μειώσεις στις συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα.

Τα αιωρούμενα σωματίδια μαζί με το SO₂ όταν εκπέμπονται σε μεγάλες ποσότητες σε μια περιοχή και ταυτόχρονα επικρατούν μετεωρολογικές συνθήκες άπνοιας και θερμοκρασιακής αναστροφής, τότε οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα αυξάνονται και δημιουργείται η λεγόμενη αιθαλομίχλη ή νέφος αιθαλομίχλης. Τέτοιου είδους νέφος παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στο Λονδίνο και γι' αυτό συχνά αποκαλείται και νέφος τύπου Λονδίνου.

Το νέφος αιθαλομίχλης στις ανεπτυγμένες χώρες βρίσκεται ουσιαστικά σε υποχώρηση εξαιτίας της πτωτικής τάσης των αιωρούμενων σωματιδίων και του SO₂. Παρά ταύτα τα αιωρούμενα σωματίδια εξακολουθούν να αποτελούν ένα εξαιρετικά μεγάλο πρόβλημα, στις αστικές περιοχές και γι' αυτό εκτός από τις παρεμβάσεις που έχουν ήδη αναφερθεί, είναι απαραίτητη συμπληρωματικά η εφαρμογή ειδικών μεθόδων κατακράτησης των βιομηχανικών εκπομπών σωματιδίων παράλληλα με το σχεδιασμό της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμων ιδίως στα οχήματα και στη θέρμανση. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο,1999)

- ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ.

Οι υδρογονάνθρακες (HC) ανήκουν στους οργανικούς ρύπους και ειδικότερα στην κατηγορία των ονομαζόμενων πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC: Volatile Organic Compounds). Έχουν βρεθεί χιλιάδες διαφορετικοί HC στην ατμόσφαιρα, και ειδικά σε αστικές περιοχές, προερχόμενοι από όλες τις πηγές και κυρίως από τα οχήματα. Η σημασία τους είναι πολύ μεγάλη, διότι συμμετέχουν ως πρωτογενείς ρύποι σε χημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα συμβάλλοντας καθοριστικά στη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους.

Η προσθήκη αρωματικών ενώσεων στην αμόλυβδη βενζίνη έχει δυο σημαντικές επιπτώσεις για τα διάφορα είδη HC:

α). αυξάνονται οι εκπομπές αρωματικών υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα και ιδίως των ΒΤΧ (Βενζόλιο-Τολουόλιο-Ξυλένιο), οι οποίοι εμφανίζουν ανοδικές διαχρονικές τάσεις των συγκεντρώσεων τους στις αστικές περιοχές σε αντιστοιχία με την αύξηση των οχημάτων νέας τεχνολογίας.

β). αυξάνονται οι εκπομπές πολυαρωματικών υδρογονανθράκων (ΠΑΥ), οι οποίοι προέρχονται μεν από κάθε είδους καύση, αλλά οι εκπομπές του αυξάνονται

περισσότερο με την αύξηση των αρωματικών ενώσεων του καυσίμου. Η διαχρονική τάση είναι αυξητική, όπως και για τους ΒΤΧ.

Διαπιστώνεται λοιπόν ότι, ενώ οι συγκεντρώσεις των συνολικών ΗC μειώνονται στην ατμόσφαιρα, ορισμένα είδη τους, όπως οι ΒΤΧ ΚΑΙ ΟΙ ΠΑΥ, αυξάνονται. Το γεγονός αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία αν αναλογιστούμε ότι αυτά τα δυο είδη είναι καρκινογόνες ενώσεις. Παρόλο που οι ΠΑΥ εμφανίζονται σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις (της τάξης των ng/m^3 από όλους τους άλλους ρύπους, είναι αρκετές για να διαδραματίσουν το ρόλο τους.

Η ιδιαίτερη σημασία των ΠΑΥ για την ατμοσφαιρική ρύπανση συνδέεται επίσης με το γεγονός ότι είναι προσροφημένοι κατά 70-90% στα εσπνεύσιμα σωματίδια PM10. Αυτή η ιδιότητα είναι καθοριστική για τη δράση τους: μπορούν να αντιδράσουν στην ατμόσφαιρα με άλλους ρύπους (πχ. με τα NOx) και να παραχθούν νέοι ρύποι πιο τοξικοί (πχ. Νίτρο-πολυαρωματικοί). Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι, ενώ η ποσότητα των ΠΑΥ στις εκπομπές των βενζινοκίνητων οχημάτων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τα πετρελαιοκίνητα, οι εκπομπές των πετρελαιοκίνητων, εμφανίζονται πιο καρκινογόνες, διότι σχηματίζονται νίτρο-ΠΑΥ εξαιτίας αντιδράσεων των ΠΑΥ με τα NOx τα οποία είναι αυξημένα στις εκπομπές των πετρελαιοκίνητων. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο, 1999).

- ΟΖΟΝ

Το όζον (O₃) είναι δευτερογενής ρύπος που σχηματίζεται στην ατμόσφαιρα από μια σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων στις οποίες συμμετέχουν πρωτογενείς ρύποι, όπως οι ΗC, το CO και τα NOx. Οι πρωτογενείς αυτοί ρύποι όταν εκπέμπονται σε μεγάλες ποσότητες σε μια περιοχή και ταυτόχρονα επικρατούν μετεωρολογικές συνθήκες ηλιοφάνειας, άπνοιας και θερμοκρασιακής αναστροφής,

τότε διαμέσου φωτοχημικών αντιδράσεων δημιουργούνται δευτερογενείς ρύποι, όπως το O₃ και το NO₂ των οποίων οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα αυξάνονται και δημιουργείται το λεγόμενο **φωτοχημικό νέφος**. Τέτοιου είδους νέφος παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στο Λος Άντζελες και γι'αυτό αποκαλείται και **νέφος τύπου Λος Άντζελες**.

Το O₃ συμμετέχει επίσης σε φωτοχημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα σχηματίζοντας νέους ρύπους και θεωρείται ένας από τους χαρακτηριστικούς δείκτες ύπαρξης φωτοχημικού νέφους.

Η εξάρτηση του O₃ από πρωτογενείς ρύπους, που προέρχονται από την κυκλοφορία οχημάτων στις πόλεις, και η φωτοχημική του συμπεριφορά οδηγούν σε χρονικές διακυμάνσεις σημαντικά διαφορετικές από αυτές των άλλων ρύπων. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο, 1999).

- **ΜΕΤΑΛΛΑ**

Τα μέταλλα στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον βρίσκονται συνήθως σε σωματίδια και προέρχονται από τις βιομηχανικές παραγωγικές διαδικασίες ή από τα καύσιμα, όπου υπάρχουν σε μικρές ποσότητες. Συνήθως χαρακτηρίζονται ως βαρέα μέταλλα ή τοξικά μέταλλα.

Το περισσότερο συζητημένο μέταλλο είναι ο μόλυβδος, ο οποίος στις αστικές περιοχές εκπέμπεται σχεδόν αποκλειστικά από τα βενζινοκίνητα οχήματα παλιάς τεχνολογίας. Η εκπομπή οφείλεται στην ύπαρξή του ως πρόσθετο της βενζίνης. Η συνεχής αντικατάσταση της παλιάς τεχνολογίας βενζινοκίνητων οχημάτων με νέα που κινούνται με αμόλυβδη βενζίνη έχει οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών μολύβδου και έτσι η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα των πόλεων παρουσιάζουν μεγάλη πτωτική τάση διαχρονικά.

Άλλα μέταλλα βιομηχανικής κυρίως προέλευσης που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα είναι το βανάδιο (V), το μαγγάνιο (Mn), το νικέλιο (Ni), το κάδμιο (Cd), ο υδράργυρος (Hg), το βηρύλλιο (Be) , το σελήνιο (Se), το αρσενικό (As).

Οι διακυμάνσεις των μετάλλων και τα γενικά τους χαρακτηριστικά ακολουθούν τα όσα αναφέραμε ήδη για τα αιωρούμενα σωματίδια. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο,1999)

- ΧΛΩΡΟΦΘΟΡΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC: chlorofluorocarbons) είναι ρύποι που ανήκουν στην κατηγορία των οργανικών ενώσεων. Οι εκπομπές τους στην ατμόσφαιρα προέρχονται από τη χρήση τους στα κλιματιστικά μηχανήματα, στα συστήματα ψύξης, σε αφρώδη προϊόντα, σε σπρέι και σε διαλύτες.

Η ρυπογόνος δράση τους συνίσταται στο γεγονός ότι, όταν εκπέμπονται στην κατώτερη ατμόσφαιρα, είναι εξαιρετικά σταθεροί και έχουν ένα πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής (περίπου 100 χρόνια). Ανερχόμενοι όμως στην στρατόσφαιρα μπορούν να καταστραφούν από την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία απελευθερώνοντας άτομα χλωρίου, που είναι πολύ δραστικά. Το χλώριο συμμετέχει σε αντιδράσεις που οδηγούν στη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος, ένα φαινόμενο που είναι γνωστό ως τρύπα του όζοντος και το οποίο έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. (Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο,1999)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ), η ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζεται ως η ύπαρξη στην ατμόσφαιρα ουσιών (ρύπων) για αρκετό διάστημα και σε τέτοια συγκέντρωση ώστε να είναι δυνατόν να είναι βλαβερές για τους ζωντανούς οργανισμούς (ανθρώπους, ζώα, φυτά), τις υλικές κατασκευές ή

ακόμα να επηρεάζουν δυσμενώς τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου (Γεντεκάκης, 1998).

Το δέντρο με την επιφάνεια του φυλλώματός του μπορεί και συλλέγει τη σκόνη διαφόρων ρυπαντών που εκπέμπονται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Όσο πιο ακίνητο διατηρείται το φύλλωμα του δέντρου τόσο υψηλότερη είναι και η συγκράτηση αυτή. Επίσης ένας ακόμη παράγοντας που συντελεί στη μεγαλύτερη συγκράτηση είναι η πολύ μεγάλη επιφάνεια και η πιο τραχιά επιδερμίδα του δέντρου.

Η φυλλική επιφάνεια των φυτών παρουσιάζει την ιδιότητα του φίλτρου όπου με αυτόν τον τρόπο συγκρατεί τα σωματίδια του αέρα.

Τα Οξειδία του Αζώτου και άλλα επιβλαβή συστατικά που είναι διασκορπισμένα στον αέρα καθώς και τα νιτρικά άλατα του εδάφους, με τη βοήθεια της βροχής συγκεντρώνονται στη ριζόσφαιρα των φυτών όπου και απορροφούνται.

Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί και το εξής: εκατό στρέμματα οξιάς δύναται να συγκρατήσουν τέσσερις τόνους σκόνης το χρόνο καθαρίζοντας παράλληλα τον περιβάλλοντα αέρα. Μετρήσεις που έχουν γίνει σε διαφορετικά σημεία της Φρανκφούρτης αναφέρουν τα εξής: 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. Επίσης η γειτνίαση μερικών σύγχρονων πόλεων με βιομηχανικές περιοχές καθώς και η υπερβολική κυκλοφοριακή επιβάρυνση επιδεινώνουν τις ήδη επιβαρημένες περιβαλλοντικές συνθήκες, αυξάνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση και τη θερμοκρασία και μειώνοντας την ταχύτητα του ανέμου στο αστικό τοπίο.

Αποφασιστικός παράγοντας για τη βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος της πόλης, αποτελεί η φυτοκάλυψη του ελεύθερου χώρου το οποίο συντελεί στην καλύτερευση των συνθηκών του αστικού περιβάλλοντος.

Η δυνατότητα συγκράτησης παρουσιάζεται με διάφορους τρόπους ανάλογα την κατηγορία φυτοκάλυψης. Ο χλοοτάπητας συγκρατεί ποσότητα 3-4 φορές μεγαλύτερη από το γυμνό έδαφος, ενώ τα δέντρα συγκρατούν 3-60 φορές περισσότερο. Επίσης ανάλογα με το κάθε είδους δέντρο παρατηρούνται διαφορές. Στο λεκανοπέδιο Αττικής όπου παράγονται 17.000 τόνοι αιωρούμενα σωματίδια, η αξία της ύπαρξης πρασίνου είναι κατανοητή.

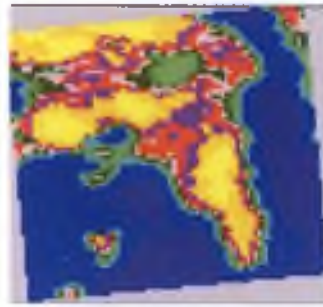
Παράλληλα τα φύλλα πολλών φυτών (πωώδη, θαμνώδη, δενδρώδη κλπ) εκκρίνουν φαινολικές ουσίες (ενώσεις) με αντιβιοτική δράση, όπως τερπένια και τανίνες. Αναφέρουμε ένα παράδειγμα για την αξία των φαινολών: στο Παρίσι έγιναν μελέτες, με αποτέλεσμα τη μέτρηση 4 εκατομμυρίων μικροβίων/μονάδα όγκου στη βάση του Πύργου του Άιφελ 2.200 καθώς και στο δάσος Fontainebleau 60, σε απόσταση 10μ. από την Εθνική οδό.

Είναι γεγονός πως τα φυτά έχουν μεγάλη αξία για τον άνθρωπο καθώς αναβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα με άμεσο τρόπο χάρη στην επίδραση που ασκούν στο κλίμα ή με έμμεσο τρόπο καθώς έχουν την ιδιότητα να εγκλωβίζουν στο φύλλωμά τους τη σκόνη και τα άλλα επιβλαβή αιωρήματα. Αναχαιτίζουν και ρυθμίζουν την ταχύτητα των ανέμων και προσφέρουν ηχοπροστασία, μειώνοντας τον ήχο μέσω της απορρόφησης, ανάκλασης και διάχυσης. Συμβάλλουν στην υδατική οικονομία και διαχείριση της πόλης βελτιώνοντας (με την απορρόφηση των ρυπαντών) την ποιότητα του νερού.

2.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ

Στην πόλη λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της συσσώρευσης θερμότητας σε μεγάλες ποσότητες, μέσω των υαλοστασίων και των μη μονωμένων κελυφών στο εσωτερικό των κτιρίων, αλλά και απευθείας στα δομικά υλικά του κελύφους των κτιρίων και της κάλυψης των ανοικτών χώρων, με αποτέλεσμα τη δημιουργία του φαινομένου της θερμικής νησίδας, το οποίο συνίσταται στην άνοδο της θερμοκρασίας στην πόλη και δεν της επιτρέπει κατά τους θερινούς μήνες να ψύχεται τις βραδινές ώρες.

Ωστόσο αποτελεί ένα πρόβλημα το οποίο θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί και να μετριαστεί, με την ύπαρξη πράσινου ικανής έκτασης. Ειδικότερα, **Αστική θερμονησίδα** (Urban heat Island) ονομάζεται φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία στο κέντρο της πόλης είναι υψηλότερη από εκείνη των προαστίων και της αγροτικής περιοχής που την περιβάλλει. Συμβαίνει κυρίως ύστερα από τη δύση του ηλίου όταν δεν υπάρχουν δυνατοί άνεμοι και δημιουργείται εξαιτίας κυρίως δυο παραγόντων: στο μικρότερο βαθμό ψύξης του κέντρου της πόλης, σε σχέση με την περιφέρεια και στην εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας από τα υλικά των κτιρίων και τα σκληρά υλικά των ανοικτών χώρων, που συσσωρεύουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όσον αφορά τις μικρές πόλεις η τιμή διαφοράς θερμοκρασίας είναι 2-3°C ενώ στις μεγάλες πόλεις όπως για παράδειγμα στην Αθήνα μπορεί να φθάσει τους 12-13°C. (Santamouris,2001)



Εικόνα 4 Θερμοκρασία Εδάφους σε εικόνα NOAA AVHRR

για την Αττική στις 4/7/1990 (ώρα λήψης 13:30)

Πηγή: www.topografoi.com

Πιο αναλυτικά, οι παράγοντες οι οποίοι δημιουργούν το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας είναι οι εξής:

- Η υψηλότερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τους δρόμους, εξαιτίας της χαμηλής ανακλαστικότητάς τους και της υψηλής θερμοχωρητικότητας των υλικών των δρόμων και των κτιρίων καθώς και η απελευθέρωσή της θερμότητας τη νύχτα.
- Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στο κέντρο της πόλης και τα περισσότερα (όσον αφορά την περιφέρεια) σχήματα που υπάρχουν εκεί.
- Η επανεκπομπή προς το έδαφος του μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας που δημιουργείται από τους ρύπους που διαχέονται στην ατμόσφαιρα.
- Η μειωμένη εξάτμιση λόγω της έλλειψης πρασίνου στο κέντρο της πόλης.

2.4. Η ΑΝΑΓΚΗ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το 36% των ενεργειακών πόρων της Ελλάδας καταναλώνεται στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα (δημόσιες και ιδιωτικές υπηρεσίες). Οι τομείς αυτοί ευθύνονται για το 40% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα της χώρας (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Περίπου 40 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα απελευθερώνονται κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα από την ενέργεια που καταναλώνουμε κυρίως για φωτισμό, ψύξη, θέρμανση, παραγωγή ζεστού νερού κλπ., στα ιδιωτικά, εμπορικά και δημόσια κτίρια. Πολλές από τις παραπάνω εκπομπές μπορούν να μειωθούν δραστικά αν σταματήσουμε την ενεργειακή σπατάλη.

Σύμφωνα με πρόσφατα στοιχεία της Euro stat για την κατανάλωση ενέργειας στα νοικοκυριά, η Ελλάδα είναι ουραγός σε θέματα κτιριακής θερμομόνωσης. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι πάνω από τα 2/3 των κτιρίων στην Ελλάδα δεν διαθέτουν θερμομόνωση, ενώ μόνωση δαπέδου και διπλά τζάμια διαθέτει μόλις το 1 στα 10 σπίτια. Σε αυτό συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό και η αυθαίρετη δόμηση (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Ο οικιακός τομέας, που περιλαμβάνει το 75% του συνολικού κτιριακού αποθέματος της χώρας, αριθμεί πάνω από 2,8 εκ. κτίσματα, τα περισσότερα των οποίων κατασκευάστηκαν πριν από τη δεκαετία του '80 που άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Ένα μεγάλο μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας (περίπου 60%) προορίζεται για τη θέρμανση των χώρων. Ένα ποσοστό της τάξης του 10% αφορά τη θέρμανση νερού και το υπόλοιπο το φωτισμό, το μαγείρεμα και τη λειτουργία των συσκευών. Τα τελευταία όμως χρόνια αυξάνονται αλματωδώς και οι ανάγκες για κλιματισμό.

Βλέπουμε λοιπόν ότι είναι επιτακτική ανάγκη η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, τόσο αφεαυτής όσο και για την μείωση των εκπομπών CO₂, είτε στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας , είτε από απευθείας καύσεις στην πόλη που ρυπαίνουν άμεσα τον αέρα της πόλης. Ειδικά οι δαπάνες ενέργειας για θέρμανση και ψύξη μπορούν να μειωθούν σημαντικά με τη φυτοκάλυψη των δωματίων.

3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Η θερμική άνεση αποτελεί κριτήριο του μικροκλίματος ενός εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου. Το μικροκλίμα γίνεται αντιληπτό ως η καθολική έκφραση της αλληλεπίδρασης φυσικών παραμέτρων, οι οποίες επηρεάζουν τον άνθρωπο διαμέσου των θερμικών απωλειών και της αναπνοής του. (Κοτσίρης Α.Γ., 2007)

Ο περιβάλλον χώρος έχει τόσο φυσική όσο και ψυχολογική επίπτωση στον άνθρωπο και για το λόγο αυτό είναι μεγάλης σημασίας στον κτιριακό σχεδιασμό. Είναι απαραίτητο να κατασκευάζεται ένα περιβάλλον μέσα και έξω από το κτίριο κατάλληλο για όλες τις πιθανές δραστηριότητες που μπορεί να λάβουν χώρα σε αυτό.

3.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Η αίσθηση άνεσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ευκολία με την οποία το σώμα είναι ικανό να πετύχει μια ισορροπία μεταξύ της παραγωγής ενέργειας και θερμικού κέρδους από τη μία και την απώλεια θερμότητας από την άλλη, ώστε η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος να διατηρείται γύρω στους 37° C.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση, χωρίζονται σε προσωπικές μεταβλητές, όπως κάποια δραστηριότητα και η ένδυση, και σε περιβαλλοντικές, όπως η θερμοκρασία του αέρα, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, η ταχύτητα και η υγρασία του αέρα. Ο δεύτερος παράγοντας εξαρτάται άμεσα από το σχεδιασμό του κτιρίου και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσής του.

4. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΙΑ

Η αειφορική διαχείριση ή διαμόρφωση του αστικού τοπίου έχει ως στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος, την εξυγίανση του αέρα στο επίπεδο των κτιρίων, τη δημιουργία αισθητικά αποδεκτών μορφών και συνθέσεων. Συνδέεται ακόμα με την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, τη συγκράτηση του νερού και τη διατήρηση της φυσικότητας του εδάφους (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για την έννοια της αειφορίας, αλλά η βασική ιδέα παραπέμπει σε αυτό που έχει μια μεγάλη διάρκεια ή δυνατόν στο διηνεκές. Τα φυσικά οικοσυστήματα μπόρεσαν να διατηρηθούν (και να εξελιχθούν) με επιτυχία για εκατομμύρια χρόνια. Κανένα ανθρωπογενές σύστημα δεν κατάφερε κάτι τέτοιο.

Η αειφορική διαχείριση του αστικού τοπίου είναι επομένως μία μέθοδος και μία προσέγγιση για τον ανασχεδιασμό και την ανακατασκευή των ελεύθερων χώρων γύρω από τα κτίρια, χώρων που σε μεγάλο βαθμό έχουν απολέσει τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και ως εκ τούτου συμβάλουν στην επιδείνωση των συνθηκών της ζωής. Με άλλα λόγια ένα από τα ζητούμενα είναι η επάνοδος στη φυσικότητα, αλλά και η βελτίωση των παραμέτρων που επηρεάζουν τη λειτουργία των κτιρίων. Η επίτευξη αυτού του διπλού στόχου μπορεί να γίνει ταυτόχρονα. Η φύτευση για παράδειγμα των κατάλληλων δέντρων σε «στρατηγικά» σημεία του οικοπέδου μπορεί να προστατεύσει τα κτίρια από την υπερθέρμανση αλλά και να λειτουργήσει ως καταφύγιο για την άγρια πανίδα. Μια τέτοια όμως απόφαση, προϋποθέτει ότι θα πρέπει (πριν από το σχεδιασμό) να αναζητηθούν τα στοιχεία του αρχικού περιβάλλοντος με στόχο βέβαια την αναβίωση τους. Αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις είναι εξαιρετικά δύσκολο, μια και οι αλλαγές που έχουν επέλθει στο

αστικό περιβάλλον είναι σε μεγάλο βαθμό μη αντιστρεπτές, ενώ τα ίχνη του παρελθόντος δύσκολα επιβιώνουν ύστερα από τις αλληπάλληλες επικαλύψεις του εδάφους με τεχνητές κατασκευές (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Η αειφορική διαχείριση του αστικού τοπίου περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία δράσεων: από την αποκατάσταση ρεμάτων τα οποία έχουν καταργηθεί από την αστική δόμηση, ως τη δημιουργία κήπων με παραγωγικά φυτά που να αντισταθμίζουν την απώλεια γεωργικής γης εξαιτίας των οικιστικών επεκτάσεων, Ο ρόλος του ανάγλυφου είναι επίσης σημαντικός. Η οικολογική δόμηση ευνοεί την αρμονική ένταξη των κτιρίων εντός του οικοπέδου με τρόπο που οι κλίσεις και οι εδαφικές ανωμαλίες να αποτελούν συνέχεια της ανάπτυξης των κτιριακών όγκων και να εξομαλύνουν τα ρεύματα του αέρα ή αντίθετα να τα εμποδίζουν αν αυτό είναι επιθυμητό. Στην περίπτωση της ύπαρξης προηγούμενης βλάστησης, αυτή μπορεί να καθορίσει τόσο τον προσανατολισμό όσο και την τοποθέτηση των κτιρίων ώστε τα δέντρα να αξιοποιούνται παρέχοντας την απαραίτητη σκιά ή γενικότερα προσφέροντας προστασία από ενοχλητικούς παράγοντες (π.χ. θόρυβος) (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Τα δέντρα επηρεάζουν το μικροκλίμα και την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων με δύο τρόπους. Τα άμεσα οφέλη προκύπτουν από τη σκίαση που το δέντρο παρέχουν στα κτίρια και τις ελεύθερες επιφάνειες. Εμποδίζοντας την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, προστατεύουν τα κτιριακά κελύφη από την αύξηση της θερμοκρασίας σε επίπεδα πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Τα έμμεσα οφέλη σχετίζονται με τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα λόγω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής. Τα δέντρα χρησιμοποιούν τη θερμότητα του περιβάλλοντος για την εξάτμιση του νερού των φύλλων πριν αυτή καταλήξει στον αέρα, λειτουργώντας ως αντίστροφες αντλίες θερμότητας (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Τα δέντρα προσφέρουν καλύτερη ηλιοπροστασία και συμβάλουν περισσότερο στη μείωση των ψυκτικών φορτίων απ' ό,τι άλλα εξωτερικά σκίαστρα, όπως για παράδειγμα, τα στόρια, οι περσίδες των παραθύρων, οι τέντες και οι ανακλαστικές επιφάνειες στα τζάμια. Από μετρήσεις που έχουν γίνει προκύπτει ότι η /σκίαση που παρέχουν τα δέντρα και γενικότερα τα φυτά σε κατάλληλα σημεία, μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση των συστημάτων κλιματισμού τη θερινή περίοδο από 15 έως και 30% και σε μερικές περιπτώσεις έως και 50% κάτω από ειδικές συνθήκες. Ακόμη και η απλή ηλιοπροστασία της εξωτερικής συσκευής ενός κλιματιστικού βελτιώνει την απόδοση της συσκευής, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας έως και 10% (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Η σωστή χωροθέτηση των δέντρων έχει μεγάλη σημασία. Γενικά, προτιμάται η τοποθέτηση τους στην ανατολική και τη δυτική πλευρά των κτιρίων και υπό προϋποθέσεις (π.χ. να είναι φυλλοβόλα) στη νότια για τη μείωση των «ηλιακών κερδών» κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Επειδή το χειμώνα ο ηλιασμός (ιδιαίτερα ο νότιος) είναι επιθυμητός, η καλύτερη επιλογή είναι τα φυλλοβόλα δέντρα. Δέντρα επίσης με μεγάλο ύψος μπορούν να έχουν το ίδιο αποτέλεσμα γιατί η μεγάλη απόσταση της κόμης από το έδαφος επιτρέπει στις χαμηλές ακτίνες του ήλιου κατά τη χειμερινή περίοδο να φθάνουν μέχρι το κτίριο και να συμβάλουν στη θέρμανση των επιφανειών και των εσωτερικών χώρων. Τα αείφυλλα και τα κωνοφόρα δέντρα χρησιμεύουν καλύτερα ως φράγματα απέναντι στους κρύους χειμωνιάτικους ανέμους. Η βέλτιστη τοποθέτηση είναι βόρεια ή βορειοδυτικά, σε σχετική όμως απόσταση από τα κτίρια ώστε να μην επηρεάζουν την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Σε κάθε βέβαια περίπτωση τα αποτελέσματα της σκίασης και της ανεμοπροστασίας είναι συνάρτηση της κλιματικής ζώνης που βρίσκεται το κτίριο, της επικρατούσας διεύθυνσης των ανέμων και της σχετικής γεωμετρίας των δέντρων και

των όψεων του κτιρίου. Η βελτιστοποίηση της γεωμετρίας αυτής είναι μέρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού και μπορεί να διευκολυνθεί σημαντικά με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων (Ευθυμιόπουλος, 2005).

4.1. Ο ρόλος των ανοιχτόχρωμων επιφανειών και του πρασίνου

Το δομημένο περιβάλλον των πόλεων περιλαμβάνει εκατομμύρια ελεύθερων επιφανειών, στέγες, ταράτσες, τοίχους, δρόμους, πεζοδρόμια, χώρους στάθμευσης, αυλές σχολείων και γήπεδα. Τα δέντρα και η βλάστηση προσφέρουν σκιά και μαζί με το φυσικό έδαφος απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα με την εξατμισοδιαπνοή. Σε αντίθεση, τα αστικά κέντρα έχουν συνήθως πολύ μικρό ποσοστό δέντρων, ελεύθερων χώρων και επιφανειών, με συνέπεια τα δομικά των κτιρίων και των άλλων σκληρών επιφανειών σε δρόμους, πεζοδρόμια, πλατείες κλπ, να παραμένουν εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, αποθηκεύοντας θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας η οποία στη συνέχεια αποδίδεται στο περιβάλλον, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του αέρα και διατηρώντας την υψηλότερα καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου σε σχέση με τα προάστια ή τις μη αστικές περιοχές που διαθέτουν αρκετό πράσινο. Αυτό έχει σαν συνέπεια την εκτεταμένη χρήση κλιματιστικών στις πόλεις, έτσι ώστε να επιτευχθούν συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Όμως η χρήση κλιματιστικών σημαίνει αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι αυξάνει σχεδόν κατά 2% για κάθε 0,5°C που αυξάνει η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία. Επιπλέον, τα κλιματιστικά καταναλώνουν ακόμη περισσότερη

ηλεκτρική ενέργεια όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλότερη, αφού μειώνεται η απόδοσή τους (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Οι σκούρες επιφάνειες απορροφούν μεγαλύτερα ποσοστά της ηλιακής ακτινοβολίας με συνέπεια να αυξάνεται η θερμοκρασία τους. Μια μαύρη επιφάνεια που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να φτάσει σε μια θερμοκρασία μέχρι και 40°C υψηλότερη από μια άσπρη επιφάνεια. Οι δρόμοι και οι επιφάνειες που καλύπτονται με μαύρη άσφαλτο απορροφούν το μεγαλύτερο ποσοστό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, με συνέπεια η θερμοκρασία των επιφανειών αυτών να αυξάνεται, θερμαίνοντας τον αέρα με τον οποίο είναι σε επαφή και συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία του φαινομένου της αστικής νησίδας (Ευθυμιόπουλος, 2005).

Αντίθετα οι ανοιχτόχρωμες επιφάνειες που έχουν υψηλό συντελεστή ανάκλασης αποκτούν χαμηλότερη θερμοκρασία. Κατά παρόμοιο τρόπο επηρεάζονται και οι επιφάνειες του εδάφους, όπου ο συντελεστής ανάκλασης (λευκαύγειας) καθορίζει το λόγο της ανακλώμενης προς την προσπίπτουσα ακτινοβολία. Σε πολλές Μεσογειακές και βορειο-Αφρικανικές χώρες, οι λευκές επιφάνειες των σπιτιών είχαν ως αποστολή την επίτευξη ενός υψηλού συντελεστή ανάκλασης και τη μείωση της θερμοκρασίας των δομικών υλικών του κελύφους των κτιρίων, με συνέπεια τη βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών το καλοκαίρι. Στα κλιματιζόμενα κτίρια, μειώνονται τα ψυκτικά φορτία, αφού περιορίζεται η μετάδοση θερμότητας μέσα από το κέλυφος του κτιρίου.

Σήμερα υπάρχουν αρκετές μελέτες και υπολογιστικά εργαλεία για την εκτίμηση των επιπτώσεων που μπορεί να έχει η αλλαγή του χρώματος των εκτεθειμένων επιφανειών των κτιρίων στην ηλιακή ακτινοβολία. Η μείωση του ψυκτικού φορτίου μπορεί να φτάσει το 25% απλά βάφοντας τις σκουρόχρωμες επιφάνειες (π.χ.

εξωτερικών όψεων ή του δώματος) με ανοικτά χρώματα (μεταβάλλοντας το συντελεστή ανάκλασης από 0,2 σε 0,6).

Το φαινόμενο της Θερμικής αστικής νησίδας αυξάνει την απαιτούμενη ενέργεια για τον κλιματισμό των κτιρίων. Η μείωση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος έστω και κατά μερικούς μόνο βαθμούς μπορεί να μειώσει τις ώρες λειτουργίας των εγκαταστάσεων κλιματισμού και να βελτιώσει το βαθμό απόδοσης των μηχανημάτων. Με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, και περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος, αλλά και γενικότερα οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι φωτοχημικές αντιδράσεις των ρύπων που προκαλούν το νέφος, ενισχύονται από την αύξηση της θερμοκρασίας της κατώτερης ατμόσφαιρας. Έτσι για παράδειγμα, το φαινόμενο της αστικής νησίδας συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης του όζοντος (O_3) κοντά στο έδαφος. Το όζον είναι δηλητηριώδες αέριο και η δημιουργία του είναι αποτέλεσμα πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων μεταξύ πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC) και οξειδίων του αζώτου (NO_x) οι οποίες ενισχύονται με υψηλά επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας και τις υψηλές θερμοκρασίες. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις όζοντος συνήθως παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια των πιο ζεστών περιόδων του χρόνου.

Ο συνδυασμός των άμεσων κερδών (μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτιρίων) και των έμμεσων κερδών (μείωση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα και βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο) από την αλλαγή του συντελεστή ανάκλασης των επιφανειών, μπορεί να εξοικονομήσει έως και 50% της ενέργειας για ψύξη -σε ένα σενάριο όπου οι θερμοκρασίες βρίσκονται κοντά στο μέσο όρο- ενώ μπορεί να φτάσει το 30% στις περιόδους αιχμής. Επιπλέον, το κόστος της αλλαγής του χρώματος των επιφανειών είναι το μικρότερο από όλες τις άλλες επεμβάσεις που μπορεί να έχουν συγκεκριμένο αποτέλεσμα (Ευθυμιόπουλος, 2005).

4.2. Φυτοκαλυμμένα δώματα

Οι ορισμοί που υπάρχουν για τα φυτοκαλυμμένα δώματα δεν είναι επαρκείς.

Κατά τον Osmundson (Wikipedia.gr) "φυτοκαλυμμένο δώμα ονομάζεται οποιαδήποτε φυτεμένη επιφάνεια δημιουργείται σε επίπεδο υψηλότερο του εδάφους".

Προκειμένου όμως να συμπεριληφθούν φυτεύσεις σε πλάκες υπόγειων χώρων στάθμευσης ή άλλων χρήσεων, θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής:

φυτοκαλυμμένο δώμα ονομάζεται οποιαδήποτε φυτεμένη επιφάνεια που δημιουργείται σε πλάκα ή στέγη, οποιουδήποτε επιπέδου, που στεγάζει χώρο οποιασδήποτε χρήσης.(Κοτσίρης Γ., προσωπική επαφή).

Το φυτεμένο δώμα δεν θα πρέπει να θεωρείται μια απλή κατασκευή η οποία είναι τοποθετημένη απλώς επάνω σε συγκεκριμένα δομικά υλικά, αντιθέτως αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο το οποίο λειτουργεί και επιδρά παράλληλα με αυτά.

Όσον αφορά την οικολογική προσέγγιση δύναται να μελετηθεί ως ανεξάρτητο οικοσύστημα το οποίο όμως άμεσα ασκεί αμοιβαία επίδραση με τα τοπικά, περιβάλλοντα οικοσυστήματα, χαρακτηριζόμενο από μια δυναμική ισορροπία.

Κατά καιρούς έχουν δοθεί αρκετές ορολογίες οι οποίες χρησιμοποιούνται προκειμένου να περιγράψουν τα φυτοκαλυμμένα δώματα. Ο όρος "πράσινα δώματα"(green roofs) χρησιμοποιείται με σκοπό να περιγράψει τόσο εντατικής φύτευσης όσο και εκτατικής -περισσότερο φυσικής φύτευσης- δώματα.

Ο Brownlie (1990), προσδιόρισε ως "κήπους δωμάτων" (roof garden) ένα χώρο ο οποίος είναι κυρίως καλλωπιστικής φύτευσης, με υπόστρωμα απομονωμένο από το φυσικό έδαφος, μέσω μιας ανθρώπινης δομικής κατασκευής, για έναν τουλάχιστον όροφο. Αυτή ο ορολογία χρησιμοποιείται για να αναφέρει τα φυτεμένα δώματα αλλά και για τις περιπτώσεις όπου η εγκατάσταση του φυτικού υλικού έχει

γίνει με τεχνητή διεργασία. Ο όρος "Οικολογικά δώματα" (eco roof) χρησιμοποιείται περισσότερο προκειμένου να περιγράψει ένα εκτεταμένο δώμα με φυσική εγκατάσταση φυτών.

4.2.1. Πλεονεκτήματα

Τα βασικότερα θετικά στοιχεία που προσφέρουν τα φυτεμένα δώματα τόσο στο εσωτερικό των υποκείμενων κτιρίων, όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον ταξινομούνται στις εξής βασικές κατηγορίες:

1) Κοινωνικά

Στις πόλεις όπου εκεί συγκεντρώνεται πολύ μεγάλο ποσοστό πληθυσμού, οι ελεύθεροι ανοικτοί χώροι στους οποίους θα μπορούσε να εγκατασταθούν φυτά, είναι περιορισμένοι και δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις επαυξημένες ανάγκες των πολυάριθμων κατοίκων. Η κυριαρχία των δομικών υλικών παρεμποδίζει την ανάγκη των ανθρώπων να διατηρούν την επαφή τους με το φυσικό περιβάλλον με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του βιοτικού επιπέδου και της ποιότητας ζωής τους στις πόλεις (Theodosίου, 2002).

Εδώ τα δώματα των πολυάριθμων κτιρίων των μεγαλουπόλεων μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμη επίλυση του χωροταξικού αυτού προβλήματος εάν σε αυτούς τους χώρους γίνει εγκατάσταση φυτών.

Είναι γεγονός πως η αισθητική βελτίωση της εικόνας των πόλεων με την εγκατάσταση φυτών στα δώματα των κτιρίων θα είναι εμφανής.

Το οπτικό αποτέλεσμα που δίνει ένα φυτεμένο δώμα σε σχέση με ένα συμβατικό εξετάζοντας ένα κτίριο από ορισμένη απόσταση, προσφέρει στον παρατηρητή ευχάριστη αίσθηση ενώ παράλληλα συμβάλλει στην καλύτερευση του

περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζει και λειτουργεί. Οι συνδυασμοί φυτικού υλικού, τύπου φύτευσης και σχεδιαστικών προτάσεων παρέχουν πολλές δυνατότητες στον αρχιτέκτονα τοπίου να σχεδιάσει μια σειρά από εκτεταμένα σύνολα ποώδους χαμηλής φύτευσης, μέχρι προσβάσιμους κήπους με καθιστικά, χώρους εστίασης, λίμνες, χώρους περιπάτου κλπ.

Η αισθητική προσφορά των φυτεμένων δωματίων στο περιβάλλον των πόλεων εκτιμάται ότι θα μπορούσε να συμβάλει στην ψυχική και φυσική ηρεμία και διάθεση των κατοίκων τους. Η πνευματική υγεία και συναισθηματική σταθεροποίησή τους επηρεάζονται θετικά όταν περιβάλλονται από χώρους πρασίνου και αλληλεπιδρούν με τα στοιχεία της φύσης (Theodosiou,2002).

Ψυχολογικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς αναφέρουν πως οι άνθρωποι που ζουν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές έχουν μικρότερο κίνδυνο να ασθενήσουν 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 προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερευσης της ανθρώπινης ψυχολογίας. Σε μελέτες που έγιναν σε ασθενείς νοσοκομείου που ανάρρωναν από την ίδια εγχείριση διαπιστώθηκε πως οι ασθενείς οι οποίοι είχαν άμεση επαφή με μια αυλή, το μετεγχειρητικό στάδιο το πέρασαν σε μικρότερο χρονικό διάστημα, πήραν λιγότερα δυνατά παυσίπονα και είχαν λιγότερα αρνητικά σχόλια από το νοσοκομειακό προσωπικό, συγκριτικά με εκείνους που είχαν οπτική πρόσβαση σε τοίχο (Theodosiou,2002).

Όταν το δώμα ενός κτιρίου διαμορφώνεται με σκοπό να γίνει ένας λειτουργικός κήπος, δημιουργείται ένας κοινόχρηστος χώρος παρέχοντας τη δυνατότητα στους

κατόχους του να πραγματοποιήσουν πολλές δραστηριότητες σε αυτόν, αναπτύσσοντας διαπροσωπικές σχέσεις και αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την κοινωνικότητά τους.

Στις χαώδεις, απρόσωπες και γκρίζες σημερινές μεγαλουπόλεις στις οποίες λειτουργούν σε καθημερινή βάση οι άνθρωποι σε γρήγορους ρυθμούς διαβίωσης και παραγωγικότητας, η δημιουργία ενός πυκνοφυτεμένου κήπου κρίνεται σήμερα επιβεβλημένη.

Καθώς παρατηρείται ότι πολλά συμβατικά δώματα στην πραγματικότητα δεν αξιοποιούνται όπως θα έπρεπε όσον αφορά τις πολλαπλές δραστηριότητες που μπορούν να πραγματοποιηθούν στους χώρους αυτούς, γίνεται ακατανόητος ο λόγος εγκατάλειψης και απομόνωσης τους. Λόγω των ξεχωριστών χαρακτηριστικών τους τα φυτεμένα δώματα παρουσιάζουν αισθητικά, οικολογικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα τα οποία δεν υπάρχουν σε άλλους αστικούς χώρους πρασίνου.

Πιο αναλυτικά, όταν τα δώματα έχουν μια ορισμένη απόσταση από το επίπεδο του εδάφους -το οποίο είναι ήδη επιβαρυσμένο- του αστικού χώρου, οδηγεί στην κατασκευή ενός ιδιαίτερου χώρου ο οποίος θα προσφέρει χαλάρωση και γαλήνη ακόμη και όταν αυτός ο χώρος αποτελεί μια αρκετά μικρή έκταση.

Παρόλο που ο στόχος ενός πάρκου ή μιας πλατείας είναι να παρέχει στον κάθε επισκέπτη την αίσθηση απομόνωσης και ηρεμίας, παράλληλη προϋπόθεση -μαζί με τους κύριους κανόνες σχεδίασης- είναι να διαθέτει και μια ελάχιστη απαιτούμενη έκταση, ενώ όσον αφορά την κατασκευαστική δομή των φυτεμένων κτιρίων επειδή εκ των πραγμάτων κατέχει μια ορισμένη υψομετρική απόσταση από παράγοντες πρόκλησης ρύπανσης, μόλυνσης ή γενικά φθοράς του περιβάλλοντος, δρόμους, πολυσύχναστα εμπορικά και κοινωνικά κέντρα κ.λπ., έχουν και τη δυνατότητα να προστατέψουν τον κάθε χρήστη τους από αυτούς τους κινδύνους

όχλησης. Εφόσον το σημείο όπου είναι κτισμένα τα κτίρια τα οποία διαθέτουν το φυτεμένο δώμα δεν περιβάλλονται από ψηλότερα κτίρια, η αίσθηση της απομόνωσης, της ηρεμίας και της ξεκούρασης των επισκεπτών του δώματος επιτυγχάνεται με πιο εύκολο τρόπο (Theodosiou, 2002).

Η δημιουργία αίσθησης της ύπαρξης της φύσης είναι έντονη χάρη στη δημιουργία ενός καταπράσινου δώματος κάποιου πολυώροφου κτιρίου, όπου τόσο ο χρήσης του όσο και ο κάθε επισκέπτης μπορεί να ηρεμήσει, να χαλαρώσει, να διασκεδάσει, να δημιουργήσει ή να εργαστεί, σε έναν περιβαλλοντικά αναβαθμισμένο χώρο (Theodosiou, 2002).

Τέλος, μια καινούρια εμπορική δραστηριότητα η οποία θα επικεντρώνεται στην προώθηση κήπων δωματίων δημιουργείται, παρέχοντας ευκαιρίες εργασίας σε πολλές ειδικότητες. Οι απαιτήσεις κατασκευής φυτεμένων δωματίων δημιουργούν 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. (Theodosiou,2002).

2) Περιβαλλοντικά

Λόγω θέσης, το δώμα ενός κτιρίου αποτελεί την εξωτερική επιφάνεια η οποία προσλαμβάνει τις μεγαλύτερες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και του έτους (Spala et al. 2006).

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έχει την ιδιότητα να συγκρατεί διπλάσιο θερμικό φορτίο σε σχέση με τους νότιους τοίχους, ενώ αντίθετα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, δέχεται μικρά ποσά ακτινοβολίας. Για τις συγκεκριμένες επιφάνειες η

φύτευση αποτελεί η καταλληλότερη λύση η οποία μπορεί να εκμηδενίσει τις θερμικές εντάσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας (Spala et al. 2006). Όσον αφορά στην επίδραση της φύτευσης του δώματος στη διακύμανση των εσωτερικών θερμοκρασιακών συνθηκών του κτιρίου, στον πίνακα 3.1. που ακολουθεί γίνεται αντιληπτή η προσφορά του.

Πίνακας 3.1. Θερμοκρασιακές συγκρίσεις στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου με και χωρίς εγκατάσταση φύτευσης στο δώμα του (30 Ιουνίου- 17 Αυγούστου)

Κτίριο	Με φυτεμένο δώμα (Θ: °C)	Χωρίς φυτεμένο δώμα (Θ: °C)
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
---------------------	------	------

Πηγή: Spala et al. 2006.

Παράλληλα με τη φύτευση των δωματίων, χάρη στην εξατμισοδιαπνοή επιτυγχάνεται η αύξηση της υγρασίας στο περιβάλλον τους. Η προώθηση της εκτεταμένης κατασκευής με φυτεμένα δώματα σε έναν αστικό ιστό θα μπορούσε να ελαττώσει τη θερμοκρασία αρκετούς βαθμούς, καλύπτοντας τις σκληρές επιφάνειες που απορροφούν θερμότητα με φυλλική επιφάνεια, που εν μέρει απορροφά, αντανακλά και καταναλώνει για την φωτοσύνθεση την ηλιακή ακτινοβολία καθώς και με την αύξηση της υγρασίας, λόγω εξατμισοδιαπνοής, που βοηθά στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα (Spala et al. 2006).

Από όλη την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε ένα φυτεμένο δώμα, το 27% ανακλάται, το 60% απορροφάται και το 13% μεταβιβάζεται στο έδαφος (Eumorfoulou et al., 1998).

Η επιφανειακή θερμοκρασία των φυτεμένων δωματίων παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ανάλογα με τα είδη φυτών που θα χρησιμοποιηθούν στα διάφορα σημεία του. Είναι γεγονός πως έχει διαπιστωθεί ότι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρουσιάζονται 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 παρουσιάζουν μέχρι και 21°C υψηλότερη θερμοκρασία από τα αντίστοιχα φυτεμένα (English Nature Research Reports, 2003).

Ο δείκτης albedo ο οποίος συνδέεται άμεσα με την αύξηση της θερμοκρασίας των πόλεων (οι επιφάνειες όπου παρατηρείται χαμηλό albedo συγκεντρώνουν

μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας και μετατρέπονται σε θερμότερες). Ο πίνακας 3.2. παρουσιάζει τα διάφορα υλικά κάλυψης των δωματίων.

Η βλάστηση σκιάζει τα κτίρια και δημιουργεί υψηλότερο albedo από τα συνήθη υλικά κάλυψης δωματίων.

Πίνακας 3.2. Υλικά κάλυψης δωματίων και επιφάνειες με χαμηλό albedo

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

Πηγή: English Nature Research Reports, 2003

Η φύτευση των Δωματίων προσφέρει ένα ακόμη πλεονέκτημα: μπορεί να συγκρατήσει το νερό της βροχής και η αποστράγγιση να λάβει χώρα με χρονική υστέρηση και βαθμιαία συμβάλλοντας έτσι στον έλεγχο πλημμυρικών φαινομένων και την αστοχία των δικτύων ομβρίων (Μπαμπίλης 2004). Βέβαια σημαντικός παράγοντας αποτελεί η ένταση της βροχόπτωσης καθώς και το βάθος του φυτικού υποστρώματος, οπότε σε αυτήν την περίπτωση η κατακράτηση του νερού δύναται να

κυμανθεί από 15-90%. Τα φυτεμένα δώματα μπορούν να ελέγξουν την ροή των όμβριων υδάτων, ανακουφίζοντας τα αποχετευτικά δίκτυα, φιλτράροντας και καθαρίζοντας ταυτόχρονα το νερό.

Είναι γεγονός πως περίπου το 75% της βροχόπτωσης δύναται να συγκρατηθεί σε εκτεταμένα φυτοκαλυμμένα δώματα, για σύντομο χρονικό διάστημα και το 15-20% από αυτό για περίπου 60 ημέρες.

Ένα στρώμα 25mm βρύων και ειδών του γένους *Sedum* πάνω από επίπεδο χαλικιού, πάχους 50mm έχει την ικανότητα να διατηρήσει σε ποσοστό 58% περίπου της βροχόπτωσης, ενώ ένα επίπεδο 100 mm γρασιδιού, περίπου το 71%, αντίστοιχα (English Nature Research Reports, 2003). Η ελάττωση της απορροής των όμβριων υδάτων και η σημαντική προσφορά των φυτεμένων δωματίων στην διαχείριση των ομβρίων των πόλεων χαρακτηρίζεται από πολλά κράτη ως το σπουδαιότερο από τα πλεονεκτήματα που διαθέτει.

Η δομή και η μορφολογία των οικισμών οι οποίοι διαθέτουν πολλά σπίτια και δημόσια κτίρια δυσκολεύουν κατά πολύ την ανανέωση του αέρα, γεγονός που ελαττώνει την ένταση του ανέμου και εγκλωβίζει τη θερμότητα σε θύλακες αέρα. Οι ρυπαντές και η ατμοσφαιρική σκόνη με αυτόν τον τρόπο εξακολουθούν να περιφέρονται στο αστικό περιβάλλον μέχρι να ξεπλυθούν από τις βροχοπτώσεις στο εδαφικό υπόστρωμα του φυτεμένου δώματος. Η εφαρμογή του φυτικού υλικού και του εδαφικού υποστρώματος στα δώματα εξασφαλίζει μεγάλη προστασία στο υποκείμενο κτίριο από τους σφοδρούς χειμωνιάτικους ανέμους. Από τη στιγμή όπου θα εγκατασταθεί με ορθό τρόπο το επιλεγμένο είδος φυτικού υλικού με τη συνύπαρξη των δομικών στοιχείων του κτιρίου αυτομάτως του προσδίδει μια ιδιότητα ανεμοπροστατευτική αλλά και ηχοπροστατευτική ταυτόχρονα. Οι διάφοροι ήχοι οι οποίοι δημιουργούνται στις μεγάλες πόλεις λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων

πολλές φορές χαρακτηρίζονται ως εκνευριστικοί με αποτέλεσμα να διαταράσσουν την ηρεμία/ ψυχραιμία των κατοίκων. Ωστόσο αυτό το δυσάρεστο γεγονός μπορεί να μετριαστεί με τη βοήθεια της εγκατάστασης της βλάστησης στο δώμα των κτιρίων. Το εδαφικό υπόστρωμα έχει την ικανότητα να παρεμποδίζει τις χαμηλές ηχητικές συχνότητες, ενώ τα φυτά τις υψηλότερες (English Nature Research Reports, 2003).

Η κατασκευή φυτοκαλυμμένων δωματίων συμβάλλει στην ανακύκλωση υλικών. Υπάρχουν αρκετά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στη διαδικασία εγκατάστασης φυτών σε δώματα κτιρίων μεταξύ των οποίων στεγανωτικές μεμβράνες και μεμβράνες αποστράγγισης. Πολλά από αυτά τα υλικά κατασκευάζονται από πλαστικό. Όσον αφορά το μέσο υποστήριξης σε κάποιες περιπτώσεις αποτελείται από ανακυκλωμένα δομικά υλικά όπως είναι τα σπασμένα τούβλα, ενώ όσον αφορά τα υποστρώματα ανάπτυξης δύναται να αποτελούνται από ανακυκλωμένα οικιακά καθώς και γεωργικά και κηπευτικά απορρίμματα (English Nature Research Reports, 2003).

Η συμβολή των φυτεμένων δωματίων στην διαμόρφωση ενδιστοιχημάτων για μεγάλη ποικιλία ειδών της πανίδας και η παράλληλη διατήρηση της βιοποικιλότητας θεωρείται σπουδαίος παράγοντας στο δομημένο περιβάλλον των πόλεων.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η διατήρηση της βιοποικιλότητας των φυτικών και ζωικών ενδιστοιχημάτων στα δομικά σύνολα περιλαμβάνουν τα εξής:

- Συμβολή στη 'θεραπεία' προβληματικών περιοχών, δημιουργία νέων ενδιστοιχημάτων σε περιοχές έλλειψης τους
- Ανάπτυξη καινούριων ζωνών ενοποίησης στο διακοπτόμενο δίκτυο των ενδιστοιχημάτων
- Σχεδιασμός επιπρόσθετων ενδιστοιχημάτων για την επιβίωση σπάνιων και προστατευόμενων σημαντικών ειδών (English Nature Research Reports, 2003).

Ως πρώτη σκέψη θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως το οποιοδήποτε ενδιαίτημα που αναπτύσσεται σε κάποια δεδομένη περιοχή, μπορεί να δημιουργηθεί και στα κτιριακά της δώματα. Ωστόσο εάν λάβουμε υπόψη μερικούς εξωγενείς παράγοντες όπως η περιορισμένη επιφάνεια, τα κατασκευαστικά στοιχεία, τα έντονα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος καθώς και οι υδρολογικές διαφορές τότε βλέπουμε πως οι προαναφερόμενοι παράγοντες προξενούν πρακτικές δυσκολίες. Παράλληλα δυσκολίες προκύπτουν στην περίπτωση όπου η απαίτηση του ενδιαιτήματος είναι μεγαλύτερη από την φέρουσα ικανότητα του δώματος. Τότε η δημιουργία του δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί στο διαθέσιμο χρονικό και χωρικό περιθώριο π.χ. όταν κάποια είδη της χλωρίδας και της πανίδας δεν έχουν τη δυνατότητα να διαδοθούν με τον άνεμο, να αναρριχηθούν ή να πετάξουν (English Nature Research Reports, 2003).

Όταν προκύπτει η περίπτωση, η διατήρηση της περιβαλλοντικής ισορροπίας να αποτελεί παράγοντα παρεμπόδισης ανέγερσης ενός κτιρίου, η εγκατάσταση φυτικού υλικού στα δομικά υλικά του θεωρείται υποκατάστατο, εάν και εφόσον έτσι το κρίνει μια εμπειριστατωμένη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Για παράδειγμα, η μερική απόκρυψη του κτιρίου μέσω της επέκτασης του εδάφους μιας επικλινούς περιοχής μέχρι και το δώμα του πολλές φορές κρίνεται αναγκαία και μάλιστα ιδιαίτερα σε περιοχές των οποίων το περιβάλλον είναι ευπαθές.

3)Οικονομικά

Η δημιουργία φυτεμένων δωματίων έχει διαπιστωθεί ότι έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον μεγάλης μερίδας κατοίκων πολλών σύγχρονων πόλεων. Ο βασικότερος λόγος που συνέτεινε σε αυτήν την στροφή ενδιαφέροντος είναι ασφαλώς τα πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα που διαθέτουν όπως είναι η βελτιωμένη αισθητική που

προσφέρουν, με αποτέλεσμα να τα καθιστούν σημαντικό κριτήριο επιλογής των αντίστοιχων κτισμάτων ως χώρους εργασίας ή κατοικίας.

Μέσω αυτού του ενδιαφέροντος αυξάνεται η αντικειμενική αξία των υποκείμενων κτισμάτων, καθώς και ολόκληρων των περιοχών μιας πόλης, σε περίπτωση υλοποίησης προγραμμάτων μαζικής κατασκευής φυτεμένων δωμαίων, σε συνδυασμό με το ευρύτερο αστικό τους πράσινο.

Όσα κτίρια φέρουν φυτοκαλυμμένα δώματα, δεν είναι εκτεθειμένα στις ίδιες επιδράσεις διακυμάνσεων θερμοκρασιών για το λόγο ότι η πολυεπίπεδη κατατομή τους λειτουργεί ως μονωτικό υλικό όπου έτσι διατηρεί σε σταθερά επίπεδα τις θερμοκρασίες στο εσωτερικό τους μειώνοντας με τον τρόπο αυτόν τις ενεργειακές τους απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη (Niachou et al., 2000).

Τα φυτοκαλυμμένα δώματα, ένεκα της υγρασίας του υποστρώματος και της εξατμισοδιαπνοής, ψύχουν το κέλυφος και τον περιβάλλοντα και εισερχόμενο στο κτίριο αέρα, μειώνοντας την απαιτούμενη χρήση των κλιματιστικών για δροσισμό.

Η ενεργειακή οικονομία που προσφέρουν τα φυτοκαλυμμένα δώματα διαμορφώνεται 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 και το μέγεθος του δώματος (Niachou et al., 2000).

Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε πως σε ορισμένα συστήματα φυτοκαλυμμένων δωμαίων γίνεται μεγάλη χρήση κατασκευαστικών υλικών με διάκενα αέρα, καθώς και άλλα μονωτικά επίπεδα μεταξύ της κύριας κατασκευής και του υποστρώματος ανάπτυξης με σκοπό τα συγκεκριμένα υλικά να κατορθώσουν να ισχυροποιήσουν τη μόνωση (Niachou et al., 2000).

Μια μελέτη που πραγματοποίησε η NASA τον Μάιο του 1998 στην Ατλάντα των Η.Π.Α. δίνει τα εξής αποτελέσματα: οι μέσες θερμοκρασιακές τιμές σε δώματα κτιρίων ήταν: κάτω από χλοοτάπητα 28°C, κάτω από την κόμη δένδρων 21°C ενώ σε άσφαλτο 50 °C. Με βάση τα στοιχεία που περιλαμβάνει το άρθρο που δημοσιεύθηκε στο "Environmental News Network" κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 3-7 °C ισοδυναμεί σε μείωση κατά 10% των απαιτήσεων κλιματισμού των κτιρίων (Osmudson, 1999).

Ήδη αναφέραμε πως η πολυεπίπεδη δομή του φυτοκαλυμμένου δώματος, λειτουργεί ως προστατευτικό κάλυμμα για το δομικό υπόβαθρό του. Η εν λόγω προστασία αφορά τη φθορά που δύναται να υποστούν τα κατασκευαστικά υλικά του δώματος από την υπεριώδη ακτινοβολία, τις έντονες διακυμάνσεις του αέρα και της θερμοκρασίας, τις βροχοπτώσεις και τις μηχανικές καταστροφές (Niachou et al., 2000)

Κατά τη διάρκεια μιας πλήρους έκθεσης του δώματος κατά το θέρος στην ηλιακή ακτινοβολία, η επιφανειακή θερμοκρασία του φτάνει μέχρι και 80°C υψηλότερα από την αντίστοιχη θερμοκρασία του αέρα, ενώ τις χειμερινές νύχτες, που παρατηρούνται υψηλά επίπεδα ανάστροφης θερμικής ακτινοβολίας, η επιφανειακή θερμοκρασία φτάνει τους -20°C, συγκριτικά με την αντίστοιχη ατμοσφαιρική. Ταυτόχρονα η ζημιά (καταστροφή) που μπορούν να υποστούν τα κατασκευαστικά υλικά του δώματος εξαιτίας της τόσο δυνατής ψύξης του χιονιού και του πάγου κατά τη χειμερινή περίοδο δύναται ακόμα και να εκμηδενιστεί. Με τη προστασία των δομικών υλικών του δώματος διπλασιάζεται, ή ακόμα και τριπλασιάζεται η διάρκεια ζωής του.

Τα φυτεμένα δώματα των κτιρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε από ενοίκους είτε από ιδιοκτήτες λαμβανόμενα ως κοινόχρηστοι χώροι. Η οριακή

διαμόρφωση ενός ορισμένου χώρου (ο οποίος μέχρι πρότινος δεν αξιοποιούνταν ενώ αντιθέτως η ύπαρξή του δεν εξυπηρετούσε κάποιον σκοπό) σε ευχάριστο και λειτουργικό περιβάλλον στις πυκνοκατοικημένες αστικές κοινωνίες μας, εξοικονομεί απαραίτητο και αναγκαίο χώρο αναψυχής.

Η φύτευση στα δώματα των κτιρίων μπορεί να προσφέρει την ευκαιρία για καλλιέργεια εμπορεύσιμων φυτικών ειδών. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί τουλάχιστον η αυτάρκεια των ιδιοκτητών του δώματος σε ποικιλία προϊόντων κάποιων καλλιεργούμενων ειδών (Osmudson, 1999)

Καθώς έχει αναγνωριστεί από πολλά κράτη η αξία και χρησιμότητα της κατασκευής φύτευσης δωματίων, οι αλλοδαπές κυβερνήσεις προσφέρουν επιδοτήσεις και οικονομικά κίνητρα με σκοπό την ενθάρρυνση για την εγκατάσταση φύτευσης σε δώματα. Εκτιμάται ότι το ποσοστό που προσφέρει η κάθε χώρα χωριστά είναι σημαντικό. Αναφέρουμε ορισμένα μόνο ενδεικτικά παραδείγματα επιδότησης κρατών για τη χρήση φύτευσης σε δώματα: σε ποσοστό 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 διαχείρισης τους. Από τις 193 μεγαλύτερες πόλεις της Γερμανίας, στις 29 προσφέρονται άμεσα οικονομικά βοηθήματα με σκοπό την φύτευση των δωματίων, που φτάνουν στο 25-100% του συνολικού τους κόστους εγκατάστασης της. Επίσης, σε 13 από αυτές, εφαρμόζονται οικονομικές απαλλαγές στους φόρους διάθεσης απορριμμάτων. (Osmudson, 1999).

4.2.2. Μειονεκτήματα

1) Οικονομικά

Είναι γεγονός πως ο οικονομικός παράγοντας δημιουργεί το μεγαλύτερο πρόβλημα όσον αφορά την ενθάρρυνση για υιοθέτηση-εγκατάσταση φυτεμένων δωματίων στις σημερινές μεγαλουπόλεις.

Η εγκατάσταση φύτευσης στα δώματα των κτιρίων αυξάνει το στατικό φορτίο σε αυτά. Στον επιβαρυντικό αυτόν παράγοντα συγκαταλέγεται τόσο το στατικό φορτίο των υλικών εγκατάστασης όσο και το προβλεπόμενο φορτίο εξαιτίας των διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, εφόσον θα γίνει εγκατάσταση φυτών. Εάν σε περίπτωση ύστερα από την εκπόνηση των απαραίτητων μελετών, διαπιστωθεί ότι το δώμα δεν έχει τη δυνατότητα να φέρει το επιπρόσθετο αυτό, τότε κρίνεται αναγκαία η ενίσχυση της κατασκευής του εν λόγω κτιρίου. Το γεγονός αυτό όπως είναι φυσικό απαιτεί μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση του χρήστη του. Η προμήθεια και εγκατάσταση των πολυεπίπεδων στρωμάτων και των υλικών του φυτεμένου δώματος έχει υψηλότερο κόστος από ένα αντίστοιχο συμβατικό. Δεν είναι λίγες οι κατηγορίες μάλιστα των δομικών υλικών τα οποία δικαίως χαρακτηρίζονται ως ακριβά, καθώς κρίνεται επιβεβλημένη η παρουσία ειδικευμένου προσωπικού το οποίο θα κάνει τη μελέτη και εγκατάσταση και κατάλληλα, μηχανήματα και εξοπλισμός για την πραγματοποίηση της προαναφερόμενης διεργασίας. Στην περίπτωση προσβάσιμου κήπου σε δώμα ενδέχεται να κριθεί αναγκαία η ενίσχυση και των μέτρων ασφαλείας, όπως για παράδειγμα τοποθέτηση ισχυρότερων κατασκευών περίφραξης ή μηχανισμού πυρόσβεσης.

Ένα ακόμη ζήτημα το οποίο απαιτεί οικονομικές επιβαρύνσεις είναι και η εξασφάλιση προστασίας από οποιαδήποτε αλλοίωση και φθορά υποστεί το φυτεμένο δώμα, κυρίως όταν δεν έχει προηγηθεί προσεκτική μελέτη και

εγκατάσταση. Το φυτικό υλικό και τα κατασκευαστικά στοιχεία του κήπου, πλακοστρώσεις, καθιστικά, λίμνες κλπ., είναι γεγονός πως χρειάζονται περισσότερη συντήρηση συγκριτικά με ένα συμβατικό δώμα. Παράλληλα στην περίπτωση που ο σχεδιασμός που έχει ακολουθηθεί αποτελεί ένα ιδιόμορφο, πολύπλοκο σχέδιο για το χώρο του δώματος, τόσο εντατικότερη θα είναι φροντίδα που πρέπει να γίνει.

Η μελέτη και υλοποίηση σχεδιαστικών και κατασκευαστικών λύσεων για τα προβλήματα στήριξης και ανεμοπροστασίας του φυτικού υλικού θεωρούνται δεδομένοι παράγοντες εγκατάστασης φύτευσης στα δώματα, λόγω της απόστασής τους από το επίπεδο του εδάφους, οδηγώντας όπως είναι επόμενο στις αντίστοιχες οικονομικές επιβαρύνσεις.

2) Περιβαλλοντικά

Η έκπλυση χημικών στοιχείων από φυτοφάρμακα και λιπάσματα είναι αυτονόητο ότι υπολογίζεται ως ένα σοβαρό πρόβλημα όσον αφορά την περίπτωση των φυτεμένων δωματίων. Τα πιο συνηθισμένα στοιχεία που εμφανίζονται στις διαρροές, είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο φώσφορος και το άζωτο (Moran et al., 2003)τα οποία καταλήγουν στα υπόγεια αστικά νερά. Η εμφάνιση ενοχλητικών ειδών πανίδας στο χώρο του φυτεμένου δώματος, όπως, ποντικιών, αρουραίων, αραχνών κλπ, καθώς επίσης και η εύκολη πρόσβαση που έχουν μέσω αυτών στους κατοικήσιμους χώρους των κτιρίων, πιθανολογείται ως πρόβλημα αλλά μπορεί να αντιμετωπιστεί στα πλαίσια απεντομώσεων και τρωκτικοκτονίας του κτιρίου.

Η δύσκολη θέση στην οποία βρίσκεται ο ιδιοκτήτης μιας οικίας, όταν πρέπει να διαλέξει ανάμεσα σε καλλωπιστικά είδη και καθαρά αυτοφυή και γηγενή είδη που υπάρχουν στην εκάστοτε περιοχή με σκοπό την εγκατάστασή τους στα δώματα των

κτιρίων, αποτελεί ένα θέμα το οποίο έχει προβληματίσει σε μεγάλο βαθμό τους αρχιτέκτονες τοπίου.

Ο βασικότερος παράγοντας ο οποίος θα πρέπει να λογαριάζεται κατά την φύτευση, είναι το ποσοστό αντοχής των φυτικών ειδών στις ιδιαίτερες μικροκλιματικές και εδαφικές συνθήκες που υφίστανται στο επίπεδο του δώματος. Παράλληλα κρίνεται κατάλληλη 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 εξοικειωθεί με αυτό.

3) Εκπαίδευση

Για το σχεδιασμό και την εγκατάσταση φυτεμένων δωματίων είναι αναγκαία η έρευνα σε πολύπλευρους επιστημονικούς τομείς και η παράλληλη εκπαίδευση αρκετών ειδικοτήτων.

Μηχανολόγοι, αρχιτέκτονες, αρχιτέκτονες τοπίου, γεωπόνοι, προμηθευτές υλικών, προσωπικό συνεργείων εγκατάστασης χρειάζεται να κάνουν διάφορες δοκιμές και να εφαρμόζουν θεωρητικές γνώσεις και νέες μεθόδους και υλικά, να εφευρίσκουν τρόπους αποτελεσματικής αντιμετώπισης των προβλημάτων που παρουσιάζονται λόγω της εγκατάστασης της βλάστησης στα δώματα των κτιρίων (για παράδειγμα σε προβλήματα στήριξης δένδρων ή διάβρωσης φυτικού υποστρώματος), να κατανοούν σχετικά γρήγορα ενδεχόμενα μελλοντικά προβλήματα, να οργανώνονται και να συνεργάζονται, θέτοντας τις βάσεις στήριξης μίας στρατηγικής προώθησης και υιοθέτησης της φύτευσης στα δώματα των κτιρίων.

4.3. Τρόποι αντιμετώπισης μειονεκτημάτων

Η προσεκτική μελέτη και ο σωστός σχεδιασμός της εγκατάστασης φυτικού υλικού στα δώματα δύναται να περιορίσουν σε σημαντικό βαθμό τα προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν από αυτή. Η κατασκευή μοντέρνων κτηριακών εγκαταστάσεων με προσεκτική μελέτη προκειμένου να μπορούν να διατηρήσουν το επιπρόσθετο φορτίο του δώματος, οδηγεί στην εξάλειψη της οικονομικής επιβάρυνσης λόγω της μετέπειτα επένδυσης της προαναφερόμενης κατασκευής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα και τη μεγάλη συμβολή των φυτεμένων δωματίων, στην αισθητική, την αναψυχή, την εξοικονόμηση ενέργειας, την αντιμετώπιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας κ.α., το οικονομικό κόστος της εγκατάστασης ενός φυτεμένου δώματος θεωρείται πολύ μικρότερο από το υπολογισμένο, με βάση τις τιμές των υλικών και της εγκατάστασης.

Σταδιακά, η αξία που προσφέρει το φυτεμένο δώμα 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, αποσβένουν την επίπτωση της οικονομικής επιβάρυνσης της εγκατάστασής του. Επιπλέον με τη διεξαγωγή μεγαλύτερης έρευνας όσον αφορά στα επιλεγμένα υλικά και στις τεχνικές 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 σημαντικά.

Η ορθή σχεδίαση και εγκατάσταση του φυτεμένου δώματος αποτελεί το μέσο προκειμένου να εκμηδενιστεί ο κίνδυνος πρόκλησης προβλημάτων διαρροών, αντικατάστασης φθαρμένων υλικών, εντατικής συντήρησης, ανεμοπροστασίας κλπ. Η επιλογή των κατάλληλων υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στα κατασκευαστικά επίπεδα του φυτεμένου δώματος, η ορθή τοποθέτησή τους όπως προαναφέραμε,

από συνεργεία εξειδικευμένων τεχνιτών καθώς και η επιλογή ενδεδειγμένης φύτευσης, έχουν ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση επιπρόσθετων δαπανών.

5.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Γενικά υπάρχουν τρεις τύποι ταρατσόκηπου που ωστόσο εφαρμόζονται σε διαφορετικές στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων και οι οποίοι είναι οι εξής:

A) Ο **εκτατικός τύπος** ο οποίος ακολουθείται ιδιαίτερα σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων και δεν χρειάζεται τακτική συντήρηση.

B) Ο **ημιεντατικός τύπος** ο οποίος ακολουθείται για επικλινείς ή επίπεδες οροφές και απαιτεί συντήρηση.

Γ) Τέλος υπάρχει και ο **εντατικός τύπος** ο οποίος χρειάζεται τακτική συντήρηση, άρδευση, λίπανση κλπ. και περιλαμβάνει ποικιλία φυτών.

5.1. Εκτατικός τύπος

Η εφαρμογή αυτού του μοντέλου αποτελείται από ένα ελαφρύ υπόστρωμα το οποίο διαθέτει πάχος 5 έως 15 εκ., όπου μπορεί να σκεπάσει ένα δώμα, παρέχοντας μαζί με το φυτικό υλικό ένα μόνιμο οικοσύστημα, για τη συντήρηση του οποίου δεν κρίνεται απαραίτητη η ιδιαίτερη φροντίδα.



Εικόνα5. Ο εκτατικός τύπος ταρατσόκηπου

Πηγή: www.monofloor.gr

Το φορτίο του υποστρώματος είναι πολύ-πολύ μικρό (φορτίο στον κορεσμό: 120 Kg/m²) και το ριζικό σύνολό της παρέχει άπλετες εφαρμογές σχεδόν σε οποιαδήποτε οροφή με κλίση μέχρι και 33%.

Ως καταλληλότερα για αυτό το είδος θεωρούνται τα φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως γρασίδι, αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης.

- ❑ Τοποθετείται ιδιαίτερα σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων ή πρηνή και δεν χρειάζεται τακτική συντήρηση.
- ❑ Επιλέγονται φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, στον άνεμο και στο ψύχος.
- ❑ Είναι εύκολη στο σχεδιασμό, στην εγκατάσταση και με μικρό φορτίο.

5.2. Ημιεντατικός τύπος:

Η μορφή αυτή περιλαμβάνει ένα ελαφρύ υπόστρωμα πάχους 12 έως 25 εκ. και με φορτίο 120-270 Kg/m². Χαρακτηρίζεται ως ο ενδιάμεσος τύπος εντατικού και εκτατικού τύπου, τοποθετείται κυρίως σε επικλινείς ή επίπεδες οροφές αλλά η συντήρησή του θεωρείται επιβεβλημένη. Επίσης ένα μειονέκτημα που παρουσιάζει είναι ότι δεν έχει μεγάλη ποικιλία, συγκριτικά με τις δυνατότητες που υπάρχουν στον εντατικό τύπο και μπορεί να είναι χλοοτάπητας, ποώδη φυτά και θάμνοι.

- Χρειάζεται περιοδική συντήρηση
- Χρειάζεται περιοδική άρδευση.
- Φύτευση με χλοοτάπητα, φυτά εδαφοκάλυψης, χαμηλούς θάμνους.
- Εφαρμόζεται σε υπόστρωμα ύψους 10-25 εκ.
- Το σύστημα ποτίσματος στο χλοοτάπητα πρέπει να είναι υπόγειο ώστε

να μην χάνεται νερό λόγω των ανέμων ή από την επίδραση του ήλιου (εξάτμιση).

5.3. Εντατικός τύπος:

Το συγκεκριμένο σύστημα προτείνεται με σκοπό την κατασκευή ενός κήπου σε υπόστρωμα 15-100 εκ. με αρχικό κορεσμένο φορτίο 270 Kg/m². Αυτός ο τύπος ταρατσόκηπου απαιτεί η συντήρηση που θα γίνεται να πραγματοποιείται σε συχνά χρονικά διαστήματα (άρδευση, λίπανση κ.λπ.) ενώ περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, μικρών δέντρων και θάμνων.

Τα δέντρα που θα χρησιμοποιηθούν κρίνεται καλύτερο να διαθέτουν ελάχιστο βάθος ριζικού συστήματος 50 εκ.

Ο εντατικός τύπος ταρατσόκηπου μπορεί να υποστηρίξει κατασκευές όπως μονοπάτια και στοιχεία νερού.

- ❑ Χρειάζεται τακτική συντήρηση.
- ❑ Χρειάζεται τακτική άρδευση.
- ❑ Φύτευση με χλοοτάπητα, φυτά εδαφοκάλυψης, θάμνους, δέντρα
- ❑ Εφαρμόζεται υπόστρωμα ύψους 12-100 εκ.

Υπάρχουν αρκετές διαβαθμίσεις όσον αφορά την κατασκευή των φυτεμένων δωμάτων οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ της απλής και της σύνθετης κατασκευής. Μπορεί να λεχθεί ότι η δημιουργία των φυτοκαλυμμένων δωμάτων είναι απομίμηση φυσικού περιβάλλοντος, το οποίο χωρίζεται από τη γη με την παρεμβολή μιας κτιριακής κατασκευής.

Ένα κριτήριο για την ομαδοποίηση των διαφόρων φυτοκαλυμμένων δωμάτων είναι το ύψος που βρίσκεται ο οροφόκηπος πάνω από το επίπεδο της γης.

Αρκετές φορές ένα φυτοκαλυμμένο δώμα δεν γίνεται αντιληπτό από τον παρατηρητή για τον απλούστατο λόγο ότι βρίσκεται στο επίπεδο της γης.

Πολλές δραστηριότητες αλλά κυρίως parking αυτοκινήτων βρίσκονται σε υπόγειες κατασκευές. Δίνεται έτσι η δυνατότητα στην επάνω επιφάνειά τους να διαμορφωθεί ένας χώρος πρασίνου που σχεδόν καθόλου δεν διαφέρει από κάποιον άλλο που βρίσκεται σε στέρεο έδαφος.

Μια άλλη κατηγορία αποτελούν οι κατασκευές οι οποίες είναι ελαφρώς υπερυψωμένες από την επιφάνεια της γης. Η πρόσβαση σ' αυτές είναι δυνατό να γίνεται άμεσα από το επίπεδο της γης.

Στις δυο αυτές περιπτώσεις η παρουσία του οροφόκηπου είναι έντονη και κυρίαρχη. Το γεγονός αυτό αντιστρέφεται στην περίπτωση που ο οροφόκηπος

βρίσκεται στην οροφή ενός υψηλού κτιρίου. Η περίπτωση αυτή αποτελεί την τρίτη κατηγορία σύμφωνα με το κριτήριο του ύψους που βρίσκεται ο οροφόμενος. Η παρουσία του οροφόμενου σε ψηλά κτίρια αποτελεί στοιχείο συνοδευτικό της κύριας αρχιτεκτονικής μορφής του κτιρίου.

Για διάφορους λόγους οι οροφόμενοι μπορεί να είναι κλειστοί ή ανοιχτοί. Ο ανοιχτός σχεδιασμός υιοθετείται όταν η θέα προς τα έξω είναι επιθυμητή και χρειάζεται να τονιστεί.

Ο κλειστός σχεδιασμός προσφέρει λύσεις όταν είναι επιθυμητή η παρουσία ενός κήπου μόνο για θέα κατά μήκος των διαδρόμων. Π.χ. ενός ξενοδοχείου ή γραφείων. Επιπλέον όταν ο χώρος αυτός χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους είναι δυνατό να προσφέρει προφύλαξη όταν επικρατούν άσχημες καιρικές συνθήκες. Επίσης μπορεί να προσφέρει προστασία και σε διάφορα φυτά που πιθανόν να μην άντεχαν σε πιο εκτεθειμένο κλιματικό περιβάλλον.

Άλλα κριτήρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ομαδοποίηση των οροφόμενων είναι η έκταση που καταλαμβάνουν ο κύριος σκοπός της δημιουργίας τους, το μέγεθος και η ανάπτυξη των υλικών που χρησιμοποιούνται, η πολυπλοκότητα της κατασκευής τους κ.ά.

Για παράδειγμα όσον αφορά την πολυπλοκότητα της κατασκευής, αυτή κυμαίνεται συνήθως μεταξύ δυο άκρων. Η πιο απλή κατασκευή φυτοκαλυμμένου δώματος θεωρείται η εισαγωγή φυτών που βρίσκονται σε δοχεία (ζαρντινιέρες, γλάστρες κ.ά.) επάνω σε μια επίπεδη οροφή. Στο άλλο άκρο μπορεί να θεωρηθεί η κατασκευή ενός οροφόμενου ο οποίος εκτείνεται σε διάφορα επίπεδα και με τη φύτευση σε σταθερά σημεία φυτικού υλικού περιλαμβάνει δέντρα, θάμνους, χλοοτάπητα κ.ά.

5.4. Απαραίτητες ενέργειες για την ορθολογική εγκατάσταση φυτοδώματος

Από τη στιγμή όπου θα ολοκληρωθούν οι κατάλληλες δομικές και στατικές μελέτες της οροφής του κτιρίου και διαπιστωθεί ότι μπορεί να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις φύτευσης, θα μπορούν να ξεκινήσουν οι ανάλογες διεργασίες σχεδιασμού της. (Ευμορφοπούλου, 1992).

Ως πρώτο βήμα μελετώνται και αναλύονται οι επιθυμητές λειτουργίες και χρήσεις του φυτικού υλικού που προτείνεται προς εγκατάσταση με σκοπό να επιτευχθεί η πραγματοποίηση της προαναφερόμενης σχεδιαστικής διαδικασίας. Το περιβάλλον, το είδος του κτιρίου και οι ανάγκες που θα έχουν οι επισκέπτες του, αποτελούν σοβαροί παράγοντες επιλογής των μορφών και δομών του σχεδιασμού.

Η επιλογή του φυτικού υλικού, ανάλογα με το βαθμό αντοχής που δείχνει στις δεδομένες συνθήκες και την προσφορά του αισθητικά, κοινωνικά και λειτουργικά, προσδιορίζει στο σημείο αυτό τον τύπο εγκατάστασης που θα χρησιμοποιηθεί.

Εφόσον τεθεί σε μελέτη ο βασικός σχεδιασμός του φυτεμένου δώματος, ξεκινά η έναρξη των κατάλληλων διεργασιών εγκατάστασής του.

Η πρώτη και καθοριστική εργασία αφορά στην προετοιμασία της βάσης πάνω στην οποία θα εγκατασταθούν τα επίπεδα της φύτευσης στο συγκεκριμένο δομικό τμήμα του δώματος. Στην επάνω πλευρά του επιπέδου του οπλισμένου σκυροδέματος, αναπτύσσονται οι κλίσεις, με πιθανή προσθήκη ελαφρού σκυροδέματος (Ευμορφοπούλου, 1992), οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους, ανάλογα με τις απαιτήσεις του σχεδιασμού της φύτευσης. Η δεύτερη σημαντική διεργασία περιλαμβάνει τα επίπεδα:

1) Διαχωριστικό - εξισωτικό επίπεδο

Όσον αφορά αυτό το επίπεδο, έχει την ιδιότητα να διαχωρίζει τον υποκείμενο φέροντα οργανισμό από τα ακόλουθα επίπεδα επικάλυψης της οροφής και αποτελείται από διάτρητες ασφαλικές μεμβράνες οπλισμένες με ύαλούφασμα ή συνθετικές μεμβράνες.

Η παρουσία του προαναφερόμενου επιπέδου μπορεί να δυσκολεύει την επίδραση του δομικού τμήματος του κτιρίου, όπως για παράδειγμα την επίδραση συστολών ή διαστολών, στα υπερκείμενα υλικά του (Ευμορφοπούλου, 1992).

2)Φράγμα υδρατμών

Η χρησιμότητα του φράγματος αυτού έγκειται στην αναχαίτιση του περάσματος των υδρατμών από τη διαχωριστική στρώση προς στο θερμομονωτικό επίπεδο και αποτελείται από ασφαλικά φύλλα ή φύλλα πολυαιθυλενίου ή συνθετικό καουτσούκ ή πολυισοβουτιλένιο (Ευμορφοπούλου, 1992).

3) Θερμομονωτικό επίπεδο

Οι θερμομονωτικές πλάκες σχεδιάζονται από τα εξής υλικά: αφρώδη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη, αφρό πολυουρεθάνης, φαινολικό αφρό ρητινών, εμποτισμένο φελλό, αφρώδες γυαλί (Ευμορφοπούλου Α., 1992). Ωστόσο καθώς υπάρχουν εξαιρέσεις, ορισμένες φορές η θερμομόνωση του κτιρίου τοποθετείται κάτω από το επίπεδο της οροφής, με τη χρήση διαφορετικών υλικών (Osmudson 1999).

4)Στρώση εξίσωσης των πιέσεων

Η στρώση εξίσωσης των πιέσεων έχει ως σκοπό να μειώνει έως και να εξουδετερώνει τους υπό πίεση υδρατμούς που παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο επίπεδο (Ευμορφοπούλου, 1992).

5)Στεγανωτική στρώση - αδιάβροχες μεμβράνες

Η στεγανωτική στρώση χρησιμεύει στην τοποθέτηση με σκοπό την εξασφάλιση προστασίας του κτιρίου από τα νερά της βροχής ή της άρδευσης του κήπου.

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται ούτως ώστε να δημιουργηθεί η εν λόγω στρώση διακρίνονται σε ασφαλικά (ασφαλτικά φύλλα, πολυμερισμένες ασφαλικές μεμβράνες), συνθετικά θερμοπλαστικά (ECB,EVA, PEC, PIB, PVC) συνθετικά (CSM, EPDM, IIA) (Ευμορφοπούλου, 1992).

Όπως αναφέρει ο Osmudson (1999), οι τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται με σκοπό την επίτευξη προστασίας του κτιρίου από την διαβροχή κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

α) Ενισχυμένες οροφές

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό καθώς είναι πολύ διαδεδομένη, σε οικιακά, εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια. Σε αυτήν χρησιμοποιούνται αμμώδη αλληλοκαλυπτώμενα στρώματα, με ασφαλικές ενισχύσεις, μεμβρανών μεταξύ δύο επιπέδων ασφαλικής πίσσας. Οι μεμβράνες κατασκευάζονται από ίνες κυτταρίνης ή γυαλιού το οποίο χαρακτηρίζεται ανθεκτικότερο στη φθορά. Όσον αφορά τη συγκεκριμένη μέθοδο το κυρίως

αδιάβροχο τμήμα αποτελεί η ασφαλτική πίσσα, ενώ η μεμβράνη έχει το ρόλο του ενισχυτικού και σταθεροποιητικού παράγοντα.

β) Μονές μεμβράνες

Οι μεμβράνες εκείνες οι οποίες αποτελούν μονή ύφανση πρόκειται στην ουσία για φύλλα ανόργανου πλαστικού ή συνθετικού καουτσούκ, τυλιγμένα σε ρολά, αλληλοκαλυπτώμενα και ενωμένα με θέρμανση ή με συγκολλητικές ουσίες.

Ωστόσο, είναι γεγονός ότι ένα από τα μειονεκτήματα που δύναται να παρουσιάσουν επικεντρώνεται στα σημεία συνένωσης τους τα οποία δύναται να υποστούν διαρροές. Τα ελαστομερή αυτά φύλλα τα οποία κατασκευάζονται από διάφορα υλικά και με διάφορες μεθόδους ούτως ώστε να κρίνεται κατάλληλη η χρήση τους στα φυτεμένα δώματα πρέπει να ικανοποιούν τις εξής προϋποθέσεις: να είναι ανθεκτικά στη διείδυση του ριζικού συστήματος των φυτών, στην έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, 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 την εγκατάσταση, να μην επηρεάζονται από την παρουσία εντόμων, μικροοργανισμών και χημικών ουσιών και να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.

γ) Μεμβράνες ρευστής εφαρμογής

Οι μεμβράνες αυτές αποτελούν ελαστομερείς θερμής ή ψυχρής υγρής μορφής που ψεκάζονται ή βάφονται πάνω στην εκάστοτε επιφάνεια. Χάρη σε αυτήν την τεχνική αποφεύγεται η πρόκληση προβλημάτων διαρροών στις συνενώσεις των

μεμβρανών, ενώ η εγκατάστασή τους αποτελεί μια εύκολη διεργασία, κυρίως όσον αφορά τις κάθετες επιφάνειες και τα γωνιακά σημεία.

Οποιοδήποτε είδος αδιάβροχης μεμβράνης και αν χρησιμοποιηθεί, από τη στιγμή που εγκατασταθεί, κρίνεται αναγκαίος ο έλεγχος της ικανότητας της υδατοστεγανότητάς της. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται με την κατάκλιση της οροφής με νερό, αφού ασφαλιστούν όλα τα φρεάτια αποστράγγισης.

Αφού θα έχει κατασκευαστεί η ορθότερη (ανάλογα με τον αντίστοιχο σχεδιασμό) βάση εγκατάστασης της φύτευσης στη συνέχεια ξεκινά η βασική κατασκευή του κήπου, με τα κατάλληλα συστήματα συντήρησης και προστασίας του.

5.5. Κατασκευαστικά στοιχεία εγκατάστασης φυτικού υλικού σε δώμα

5.5.1. Επίπεδο προστασίας

Η χρήση ενός ειδικού προστατευτικού επιπέδου είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση μεγάλης προστασίας των υποκείμενων στρώσεων της οροφής, από μηχανικές καταστροφές κατά τη διεργασία εγκατάστασης του φυτοκαλυμμένου δώματος από λιπάσματα και δεισδύσεις ριζών, τοποθετείται ένα προστατευτικό επίπεδο.

Αυτό μπορεί να αποτελείται από μία 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 τα οποία προκύπτουν πολλές φορές εξαιτίας της διείσδυσης των ριζών κατά τη διεργασία κατασκευής δώματος μπορεί να οφείλονται στους εξής παράγοντες:

-κακός χειρισμός της επιθετικής συμπεριφοράς του ριζικού συστήματος των φυτών

-Ανεπαρκής κατάλληλη έρευνα για τη αντίστοιχη αντοχή των στεγανωτικών υλικών

-Ανεπάρκεια ύπαρξης κανονισμών καθώς και κατευθυντηρίων γραμμών ως προς τους μελετητές και τους κατασκευαστές.

5. 5.2. Αποστράγγιση

Εάν συμβεί η κλίση του δώματος να είναι μεγαλύτερη των 5° και το ύψος του φυτικού υλικού που έχει εγκατασταθεί να είναι χαμηλότερο των 25cm, η παρουσία αποστραγγιστικού επιπέδου δύναται να αποφευχθεί, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θεωρείται αναγκαία.

Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό επίπεδο ενός φυτεμένου δώματος διακρίνονται στις εξής κατηγορίες Συναθροιστικού τύπου υλικά: χαλίκι ,λάβα και ελαφρόπετρα, σπασμένη διασταλτική άργιλος και σχιστόλιθος, μη σπασμένη διασταλτική άργιλος και σχιστόλιθος, ανακυκλώσιμα συναθροιστικού τύπου υλικά: τούβλα, μεταλλική σκωρία, αφρώδες γυαλί

Αποστραγγιστικό κάλυμμα: συνθετικό, μη υφαντό κάλυμμα, πλαστικό κάλυμμα, φυτικών ινών, φυτικό κάλυμμα, αφρώδες κάλυμμα

Αποστραγγιστικά πλαίσια : πλαίσια από αφρώδη τεμάχια, πλαίσια από καουτσούκ, σανίδες αποστράγγισης και υποστρώματος: πλαίσια από τροποποιημένο αφρό.

Οι κανόνες που πρέπει να ικανοποιεί η χρήση του αποστραγγιστικού επιπέδου και κάποια από τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη 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 pH, η περιεκτικότητα του σε ανθρακικά και διάφορα άλλα άλατα, η έλλειψη φυτοτοξικότητας, η εναρμόνιση του με το περιβάλλον και τα περιβάλλοντα υλικά, η αντίδρασή του σε συνθήκες πυρκαγιάς, η αντίδρασή του υπό συνθήκες διαρκούς συμπίεσης και το ποσοστό αντοχής 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.

Παράλληλα με το αποστραγγιστικό επίπεδο υπάρχει και ένας δεύτερος παράγοντας ο οποίος θα λέγαμε είναι ισάξιος με τον προαναφερόμενο. Πρόκειται για τις αποχετεύσεις οι οποίες συγκεντρώνουν και εν συνεχεία διώχνουν το νερό από το δώμα. Το υλικό που κατασκευάζονται -τις πιο πολλές φορές- αποτελείται από πλαστικό ή μέταλλο, ορείχαλκο ή σίδηρο και οδηγούν το επιπλέον νερό στο αποστραγγιστικό σύστημα σωληνώσεων του κτιρίου.

5.5.3. Επίπεδο κατακράτησης νερού

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως ένα ορισμένο ποσοστό νερού το οποίο χαρακτηρίζεται ως βασικό για την ανάπτυξη του φυτικού υλικού, δύναται 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 νερό ή με τη χρήση προκατασκευασμένων υποκείμενων συστημάτων Σύστημα αποθήκευσης στο φυτικό υπόστρωμα ανάπτυξης, σε συνδυασμό με αντίστοιχο στο αποστραγγιστικό σύστημα, με χρήση υλικών κοκκώδους σύστασης.

-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 προκατασκευασμένων αποστραγγιστικές υποκείμενες σανίδες με χαρακτηριστικά μερικής συγκράτησης

Εάν προκύψει η 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, εντοπίζεται σε αποδόσεις μέσω της φυσιολογίας των φυτών.

5.5.4. Διαχωριστικό φίλτρο

Η αξία του διαχωριστικού φίλτρου είναι μεγάλη καθώς αφενός επιτρέπει το πέρασμα του νερού παρεμποδίζοντας την αντίστοιχη των σωματιδίων του

υποστρώματος, και αφετέρου δύναται να χρησιμοποιείται και ως προστατευτικό για τη διείσδυση των ριζών.

Αποτελείται από ένα ή δύο επίπεδα μη υφαντού γεωυφάσματος, ένα από τα οποία είναι επεξεργασμένο με ουσίες όπου με αυτόν τον τρόπο αναχαιτίζουν τη διείσδυση των ριζών (χαλκός ή ήπιο ζιζανιοκτόνο).

Το υλικό κατασκευής τους το οποίο είναι καμωμένο από ίνες, παράλληλα ή τυχαία δεμένες με μηχανικές, χημικές ή θερμικές διαδικασίες ή συνδυασμό τους.

Τα χαρακτηριστικά τους που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη 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, αντίδραση στο ενδεχόμενο πρόκλησης πυρκαγιάς, δύναμη εφελκυσμού, ελαστικότητα και συντελεστής τριβής.

Το διηθητικό φίλτρο είναι απαραίτητο να εγκαθίσταται σε παράλληλη με το αποστραγγιστικό διεύθυνση και σε ομαλή επιφάνεια, με αλληλοκάλυψη τουλάχιστον 10cm, του γεωυφάσματος.

5.5.5. Σύστημα κατασκευαστικών στοιχείων (modular system)

Όσον αφορά το σύστημα κατασκευαστικών στοιχείων, το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών και το φυτικό υλικό εγκαθίστανται σε ειδικά δοχεία τα οποία δύναται να σκεπάσουν όλη ή, σχεδόν όλη, την επιφάνεια του δώματος. Στην αντίθετη

περίπτωση, τοποθετούνται σε ένα συνεχόμενο επίπεδο το οποίο βρίσκεται επάνω στα υποκείμενα στρώματα του φυτεμένου δώματος.

5.5.6. Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών

Τα βασικά στοιχεία του υποστρώματος ανάπτυξης του φυτικού υλικού κατά τη διαδικασία εγκατάστασης 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, παρεμπόδιση διείσδυσης σωματιδίων τα οποία δύναται να προξενήσουν προβλήματα κλείνοντας τις υποκείμενες στρώσεις εγκατάστασης, σταθερότητα και μειωμένο κόστος.

Το επιφανειακό έδαφος δε συνιστάται, 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

Η άμμος αποτελεί ένα φθηνό προϊόν το οποίο όμως παρουσιάζει ποικίλη κοκκομετρική σύσταση. Σε κατασκευές όπου το φυτικό υπόστρωμα περιλαμβάνει μόνο από άμμο δεν ενδείκνυται εξαιτίας του αυξημένου πορώδους της, που οδηγεί

στη μειωμένη απαραίτητη συγκράτηση νερού και θρεπτικών στοιχείων για την ανάπτυξη των φυτών.

Διογκωμένη άργιλος

Η διογκωμένη άργιλος αποτελείται από πολύ μικρά, διογκωμένα σφαιρικού σχήματος σωματίδια που περιλαμβάνουν κατάλληλο πορώδες. Ωστόσο, εξαιτίας του χαμηλού της φορτίου και της μικρής ικανότητας της προς συσσωμάτωση, δεν κρίνονται κατάλληλα για μεμονωμένη χρήση σε εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα, εφόσον δεν μπορεί να δημιουργήσει ανθεκτικό υπόστρωμα στη στήριξη του μεγάλου μεγέθους φυτών.

Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι στη γερμανική αγορά η χρήση του υλικού leca είναι πολύ διαδεδομένη καθώς η σύστασή του συμβάλλει στην συγκράτηση 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

Είναι γεγονός πως ο χούμος έχει την ιδιότητα να αναπτύσσει καλές συνθήκες κατακράτησης υγρασίας και βελτιώνει την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά στοιχεία.

Διατομική γη

Διάτομα ονομάζονται τα υπολείμματα μονοκύτταρων θαλάσσιων φυκιών. Μετά την επεξεργασία τους, δημιουργείται ένα κοκκώδους σύστασης υλικό, ελαφρύ και πετρώδες το οποίο παρουσιάζει πολύ μεγάλη απορροφητική ικανότητα και δεν συμπιέζεται.

Περλίτης και βερμικουλίτης

Ο περλίτης και ο βερμικουλίτης χαρακτηρίζονται ως φυσικά ανόργανα υλικά όπου μέσω της θερμικής επεξεργασίας φουσκώνουν και αποκτούν το κατάλληλο πορώδες. Έχουν την ιδιότητα να αναπτύσσουν τις κατάλληλες συνθήκες αερισμού του εδάφους και οδηγούν σε κατάλληλη συγκράτηση νερού και θρεπτικών συστατικών.

Δυο 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 μία ανάμειξη αφρού ελαστικής πολυουρεθάνης, δημιουργώντας ένα σύστημα σταθερής κατάστασης 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 υπεριώδη ακτινοβολία και δημιουργεί κατάλληλη θερμική και ηχητική απομόνωση.

Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα (κιζιρίτης) αποτελεί ένα αργιλλοπυριτικό ηφαιστειογενές φυσικό ελαφροβαρές αδρανές υλικό (ορυκτό) με εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα.

Είναι φυσική πρώτη ύλη, άκαυστη, ηχοαπορροφητική, φιλική προς το περιβάλλον, φυσικό ελαφροβαρές αδρανές υλικό ενώ έχει άριστες θερμομονωτικές ιδιότητες (www.katsimpris.gr.)

5.6. Η Ελληνική και Διεθνής εμπειρία

Το φυτοκαλυμμένο δώμα έχει σειρά ευεργετικών αποτελεσμάτων, με σημαντικότερο ίσως, την συμβολή του στην αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και πυκνοδομημένες πόλεις. (Eumorphoulou and Aravantinos, 1998).

Ωστόσο η συμβολή του στην θερμομόνωση του κτιρίου κατά την ψυχρή περίοδο ενώ γενικά έχει εκτιμηθεί σημαντική για κτίρια χωρίς θερμομόνωση στο δώμα, διάφορες εργασίες δείχνουν πολύ μικρή συμβολή του σε ένα καλά μονωμένο κτίριο

(Νιάχου, Σανταμούρης κ.α. 2001) .

Μελετητές από την Σιγκαπούρη (Wong, N., H., κ.α., 2002) έδειξαν ότι μια καλή φυτεία με υψηλό LAI (δείκτη επιφάνειας φύλλων) μειώνει δραστικά έως και μηδενίζει τις θερμικές προσόδους από το δώμα και πως οι μονωτικές ιδιότητες του ταρατσόκηπου αυξάνονται με μεγάλα πάχη εδαφικού υποστρώματος, γεγονός που αυξάνει τα στατικά φορτία στο κτίριο.

6. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ.

6.1. 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 BaceI **RG** & Fytofoam RG22 με πληθώρα τεχνικών χαρακτηριστικών που είναι πολύ ευεργετικά για την ανάπτυξη των φυτών όπως, μεγάλη ικανότητα απορρόφησης νερού(BaceI 80%-Fytofoam 60%)κατά όγκο, διατηρούν μεγάλο ποσοστό αέρα, είναι σταθερά & ελαφριά, αδρανή μη τοξικά & άφλεκτα καθώς και βιοαποικοδομήσιμα σε μια περίοδο 30 χρόνων, έχουν μεγάλη αντοχή στην συμπίεση(1500kg/m²)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. (www.greenroofs.com)



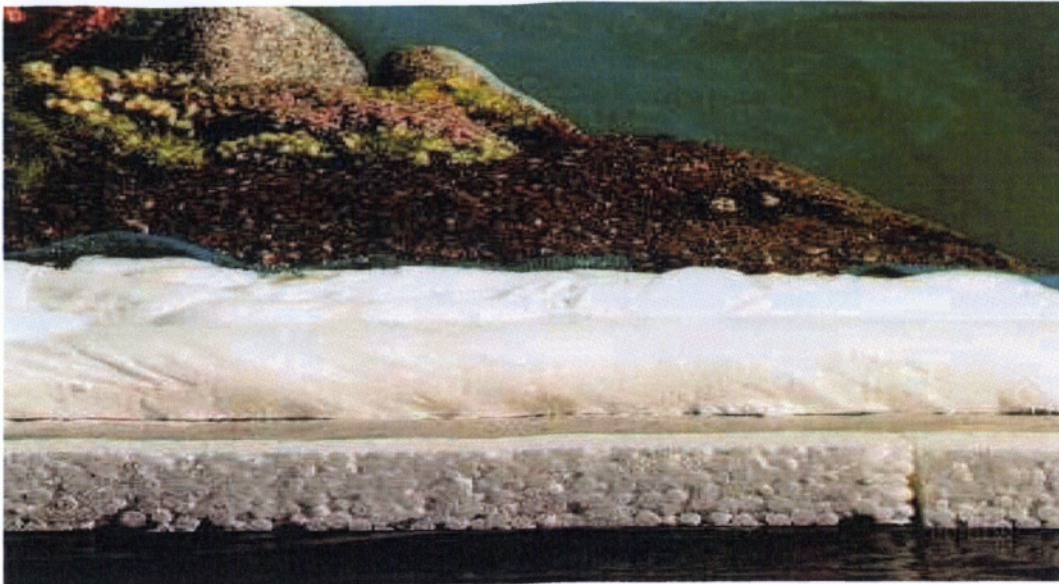
Εικόνα 6 Προφίλ του συστήματος BACEL



Εικόνα 7 Προφίλ του συστήματος BACEL

Το πλήρες σύστημα αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα:

1. Μembrάνη LPDE βελτίωσης της στεγανοποίησης της ταράτσας (εικ.8)
2. Τμήμα απορροής του πλεονάζοντος νερού, αποτελούμενου είτε από φύλλα ειδικής διογκωμένης πολυστερίνης (Fytodrain), είτε από ειδικά φύλλα πολυαιθυλενίου (Fytoport). 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 (εικ.8-9)
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. Δίχτυ αύξησης της σταθερότητας των φυτών, προαιρετικό στην περίπτωση που θα φυτευτούν θάμνοι ή δέντρα
6. Μείγμα 60% αμμώδους εδάφους και 40% υποστρώματος Fytofoam RG 22.



Εικόνα 8. μεμβράνη LPDE βελτίωσης της στεγανοποίησης της ταράτσας

6.2. 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 σπών 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.(www.zinco.com)

6.2.1. 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

- Γεώφασμα

Filter sheet SF

Υλικό	Πολυπροπυλένιο
Βάρος	0.1κιλά/μ ²
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 ² ξηρό 4,5κιλά/μ ² υγρό
Χωρητικότητα	3 λίτρα/μ ²
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 ² κενό 6,2 κιλά/μ ² γεμάτο
Χωρητικότητα	4 λίτρα/μ ²
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 ²
Χωρητικότητα	4λίτρα/μ ²
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 ²
Διαστάσεις ρολού	2μ. x 50μ.
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 ²
Ύψος	7χιλ.
Διαστάσεις ρολού	2μ. x 50μ
Βάρος(ξηρό)	32 κιλά/ρολό
Εγκατάσταση	Τοποθέτηση με αλληλοκάλυψη άκρων πλάτους 10 εκ.

6.3. 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:
 - A) Φίλτρα και στρώμα απορρόφησης του νερού
 - B) Αποθηκευτικός χώρος για το νερό και τα θρεπτικά συστατικά
 - Γ) Προστασία από τον θόρυβο, την ζέστη και το κρύο
 - Δ) Προστασία του υπάρχοντος πατώματος
3. Πλαστική μεμβράνη (αποτρεπτική των ριζών)

Το υπόστρωμα φυτικής βλάστησης, η πλαστική μεμβράνη και η μεμβράνη (Flor Depot), πάνω σε τaráτσες 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%.

Το υπόστρωμα φυτικής βλάστησης 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. (www.greenroofs.com)

Συνοπτική περιγραφή του συστήματος.

Καθαρίζεται επαρκώς η επιφάνεια του χώρου και καλύπτεται με αδιάβροχη μεμβράνη.	
Τοποθετείται ειδικό μονωτικό υπόστρωμα φυτικής βλάστησης	
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 τaráτσα.



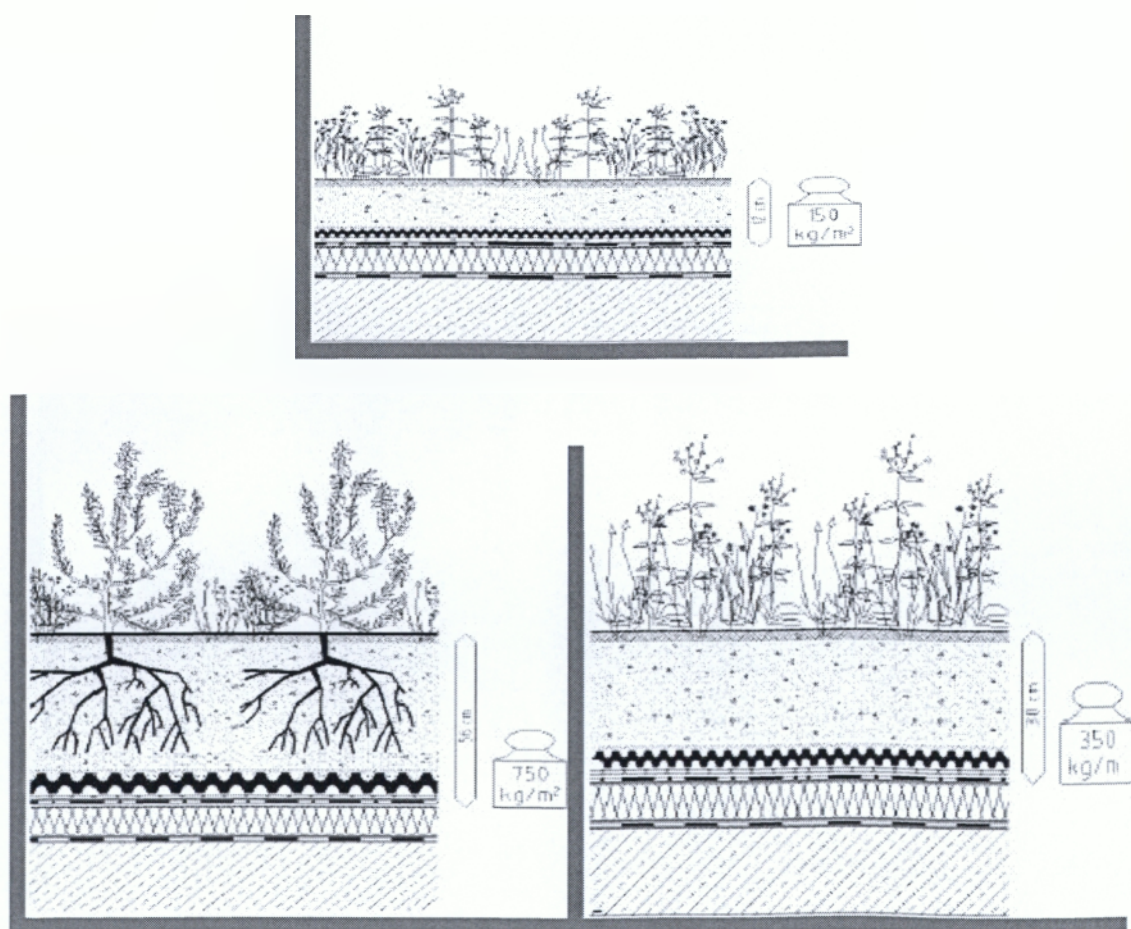
-Εφαρμόζεται

- 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.



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

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 υδρορροών
 - Ειδικές κατασκευές πρέπει να εξυπηρετούν τόσο τις κατασκευαστικές ανάγκες της «πράσινης στέγης» όσο και τις απαιτήσεις ανάπτυξης του φυτικού υλικού. (www.zinco.com)

4.ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΤΟΚΑΛΥΜΜΕΝΩΝ ΔΩΜΑΤΩΝ

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.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 :

ύψος του υποστρώματος έως 10εκατοστα, τότε $\Phi=10-12\text{mm}$

το ύψος του υποστρώματος περισσότερο από 10εκατοστά, τότε $\Phi=$ 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 <0,8mm <12%

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα >0,8mm <6%

Σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες:

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα <0,8mm <8%

Υπόστρωμα με φαινομενική πυκνότητα >0,8mm <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 : $>0,0005\text{cm/s}$ ή $>0,3\text{mm/min}$

Σε εκτατικού τύπου πράσινες στέγες :

$>0,001\text{cm/s}$ ή $>0,6\text{mm/min}$ (πολυεπίπεδη κατασκευή)

$>0,1\text{cm/s}$ ή $>0,6\text{mm/min}$ (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

7. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

7.1. Γενικά

Προκειμένου να αξιολογηθεί η επίδραση του φυτοκαλυμμένου δώματος στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου, κατασκευάστηκε ταρατσόκηπος σε δώμα του ΤΕΙ Καλαμάτας, με αδρανές υπόστρωμα πετροβάμβακα, που χρησιμοποιείται ήδη από πολλά χρόνια σε υδροπονικές καλλιέργειες αλλά και για θερμομονώσεις στα κτίρια.

Το υπόστρωμα επιλέχθηκε για να διερευνηθεί αν αποτελεί την απάντηση στο έλλειμμα θερμικής αντίστασης των φυτοκαλυμμένων δωματίων με μικρά πάχη υποστρωμάτων (εκτατικού τύπου) και για να αποφευχθούν οι περιορισμοί στο ζήτημα των φορτίων που επηρεάζουν την στατική του κτιρίου.

7.2. Μέθοδοι και υλικά.

7.2.1. Το κτίριο του ΑΤΕΙ Καλαμάτας

Το δώμα των γραφείων πάνω στο οποίο κατασκευάστηκε η φυτοκάλυψη, είναι επαρκώς μονωμένο, εκτιμώμενου συντελεστή θερμοπερατότητας $K = 0,55$ Kcal/m².h.C.

7.2.2. Κατασκευή φυτοκαλυμμένου δώματος

Η φυτοκάλυψη που κατασκευάστηκε, είναι ημιεντατικού τύπου και δημιουργεί ένα μόνιμο οικοσύστημα, χαμηλής συντήρησης.

Το σύστημα αποτελείται από πολυεπίπεδη στρωμάτωση υλικών για επαρκή αερισμό και αποστράγγιση του ριζικού συστήματος.

Ως υπόστρωμα χρησιμοποιείται πετροβάμβακας. Η αποστράγγιση του υποστρώματος εξασφαλίζεται με διπλή στρώση αποστραγγιστικών μεμβρανών σε δομή «αυγουλοθήκης». Τα κενά τους πληρώνονται με περλίτη.

Η υδατοστεγανότητα του δώματος διασφαλίζεται με διπλή στρώση ασφαλικών αντιρριζωτικών μεμβρανών.

Η μεμβράνη, είναι επίσης οπλισμένη με πολυεστερικό ύφασμα 200 γραμ./μ². Το μίγμα της αποτελείται από τροποποιημένη άσφαλτο διυλιστηρίου με θερμοπλαστικά (APP)πολυμερή και ειδικό χημικό πρόσθετο (PREVENTOL B2). Η μεμβράνη είναι οπλισμένη με πολυεστερικό ύφασμα 200 gr/m² .

Η άνω επιφάνεια της μεμβράνης καλύπτεται με φιλμ πολυαιθυλενίου το οποίο εξασφαλίζεται ένα σωστό και εύκολο ξετύλιγμα του ρόλου.

Η κάτω επιφάνεια καλύπτεται επίσης από ένα λεπτό φιλμ πολυαιθυλενίου, είναι δε ανάγλυφη σε σχήμα καρτέ ώστε δημιουργηθεί μεγαλύτερη επιφάνεια και να βοηθά στο γρήγορο λιώσιμο του μίγματος κατά την εφαρμογή με φλόγα.

Φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά ασφαλικής μεμβράνης:

Πλαστομερές ασφαλικό μίγμα :

Απόλυτα υδατοστεγανό, αντέχει στις χημικές ουσίες που εγκρίνονται από τις ρίζες, αντοχή σε υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία, καλή αντοχή σε οξέα και βάσεις.

Ως διαχωριστικό στρώσης χρησιμοποιείται πολυεστερικό (non – woven) ύφασμα , 150 gr/m². Έχει πολύ καλή αντοχή στη στατική πίεση, πολύ καλή αντοχή

στον εφελκυσμό και αντίστοιχα μεγάλη επιμήκυνση, αντοχή στη διάτρηση, αντοχή στη σήψη.

Οι διαστάσεις των ρολών είναι 1m πλάτος και 10m μήκος.

Επί του υποστρώματος τοποθετείται έτοιμος χλοοτάπητας (ριζωμένο μόσχευμα).

Η άρδευση και η λίπανση του χλοοτάπητα γίνεται με σταλακτοφόρο σωλήνα, κατάλληλο για υπόγεια τοποθέτηση.

Το βάρος του συστήματος στον κορεσμό είναι <math><100</math> κιλών /

7.2.3. Εξοπλισμός

- Χρησιμοποιήθηκε μονάδα καταγραφής του οίκου DELTA-T Αγγλίας, τύπου GP1, με ακρίβεια μέτρησης 0,01%. Αισθητήρες Θερμοκρασίας. DELTA-T, τύπου ST1, με ακρίβεια μέτρησης: + ή - 0, 2 βαθμούς.

7.2.4 Μέθοδος

Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα σε δύο ίδια και όμορα γραφεία του ΤΕΙ Καλαμάτας. Τα γραφεία είναι ίδιου όγκου και προσανατολισμού με ίδια ανοίγματα και με ένα χρήστη το καθένα. Στο δώμα του ενός κατασκευάστηκε η φυτοκάλυψη (ο ταρτσόκηπος), ενώ το άλλο γραφείο χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας (control).

Μετρήθηκε η θερμοκρασία οροφής (ταβανιού), για διάστημα ενός μηνός , κατά τη θερινή περίοδο. Μετρήσεις λαμβάνονταν κάθε μισή ώρα.

Η θερμοκρασία οροφής εμπλέκεται στον δείκτη θερμικής άνεσης PMV και σχετίζεται με την επίτευξη της θερμικής άνεσης των χρηστών του κτιρίου, η οποία μεταφράζεται σε κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό.

Η περίοδος των μετρήσεων επιλέχθηκε αφενός γιατί το καλοκαίρι λαμβάνει χώρα η κορύφωση των θερμικών προσόδων, αφετέρου γιατί λόγω των θερινών διακοπών τα γραφεία είναι άδεια και δεν επηρεάζεται το θερμικό ισοζύγιο των γραφείων από τους χρήστες.

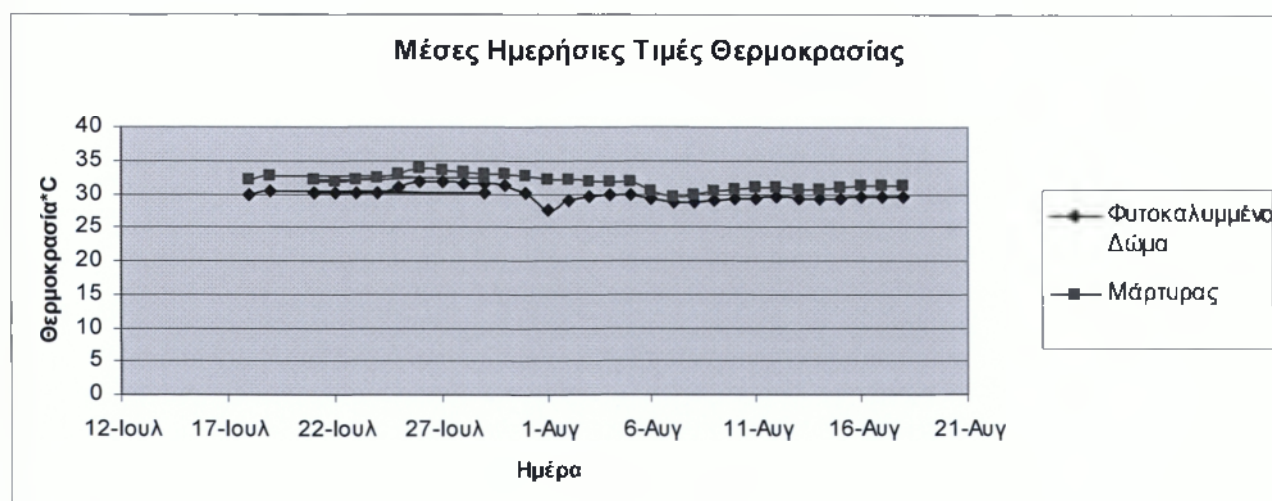
8. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα(No) ως μέσες ημερήσιες τιμές, καθώς και στο διάγραμμα Νο3 και Νο3β, ως μέσες ημερήσιες και μέσες εβδομαδιαίες τιμές.

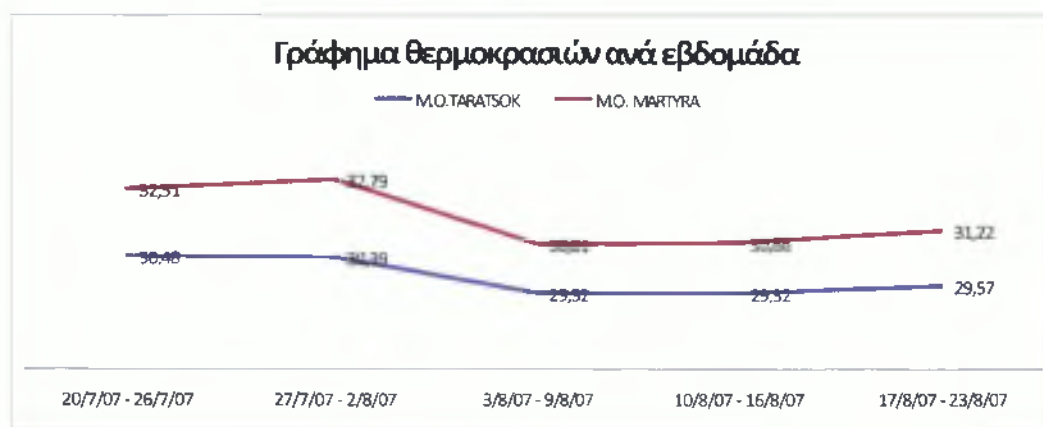
18-Ιουλ	29,95104	32,18333	2,232292
19-Ιουλ	30,49583	32,60625	2,110417
29-Ιουλ	30,08542	32,51042	2,425
21-Ιουλ	30,075	32,10833	2,033333
22-Ιουλ	30,275	31,8375	1,5625
23-Ιουλ	30,03125	32,06458	2,033333
24-Ιουλ	30,17917	32,34167	2,1625
25-Ιουλ	30,96042	33,04583	2,085417
26-Ιουλ	31,73125	33,6875	1,95625
27-Ιουλ	31,76042	33,65417	1,89375
28-Ιουλ	31,45417	33,18125	1,727083
29-Ιουλ	31,6125	33,05833	1,445833
30-Ιουλ	31,27083	32,90625	1,635417
31-Ιουλ	30,06042	32,54375	2,483334
1-Αυγ	27,64167	32,2	4,558333
2-Αυγ	28,96042	32,00625	3,045833
3-Αυγ	29,58542	31,85	2,264583
4-Αυγ	29,82708	31,70833	1,88125
5-Αυγ	29,98333	31,725	1,741667
6-Αυγ	29,39583	30,43542	1,039584
7-Αυγ	28,74167	29,57083	0,829166

8-Αυγ	28,76458	29,97917	1,214583
9-Αυγ	28,93958	30,375	1,435417
10-Αυγ	29,17708	30,75833	1,58125
11-Αυγ	29,43333	31,07083	1,6375
12-Αυγ	29,45417	30,92917	1,475
13-Αυγ	29,2375	30,69375	1,45625
14-Αυγ	29,20208	30,71458	1,5125
15-Αυγ	29,31042	30,86875	1,558334
16-Αυγ	29,4375	31,15	1,7125
17-Αυγ	29,525	31,29375	1,76875
18-Αυγ	29,52083	31,2	1,679167

FTEST 0,588674

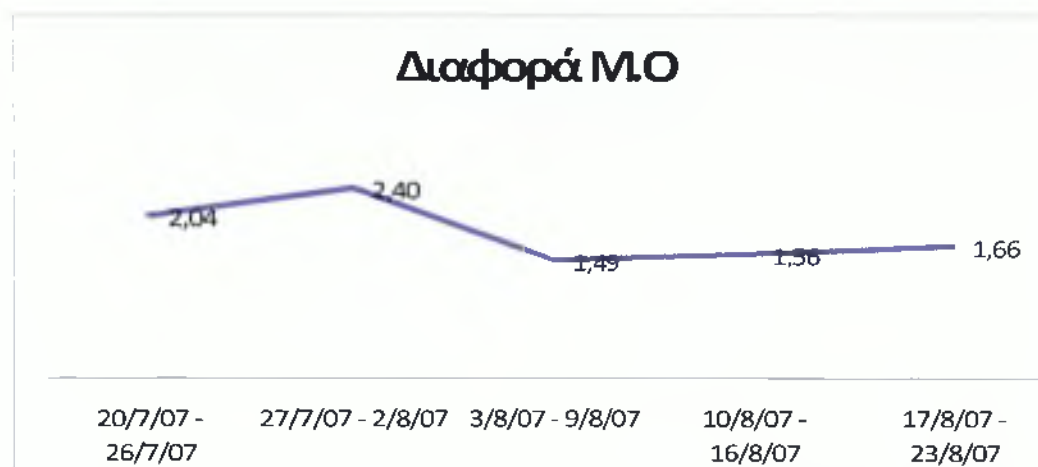


Διάγραμμα 3: Σύγκριση μέσων ημερήσιων τιμών θερμοκρασίας οροφής, φυτοκαλυμμένου δώματος και μάρτυρα



Διάγραμμα 3β: Σύγκριση μέσων τιμών θερμοκρασίας ανά εβδομάδα

Τέλος λάβαμε υπ όψιν μας την διαφορά του μέσου όρου τιμών θερμοκρασίας οροφής του φυτοκαλυμμένου δώματος και του μάρτυρα ,παράχθηκε το παρακάτω διάγραμμα(4).



Διάγραμμα 4 : διαφορά μέσου όρου φυτοκαλυμμένου δώματος και μάρτυρα

Πέραν των εμφανών διαφορών από τα διαγράμματα, για την ακριβή αξιολόγηση των δεδομένων προχωρήσαμε σε στατιστικό έλεγχο. Επειδή έχουμε δύο δείγματα τιμών

χρησιμοποιήσαμε προς τούτο την δοκιμή test, με διαφορετική διακύμανση.

Για την πραγματοποίηση του t-test πρέπει να υπολογίσουμε τα ακόλουθα στατιστικά μέτρα

$$\bar{x}_A = \sum_{i=1}^{n_A} x_i / n_A \quad \bar{x}_B = \sum_{i=1}^{n_B} x_i / n_B$$

$$s_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_A} (\bar{x}_A - x_i)^2}{n_A - 1}} \quad s_B = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_B} (\bar{x}_B - x_i)^2}{n_B - 1}}$$

$$\bar{x}_A = 29,91, \bar{x}_B = 31,73, s_A = 0,98, s_B = 1,08$$

Είναι απαραίτητο να βρούμε την κοινή τυπική απόκλιση των δειγμάτων με τον ακόλουθο τύπο:

$$s_{AB} = \sqrt{\frac{(n_A - 1) s_A^2 + (n_B - 1) s_B^2}{n_A + n_B - 2}}$$

Κάνοντας τους απαραίτητους υπολογισμούς έχουμε $s_{AB} = 1,06$

Πλέον πρέπει να υπολογίσουμε την στατιστική συνάρτηση

$$t_{exp} = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{s_{AB} \sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$$

Έχουμε $t_{exp} = 7,61$

Πρέπει να υπολογίσουμε ακόμα $t_{37+37-2,0,025} = t_{72,0,025} = 1,99$

Επειδή $t_{62,0,025} < t_{\text{exp}}$ απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση. Από τις μετρήσεις προέκυψε στατιστικά λίκαν σημαντική (σε επίπεδα σημαντικότητας 0.1, 0.05 και 0.01 και μηδενική πιθανότητα λάθους τύπου1)διαφορά θερμοκρασίας οροφής, 2 °C. κατά μέσο όρο παρά την καλή μόνωση του δώματος.

Οι στατιστική δοκιμή που πραγματοποιήθηκε παρουσιάζεται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

The screenshot shows a software interface for a Student's t-test. It is titled "Student's t-test: Comparison of two means".

Results for Set A

29.53	31.2
29.52	31.16
29.52	31.9
29.54	30.69
29.32	30.98
29.36	32.15
30.16	33.19
31.27	33.62
31.85	

Results for Set A
N = 37
Mean = 29.908
SD = 0.982

Results for Set B
N = 37
Mean = 31.727
SD = 1.102

t-test REPORT

t-experimental = 7.494365
P(type 1 error) = 0.0

Therefore:
The means ARE different at CL 90%
The means ARE different at CL 95%
The means ARE different at CL 99%

Demo data
 User's data

CALCULATE
CLEAR

Designed by C. E. Efsthathiou, Department of Chemistry, University of Athens, GREECE

Πίνακας 4.: Student's ttest κατά Ευσταθίου. Ε., Πανεπιστήμιο Αθήνας.

9.ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχοντας υπόψη ότι το φυτοκαλυμμένο δώμα είναι ένας συνδυασμός άμεσης και έμμεσης εξάτμισης καθώς μπορεί να ψύχει απευθείας στοιχεία του κελύφους του κτιρίου (δώμα), μετρήθηκε στο ΑΤΕΙ Καλαμάτας, η Θερμοκρασία οροφής (ταβανιού) σε γραφείο υποκείμενο φυτοκαλυμμένου δώματος και σε όμορο γραφείο ίδιων διαστάσεων προσανατολισμού και ανοιγμάτων, χωρίς φυτοκάλυψη, που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας.

Η παράμετρος αυτή επιλέχθηκε γιατί είναι μια άμεση μαρτυρία των ηλιακών θερμικών προσόδων που προσλαμβάνονται από το δώμα και επηρεάζεται πολύ λιγότερο από τις δραστηριότητες των χρηστών των γραφείων, σε σχέση με την εσωτερική θερμοκρασία του αέρα. Αυτό συμβαίνει αφενός λόγω της διαφορετικής θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων της πλάκας του δώματος από αυτήν του αέρα, αλλά και λόγω των διαφορετικών τρόπων ροής θερμότητας που κυρίως επενεργούν σε κάθε περίπτωση. Με αγωγή στην πρώτη και με μεταφορά (συναγωγή) στην δεύτερη. Πάντως έγινε προσπάθεια να απομονωθεί πλήρως η ανθρώπινη δραστηριότητα, γι' αυτό και οι μετρήσεις λήφθηκαν το μήνα των θερινών διακοπών.

Δεδομένου ότι το δώμα σε ένα κτίριο προσλαμβάνει μεγάλο μέρος των θερμικών προσόδων του επηρεάζοντας αποφασιστικά την εσωτερική θερμοκρασία, η θερμοκρασία επιφανείας οροφής, συσχετίζεται με την επίτευξη της θερμικής άνεσης των χρηστών του κτιρίου αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας για κλιματισμό.

Το φυτοκαλυμμένο δώμα, κάτω από τις δεδομένες συνθήκες και παρόλο ότι το δώμα ήταν εκ κατασκευής ικανοποιητικά θερμομονωμένο, εξασφάλισε για όλη την διάρκεια των μετρήσεων, χαμηλότερη θερμοκρασία οροφής κατά 2°C .

Η διαφορά αυτή θα μπορούσε να είναι το 30% ή το 50% στο θερμοκρασιακό άνοιγμα που ενεργοποιεί τον θερμοστάτη (έστω ότι είναι ρυθμισμένος στους 26° C), με αποτέλεσμα ανάλογη μείωση της λειτουργίας του κλιματιστικού και ανάλογη εξοικονόμηση ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλμπάνης Τ.,1996, Ρύπανση και τεχνολογία προστασίας του περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Γεντεκάκης Ι., 1999. "Ατμοσφαιρική ρύπανση". Εκδόσεις: Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Ελληνικό ανοικτό πανεπιστήμιο, 1999. Εισαγωγή στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον, Τόμος Β₂, Πάτρα.

Ευθυμιόπουλος Η.,2005, Κτίριο και περιβάλλον. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Ευμορφοπούλου Α.,1994, Οικολογική παρέμβαση στο δομημένο περιβάλλον με διαμόρφωση κήπων στα δωμάτια των κτιρίων. Τεχνικά Χρονικά : Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ : Περιοχή Α, Τομ.14, Τευχ.3 (Ιουλ.-Σεπτ.1994 : σελ.249-267).

Καραβασίλη-Χονδρού Μαργαρίτα,1999. Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο. Εκδόσεις n-Systems International.

Κουμτζής Θ.,1998. "Χημεία περιβάλλοντος". Εκδόσεις Ζήτα Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών, Θεσσαλονίκη.

Μπαμπίλης Δημήτρης,2004. Αρδευτικά δίκτυα πρασίνου. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.

Πετρόπουλος Νίκος,2000. Σημειώσεις Οροφώκηπου, ΤΕΙ Ηπείρου.

Χατζημπίρος Κίμων, 2001. Οικολογία: Οικοσυστήματα και προστασία του περιβάλλοντος. Εκδόσεις: Συμμετρία.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bernatzky, A., 1974. "Gardens for Stepped Terrace Housing", από *Urban Ecology*, 1.
- Boivin, Marie-Anne Geld vom staat fur gurne dacher.; DZ, December 1992, in *Presentation Abstract 1998, Greenbacks from Green Roofs: Forging A New Industry In Canada*, Workshop Program, Peck & Associates.
- Brownlie S., 1992. Roof Gardens- A review. *Urban Wildlife Now* No 7. Nature Conservancy Council. Cambridge, MA.
- De Lorme, Eleanor, 1996 *Garden Pavilions and the 18th Century French Court*, Antique Collector's Club, Suffolk.
- Donnelly, Marian; *Architecture in the Scandinavian Countries*; The MIT Press,
- English Nature by EcoSchemes, Ltd., c2003. 61 p. (English Nature Research Report No. 498). <http://www.Englishnature.org.uk>
- Eumorfopoulou, E.A. and Aravantinos, D. 1998, The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece. *Energy and Buildings* 27, Vol. 1 (No. 1), pp. 29-36.
- FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau). 1995. Guidelines for the planning, execution and upkeep of green-roof sites Bonn, Germany Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.
- Flower, W.P.; "Mexican Motif: Casa Alvarado"; in *Bulletin of the Pan American*
- Goode, P., 1986. *The Oxford Companion to Gardens*, Oxford University Press, p. 371.
- Gorse, G.L., 1983. Genoese Renaissance Villas: A Typological Introduction in *Journal of Garden History*, Volume 3, No 4, pp.255-289.
- Goode, Patrick; entry for "Mexico" in *The Oxford Companion to Gardens*; Oxford University Press, 1986, p. 371.

Gorse, George L.; "Genoese Renaissance Villas: A Typological Introduction; in *Journal of Garden History*, Volume 3, No. 4, 1983, pp. 255-289.

Grondzik W., Boyer, L., Jonhston, T. 1981. Earth coupled cooling techniques In: *Proceedings of the Sixth National Passive Solar Conference*, Portland, September.

Haefeli, P., Lachal, B., Weber, W., 1998. Experiences with green roofs in Switzerland, in: *Proceedings of the PLEA' 98*, Portugal, pp. 365-368.

Hoffman, David, 1995; *Understanding Frank Lloyd Wright's Architecture*; Dover Publications, New York.

Johnston j., Newton J., 1996. *Building Green. A Guide for Using Plants on Roofs, Walls and Pavements*, The London Ecology Unit, London.

Kostiris G., Androutsopoulos A., 2008, The contribution of a green roof to achieve thermal comfort and energy savings , AgEng08, International Conference, Crete Greece.

Lunde, M., 1981. Efficiency compared: earth covered and thermal roof, *Earth Shelter Digest and Energy Report*, No. 15, pp.26-29.

EPA, Okanagan University College, Canada, Department of Geography, University of Oxford, School of Geography, United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; *Climate Change 1995, The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, UNEP and WMO (World Meteorological Organization, Cambridge University Press, 1996.

Niachou A., Papakonstantinou K., Santamouris M., Tsangrassoulis A., Mihalakakou, 2000. G. Analysis of the Green Roof thermal properties and investigation of its energy performance. Received 7 December 2000.

Osmundson, T. (1999). *Roof Gardens: History, Design and Construction*. Norton and Co., New York.

Papadopoulos, M.A. and Axarli, K.I. 1992, Energy efficient design and passive solar systems. *Building Physics II*, Aristotle University of Thessaloniki.

Peck Steven & and Monica Kuhn. "Design guidelines for green roofs". B.E.S., B. Arch, O.A.A, 2009. Ontario Association of Architects and the Canada Mortgage and Housing Corporation.

Saiz, S., et al, "Comparative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs", 2006, από *Environmental Science & Technology* / Vol.40, No.13. Santamouris M., Papanikolaou N., Livada I., Koronakis I., Georgakis C., Argiriou A. and Assimakopoulos D.N., 2001, On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings, *Solar Energy*, V.70,p.p. 201-216.

Spala A., Bagiorgas H.S., Assimakopoulos M.N., Kalavrouziotis J., Matthopoulos D., Mihalakakou G. *On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece*. Received 2 June 2006; accepted 14 March 2007. Available online 11 May 2007.

Theodosiou G.T., Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. Received 6 November 2002; accepted 3 February 2003.

Titova, N.; "Rooftop Gardens"; in *Science in the USSR*, No. 5, September-October 1990, pp. 20-25. *Union*, No. 71; 1937, pp. 316-324.

ΑΡΘΡΑ ΑΠΟ ΤΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ

www.prasines-steges.gr

www.katsimpris.gr.

www.el.wikipedia.org www.topografoi.com

www.contra.gr

www.zinco.com

www.Greenroofs.com