



τμήμα
μηχανολογία



Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ:

ΜΗΧ
630

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ
ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ»



ΤΩΝ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΣΜΥΡΝΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΜ:33792

ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΥ ΑΚΡΙΒΗ ΑΜ:34500

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΡΩΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	σελ. 1-2
Ευχαριστίες.....	σελ. 3
Εισαγωγή.....	σελ. 4-6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΠΟΛΕΙΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ:	
1.1: Ορισμός πράσινης στέγης.....	σελ.7
1.2: Ιστορική αναδρομή.....	σελ.8-12
1.3: Τα προβλήματα των σύγχρονων πόλεων.....	σελ. 12-14
1.4: Ενέργεια και κτίρια στον ελλαδικό χώρο	σελ.14-27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ & ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ:	
2.1: Κατηγορίες των Φυτοδωμάτων.....	σελ.28-33
2.2: Συστήματα Φύτευσης.....	σελ. 33-34
2.3: Διαστρωμάτωση Πράσινης Στέγης.....	σελ. 34-57
2.4: Δομικά χαρακτηριστικά κτηρίου εγκατάστασης πράσινου δώματος.....	σελ.57-60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ3ο: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΦΕΛΩΝ&ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΩΝ ΜΙΑΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ:	
3.1: Οφέλη.....	σελ.61-74
3.2: Μειονεκτήματα.....	σελ.74-76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ&ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	
4.1: Κόστος κατασκευής	σελ. 77-78
4.2: Χρηματοδοτικά εργαλεία	σελ. 78-79
4.3: Οικονομική απόσβεση.....	σελ. 79-81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ	
5.1: Ευρωπαϊκή και Εθνική Πολιτική για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. σελ.	82-85
5.2: Διαδικασία εκπόνησης μελέτης πράσινης στέγης.....	σελ.86-87

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

6.1: Δημόσια Έργα.....	σελ.88-91
6.2: Ιδιωτικά Έργα.....	σελ. 92-99
6.3: Μελλοντικά Έργα.....	σελ.100-103

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

7.1: Μεθοδολογία.....	σελ.104-106
7.2: Πειραματικές Συνθήκες.....	σελ.106-110
7.3: Αποτελέσματα – Διαγράμματα.....	σελ.110-118

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:σελ.119-121

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.....σελ.122

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.123-127

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της πτυχακής μας εργασίας. Συγκεκριμένα τον επιβλέποντα καθηγητή μας, Κ. Στρωτό Γεώργιο , καθηγητή για την ανάθεση του θέματος ,για τις πληροφορίες που μας παρείχε σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα, την εποπτεία της εργασίας, την καθοδήγησή, την ενθάρρυνση και τον χρόνο που μου προσέφερε για την επιτυχή ολοκλήρωσή της. Επίσης, την Κα Βάνια Βέρα, Μηχανικό Περιβάλλοντος στην Εταιρεία Οικοστέγες και Σύμβουλος του Δημάρχου Πειραιά για την Καθαριότητα και το Περιβάλλον. και τέλος τον Κο Λεωνίδα Χ. Τριαντάφυλλο Γεωπόνο στην εταιρεία GreenRoof για την πολύτιμη βοήθεια τους για την συλλογή, κατανόηση και επεξεργασία των δεδομένων σε κατάλληλα υπολογιστικά προγράμματα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχής ανάπτυξη της βιομηχανίας και οι αυξανόμενοι ρυθμοί εργασίας δημιούργησαν την ανάγκη εισροής όλο και περισσότερου πληθυσμού στα αστικά κέντρα επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό τον αριθμό των αστικών κυρίων, καθώς και της ενεργειακής κατανάλωσης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι άλλοτε αστικές, αλλά βιώσιμες πόλεις να γίνονται ολοένα και πιο δυσλειτουργικές, μονότονες, με άναρχη δόμηση και δίχως τη στοιχειώδη βλάστηση.

Η εικόνα που παρουσιάζουν σήμερα όλες οι μεγαλουπόλεις και πολλές αστικές περιοχές, δεν είναι άλλη από έντονη δόμηση, καταστροφή της φυσικής τοπογραφίας της εκάστοτε περιοχής, καταστροφή του εδαφικού υποστρώματος και κατά συνέπεια και του υδροφόρου ορίζοντα. Από αυτή την αναφορά, δε θα μπορούσε να λείπει η σταδιακή καταστροφή τόσο της χλωρίδας, όσο και της πανίδας, που κάποιες φορές οδηγεί ακόμα και στη εξάλειψή τους.

Η Αθήνα συγκριτικά με τις περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις έχει από τα χαμηλότερα ποσοστά τετραγωνικών μέτρων πρασίνου ανά κάτοικο. Η ελληνική πρωτεύουσα προσφέρει μόλις 2,9 m² πρασίνου ανά κάτοικο, σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές πρωτεύουσες, όπως η Ρώμη με 10 m², Παρίσι με 12,7 m², Βερολίνο με 22 m², Λονδίνο με 27,2 m², αλλά και πόλεις της Αμερικής, όπου σύμφωνα με την Αμερικάνικη κοινότητα αρχιτεκτονικής τοπίου (ASLA, 2009) κυμαίνονται μεταξύ του 10-12 m², με λίγες εξαιρέσεις, όπως το Νέο Μεξικό που προσφέρει μόλις 1,7 m² πρασίνου στους κατοίκους του.

Η ελάχιστη ή μηδαμινή πολλές φορές, βλάστηση δημιουργεί ποικίλα προβλήματα, τόσο στο μικροκλίμα της περιοχής, όσο και στους ζώντες σε αυτήν οργανισμούς. Η δυσχερής λειτουργία του οικοσυστήματος, λόγω της αυξημένης θερμοκρασίας, της ύπαρξης αέριων ρύπων, της ρύπανσης υπόγειων υδάτων που συνεπάγεται η έλλειψη χλωρίδας και πανίδας, συντελεί στη σταδιακή υποβάθμιση του μικροκλίματος και φυσικά της ποιότητας ζωής του ανθρώπου. Τα δάση, τα λιβάδια και οι αγροτικές περιοχές αντικαθιστούνται από αυτοκινητόδρομους και κάρια εντείνοντας την αστικοποίηση και δημιουργώντας πολλαπλά προβλήματα εντός και εκτός των πόλεων.

Στις ανεπτυγμένες χώρες προβλέπεται πως το ποσοστό της αστικοποίησης θα αυξάνεται συνεχώς και έως το 2030 αναμένεται να φτάσει το 83% .

Επιθυμητή εξέλιξη σε αυτή την περίπτωση θα ήταν ο περιορισμός των καρίων και της χρήσης δομικών υλικών και η δημιουργία όλο και περισσότερων χώρων πρασίνου. Αυτό όμως δεν φαίνεται δυνατό στη σημερινή κοινωνία, γι' αυτό υποχρεούμαστε να καταψύγουμε στην αμέσως επόμενη ενδεδειγμένη και πραγματοποιήσιμη λύση, την εγκατάσταση φυτικού υλικού στη δομή, επιφάνεια ή ελεύθερους χώρους των ίδιων των καρίων. Αναλυτικότερα, οι χώροι οι οποίοι μπορούν να επενδυθούν με φυτικό υλικό είναι:

- το εσωτερικό, των καρίων, κτίριο
- οι ελεύθεροι χώροι των καρίων, όπως βεράντες, παράθυρα, ακάλυπτοι χώροι ή κοινόχρηστοι χώροι και παρτέρια, (Clevely and Wooster, 2008).
- η εξωτερική επιφάνεια των καρίων και οι κάθετες επιφάνειες τους, (Dunnett and Kingsbury, 2004).
- μεγάλες οριζόντιες ή επικλινείς επιφάνειες, όπως ταράτσες ή δώματα καρίων, (Dunnett and Kingsbury, 2004).

Η δημιουργία και κατασκευή τέτοιων δωμάτων κατάλληλων να φιλοξενήσουν φυτικό υλικό απαιτεί συγκεκριμένη μεθοδολογία και ιδιαίτερη συνέπεια. Επιπλέον, η τοποθέτηση φυτικού υλικού σε τέτοιες επιφάνειες χρήζει ιδιαίτερης προσοχής ως προς τη διαχείρισή τους και γεννά πολλά ερωτήματα για τον ενδεδειγμένο αυτό τρόπο.

Στον « αιώνα του περιβάλλοντος » όπως έχει χαρακτηριστεί ο 21ος αιώνας, η πρόκληση είναι διπλή. Αφενός η ικανοποίηση των αναγκών του ανθρώπου με όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση ενέργειας και αφετέρου η δημιουργία ενός περιβάλλοντος πιο φιλικού προς τον άνθρωπο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορούν να βρουν εφαρμογή τόσο στο εσωτερικό ενός καριού όσο και στον περιβάλλοντα χώρο. Από τις σωστές παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στο εσωτερικό των καρίων μπορούν να περιοριστούν σημαντικά οι θερμικές απώλειες, μπορεί να γίνει αυτόρκης από μια ενεργειακή άποψη το κτίριο και να εξασφαλιστεί θέρμανση, επαρκής αερισμός, φωτισμός και σκίαση του κτιρίου. Παράλληλα, με το σωστό σχεδιασμό του υπαίθριου

χώρου μπορεί να επιτευχθεί ένα ελκυστικό, άνετο και καθαρό περιβάλλον. Η σωστή επιλογή και η χωροθέτηση του φυτικού υλικού παίζει τεράστια σημασία καθώς πέρα από την έκλυση οξυγόνου και την απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα, προσφέρει σκιασμό, επιτρέπει τον ηλιασμό το χειμώνα, το δροσισμό το καλοκαίρι, περιορίζει το θόρυβο, τη ρύπανση και παρέχει ανεμοπροστασία. Αυτά λοιπόν είναι μόνο μερικά από τα ευεργετικά αποτελέσματα της εφαρμογής του βιοκλιματικού σχεδιασμού και σε συνδυασμό με το ελάχιστο κόστος του και τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα μας αποσκοπούν στη δημιουργία ενός καθαρότερου και πιο ελκυστικού περιβάλλοντος με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΠΟΛΕΙΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

1.1: ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Ως φυτοδώμα ή πράσινη στέγη (greenroof) ορίζεται μια επίπεδη ή επικλινής επιφάνεια, όπου πραγματοποιούνται παρεμβάσεις σύμφωνα με τις αρχές της επιστήμης και της τεχνικής, για την εγκατάσταση βλάστησης χωρίς αυτή να έχει επαφή με το φυσικό έδαφος.

Σύμφωνα με την Burgess φυτοδώμα είναι μια φυτεμένη περιοχή της οποίας το υπόστρωμα απομονώνεται από το φυσικό έδαφος, από κάποιον άνθρωπο παράγοντα που δημιούργησε έναν ή περισσότερους ορόφους.

Στη διεθνή βιβλιογραφία για τις πράσινες στέγες χρησιμοποιούνται κυρίως οι όροι green roof ή rooftop garden. Υπάρχουν όμως και κάποιοι ακόμα, με μικρές εννοιολογικές διαφορές.

Οι Wark και Wark αναφέρουν πως η χρήση του όρου roofscape περιγράφει το τοπίο της στέγης ή τη συνολική εικόνα της οροφής. Ο όρος οικολογικό δώμα (eco-roof) αναφέρεται συνήθως σε πράσινες στέγες οι οποίες περιλαμβάνουν φυτά που διατηρούν το πράσινο χρώμα τους όλη τη διάρκεια του έτους.

Ένας ακόμα όρος είναι το modular system (Εικ. 1.), στο οποίο το φυτικό υλικό βρίσκεται εγκατεστημένο σε ειδικά κατασκευασμένους χώρους που καλύπτουν μεγάλο ποσοστό, αλλά όχι απαραίτητα ολόκληρη την επιφάνεια της οροφής, σε αντίθεση με το non-modular system στο οποίο το φυτικό υλικό εγκαθίσταται σε συνεχή μορφή και καταλαμβάνει όλο το χώρο της στέγης.



Εικόνα 1: Φυτεμένο δώμα με modular system, πηγή: Αρχείο greenroofs

1.2: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Σύμφωνα με ιστορικές πηγές η ιδέα των φυτοδωμάτων δεν είναι καθόλου πρόσφατη. Μέσα στο πέρασμα των αιώνων πολλοί διαφορετικοί λαοί και κουλτούρες κατασκεύασαν κάποιο είδος πράσινων στεγών, ανάλογα με την τοπογραφία και τα μέσα που διέθεταν. Η πρώτη ιστορική αναφορά για την ύπαρξη φυτικού υλικού σε δομημένο μέρος πάνω από το έδαφος μιλάει για τα ζιγκουράτ (ziggurats), που ήταν συμπαγείς, κατασκευασμένοι από πέτρα ναοί σε μορφή πυραμίδας και έχουν τις ρίζες τους στην αρχαία Μεσοποταμία. Αναφέρεται ότι τα ζιγκουράτ (ziggurats) κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά το 4000 Π.Χ. και διατηρήθηκαν μέχρι το 600 Π.Χ. Αρχαιολογικές έρευνες εικάζουν πως η ύπαρξη φυτεμένων δέντρων και θάμνων σε αυτές τις προσβάσιμες ταράτσες αποτελούσαν χώρους ξεκούρασης για όσους ανέβαιναν την πυραμίδα.

Από τις πιο γνωστές μορφές εγκατεστημένου φυτικού υλικού στη δομή ενός κτιρίου είναι οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας που χρονολογούνται από το 500 Π.Χ. έως το 90 Π.Χ.. Οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας κατασκευάστηκαν από τον Ναβουχοδονόσορ (Nebuchadnezzar II) θέλοντας να επιτύχει μια απεικόνιση ενός βουνού.



Εικόνα 2: Ζιγκουράτ, πηγή: <http://www.monumenta.org>

Ο έλληνας ιστορικός Διόδωρος ο Σικελιώτης κατέγραψε αναλυτικά τους κρεμαστούς κήπους και ανέφερε σαφώς πως ήταν κατασκευασμένοι τμηματικά, σε ταράτσες πάνω από υπόγειους θαλάμους.



Εικόνα 3: Οι Κρημαστοί Κήποι, όπως τους φανταζόμαστε από τις περιγραφές αρχαίων ελλήνων και ρωμαίων συγγραφέων, πηγή: www.wikipedia.org

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα οι άνθρωποι ακολούθησαν τις ίδιες πρακτικές δόμησης. Τα δείγματα κελαικής αρχιτεκτονικής, που βλέπουμε στα Χάιλαντς της Σκωτίας, την Ουαλία και την Ιρλανδία, μας δίνουν μια καλή εικόνα για τη χρήση του φυτεμένου δώματος μέχρι και μετά την Αναγέννηση.

Ένα από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα της χρήσης φυτικών υλικών στις στέγες κατά τη διάρκεια της Ελισαβετιανής εποχής είναι οι κατοικίες του Σέξπυρ και της συζύγου του, Αν Χάθαγουεϊ, στο Στάτφορντ. Και τα δύο κτήρια, που χρονολογούνται από τα μέσα του 1.500 μ.Χ. και βρίσκονται σε άψογη κατάσταση, είναι επισκέψιμα προσφέροντάς μας μια καθαρή εικόνα της αρχιτεκτονικής της εκείνης της περιόδου.



Εικόνα 4 : Η κατοικία του Σέξπυρ και της συζύγου του, Αν Χάθαγουεϊ, στο Στάτφορντ, πηγή: www.buildnet.gr

Στις ευρωπαϊκές πόλεις, όπως η Γαλλία του 13^{ου} αιώνα φυτικό υλικό εγκαθιστούνταν πάνω σε μοναστήρια Βενεδικτίνων, ενώ την ίδια περίοδο δημιουργήθηκαν φυτόδωματα σε Ιταλικές πόλεις όπως Pienza, Lucca, Careggi.

Κατά τη διάρκεια της Αναγέννησης τα φυτοδώματα ήταν προνόμιο των πλουσίων αν και οι Βενεδικτινοί μοναχοί είχαν καταφέρει να τα εντάξουν στα κτίσματα τους. Αναφορές για πράσινες στέγες υπάρχουν ακόμα και σε λαούς της Αμερικής, όπως οι Αζτέκοι, για τα οποία δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες, καθώς η πρωτεύουσα καταστράφηκε μετά την είσοδο των Ισπανών.

Οι ευρωπαϊκές πόλεις ανέπτυξαν την τεχνική των φυτεμένων δωμάτων γύρω στο 1600, όπου γερμανοί και ρώσοι ασχολούνται περιστασιακά με τη δημιουργία και την κατασκευή των ιδιαίτερων αυτών κήπων. Επίσης, σκανδιναβικοί λαοί δημιουργούσαν τέτοιου είδους πράσινες στέγες σε παραδοσιακά κτίσματα, ενώ ο νορβηγικός λαός σχεδίαζε και κατασκεύαζε τους τύπους αυτούς των κήπων πάνω σε στέγες για να προστατεύει τα κάρια από ανίξοες καιρικές συνθήκες, όπως θερμοκρασίες και χρησιμοποιούσε το φυτικό υλικό για τη σταθεροποίησή τους. Πρόσφατα, μόλις τον περασμένο αιώνα, οι πράσινες στέγες έγιναν ιδιαίτερα δημοφιλείς στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, καθώς χρησιμοποιούνταν τους καλοκαιρινούς μήνες σε χώροι διασκέδασης και αναψυχής. Πέντε συνολικά ταρατσόκηποι κατασκευάστηκαν μεταξύ του 1933 και του 1936, με απώτερο στόχο να παρέχουν τη θέα της Νέας Υόρκης επί πληρωμή. Την ίδια εποχή, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1930 η Μεγάλη Βρετανία εκμεταλλευόταν τις φυτεμένες στέγες για να καλύπτει οχυρά και αποθήκες του στρατού.

Η Γερμανία αναγνωρίζεται παγκοσμίως ως η ηγετική δύναμη στην τεχνολογία των φυτεμένων δωμάτων, τόσο από θεωρητική, όσο και από πρακτική και τεχνική άποψη. Γύρω στο 1880 η βιομηχανία της χώρας αναπτυσσόταν ραγδαία με αποτέλεσμα τη συνεχή αστικοποίηση. Η ανάγκη για την προστασία από πυρκαγιές οδήγησε στην τοποθέτηση άμμου στις στέγες στις οποίες αρχικά φύτεψαν σπόροι (Getter and Rowe, 2006). Η τάση της κατασκευής τέτοιου είδους πράσινων στεγών έγινε έντονη στη Γερμανία του 1960 και έως το 1980 είχαν γίνει πολλές μελέτες για τα οικολογικά και περιβαλλοντικά οφέλη των φυτοδωμάτων, αλλά και των κατάλληλων υλικών για την ορθή και χωρίς προβλήματα εγκατάστασή τους. Οι γερμανοί πολεοδόμοι αντιμετώπισαν την πρόκληση με την εγκαθίδρυση της Εταιρείας Έρευνας, Ανάπτυξης και Κατασκευής Γερμανικών Τοπίων το 1975 (German Landscape Research, Development and Construction Society - FLL).

Η FLL είναι ένας ανεξάρτητος μη-κερδοσκοπικός οργανισμός. Ιδρύθηκε από οκτώ επαγγελματικές ενώσεις για "την βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσω της προώθησης και της διάδοσης της έρευνας πάνω στα φυτά και της μεθοδευμένης εφαρμογής της". Η FLL είναι μόνο μία από τις σαράντα επιτροπές που έχουν δημοσιεύσει μια εκτεταμένη λίστα οδηγιών και συμβουλών κατασκευής. Η συγκεκριμένη εταιρεία εργάζεται πάνω στις προδιαγραφές της τεχνολογίας των πράσινων στεγών για 25 χρόνια. Οι "Οδηγίες για τον Σχεδιασμό, την Εκτέλεση και τη Συντήρηση των Κτηρίων με Πράσινες Στέγες", που εξέδωσαν (γνωστών και ως FLL guidelines) αντανακλά τις τελευταίες εξελίξεις στην αναγνωρισμένη ως κορυφαία, γερμανική τεχνολογία. Παρότι, οι Οδηγίες δεν προσφέρουν λύσεις σε όλα τα προβλήματα των φυτεμένων δωμάτων, είναι ένα βασικό εργαλείο για την κατασκευή αξιόπιστων πράσινων στεγών υψηλής ποιότητας.

Άμεσο αποτέλεσμα της δημιουργία της FLL ήταν η ανάπτυξη της δημοτικότητας των πράσινων στεγών στη Γερμανία. Μέχρι σαγμής, εκαμάται ότι το 10% των γερμανικών στεγών (35.000.000 τ.μ.) έχουν πρασινίσει. Στη Γερμανία η φύτευση δωμάτων χρησιμοποιείται κυρίως ως μέθοδος για την αναμετώπιση της υπερχειλίσης των όμβριων υδάτων, γι' αυτό και έχουν εφαρμοστεί νόμοι που προσφέρουν κίνητρα, αλλά και ποινές για να ενθαρρύνουν την φύτευση των στεγών σε μεγάλη κλίμακα.

Σήμερα υπολογίζεται πως το 10% έως το 14% των στεγών στη Γερμανία είναι πράσινες και σύμφωνα με το ετήσιο βιβλίο πράσινων στεγών του 2002 έχουν καταγραφεί πάνω από 1200 κατασκευαστικές εταιρίες με αντικείμενο τις πράσινες στέγες.

Για την Ελλάδα δεν υπάρχουν επίσημες αναφορές για την έναρξη και την πορεία των φυτεμένων δωμάτων, ωστόσο τα τελευταία χρόνια είναι εμφανής η προσπάθεια για την ένταξή τους στη φιλοσοφία και το σκεπτικό των πολιτών. Οι Dunnett και Kingsbury (2004) αναφέρουν πως στη νότια Ευρώπη (Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία και Πορτογαλία) υπάρχει σαφώς μικρότερη ανάπτυξη των πράσινων δωμάτων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στις διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες και την ύπαρξη του θερμού και ξηρού καλοκαιριού που καθιστά την γερμανική κατασκευή φυτοδωμάτων όχι τόσο επιτυχή. Η χώρα μας λόγω της έντονης ηλιοφάνειας, η οποία πολλές φορές μπορεί να αποβεί καταστρεπτική για το σκυρόδεμα, μπορεί να έχει πολλά οφέλη από

την ανάπτυξη και την καθιέρωση των πράσινων στεγών. Επιπλέον, λόγω της πυκνής δόμησης των αστικών κέντρων και των μεγαλουπόλεων, οι ιδιαίτεροι αυτοί κήποι θα συμβάλουν θετικά στο περιβάλλον και την ισορροπία του οικοσυστήματος.

Οι μελέτες για τα φυτοδώματα είναι συνεχείς, καθώς τα δημόσια οφέλη είναι πολύ μεγάλα. Η ορθή εγκατάσταση, αλλά και διαχείρισή τους συμβάλλει όχι μόνο στην αποφυγή προβλημάτων, αλλά και στη καθιέρωση και περαιτέρω εξάπλωσή τους.

1.3: ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Το πρόβλημα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας των πόλεων, συνίσταται στην εκπομπή ρύπων όπως CO₂, NO_x, SO, μικροσωματιδίων, καθώς και NO₂ και O₃, που προέρχονται από τις εκπομπές των οχημάτων, τη θέρμανση και τον κλιματισμό των καρίων, την παραγωγική διαδικασία των βιομηχανιών και των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι παραπάνω ρύποι και τα μικροσωματίδια, συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη δημιουργία του φωτοχημικού νέφους και της όξινης βροχής και στο φαινόμενο της αθαλομίχλης με σοβαρές συνέπειες, εκτός από το περιβάλλον και στην υγεία των κατοίκων.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η θερμοκρασία στις αστικές περιοχές, είναι αρκετούς βαθμούς υψηλότερη, από ότι στις περιφερειακές τους περιοχές. Αυτό συμβαίνει, λόγω του ότι οι σκληρότερες επιφάνειες (τσιμέντο, πλάκες, μάρμαρα, κλπ.), απορροφούν τη ζέστη πιο γρήγορα από ότι το υγρό έδαφος και την αντανακλούν σε άλλες επιφάνειες, θερμαίνοντας το τοπικό μικροκλίμα.

Επιπλέον, ο όγκος των καρίων μιας πόλης, πολλαπλασιάζει την επιφάνειά της ανά επιφάνεια γης. Αυτό συμβάλλει στην αποθήκευση περισσότερης θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, η εκπομπή της οποίας κατά τη νύχτα καθιστά αδύνατη τη δρόσο. Η επίπτωση του φαινομένου αυτού στα κύρια, είναι εντονότερη όσο αυξάνεται το ύψος τους και αν η κατεύθυνσή τους είναι δυτική. Τα κύρια, τέλος,

εμποδίζουν και τη διέλευση του αέρα ως μέσου καθαρισμού της ατμόσφαιρας των πόλεων.

Η απουσία βλάστησης στις πόλεις, συμβάλει στην ένταση του φαινομένου μέσω της έλλειψης υγρασίας, που θα βοηθούσε στην εξάτμιση της θερμοκρασίας, αφού όλο το νερό της βροχής καταλήγει στο αποχετευτικό σύστημα. Η αύξηση της έκτασης των χώρων πρασίνου, θα μπορούσε να μειώσει το φαινόμενο. Μετρήσεις έχουν δείξει ότι, σε πάρκα πλάτους 50-100μ., η θερμοκρασία πέφτει ως και 3,5°C .

ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΝΕΡΟΥ

Οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν εντονότερα φαινόμενα απορροής του νερού της βροχής από τις φυσικές περιοχές, λόγω μεγαλύτερου ποσοστού μη απορροφητικών επιφανειών, κάτι που έχει αναχθεί πλέον σε περιβαλλοντική ανησυχία. Η απουσία ικανότητας συγκράτησης των μεγάλων ποσοτήτων νερού, μετά από καταιγίδες, από τις επιφάνειες των αστικών περιοχών, οδηγεί σε φαινόμενα πλημμυρών των δικτύων αποχέτευσης και σε ρύπανση των υδατορεμάτων. Ο λόγος είναι ότι, το νερό της βροχής που περνάει από τα αστικά περιβάλλοντα μεταφέρει πλήθος επιβλαβών στοιχείων, όπως υπολείμματα εντομοκτόνων, βαρέα μέταλλα, κλπ., που μπορεί να καταλήγουν σε λίμνες και ποτάμια.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η μεγάλη αύξηση του πληθυσμού της γης και η ανύστοιχη επέκταση των αστικών κέντρων, έχει οδηγήσει σε υπερβολική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, ως αποτέλεσμα των διαρκώς αυξανόμενων καταναλωτικών αναγκών και των ανύστοιχων αναγκών για ενέργεια, που προκύπτουν σε όλους τους τομείς (Βιομηχανία, Εμπόριο, Οικιακός - Κυριακός τομέας, κλπ.). Ειδικά στην Ελλάδα, ο οικιακός τομέας καλύπτει το 30% περίπου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο και ως εκ τούτου, είναι υπεύθυνος για το 40% της συνολικής παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα.

ΥΓΕΙΑ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΩΝ

Η έλλειψη επαρκούς οξυγόνου στις πόλεις είναι αιτία πολλών ασθενειών και μειωμένης ικανότητας εργασίας των κατοίκων. Επιπλέον, τα χρώματα που επικρατούν στα αστικά περιβάλλοντα (κόκκινα, κίτρινα και γκρι), αυξάνουν τα

επίπεδα του άγχους και της κόπωσης. Αντίθετα, χρώματα που βοηθούν στην καλή ψυχολογία των ανθρώπων, όπως μπλε και πράσινο, γίνονται όλο και πιο σπάνια.

1.4: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΑ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον και αντίστροφα με πολλούς τρόπους κατά τη διάρκεια της κατασκευής, λειτουργίας και κατεδάφισης τους. Έτσι, για να μπορεί να γίνει σωστά ο σχεδιασμός των κτιρίων θα πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση της αλληλεπίδρασης αυτής. Για παράδειγμα, τα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων της Ελλάδας επηρεάζουν το περιβάλλον προκαλώντας αρκετά προβλήματα όπως τη μεταβολή στην ισορροπία των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας, το νερό του εδάφους και του υπεδάφους λόγω των χημικών εκπομπών που προέρχονται από τα αστικά λήμματα και τα σκουπίδια. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες ελληνικές πόλεις. Επιπλέον, η διατάραξη στους γεωβιολογικούς κύκλους του νερού, του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα τις ασταθείς κλιματικές αλλαγές σε ολόκληρες περιοχές. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών και καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση

με 0.7%. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Ένα ακόμα πρόβλημα είναι η άναρχη οικοδόμηση, η οποία έχει υποβαθμίσει τόσο το αστικό όσο και το αγροτικό περιβάλλον προκαλώντας πυρκαγιές, εξάφaniση της τοπικής χλωρίδας και πανίδας.

Τέλος, η χρήση ραδιενεργών και μη οικολογικών δομικών υλικών έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων στην υγεία των ενοίκων και στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κάτω που οφείλεται στην εισπονή τοξικών αερίων.

Όλα αυτά προβλημάτισαν τους αρχιτέκτονες στην εύρεση ενός νέου τρόπου οικοδόμησης των κατοικιών που να είναι περισσότερο υγιής και φιλικός προς το περιβάλλον. Το αποτέλεσμα ήταν η η στροφή προς τη Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, το οποίο μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή μείωση της περιβαλλοντικής κρίσης και στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον όρο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτιρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα. Το μικροκλίμα, το μεσοκλίμα και το μακροκλίμα καθορίζουν το φωτισμό, τον αερισμό, το σχεδιασμό και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων. Συγκεκριμένα, το μακροκλίμα είναι μορφοποιημένο από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Το μεσοκλίμα χαρακτηρίζεται από την επίδραση της τοπογραφίας της περιοχής, της βλάστησης και της φύσης της

περιοχής. Τέλος, το μικροκλίμα είναι δημιούργημα της ανθρώπινης επέμβασης, η οποία αλλάζει άμεσα το δομημένο περιβάλλον.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στοχεύει στην εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να εξοικονομηθεί η συμβατική ενέργεια. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έως 60 %. Παράλληλα, συμβάλλει στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών CO₂ καθώς και άλλων αερίων, των οποίων η ύπαρξη επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων καθώς επίσης στην ευρεία χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτά τα υλικά καθορίζουν ως ένα μεγάλο βαθμό τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά των κτιρίων ενώ η διάρκεια ζωής τους έχει σημαντικές συνέπειες προς το περιβάλλον. Έχει παρατηρηθεί ότι τα παραδοσιακά οικολογικά υλικά της προβιομηχανικής περιόδου είναι αξιόπιστα, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, δεν είναι επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον και επίσης επιτρέπουν την εξοικονόμηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Συγκεκριμένα, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων όπως ο προσανατολισμός, η κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους αλλά και η ορθή επιλογή των υλικών.

Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι περιορισμένη. Με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν, τα κτίρια μπορούν να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί ο θόρυβος. Όλα τα παραπάνω συνδέονται με το Βιοκλιματικό Σχεδιασμό και συμβάλλουν στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να αποτελούν απειλή για τις επόμενες γενιές.

Η βλάστηση αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς συμβάλλει στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος των ανοιχτών χώρων. Στόχος από τη χρήση της βλάστησης είναι η αποφυγή της

υπερθέρμανσης με την εξασφάλιση φυσικής ροής του αέρα και η συμβολή της στη σκίαση και στην ψύξη. Η ύπαρξη βλάστησης, εφόσον έχει τοποθετηθεί στα σωστά σημεία επιτυγχάνει την διακράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων, προστατεύοντας από τους επικίνδυνους ρύπους. Επίσης επιτυγχάνεται καλύτερη απορροή και προστασία του εδάφους από τη διάβρωση λόγω της ικανότητάς των φυτών να κατακρατούν το βρόχινο νερό. Η ύπαρξη βλάστησης συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της ικανότητας ελέγχου της θερμοκρασίας, παρέχοντας ηλιοπροστασία το καλοκαίρι και ανεμοπροστασία το χειμώνα.

Η βλάστηση συχνά χρησιμοποιείται στην κάλυψη των στεγών δημιουργώντας χώρους αναψυχής ή μικρούς βιότοπους. Τα οφέλη από την ύπαρξη φυτεμένου δώματος είναι η αύξηση της παραγωγής οξυγόνου, η ύπαρξη ευνοϊκού μικροκλίματος, η αισθητική αναβάθμιση των κυρίων, η μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας, η παροχή ηχομόνωσης, θερμομόνωσης και υγρομόνωσης καθώς και η μείωση των αναγκών σε βοηθητική ψύξη και θέρμανση.

Όσον αφορά στα μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, αυτά υπάρχουν μόνο στην περίπτωση που δεν έχει πραγματοποιηθεί προσεκτική μελέτη και εφαρμογή των αρχών της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Έτσι, για να επιτευχθεί επιτυχής απόδοση της βιοκλιματικής δόμησης, θα πρέπει να υπάρχει σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών, ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή, σωστή χρήση και λειτουργία του κυρίου και των συστημάτων του αλλά και επαρκής συντήρηση της κατοικίας.

Τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα συμμετέχει ολοένα και πιο ενεργά στην προσπάθεια που εξελίσσεται διεθνώς για εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, ο κεντρικός τομέας, που αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς κάθε χώρας, έχει το δυναμικό σημαντικής μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας με την εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων και τεχνολογιών.

Ο κεντρικός τομέας, σύμφωνα με το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας, ευθύνεται περίπου για το 60% της συνολικής κατανάλωσης τελικής ενέργειας. Επίσης, η ενεργειακή κατανάλωση των κυρίων αναλογεί, κατά μέση τιμή, στο 40% της

Ευρωπαϊκής ενεργειακής κατανάλωσης, αφού σε ορισμένες χώρες κυμαίνεται στο 20% (Πορτογαλία), και σε κάποιες άλλες φτάνει το 45% (Ιρλανδία).

Δεδομένου ότι η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα αποτελεί το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, είναι προφανές ότι τα κτίρια ανήκουν στους πιο ρυπογόνους συντελεστές της πόλης. Οι δείκτες διοξειδίου του άνθρακα οφείλουν τα υψηλά ποσοστά τους στη μεγάλη συνεισφορά του κυριακού αποθέματος.

Από τους διάφορους τύπους κτιρίων της Αθήνας, τη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση έχουν:

- τα παλιά κτίρια, δεδομένου ότι ο κυριακός πυρήνας της πόλης έχει ηλικία 40 ετών,
- τα γυάλινα κτίρια που σε θέματα κλιματισμού απαιτούν 2 έως 3 φορές περισσότερη ενέργεια από τα συμβατικά κτίρια και
- τα κτίρια που οικοδομήθηκαν μέχρι το 1980, πριν από την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης.

Τα σημαντικότερα στοιχεία σε ένα κτίριο, που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, είναι η απουσία μόνωσης στο κέλυφος και την οροφή, η κακή ποιότητα κουφωμάτων και τζαμιών, η μη αεροστεγανότητα, η κακή συντήρηση του λέβητα και η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου. Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ), το 2001 καταγράφηκαν 4 εκατομμύρια κτίρια, από τα οποία το 10% εκτιμάται ότι διαθέτει πλήρη μόνωση, το 20% ελλιπή και το 70% δε διαθέτει καθόλου μόνωση. Συγκριτικά με την Ευρώπη:

- Οι ελληνικές κατοικίες παρουσιάζουν την μεγαλύτερη σχετική κατανάλωση, σχεδόν 30% μεγαλύτερη από της Ισπανίας και περίπου διπλάσια από της Πορτογαλίας.

- Οι κατοικίες στην Ελλάδα παράγουν περίπου 12-13 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο το χρόνο. Η Αυστρία παράγει 9 ενώ η Νορβηγία και η Γερμανία 11. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από όλες τις άλλες μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία: 8 τόνους, Ιταλία & Ισπανία: 9 τόνους).

- Όσον αφορά στα γραφεία, το θερμικό φορτίο των κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα(κιλοβατώρες/τ.μ.) είναι το υψηλότερο ανάμεσα σε δέκα Ευρωπαϊκές χώρες.

- Στα ελληνικά νοσοκομεία, η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κυμαίνεται από 81-420 κιλοβατώρες/τ.μ./έτος. Το αντίστοιχο εύρος στην Δανία είναι 110-210 και στη Φινλανδία 100-300. Η Ελλάδα εμφανίζει παρόμοιες τιμές με την Τσεχία. Καταναλώνουμε δηλαδή, περισσότερη ενέργεια από πολύ πιο ψυχρές χώρες, που έχουν πολύ μεγαλύτερες ανάγκες για θέρμανση, όπως η Γερμανία, η Δανία, η Σουηδία και η Αυστρία. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Μtoe [Million Tonnes of Oil Equivalent] ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, που ισοδυναμεί σε 116 Μtoe, το πετρέλαιο (99 Μtoe), τον ηλεκτρισμό (91 Μtoe), και τα στερεά καύσιμα με 11 Μtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή, το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Μtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων καυσίμων και πηγών είναι: 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι

ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με ποσοστό 0,7%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4,6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0,55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της ανύστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Η αυξητική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα παρατηρείται στα παρακάτω γραφήματα, στα οποία απεικονίζεται το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας, όπως διαμορφώνεται τις τελευταίες δεκαετίες. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Υπουργείου Ανάπτυξης και του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), από το 1980 μέχρι σήμερα, η ενεργειακή κατανάλωση στον τομέα της βιομηχανίας μειώθηκε κατά πολύ, ενώ το ποσοστό της κατανάλωσης στον κυριακό τομέα έχει διπλασιαστεί και αποτελεί πλέον το μεγαλύτερο ποσοστό.

Όσον αφορά στις εκπομπές CO₂, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τον Ελληνικό ενεργειακό τομέα αυξάνουν από 80,8 Mt το 1990 σε 116,9 Mt το 2010 και σε 133,3 Mt το 2020 με μέσο ετήσιο ρυθμό της τάξης του 1,7% .

Ο τριτογενής και ο τομέας των μεταφορών παρουσιάζουν τους υψηλότερους ρυθμούς αύξησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά, φαίνεται ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προέρχονται από τους τομείς της βιομηχανίας και της γεωργίας αυξάνουν ελάχιστα, κυρίως λόγω της μέτριας ανάπτυξης αυτών των τομέων. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου δεν αυξάνουν με το ρυθμό της οικονομικής ανάπτυξης, λόγω της βελτίωσης της ενεργειακής έντασης.

Η τάση που περιγράφεται παραπάνω για τον ενεργειακό τομέα στην Ελλάδα επιβεβαιώνεται και από πολλά ενεργειακά μοντέλα. Συγκεκριμένα το μοντέλο PRIMES το οποίο παρέχει εκτιμήσεις εξέλιξης των εκπομπών CO₂ από τον

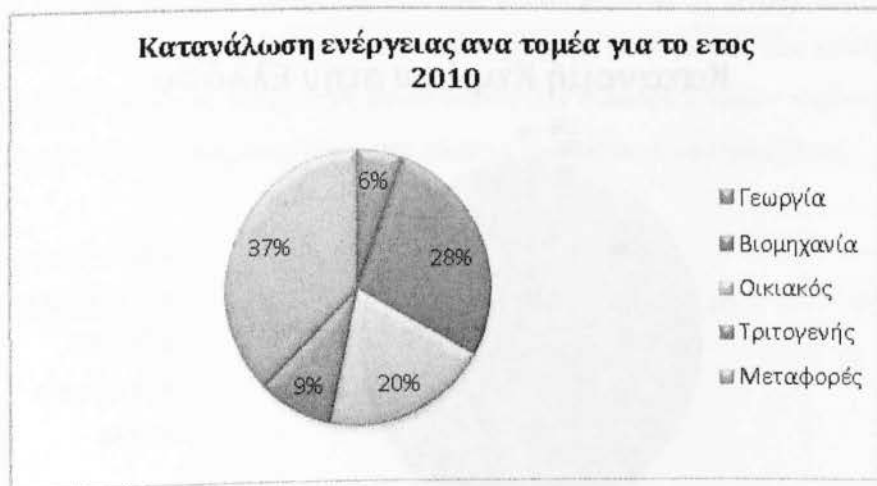
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ενεργειακό τομέα για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπει ότι οι εν λόγω εκπομπές στην Ελλάδα θα αυξηθούν την περίοδο 2005-2015 κατά 52.1%.

Ως αποτέλεσμα των πρόσθετων πολιτικών και μέτρων που περιλαμβάνονται στο 2ο Εθνικό Πρόγραμμα για την Κλιματική Αλλαγή (σενάριο μείωσης εκπομπών -ΣΜΕ), η αύξηση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα μπορεί να περιορισθεί στο 24,5% σε σύγκριση με τις εκπομπές του έτους βάσης, το 2015 με την χρήση του βιοκλιματικού σχεδιασμού, και μέρος του σχεδιασμού αυτού αποτελεί και η χρήση και διάδοση των πράσινων στεγών με τα πλεονεκτήματα που επιφέρει τόσο στην κατανάλωση ενέργειας για την ανάγκη θέρμανσης και ψύξης (δροσισμού) του καριού όσο και την μείωση των ρυπογόνων αερίων της ατμόσφαιρας, συμβάλλοντας έτσι στην βελτίωση των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στα αστικά κέντρα και ως επέκταση στην βελτιστοποίηση των δεικτών της θερμικής άνεσης των κατοίκων.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα για την χώρα σύμφωνα με τα στοιχεία του Κ.Α.Π.Ε.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2010.

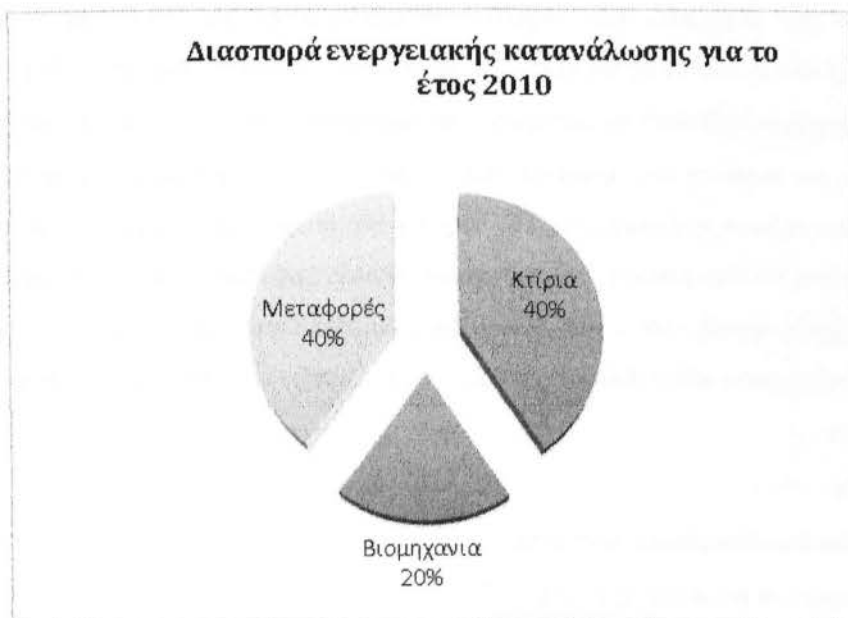


Από τους παραπάνω τομείς, υπολογίστηκε με βάση τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, ο αριθμός των κυρίων στην Ελλάδα ανάλογα με τη χρήση

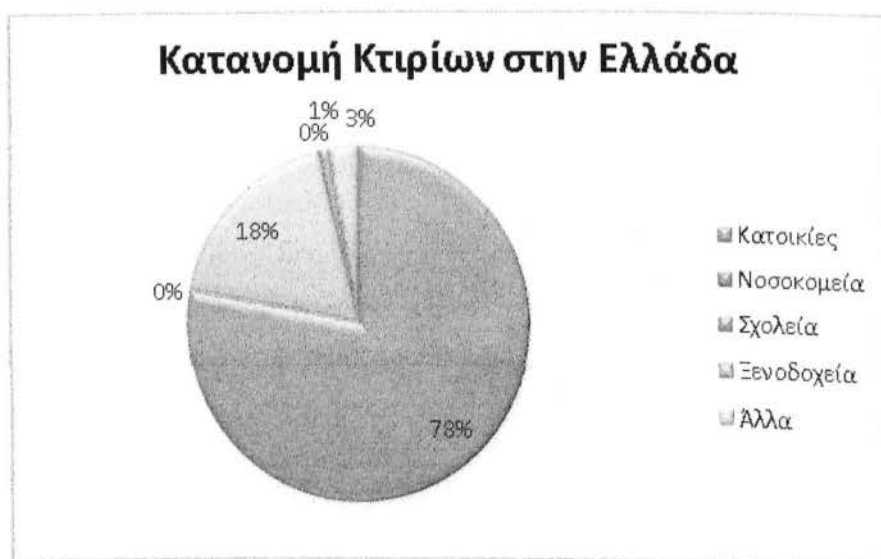
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

τους, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελούν οι κατοικίες, και ακολουθούν τα γραφεία.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2010 ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.



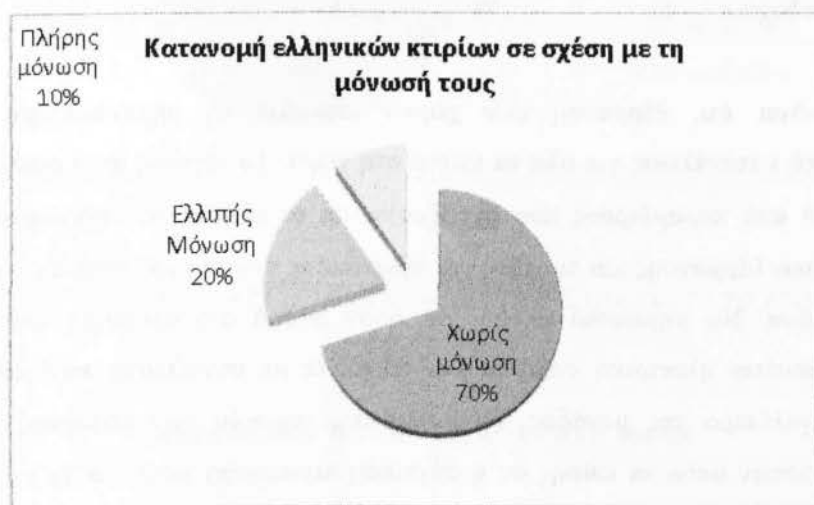
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ.



Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ. στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν

μόνωση και μόνο το 29% έχει κτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥΣ.



Εξίσου σημαντικό όμως είναι και το πώς διαμορφώνεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων ανάλογα με το είδος χρήσης. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση των διαφόρων τύπων κτιρίων στην Ελλάδα ανά χρήση, όπως μετρήθηκε στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

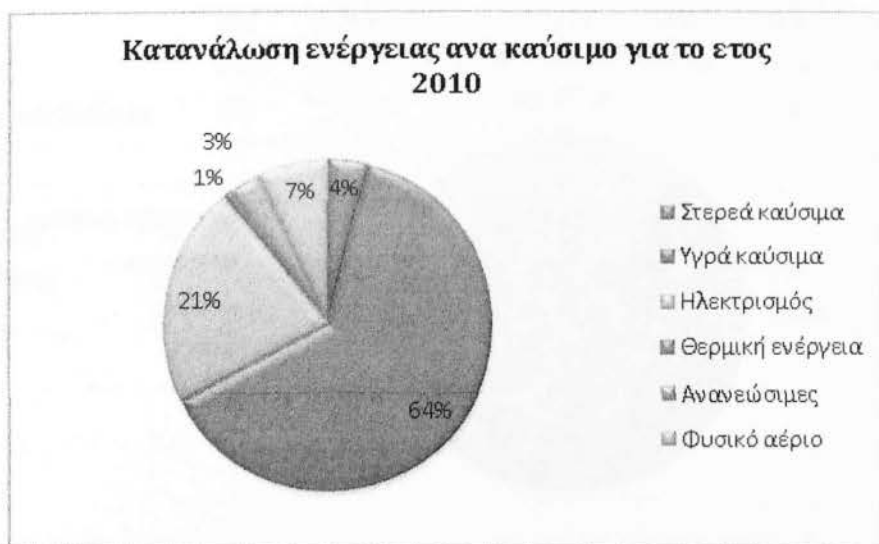
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: ΜΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΔΙΑΦΕΡΟΝ ΤΥΠΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ ΧΡΗΣΗΣ. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο.

Τύπος κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

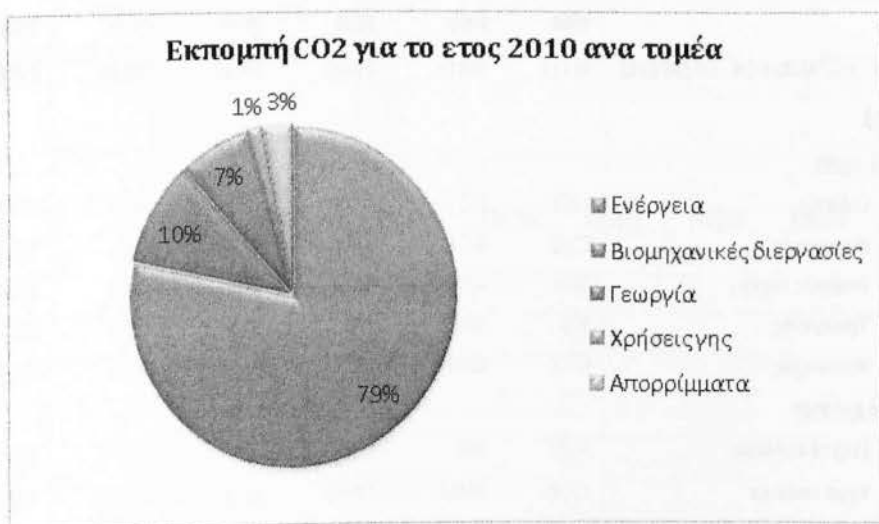
Παρατηρείται ότι, θέρμανση των χώρων αποτελεί τη σημαντικότερη ειδική ενεργειακή κατανάλωση για όλα τα κτίρια στη χώρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος των εγκαταστημένων συστημάτων θέρμανσης και το είδος της προστασίας των καριών κατά την διάρκεια του χειμώνα. Να σημειωθεί ακόμα, ότι όσον αφορά στο δροσισμό των χώρων χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια και συσκευές με συντελεστή απόδοσης κατά πολύ μεγαλύτερο της μονάδας. Η ουσιαστική σημασία των επιμέρους ειδικών καταναλώσεων φαίνεται επίσης αν η σύγκριση περιορισθεί μόνο για τα κτίρια που διαθέτουν ταυτόχρονα σύστημα θέρμανσης και δροσισμού. Έχει καταγραφεί ότι η κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών επιφέρει αύξηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κατά 40 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και έτος. Η κατανάλωση αυτή αποτελεί και την μέση ενεργειακή κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών στην χώρα.

Ακολουθούν ενδεικτικά διαγράμματα που παρουσιάζουν την κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο για την κάλυψη των αναγκών της αυτών, καθώς και τους ρύπους που προέρχονται από τις καταναλώσεις αυτές.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2010.

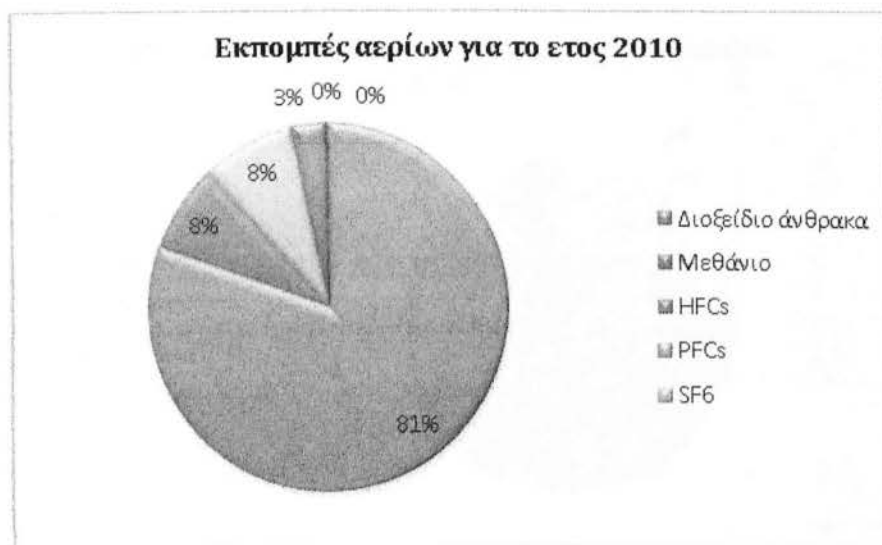


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6: ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2010.



ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7: ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΒΑΡΥΝΟΥΝ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2010.



ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ (ΚΤΟΕ)

ΕΤΟΣ	1995	2000	2005	2010	2015	2020
ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	16171	19417	21600	23719	25665	27588
(ktoe)						
Ανά τομέα						
Γεωργία	1013	1131	1218	1310	1408	1513
Βιομηχανία	5252	5821	6177	6564	6821	7094
Οικιακός τομέας	3324	4362	4569	4782	5040	5290
Τριτογενής	869	1289	1702	2180	2684	3236
Μεταφορές	5713	6916	7993	8993	9711	10455
Ανά καύσιμο						
Στερεά καύσιμα	1029	863	898	935	952	970
Υγρά καύσιμα	11246	13463	14295	15141	15919	16770
Ηλεκτρισμός	3030	3711	4351	5023	5713	6454
Θερμική ενέργεια	0	76	139	207	254	291
Ανανεώσιμες	825	896	778	733	729	769
Φυσικό αέριο	43	408	1138	1630	2097	2334

πηγή: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ, ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ, ΣΕ ΚΤ CO₂ ΕQ

ΕΤΟΣ	1995	2000	2005	2010	2015	2020	ΕΤΟΣ
Ενέργεια	80789	84396	101062	107787	116890	125205	133277
Βιομηχανικές διεργασίες	9591	11725	12874	13667	15899	18467	20787
Διαλύτες	177	156	169	173	177	179	181
Γεωργία	10448	9737	10227	9736	9688	9566	9467
Χρήσεις γης	1391	-307	4138	2030	2030	2030	2030
Απορρίμματα	3749	4422	5319	4042	2542	2598	3793
Σύνολο	106145	110120	133789	137435	147206	158046	169536

πηγή: ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ, ΑΝΑ ΑΕΡΙΟ ΣΕ ΚΤ CO₂ ΕQ

ΕΤΟΣ	1995	2000	2005	2010	2015	2020	ΕΤΟΣ	1995
Διοξείδιο άνθρακα	85586	85586	87273	107818	111961	120817	128947	136834
Μεθάνιο	8743	8743	9493	10562	9395	7936	8040	9283
Υποξείδιο αζώτου	10624	10624	9900	10979	10909	11148	11285	11430
HFCs	3369	935	3369	4281	5022	7158	9626	11842
PFCs	83	258	83	148	148	148	148	148
SF ₆	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	108405	106146	110118	133788	137436	147207	158046	169537

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ &ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ ΦΥΤΟΔΩΜΑΤΩΝ

ΤΥΠΟΙ-ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:

Η κατασκευή των φυτοδωμάτων σε διαφορετικές χώρες, κλιματολογικές συνθήκες και απαιτήσεις δημιούργησε την ανάγκη για το διαχωρισμό και την κατάταξή τους σε διαφορετικές κατηγορίες. Για την κάλυψη των αναγκών αυτών ο Γερμανικός Οργανισμός Έρευνας της Τοπογραφίας δημιούργησε διαφορετικές κατηγορίες πράσινων δωματών. Η βασική αρχή διαχωρισμού των πράσινων στεγών είναι το πάχος του υποστρώματος που είναι διαπερατό από το ριζικό σύστημα των φυτών.

Οι τρεις κατηγορίες φυτοδωμάτων σύμφωνα με τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους είναι οι εξής:

- i. εντατικά
- ii. ημιεντατικά
- iii. εκτατικά.

2.1.1: ΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

Οι εντατικού τύπου πράσινες στέγες, έχουν τη μορφή ενός κανονικού κήπου, περιλαμβάνοντας πλήθος φυτικών ειδών και πολλές φορές και πανίδα. Τα συστήματα αυτά είναι ανοιχτά στο κοινό και αποτελούν πολλές φορές μέρη αναψυχής ή συγκέντρωσης. Το βάθος του υποστρώματος ξεκινά από 15 εκατοστά και μπορεί να ξεπεράσει και το ένα μέτρο, εφόσον αυτό προβλέπεται από τον κατασκευαστή, για να καλυφθούν οι ανάγκες των εκάστοτε φυτών. Τα φυτικά είδη που μπορούν να εγκατασταθούν ποικίλουν, καθώς περιλαμβάνονται δένδρα, θάμνοι, διάφορα είδη χλοοτάπητα και σιδήποτε ταιριάζει με το κλίμα της περιοχής και το ύψος του φυτοδωματος, εφόσον το ριζικό του σύστημα δε ξεπερνάει αρκετά μέτρα σε βάθος.

Το βάρος που έχει συνήθως ένας εντατικός ταρτσόκηπος ξεκινά από 180 Kg/m² και μπορεί να φτάσει έως 500 Kg/m². Φυσικά, η διαχείριση ενός τέτοιου συστήματος θα πρέπει να είναι εντατική και η άρδευση συχνή. Το κόστος είναι υψηλότερο και από τους δύο τύπους, αλλά το τελικό αποτέλεσμα δε διαφέρει κατά πολύ από αυτή ενός

κανονικού πάρκου, αφού είναι εφικτό να εγκατασταθούν σιντριβάνια, λίμνες και ψηλά δένδρα.

Η πράσινη στέγη-φυτεμένο δώμα εντατικού τύπου απαιτεί τακτική συντήρηση(άρδευση, λίπανση, κλπ.) και περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, μικρών δένδρων και θάμνων. Ο εντατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να υποστηρίξει κατασκευές όπως μονοπάτια, στοιχεία νερού, συστήματα σκίασης κοκ.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση εντατικού τύπου σε υφιστάμενα κτήρια είναι η εκπόνηση στατικής μελέτης.

Ο εντατικός τύπος, ή ταρτσόκηπος όπως έχει επικρατήσει να ονομάζεται στη χώρα μας, επιλέγεται κυρίως για την ικανοποίηση αισθητικών και ψυχολογικών αναγκών, για την ενίσχυση της σχέσης του κοινού με το φυσικό περιβάλλον. Οι επιλογές των φυτών είναι απεριόριστες και μπορούν προσαρμοστούν ανάλογα με το γούστο του ιδιοκτήτη. Είναι μια καλή επιλογή για υγρά και ήπια κλίματα, που δεν χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους.



Εικόνα 5: Εντατικό σύστημα φύτευσης, πηγή: Αρχείο Γεωρυθμική.

Αλλά το συνολικό όφελος από την εφαρμογή αυτού του είδους πράσινης στέγης περιορίζεται από το υψηλό κόστος τοποθέτησης και συντήρησης της, που κάνουν την απόσβεση της επένδυσης ιδιαίτερα αργή. Επιπλέον, στη χώρα μας, οι περίπλοκες και αυξημένες ανάγκες άρδευσης, περιορίζουν και το οικολογικό όφελος του φυτεμένου δώματος, καθώς η οικονομία στην κατανάλωση νερού είναι υπ' αριθμόν ένα προτεραιότητα για την επιβίωση μας στον πλανήτη. Ακόμη, ο εντατικός τύπος επιβαρύνει σημαντικά το στατικό φορτίο του κτηρίου, βάζοντας σε κίνδυνο ιδιαίτερα

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

τις παλιότερες κατασκευές, αλλά και εκείνες που βρίσκονται σε σειсмоγενείς περιοχές. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση εντατικού τύπου σε υφιστάμενα κτήρια είναι η εκπόνηση στατικής μελέτης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 : ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΕΥΣΗΣ.

Ύψος φυτών	Μέχρι 5m
Είδος φυτών	Μεγάλη ποικιλία - δέντρα, θάμνοι και άλλα
Πάχος μέσου ανάπτυξης	12-100cm
Σύσταση μέσου ανάπτυξης	Χώμα
Πάχος αποστραγγ. στρώσης	5cm
Εφαρμογές	Επίπεδες οροφές
Φορτίο κατασκευής	250 - 550 kg/m ² (καρκασμένο)
Ενδεικτικό κόστος	100-120 €/m ²

2.1.2: ΗΜΙΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ:

Τα ημιεντατικά φυτοδώματα έχουν βάθος υποστρώματος από 12 εκατοστά έως 25 εκατοστά και το βάρος τους κυμαίνεται από 120 Kg/m² έως 200 Kg/m². Το φυτικό υλικό που εγκαθίσταται συνήθως αποτελείται από φυτά εδαφοκάλυψης, ξηροφυτικά είδη χορταριών και χαμηλούς θάμνους. Ο σχεδιασμός τους συνήθως γίνεται για περιβαλλοντικούς λόγους ή λόγους καλαισθησίας του τοπίου, αλλά δεν αποκλείεται η αραιή χρήση τους. Το κόστος κατασκευής και συντήρησης τέτοιων συστημάτων είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο των εκτατικών, αλλά όχι απαγορευτικό. Είναι ο ενδιάμεσος τύπος εντατικού και εκτατικού τύπου, εφαρμόζεται σε επικλινείς ή επίπεδες οροφές και απαιτεί συντήρηση (άρδευση, λίπανση, κλπ). Η ποικιλία των ειδών που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνει φυσικούς τάπητες, χλοοτάπητες, ποώδη φυτά και μικρούς/μεσαίους θάμνους.

Ο ημιεντατικός τύπος χαρακτηρίζεται από τα αντίστοιχα οφέλη και μειονεκτήματα, αναλόγως του βαθμού διείσδυσης του προς τον εντατικό ή τον εκτατικό τύπο. Γενικότερα, το κριτήριο της αποτελεσματικότητας του πράσινου δώματος σχετίζεται

άμεσα με την ποσότητα νερού που καταναλώνει, το κόστος συντήρησης του για κλάδεμα, κούρεμα, λίπανση και ζιζανιοκτόνα, αλλά και από το ύψος των φυτών που όσο υψηλότερο είναι πιθανό να ξεριζωθούν από τους δυνατούς ανέμους, με σημαντικό κίνδυνο για τους διερχόμενους.



Εικόνα 6: Ημεντατικό σύστημα φύτευσης πηγή: www.greenroofs.gr

2.1.3: ΕΚΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ

Τα φυτοδώματα που χαρακτηρίζονται ως εκτατικού τύπου είναι συνήθως σχεδιασμένα για αντοχή σε ακραίες καιρικές συνθήκες, όπως υψηλές ή πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, έλλειψη υγρασίας και ανέμους. Παράλληλα έχουν μικρό βάρος, αλλά δεν παύουν να βελτιώνουν την αισθητική του τοπίου. Αυτού του είδους οι πράσινες στέγες δεν είναι προσβάσιμες στο κοινό και η συμβολή τους είναι κυρίως οικολογική. Το βάθος του υποστρώματος στα εκτατικά φυτοδώματα ξεκινά συνήθως από 4 εκατοστά και ανέρχεται σε 10 εκατοστά ή έως 15 εκατοστά. Το βάρος τους μπορεί να κυμαίνεται από 49 Kg/m^2 έως 98 Kg/m^2 , ενώ άλλες πηγές αναφέρουν ότι μπορεί να φτάσει μέχρι και 150 Kg/m^2 . Σε τέτοιου είδους πράσινα δώματα το φυτικό υλικό δε ξεπερνά συνήθως τα δύο είδη ανά δώμα και συνήθως τοποθετούνται βρύα, λειχήνες, ξηροφυτικά είδη χορταριών και αρκετά είδη του γένους *Sedum*, για το λόγο αυτό, τα συγκεκριμένα φυτοδώματα δε χρειάζονται άρδευση. Το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι πολύ χαμηλό. Το περιορισμένο βάρος της κατασκευής στο σύνολο της επιτρέπει την εγκατάστασή της σχεδόν σε οποιαδήποτε οροφή με κλίση έως και 45° . Σε κλίσεις άνω των 20° είναι απαραίτητη η πρόσθετη χρήση γεωκυψελών ή

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

στοιχείων συγκράτησης του υποστρώματος. Ιδανικά για αυτό το είδος είναι τα φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως φυτικοί τάπητες, αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης.

Ο εκτατικός τύπος είναι ο πιο ενδεδειγμένος για τη βιοκλιματική εφαρμογή σε υφιστάμενα κτήρια. Για την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων σε επίπεδο ενεργειακής συμπεριφοράς είναι απαραίτητη η φυτοκάλυψη της επιφάνειας των στεγών/δωμάτων σε ποσοστό 95%.

Ο εκτατικός τύπος συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους τύπους πράσινης στέγης, καθώς συνδυάζει όλα τα οικολογικά με τα οικονομικά οφέλη. Είναι το φυτεμένο δώμα που επιλέγουν παγκοσμίως οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί, καθώς αποσβένει άμεσα, εξοικονομώντας χρήματα για τον επενδυτή από την πρώτη μέρα της τοποθέτησης του. Επίσης, οι περιορισμένες έως μηδενικές ανάγκες αυτού του τύπου σε συντήρηση και σε άρδευση τον αναδεικνύουν ως τον πλέον αποδοτικό και από οικολογική άποψη. Ιδιαίτερα στη χώρα μας, που το κλίμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις θερμοκρασίας και ισχυρούς ανέμους και όπου η επάρκεια νερού είναι σημαντικά περιορισμένη, ο εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος.



Εικόνα 7: Εκτατικός τύπος φύτευσης πηγή: www.greenroofs.gr

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 : ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΦΥΤΕΥΣΗΣ.

Ύψος φυτών	Μέχρι 30cm
Είδος φυτών	Μικρή ποικιλία - οπωδή φυτά, άγρια παχύφυτα, αγριολουλούδα, γρασίδι
Πάχος μέσου ανάπτυξης	8-15cm
Σύσταση μέσου ανάπτυξης	Μίγμα από άμμο, αμμοχάλικο, θραύσματα τούβλου, τύρφη, ενόργανη ύλη και άζωτο.
Πάχος αποστραγγ. στρώσης	5cm
Εφαρμογές	Επίπεδες και κεκλιμένες μέχρι 30° οροφές.
Φορτίο κατασκευής	90 - 180 kg/m ² (καρσεμένο)
Ενδεικτικό κόστος	70-80 €/m ²

2.2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

2.2.1: ΕΠΙΚΛΙΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ

Ο επικλινής τύπος εφαρμόζεται σε κεκλιμένα δώματα. Στην επικλινή φύτευση χρησιμοποιούνται ειδικά υποστρώματα και υλικά αγκύρωσης ανάλογα με την κλίση της στέγης. Ένα παράδειγμα είναι το υποκατάστημα των EVEREST στην κεντρική πλατεία του Αγ.Ι.Ρέντη(Εικόνα 2.4). Το κτίσμα αποτελεί μέρος της εικαστικής παρέμβασης του γνωστού γλύπτη Κώστα Βαρώτσου, ο οποίος έχει χρησιμοποιήσει τοξοειδής σχηματισμούς στα περισσότερα από τα έργα του στην πλατεία.



Εικόνα 8:Υποκατάστημα των EVEREST στην κεντρική πλατεία του Αγ. Ι. Ρέντη, πηγή: www.ecosteges.gr.

2.2.2 ΚΑΘΕΤΟΣ ΚΗΠΟΣ

Οι κάθετοι κήποι αποτελούν μία από τις πιο καινοτόμες και δημοφιλείς τάσεις στο χώρο της αρχιτεκτονικής και του Landscape Design παγκοσμίως. Εμφανίστηκαν πρόσφατα ως μία από τις πλέον ενδεδειγμένες, καλαίσθητες και οικολογικές λύσεις για το αστικό τοπίο. Με τον όρο «κάθετος κήπος» εννοούμε τη φύτευση πάνω στις κάθετες επιφάνειες των κυρίων. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με φυτοδοχεία τα οποία στηρίζονται στον τοίχο του κυρίου, είτε με ένα εξειδικευμένο σύστημα, το οποίο περιλαμβάνει έναν ανθεκτικό μεταλλικό σκελετό, ένα φύλλο PVC, μη βιοαποικοδομήσιμες μεμβράνες και μία ποικιλία φυτών τα οποία προσαρτώνται σε αυτές. Και στις δύο μεθόδους εφαρμόζεται σύστημα αυτόματης άρδευσης για την ομαλή ανάπτυξη των φυτών και την εξοικονόμηση νερού αφού παρέχεται και η δυνατότητα ανακύκλωσής του.

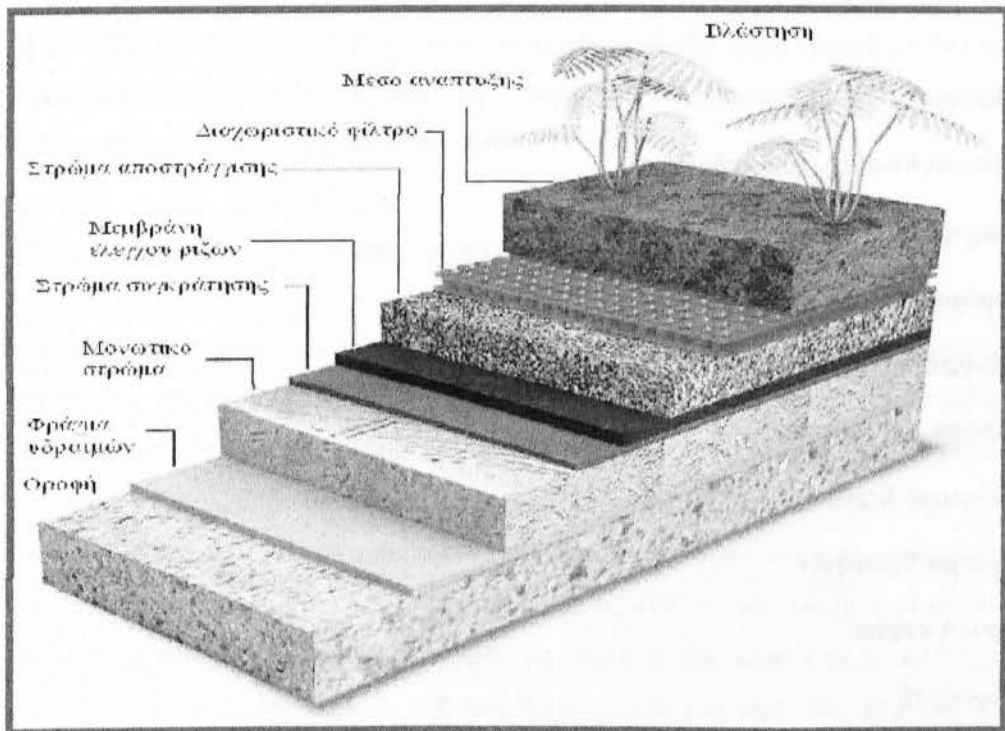
Εκτός από τα πλεονεκτήματα κάθε νευρώνα πρασίνου σε μία πόλη, όπως η απορρόφηση των ρύπων, η παραγωγή οξυγόνου και η μείωση της θερμοκρασίας, ένας κάθετος κήπος συμβάλλει και στην ενεργειακή συμπεριφορά του κυρίου. Λειτουργεί σαν υλικό θερμομόνωσης και ηχομόνωσης. Θα μπορούσαμε να τον χαρακτηρίσουμε ως «φυσικό κλιματιστικό», αφού έρευνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών έδειξε, ότι στα δωμάτια που εφάπτονται με τη φύτευση η θερμοκρασία πέφτει 5-6°C κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον, οι κάθετοι κήποι λειτουργούν και ως εργαλείο διαφοροποίησης των κυρίων από την αστική ομοιομορφία, μεταλλάσσοντας τη νεκρή και μονότονη επιφάνεια του τσιμέντου σε μία ζωντανή πράσινη επιφάνεια που εναλλάσσεται μαζί με τις εποχές του χρόνου.

2.3: ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

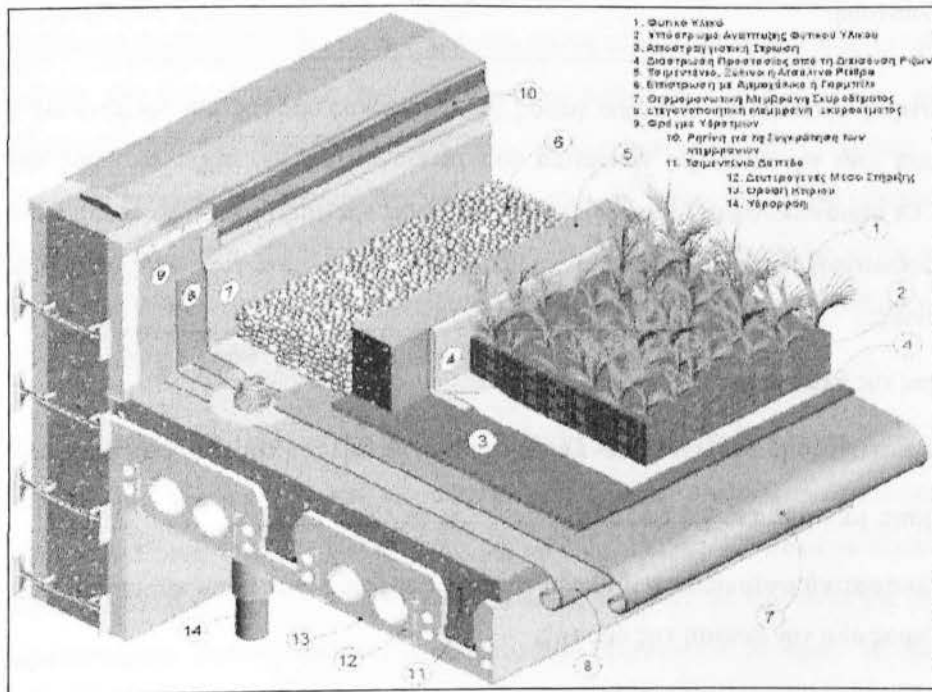
Όπως έχει αναφερθεί ο βασικός διαχωρισμός μεταξύ των φυτοδωμάτων είναι με βάση τα υποστρώματα. Τα υποστρώματα συνήθως διαφέρουν μεταξύ τους, τόσο στο βάθος, όσο και σε άλλα κατασκευαστικά υλικά, μεμβράνες και διαστρώσεις. Επίσης είναι πιθανό να διαφέρουν στο είδος και τον αριθμό των διαστρώσεων ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση και τις κλιματικές συνθήκες. Ως αποτέλεσμα των διαφοροποιήσεων αυτών, ποικίλει και το φυτικό υλικό που μπορεί να εγκατασταθεί στο εκάστοτε φυτοδώμα. Οι διαφορετικές στρώσεις ενός δώματος στοχεύουν στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του και στη μείωση των τυχόν προβλημάτων και πιθανά διαφέρουν ανάμεσα στους τύπους του φυτοδώματος. Έτσι, ανάλογα με τον τύπο της

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

πράσινης στέγης που πρόκειται να κατασκευαστεί επιλέγεται και ο τύπος των διαστρώσεων του.



Εικόνα 9: Τα διάφορα στρώματα του πράσινου δώματος σε 3-D, πηγή: www.prasinistegi.gr.



Εικόνα 10: Τα διάφορα στρώματα του πράσινου δώματος σε τομή, πηγή: www.prasinistegi.gr

Στις εικόνες 9 και 10 παρατηρούμε τα στρώματα που απαρτίζουν την δομή της πράσινης στέγης. Τα κυριότερα είναι:

1. Βλάστηση
2. Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)
3. Διαχωριστικό φίλτρο
4. Στρώμα αποστράγγισης
5. Μembrάνη ελέγχου ριζών
6. Στρώμα Συγκράτησης
7. Μονωτικό Στρώμα
8. Φράγμα Υδρατμών
9. Οροφή κυρίου
10. Υδροροή

2.3.1: Βλάστηση:

Η βλάστηση αποτελεί το ανώτερο μέρος της φυτεμένης οροφής και ορίζεται ως η απόσταση από την ανώτερη επιφάνεια του μέσου ανάπτυξης μέχρι το ύψος των φυτών. Οι σημαντικότερες λειτουργίες της φυτεμένης οροφής, δηλαδή η σκίαση και η εξατμισοδιαπνοή, καθορίζονται από τη βλάστηση και εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- το ύψος της βλάστησης L ,
- τον δείκτη έκτασης φύλλων (LAI- Leaf Area Index), δηλαδή την πυκνότητα της βλάστησης, με τιμές από 0.5 έως 5.0,
- την κλασματική φυτοκάλυψη, δηλαδή το τμήμα της επιφάνειας που καλύπτεται από φύλλα προς όλη την έκταση της οροφής,
- το λόγο ανακλώμενης ακτινοβολίας προς την εισερχόμενη ρ (albedo) και

- την αντίσταση στομάτων (stomatal resistance), δηλαδή τη βιοφυσική παράμετρο που ανυπρωσωπεύει το ποσοστό υγρασίας που αποβάλλεται από τους πόρους των φύλλων μέσω της διαπνοής, για δεδομένες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Η ποικιλία φυτικού υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι αρκετά μεγάλη και εξαρτάται από τον τύπο της πράσινης στέγης, τις κλιματολογικές συνθήκες και άλλους παράγοντες όπως το ύψος και η θέση του κυρίου.

2.3.1.1: ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ:

Η κατασκευή πράσινων φυτεμένων δωματίων είναι ευρέως γνωστή για τις ευεργετικές επιπτώσεις της στην βελτίωση του βιοκλίματος γύρω από το κύριο, την συμβολή στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας και την προσφορά στην βιοποικιλότητα. Η εκλογή των φυτών για τη δημιουργία μιας πράσινης ταράτσας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής στην οποία κατασκευάζεται και το είδος της πράσινης ταράτσας καθώς και τις ανάγκες για πότισμα. Η επιλογή των φυτών που θα αποτελείται μια πράσινη ταράτσα εξαρτάται από το επιθυμητό τελικό ύψος τους, την περίοδο ανθοφορίας τους και τον τύπο του χώματος που απαιτείται για την ανάπτυξη τους. Για την διατήρηση των φυτών πρέπει να ληφθεί υπόψη η προστασία τους από την ξηρασία και τον άνεμο. Το φυτικό υλικό που επιλέγεται να εγκατασταθεί σε μια πράσινη στέγη εξαρτάται άμεσα από το είδος της στέγης, την δομική μελέτη που έχει γίνει, το βάθος του υποστρώματος που έχει τοποθετηθεί, τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν και τη χρήση της. Η τοποθέτηση φυτικού υλικού στα φυτοδώματα τα κάνει όχι μόνο περισσότερο χρηστικά, αλλά και ιδιαίτερος καλαίσθητα. Η επιλογή των φυτών εκτός από τα παραπάνω γίνεται και με βάση το ριζικό τους σύστημα το οποίο προτιμάται να είναι επιφανειακό για αποφυγή προβλημάτων στα φυτοδώματα.

Ακόμα, είναι επιθυμητό τα επιλεγόμενα είδη να έχουν ανθεκτικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, την ξηρασία και τον άνεμο, καθώς είναι συνήθως εγκατεστημένα σε μέρη με ανύψους συνθήκες. Η σημασία της ορθής επιλογής του φυτικού υλικού είναι μεγάλη, καθώς μπορεί να μειώσει τη διαχείριση, αυξάνοντας την οπτική εικόνα του παρασώκηπου. Εφόσον επιλεγεί η εγκατάσταση θάμνων και δένδρων θα πρέπει το βάθος υποστρώματος να είναι τουλάχιστον 60 εκατοστά, ενώ για επιτυχή καλλιέργεια λαχανικών σε τέτοιου είδους δώματα χρειάζεται αρκετό νερό. Συχνή είναι και η

χρήση χλοοταπής σε φυτοκαλυμμένα δώματα ,καθώς διαθέτουν τόσο ουσιαστικά, όσο και αισθητικά χαρακτηριστικά.

Σε κλίμα μεσογειακό σημαντικό ρόλο για την επιλογή των φυτών παίζει η μικρή ανάγκη τους για νερό. Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται θερμό και ξηρό τους καλοκαιρινούς μήνες με δυνατή ηλιοφάνεια και φαινόμενα ξηρασίας.

2.3.1.2: Επιλογή και τεχνικές προδιαγραφές βλάστησης:

Κύρια κριτήρια για την επιλογή των φυτικών ειδών, που συνθέτουν τη φύτευση του δώματος, είναι οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, το πάχος και το είδος του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών ανάλογα με τον τύπο του φυτεμένου δώματος που θα κατασκευαστεί, η δυνατότητα των φυτών για προσαρμογή και ανάπτυξη στο συγκεκριμένο περιβάλλον που δημιουργείται, το επιδιωκόμενο αισθητικό αποτέλεσμα και τον τύπο του φυτεμένου δώματος, η αντοχή των φυτικών ειδών στις υψηλές θερμοκρασίες και στην ένταση του ανέμου και η δυνατότητα αυτών για προσαρμογή. Για το σκοπό αυτό στις πλοιακές εφαρμογές Πράσινων Δωμάτων σε Δημόσια Κτήρια θα πρέπει να επιλεγούν ενδημικά είδη και είδη από την ευρύτερη μεσογειακή χλωρίδα, που προσαρμόζονται γρήγορα στις τοπικές κλιματικές συνθήκες και συνδυάζονται με το αστικό περιβάλλον και τις ιδιαίτερες συνθήκες που αναπτύσσονται σε αυτό, όπως οι υψηλές θερμοκρασίες και η ατμοσφαιρική ρύπανση.

- i. Εκτατικός τύπος: Σε αυτό το είδος φυτεμένου δώματος / στέγης θα πρέπει να επιλεγούν ενδημικά φυτά χαμηλής ανάπτυξης, όπως φυτικοί τάπητες, χλοοτάπητες, αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης με επιφανειακό ριζικό σύστημα που αναβλαστάνουν εύκολα. Ενδεικτικά αναφέρονται:

- Sedum
- Ποώδη φυτά
- Αγρωστώδη και ποώδη φυτά

Ύψος ανάπτυξης της βλάστησης: 100-150 mm

- ii. Ημιεντατικός τύπος: Καθώς αυξάνεται το ύψος της συνολικής διαστρωμάτωσης του συστήματος υποδομής, αυξάνεται και η παλέτα των ενδημικών φυτών προς

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

εγκατάσταση. Τοπικές μορφές βλάστησης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον ημιεντατικό τύπο είναι :

- Γρασίδια - πολυετή ποώδη φυτά
- Τοπική ποώδης - θαμνώδης βλάστηση
- Θαμνώδης βλάστηση

Ύψος ανάπτυξης της βλάστησης ως 250 mm

- iii. Εντατικός τύπος: Στον Εντατικό τύπο ο μελετητής έχει δυνατότητα επιλογής μεγαλύτερης ποικιλίας φυτικού υλικού και συνθετικών προτάσεων ενδημικής προέλευσης. Ύψος ανάπτυξης της βλάστησης από 100 mm χωρίς άνω όριο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3: ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΚΛΙΜΑ

Είδος φυτού	Απαιτήσεις
Γκαζάνια (<i>gazania splendens</i>)	Ευδοκμεί σε όλα τα εδάφη με καλή αποστράγγιση σε ηλιαζόμενες θέσεις
Λιπα (<i>Lippia reppens</i>)	Κατάλληλο για φτωχά εδάφη ,ηλιόλουστα εκτεθειμένα στους ανέμους
Καρδιόφυλλο (<i>Artenia Cordifolia</i>)	Φυτό που ευδοκμεί σε όλους τους τύπους εδάφους
Λεβάντα (<i>Lavantula vera</i>)	Αναπτύσσεται σχεδόν σ όλα τα εδάφη ,αντέχει ξηρασία και ζέστη
<i>Pygacantha</i> sp.	Αναπτύσσεται σχεδόν σ όλα τα εδάφη ,μικρή ανάγκη σε νερό
<i>Myrorum</i> sp.	Ευδοκμεί σε καλά αποστραγγιζόμενα εδάφη
Ρίγανη	Αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη ,μικρή ανάγκη για νερό
Πικροδάφνη (<i>Nerium oleander</i>)	Είναι πολύ ανθεκτικό φυτό και στην ζέστη/ξηρασία και στο κρύο/παγωιά. Δεν έχει ιδιαίτερες εδαφολογικές απαιτήσεις
Βιβούρνο (<i>Viburnum</i>)	Αναπτύσσεται σε μέτρια υγρά, στραγγιζόμενα εδάφη και σε ηλιόλουστες ή ημισκιαζόμενες θέσεις. Φυτεύεται μεμονωμένα, σε ομάδες και φυτοφράχτες
Γεράνι (<i>geranium</i>)	Απαιτεί ελαφρά εδάφη μέσης σύστασης. Το γεράνι είναι απαιτητικό σε νερό.

Τα είδη αυτά αποτελούν λόγω των ιδιοτήτων τους τέλεια παραδείγματα για χρήση στις πράσινες ταράτσες.

2.3.1.3: Σπόροι:

Οι σπόροι πρέπει να είναι προσφάτου παραγωγής, καθαροί, ώριμοι, απολυμασμένοι και απεντομωμένοι και να έχουν βλαστικότητα πάνω από 85% και σταλινή επιφάνεια. Το μίγμα σπόρων πρέπει να είναι πιστοποιημένο και να έχει μεταφερθεί στον τόπο του έργου σε σφραγισμένους σάκους. Θα πρέπει να αναγράφονται:

- i. Τα είδη των σπόρων και η επί τοις εκατό αναλογία τους.
- ii. Ο βαθμός καθαρότητας (πρέπει να είναι πάνω από 98%).
- iii. Ο βαθμός βλαστικότητας (πρέπει να είναι πάνω από 85%).
- iv. Ο χρόνος παραγωγής.
- v. Η επωνυμία του οίκου παραγωγής.

2.3.1.4: Τάπητες βλάστησης:

Οι τάπητες βλάστησης που μπορούν να επιλεγούν είναι:

- Τάπητας βλάστησης χωρίς ενίσχυση δομής
- Τάπητας βλάστησης ενισχυμένος με οργανικές ίνες
- Τάπητας βλάστησης ενισχυμένος με τρισδιάστατο πλέγμα.

2.3.1.5 Προκατασκευασμένοι χλοοτάπητες

Οι προδιαγραφές που αναφέρονται παρακάτω έχουν να κάνουν με την ποιότητα, του προπαρασκευασμένου χλοοτάπητα που μπορεί να επιλεγεί:

- Γνωστοποίηση ταυτότητας σπόρου ποικιλιών ή μιγμάτων καθώς και η σύνθεση τους, που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία του τάπητα.
- Ηλικία όχι μεγαλύτερη των 10 μηνών.

- Το πάχος της λωρίδας πρέπει να είναι 16 mm χωρίς να συμπεριλαμβάνεται το φύλλωμα και το πάχος του thatch.
- Το μέγεθος της λωρίδας να είναι κατόπιν συμφωνίας και σύμφωνα με τη μελέτη.
- Η αντοχή της λωρίδας πρέπει να είναι μεγάλη έτσι ώστε όταν την κρατάμε από το ένα άκρο να μην σπάει ή να σγίζεται.
- Άριστη φυτο-θγεινή κατάσταση του χλοοτάπητα χωρίς μυκητολογικές και εντομολογικές προσβολές.
- Πλήρης απουσία ζιζανίων.
- Άριστη πυκνότητα χλοοτάπητα έτσι ώστε όταν κουρεύεται σε ύψος 4 cm να μην φαίνεται καθόλου το χόμα.

2.3.2 ΜΕΣΟ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΕΔΑΦΙΚΟ ΜΙΓΜΑ)

Το μέσο ανάπτυξης των φυτών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την κατασκευή και λειτουργία ενός φυτεμένου δώματος. Η επιλογή κατάλληλου μίγματος εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο φυτικό υλικό. Το μέσο ανάπτυξης πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμη κι αν είναι κορεσμένο.
- Να μη συμπέζεται εύκολα προκειμένου να μην εμποδίζεται η αποστράγγιση του νερού.
- Να έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας.
- Να αποδεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία με βραδύ ρυθμό.
- Να αποτελεί σταθερή βάση για τα φυτά, προκειμένου να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους στους ισχυρούς ανέμους και να αποφευχθεί η διάβρωσή του.
- Να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και ασθένειες.
- Να μην έχει μεγάλο βάρος:

Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στα φυτά να αναπτύξουν ένα πυκνό ριζικό σύστημα και να ικανοποιεί τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες των φυτών. Απαιτείται να έχει συγκεκριμένο πορώδες, ΡΗ και κοκκομετρία, ανάλογα με το φυτικό υλικό και τον τύπο φυτεμένου δώματος που θα

επιλεγεί. Πρέπει να είναι σταθερό, να απορροφά και να συγκρατεί νερό για την ανάπτυξη των φυτών και να επιτρέπει μόνο στην περίσσεια νερού να οδηγείται στο αποστραγγιστικό σύστημα. Πρέπει να επιτρέπει τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμα και όταν είναι κορεσμένο με νερό. Πρέπει, σε βάθος χρόνου, να μη συμπιέζεται. Κατά τη εφαρμογή των διαφορετικών συστημάτων υποδομής φυτεμένων δωματίων/στεγών δεν πρέπει να χρησιμοποιείται κηπαίο χώμα. Το κηπαίο χώμα είναι ανομοιογενές και λόγω της μεγάλης του πυκνότητας επιβαρύνει τον φορέα με μεγάλα φορτία. Από την πληθώρα των χαρακτηριστικών που πρέπει να έχει το υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών, αναφέρουμε παρακάτω την κοκομετρία του υποστρώματος, την σταθερότητα της κατασκευής, το pH του εδάφους και την αλατότητα σύμφωνα με το FLL 2008.

➤ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΑ.

Δεν επιτρέπεται περισσότερο από 10% του υλικού να έχει διάμετρο μικρότερη από 0.063 mm. Η διάμετρος των κόκκων του εδαφικού υλικού πρέπει να διαφέρει ανάλογα με το βάθος της κατασκευής και πρέπει:

- Για βάθος 4 – 10 cm να είναι μεταξύ 2/8 mm και 2/12 mm
- Για βάθος >10 – 20 cm να είναι μεταξύ 4/8 mm και 8/16 mm
- Για βάθος >20 cm να είναι μεταξύ 4/8 mm και 16/32 mm
- pH υποστρώματος ανάπτυξης φυτών

Το pH του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών για εκτατικές και εντατικές κατασκευές πρέπει να είναι μεταξύ 6.0 και 8.5. Σε περίπτωση που τα φυτά απαιτούν συγκεκριμένο pH αυτό πρέπει να αναφέρεται.

➤ ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.

Για να διατηρηθεί η ανάπτυξη των φυτών πρέπει οι τιμές της αλατότητας του νερού να μην ξεπερνά:

- Για τις εντατικές κατασκευές τα 2.5 g/l
- Για τις εκτατικές κατασκευές τα 3.5 g/l

Δεδομένης της επιβάρυνσης που προκαλούν τα άλατα στο περιβάλλον, οι τιμές τους πρέπει να διατηρούνται στα ελάχιστα δυνατά επίπεδα.

➤ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΟΥΣΙΑ.

- Για τις εντατικές κατασκευές ≤ 90 g/l
- Για τις εκτατικές κατασκευές ≤ 65 g/l

Σε κάθε περίπτωση το εδαφικό υπόστρωμα θα πρέπει να είναι συμβατό με τη βλάστηση που θα επιλεγεί και να συμμορφώνεται με τα εθνικά ή διεθνή πρότυπα που προαναφέρθηκαν.

Επειδή τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, ειδικά σε συνθήκες κορεσμού, στα πράσινα δώματα συνήθως χρησιμοποιούνται ελαφρά εδαφικά μίγματα που αποτελούνται από υψηλής ποιότητας λίπασμα και ανακυκλωμένα υλικά. Ένα απλό μίγμα αποτελείται από: 1/3 επιφανειακό χώμα, 1/3 λίπασμα, 1/3 περλίτη και μπορεί να είναι ικανοποιητικό για πολλές εφαρμογές. Άλλα μίγματα μπορεί να περιλαμβάνουν χούμο, άργιλο, ελαφρόπετρα, λάβα. Τα πιο φιλικά για το περιβάλλον υλικά είναι ανακυκλωμένα προϊόντα, όπως θραύσματα κεραμιδιών ή τούβλων, ή υλικά κατεδάφισης. Τα παραπάνω υλικά, πέραν του ότι είναι ανακυκλωμένα, έχουν κάποιες ιδιότητες πολύ σημαντικές. Είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία περισσότερο από την πέτρα. Χάρη σε αυτές τους τις ιδιότητες

συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και επιπλέον συγκρατούν μεγάλο ποσοστό των ρύπων που περιέχει το νερό της βροχής. Επιπλέον, είναι ελαφρά και από οικολογικής άποψης, μπορούν να αποτελέσουν το βιότοπο οργανισμών, όπως ασπόνδυλων και εντόμων μέσα στο αστικό περιβάλλον.

Έρευνες που έχουν γίνει στη Γερμανία και στη Σουηδία, δείχνουν τη σημασία συμμετοχής οργανικού υλικού στο εδαφικό μίγμα, ώστε να συμβάλλει στη συγκράτηση της υγρασίας. Από την άλλη πλευρά, εδαφικά μίγματα με μεγάλη περιεκτικότητα τύρφης παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευφλεκτότητα. Το εδαφικό υλικό θα πρέπει να περιλαμβάνει μεταλλικά στοιχεία που ποικίλουν από 70-90% για ένα πράσινο δώμα εντατικού τύπου και από 60-80% για ένα πράσινο δώμα εκτατικού τύπου. Ο πετροβάμβακας είναι ένα υλικό που εκτός από μονωτικό, χρησιμοποιείται και ως συστατικό του εδαφικού μίγματος. Οι ρίζες των φυτών μπορούν να το διαπεράσουν, μπορεί να συγκρατήσει μεγάλη ποσότητα νερού, την οποία απελευθερώνει στα φυτά, ενώ επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος. Σε πολύ ελαφρές κατασκευές, ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του υποστρώματος, και τα φυτά αναπτύσσονται πάνω σε αυτόν. Στην επιφάνειά του διασπείρονται χαλίκια προκειμένου να αποτρέψουν τη μετακίνηση του χλοοτάπητα από τον αέρα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι αυτή η λύση δεν έχει τη δυνατότητα συγκράτησης θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά και χρειάζεται λίπανση.

Το έδαφος είναι ένας σχηματισμός από θρυμματισμένα και διαμερισμένα ορυκτά, οργανική ύλη και πόρους που περιέχουν αέρα και νερό. Η στερεά φάση περιλαμβάνει ανόργανα και οργανικά συστατικά. Τα ανόργανα καταλαμβάνουν το 90%-98% του συνολικού όγκου της στερεάς φάσης (Κοσμάς, 1998). Εδαφοβελτιωτικό υλικό ονομάζεται ένα μέσο ανάπτυξης φυτών το οποίο προστίθεται και αναμιγνύεται με το υπάρχον εδαφικό υπόστρωμα, ώστε να βελτιωθεί η ομοιομορφία και η ομοιογένειά του. Όπως και τα συστατικά του εδάφους, έτσι και τα εδαφοβελτιωτικά υλικά διαχωρίζονται σε ανόργανα και οργανικά.

A. ΑΝΟΡΓΑΝΑ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ:

- Άμμος:

Η άμμος (sand) είναι από τα πιο γνωστά ανόργανα εδαφοβελτιωτικά, καθώς χρησιμοποιείται ευρέως στην κηποτεχνία. Η κοκκομετρία της κυμαίνεται από 0,05 χιλιοστά έως 2 χιλιοστά. Η άμμος αποτελείται από στρογγυλεμένους, γωνιώδεις ή ακανόνιστους κόκκους και έχει μεγάλο πορώδες, γι' αυτό και συγκρατεί ελάχιστο νερό (Waddington, 1992; Κοσμάς, 1998). Το νερό διέρχεται μέσα από την άμμο με μεγάλη ταχύτητα και δημιουργεί καλές συνθήκες αερισμού και στράγγισης. Η άμμος όμως λόγω της μικρής της επιφάνειας δε συγκρατεί θρεπτικά στοιχεία και συνήθως αποφεύγεται η χρήση υποστρωμάτων που αποτελούνται μόνο από άμμο (Osmudson, 1999). Σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί από την εταιρία EARTH Products, συνιστάται η χρήση άμμου σε ποσοστό 10 σε εκτατικά φυτοδώματα, ενώ η Chuck Friedrich of Caroline Stalite Company δε παράγει προϊόντα με περισσότερο από 30% άμμο (Ron, 2004).

- Άργιλος:

Η άργιλος (clay) αποτελείται από πεπλατυσμένους κόκκους και η διάμετρός της είναι μικρότερη από 0,002 χιλιοστά. Παρά το ότι συγκρατεί μεγάλες ποσότητες νερού, η ταχύτητα κίνησης του είναι πολύ μικρή, λόγω των πολύ μικρών πόρων που δημιουργούνται μεταξύ των τεμαχίων της αργίλου (Κοσμάς, 1998). Για τους λόγους αυτούς προκαλεί δυσμενείς συνθήκες αερισμού και έχει μεγάλη πλαστικότητα και συνοχή. Παρ' όλα αυτά λόγω της μεγάλης χημικής επιφάνειάς της η άργιλος συγκρατεί αρκετά θρεπτικά στοιχεία. Σύμφωνα με την εταιρία EARTH Products η διογκωμένη άργιλος είναι από τα ελαφρύτερα και περισσότερο πορώδη υλικά, της οποίας οι ιδιότητες βελτιώνονται αισθητά εάν αναμειχθεί με οργανικά συστατικά (Ron, 2004). Η EARTH Products τοποθετεί ακόμα και 75% διογκωμένης αργίλου σε υποστρώματα που προορίζονται για εκτατικούς ταρατσόκηπους.

- **Περλίτης:**

Ο περλίτης (perlite) είναι ένα όξινο ηφαιστειακό, υαλώδες πέτρωμα, ρυθμιστικής σύστασης. Το μεγαλύτερο ποσοστό περίπου 70% και 15% αποτελείται από διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) και οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3) αντίστοιχα. Εμπορικά ο όρος περλίτης περιλαμβάνει κάθε ηφαιστειακό πέτρωμα που διογκώνεται όταν θερμανθεί πολύ γρήγορα σχηματίζοντας ένα ελαφρό αφρώδες υλικό. Στη γεωργία και την κηποτεχνία χρησιμοποιείται ο χονδρόκοκκος περλίτης με διάμετρο 1,0-5,0 χιλιοστά. Σύμφωνα με τον Waddington (1992) η χρήση χονδρόκοκκου περλίτη αυξάνει το συνολικό πορώδες, καθώς και τις συνθήκες αερισμού και το καθιστά καταλληλότερο για χρήση ως φυτικό υπόστρωμα.

- **Βερμικουλίτης:**

Ο βερμικουλίτης (vermiculite) είναι από τα αφθονότερα δευτερογενή υλικά των εδαφών και προέρχεται από την αποσάθρωση των μαρμαρυγιών και του χλωρίτη (Κοσμάς, 1998). Το υλικό αυτό είναι αρκετά πορώδες με υψηλή υδατοχωρητικότητα (Waddington, 1992) και η προσθήκη του σε λεπτόκοκκα, μη συμπιεσμένα εδάφη είχε θετικά αποτελέσματα τόσο στην αποστραγγιστική στρώση, όσο και στον αερισμό του υποστρώματος.

- **Ελαφρόπετρα:**

Η ελαφρόπετρα (pumice) είναι ένα πολύ πορώδες υλικό που προέρχεται από ηφαιστειογενείς πέτρες και του οποίου η σύσταση περιλαμβάνει κυρίως πυρίτιο (SiO_2) σε ποσοστό περίπου 70%. Όταν χρησιμοποιείται ως συστατικό υποστρώματος έχει την ικανότητα να αυξάνει τη συγκρατούμενες ποσότητες νερού, τη διαπερατότητα του υποστρώματος και τον αερισμό του υποστρώματος (Waddington, 1992). Η λεπτής κοκκομετρίας ελαφρόπετρα αυξάνει τη διαθεσιμότητα σε νερό, ενώ η χονδρόκοκκη αυξάνει το πορώδες και τον αερισμό.

- Ζεόλιθος:

Ο ζεόλιθος (Clinoptilolite zeolite) είναι άλλο ένα φυσικό υλικό με υψηλό ποσοστό σε πυρίτιο SiO₂ περίπου 74%. Η χρήση κατάλληλου σε μέγεθος ζεόλιθου μπορούν να βελτιώσουν το αποστραγγιστικό σύστημα, ενώ δεν επιτρέπει τη διέλευση βακτηρίων.

Β. ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ:

- Τύρφη:

Η τύρφη (peat) απαντάται σε διάφορα είδη που ποικίλουν ως προς τη συγκράτηση ύδατος, το pH, αλλά και το βαθμό αποσύνθεσης. Η τύρφη χρησιμοποιείται συνήθως σε ποσοστό 5%-20% (Waddington, 1992) και έχει ποικίλα θετικά χαρακτηριστικά, όπως την αύξηση της υδατοϊκανότητας σε αμμώδη εδάφη, την αύξηση της μικροβιακής δραστηριότητας και την ευκολότερη διείσδυση του ριζικού συστήματος στο έδαφος. Ενώ παλαιότερα αποτελούσε ένα από τα πιο διαδεδομένα οργανικά βελτιωτικά εδάφους πρόσφατες έρευνες δείχνουν πως δε θα πρέπει να τοποθετείται σε πολύ υψηλά ποσοστά. Το γεγονός αυτό απασχόλησε και την παρούσα μελέτη.

- Χούμος:

Η κύρια ικανότητα του χούμου (humus) είναι να προσροφά νερό και θρεπτικά στοιχεία. Η προσθήκη και η ανάμειξη του σε μικρές ποσότητες σε ένα μείγμα που προορίζεται ως υπόστρωμα δεν έχει παρά να συμβάλει στην αύξηση της υδατοϊκανότητας και των αποθεμάτων του υποστρώματος σε θρεπτικά συστατικά.

- Κόμποστ:

Το κόμποστ (compost) χρησιμοποιείται σαν εδαφοβελτιωτικό περισσότερο διότι θεωρείται ικανό να βελτιώσει την ανάπτυξη του φυτικού υλικού. Επίσης με τον εμπλουτισμό του εδάφους θεωρείται ικανό να μειώσει τη διάβρωσή του (EPA, 1997). Αναλυτικότερα, η χρήση κόμποστ, προσδίδει ποσότητες χούμου και οργανικής

ουσίας στα φτωγά εδάφη. Επίσης αυξάνει τα αποθέματα ιχνοστοιχείων σε αμμώδη και αργιλώδη εδάφη και μειώνει την ανάγκη χημικής λίπανσης. Ωστόσο η μεγάλη απορροφητικότητα του ,ενώ μπορεί να λειτουργήσει ευεργετικά θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν στην περίπτωση συγκράτησης μη επιθυμητών συστατικών στο έδαφος, όπως αγροχημικών.

- Αλεσμένοι φλοιοί δένδρων (Milled softwood bark):

Οι φλοιοί συνιστάται να αλέθονται σε μέγεθος μικρότερο του 1,3 εκατοστού (Friedrich, 2005). Οι φλοιοί που προέρχονται από σκληρό ξύλο δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε φυτοδώματα εκτός αν έχουν κομποστοποιηθεί πλήρως. Για το λόγο ότι οι φλοιοί εδάφους έχουν χαμηλό pH και είναι ελλειπείς σε θρεπτικά στοιχεία συστήνεται η ανάμιξή τους με κόμποστ, ώστε να παραχθεί το επιθυμητό οργανικό υπόστρωμα για ταρτσόκηπους (Friedrich, 2005).

2.3.3: ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΦΙΑΤΡΟ:

Το διαχωριστικό φίλτρο είναι απαραίτητο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο του εδαφικού υλικού, στο στρώμα της αποστράγγισης. Υφάσματα με κρυσταλλικές ίνες ή ίνες από πολυπροπυλένιο και πολυαιθυλένιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό.

2.3.4: ΣΤΡΩΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗΣ:

Ένα φυτεμένο δώμα πρέπει να έχει ένα αποστραγγιστικό στρώμα προκειμένου να απομακρύνει ή να αποθηκεύει το νερό που δεν απορροφάται από το μέσο ανάπτυξης των φυτών και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Αν δεν μπορεί να επιτευχθεί η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, αφενός αυξάνεται το βάρος του συστήματος και αφετέρου μπορεί να προκληθεί σάπισμα των ριζών. Το στρώμα αποστράγγισης έχει τη λειτουργία της εκ νέου δημιουργίας μιας φυσικής κατάστασης για την ανάπτυξη της βλάστησης: συσσωρεύει το νερό με τη βοήθεια μικρών δεξαμενών της άνω πλευράς, αλλά ταυτόχρονα επιτρέπει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος νερού

μέσω μερικών οπών. Μπορεί επίσης να προσφέρει μια πρόσθετη θερμική μόνωση. Για να την εξασφάλιση της απορροής των νερών, μια ελάχιστη κλίση των 2ο συστήνεται για τα επίπεδα δώματα. Στην περίπτωση των εκτατικών δωματίων, που μπορούν επιτυχώς να εγκατασταθούν σε κεκλιμένες επιφάνειες, η μέγιστη γωνία που συστήνεται είναι 30°.

Τα περισσότερα πράσινα δώματα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν το υπάρχον σύστημα απορροής του κτιρίου, μόνο με μερικές μετατροπές σε αυτό. Τα τυπικά συστήματα απορροής περιλαμβάνουν υδρορροές, αποχετεύσεις και φίλτρα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση του υλικού ανάπτυξης και το φράξιμο των σωληνώσεων. Μικρή κλίση του δώματος της τάξης του 10°-15° συντελεί στη φυσική αποστράγγιση του συστήματος. Επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού, και ειδικά του όμβριου. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να συνδεθεί με κάποια δεξαμενή.

Το στρώμα αποστράγγισης μπορεί να δομηθεί από διάφορα υλικά ανάλογα με την ζητούμενη λειτουργία. Τα υλικά αυτά, μπορεί να είναι φυσικά χαλίκια, ή θρυμματισμένες πέτρες, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, πετροβάμβακας, αφρώδη υλικά και πλαστικά υφάσματα με κυψέλες. Το απλούστερο απ' αυτά, τα φυσικά χαλίκια (κατά προτίμηση όχι στρογγυλά ώστε να μην κατακυλούν στις στέγες με κλίση) και οι θρυμματισμένες πέτρες, είναι παραδείγματα αποστραγγιστικού υλικού φυσικής προέλευσης το οποίο λειτουργεί ικανοποιητικά. Είναι φθηνά, και όταν τοπικά υλικά από την περιοχή όπου βρίσκεται το κύριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν, έχουν και οικονομικό όφελος αλλά και συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, επαναφέροντας το βιότοπο των ασπόνδυλων και των εντόμων που ζούσαν στο έδαφος, την επιφάνεια του οποίου κατέλαβε το κύριο. Το μειονέκτημα αυτών των υλικών είναι το μεγάλο βάρος τους. Επίσης, δεν μπορούν να συγκρατήσουν την ποσότητα διαλυμένων θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται για τα φυτά.

Η λάβα έχει κι αυτή φυσική προέλευση. Τα τούβλα είναι κατασκευασμένα, όμως σε αυτή τη χρήση είναι ανακυκλωμένα. Παρά τη διαφορετική προέλευσή τους, αυτά τα υλικά έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Είναι πορώδη και μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά συστατικά σε μεγαλύτερη ποσότητα από την πέτρα. Αυτά τα υλικά

που μπορούν να συγκρατήσουν θρεπτικά συστατικά, συντελούν στην ελάττωση των θρεπτικών συστατικών που παροχετεύονται από ένα πράσινο δώμα στους υπονόμους, τα οποία λειτουργούν ως ρυπαντές των υδάτινων αποδεκτών. Επίσης, αυτά τα πορώδη υλικά είναι σχετικά ελαφρά και μπορούν να λειτουργήσουν ως βιότοπος για τα ασπόνδυλα.

Τα αφρώδη υλικά μπορούν να προέλθουν ακόμη και από ανακυκλωμένα καθίσματα αυτοκινήτων. Έχουν την ιδιότητα να αποστραγγίζουν το νερό, αλλά δεν μπορούν να αποθηκεύσουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων.

Τέλος, τα πλαστικά αποστραγγιστικά υφάσματα με κυψέλες, κυκλοφορούν σε διάφορες εκδόσεις και τύπους. Άλλα είναι κατασκευασμένα για πράσινα δώματα εντατικού τύπου με υπόστρωμα μεγάλου πάχους και κάποια για πράσινα δώματα εκτατικού τύπου. Η ιδέα της λειτουργίας τους είναι η εξής: το νερό γεμίζει τις κυψέλες και απλώνεται σε όλη την επιφάνεια. Όταν οι πλαστικές κυψέλες γεμίσουν, το νερό που περισσεύει αποστραγγίζεται μέσω των οπών του υφάσματος.

Αυτά τα υλικά είναι πολύ εύκολο να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν. Το μειονέκτημά τους είναι ότι μπορούν να γίνουν πολύ στεγνά. Τα πορώδη υλικά στεγνώνουν με πιο αργό ρυθμό, επιτρέποντας έτσι στα φυτά να μπορέσουν να προσαρμοστούν στη υπάρχουσα διαθεσιμότητα νερού. Επίσης, τα πλαστικά υφάσματα δεν αποθηκεύουν θρεπτικά συστατικά και μπορούν να αποτελούν μια πιο ακριβή λύση, ειδικά αν υπολογιστεί η εμπεριεχόμενη ενέργεια στην κατασκευή τους, και το γεγονός ότι το πλαστικό προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή. Σε μεγαλύτερη κλίμακα υπάρχουν δύο βασικά είδη αποστραγγιστικού συστήματος στεγών · το συμβατικό σύστημα και το σύστημα με σιφόνι. Τα συστήματα με χρήση σιφονιού συνήθως είναι αποτελεσματικότερα σε μεγάλες επιφάνειες . Το αποστραγγιστικό σύστημα μπορεί να είναι κατασκευασμένο από υψηλής πυκνότητας ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο (HDPE) ή ενισχυμένο πλαστικό (ABS) ή υδροφοβική διογκωμένη πολυστερίνη (EPS-SE) ή ανακυκλωμένο πολυστυρένιο (Recycled PS) με αμφίπλευρες εγκοιλώσεις και κενούς χώρους στους οποίους συσσωρεύεται και αποθηκεύεται το νερό. Η περίσσεια ύδατος οδηγείται στις υδρορροές ή συγκεντρώνεται σε ειδική δεξαμενή για επανάχρηση.

Το αποστραγγιστικό σύστημα πρέπει να λειτουργεί σαν αποθήκη νερού και να επιτρέπει την ενιαία αποστράγγιση, τον αερισμό του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών και να αποτελεί ισχυρή προστατευτική στρώση για τις υποκείμενες μεμβράνες. Όταν το δώμα είναι προσπελάσιμο το αποστραγγιστικό σύστημα θα πρέπει να έχει υψηλή μηχανική αντοχή. Ανάλογα με τον τύπο του φυτεμένου δώματος μεταβάλλεται το πάχος του αποστραγγιστικού δικτύου σύμφωνα με τις αντίστοιχες μελέτες. Η επιλογή του αποστραγγιστικού συστήματος θα πρέπει να βασίζεται στα διεθνή Πρότυπα και να τεκμηριώνεται η συμβατότητα της επιλογής του τόσο με τον τύπο της βλάστησης και του υποστρώματος όπως και με τις κλιματικές συνθήκες, τις συνθήκες έλλειψης νερού και τις απαιτήσεις ικανότητας αποστράγγισης, όγκου πλήρωσης και αποθήκευσης νερού. Επιπλέον η επιλογή του αποστραγγιστικού συστήματος θα πρέπει να είναι συμβατή με τη στατική επάρκεια του κτηρίου.

Θα πρέπει επίσης να αναφέρονται στη μελέτη τα εξής (υπολογισμένα σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα):

- Ικανότητα αποστράγγισης νερού (τυπικές τιμές: 0,5- 8,1 l/m²xs)
- Όγκος Πλήρωσης (τυπικές τιμές: 10- 30 l/m²)
- Ικανότητα αποθήκευσης Νερού (τυπικές τιμές >3 l/m²)

2.3.5 ΜΕΜΒΡΑΝΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΙΖΩΝ

Τα φράγματα ριζών είναι κατασκευασμένα από υλικά με πυκνή δομή τα οποία εμποδίζουν τη διείσδυση των ριζών και προστατεύουν την ακεραιότητα της στεγανοποιητικής στρώσης. Η ανάγκη ύπαρξής τους εξαρτάται από το είδος της στεγανοποιητικής μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες συνήθως δεν απαιτούν την ύπαρξη φράγματος ριζών. Σε μια υφιστάμενη στέγη καλυμμένη με μονωτικό στρώμα, είναι αρκετά συνηθισμένο να τοποθετείται μια μεμβράνη ελέγχου ριζών για να εμποδίζει τη φθορά της δομής. Συχνά, οι ανάγκες για ανεύρεση ύδατος ή θρεπτικών στοιχείων οδηγούν το ριζικό σύστημα του εκάστοτε φυτικού υλικού να διεισδύσει σε κατώτερα δομικά στρώματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων στη λειτουργία, αλλά και την ασφάλεια του κτηρίου. Επειδή λοιπόν η επιλογή φυτικού υλικού με αβαθές ριζικό σύστημα δεν είναι πάντα εφικτή, υπάρχουν διάφορες

μεμβράνες που έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν τις ρίζες μακριά από τις μονωτικές στρώσεις, αλλά και το ίδιο το δώμα. Βιβλιογραφικά αναφέρεται μάλιστα, πως κάποιες από αυτές τις διαστρώσεις προστασίας διείσδυσης ριζών έχουν εκτός από φυσικό και χημικό χαρακτήρα, περιέχοντας αποθητικό ριζών.

Η φυσική διάστρωση προστασίας κατασκευάζεται συνήθως από πυκνά ανόργανα υλικά, τοποθετημένα έτσι, ώστε να αποτρέψουν την οποιαδήποτε διείσδυση ριζών ή βακτηριακή δραστηριότητα. Τέτοιες διαστρώσεις κατασκευάζονται συνήθως από πλαστικό, πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο ανύφαντο (non-woven) γεωϋφασμα και διαφέρουν στα επιμέρους χαρακτηριστικά ανάλογα με την εκάστοτε εταιρία. Πολλά από τα υλικά μάλιστα που αποτελούν πρώτες ύλες για την κατασκευή των μεμβρανών είναι ανακυκλούμενα. Η χρήση ή όχι της διάστρωσης προστασίας κρίνεται ανάλογα με την εκάστοτε κατασκευή και τις απαιτήσεις των μεμβρανών στεγανοποίησης που έχουν τοποθετηθεί.

2.3.6 ΣΤΡΩΜΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ

Συγκρατεί υγρασία και θρεπτικά στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει την προστασία της στεγανοποίησης της στέγης από μηχανικές φθορές. Το υπόστρωμα προστασίας θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο από υλικά που καθορίζονται στα διεθνή πρότυπα (π.χ. FLL 2008, Water retention). Συνήθη υλικά κατασκευής είναι οι πολυεστερικές συνθετικές και ανακυκλωμένες ίνες. Το υπόστρωμα θα πρέπει να έχει πάχος από 3 ως 15 mm, και να συγκρατεί νερό από 3 l/m² ως 10 l/m² ώστε να προσφέρει επιπλέον προστασία στην υποκείμενη αναριζική μεμβράνη καθώς και στα συστήματα στεγανοποίησης από πλήγματα. Το υπόστρωμα προστασίας και συγκράτησης υγρασίας πρέπει να εφαρμόζεται ελεύθερα πάνω από την αναριζική μεμβράνη με επικάλυψη των άκρων κατά 10-15cm. Στα στηθαία το υπόστρωμα εφαρμόζεται σε ύψος μεγαλύτερο από την ανώτερη στάθμη του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και συγκολλάται με ειδική κόλλα. Σε περίπτωση εφαρμογής ανεστραμμένου τύπου φυτεμένου δώματος όπου τον ρόλο της προστατευτικής στρώσης για την στεγανοποίηση επατελεί η θερμομόνωση, πάνω από την θερμομόνωση εφαρμόζεται εξειδικευμένο υδροφοβικό διηθητικό φύλλο που επιτρέπει την εξάτμιση του εγκλωβισμένου νερού από το επίπεδο της.

2.3.7 ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΣΤΡΩΜΑ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την κατασκευή μιας πράσινης στέγης είναι η κατάλληλη στεγανοποίηση της στέγης του κτιρίου. Η εγκατάσταση πράσινης στέγης ενισχύει τη θερμομόνωση του κτιρίου και προστατεύει τις υποκείμενες μεμβράνες στεγανοποίησης.

- Θερμομονωτική Μεμβράνη Σκυροδέματος:

Η θερμομονωτική στρώση σε ένα φυτοδώμα θεωρείται αναγκαία, καθώς αποτρέπει την απορρόφηση ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας και διατηρεί τη θερμοκρασία σε χαμηλότερα επίπεδα από τις μη μονωμένες περιοχές. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως στις θερμομονωτικές μεμβράνες είναι πολυουρεθάνη, πολυουρεθάνη-άσφαλτο, αφρός πολυουρεθάνης, αφρώδες γυαλί (fiber glass), καθώς επίσης διογκωμένη πολυστερίνη (φελιζόλ), αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη και ελαφρό, σκληρό αφρώδες κονίαμα με βάση το τοιμέντο, γνωστό και ως αφορμπετό. Βασική προϋπόθεση για τη καλή λειτουργία της θερμομόνωσης είναι να μην υπάρχουν κενά είτε αυτή τοποθετείται με τη μορφή αφρού είτε με τη μορφή πλάκας.

- Στεγανοποιητική Μεμβράνη Σκυροδέματος:

Η επιτυχής δημιουργία ενός φυτοδώματος εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τη στεγανοποίηση του. Η αποφυγή οποιασδήποτε διαρροής, λειτουργεί θετικά όχι μόνο στη διατήρηση ενός σταθερού κτιρίου, αλλά και στην περαιτέρω χρήση του δώματος. Τα υλικά στεγανοποίησης αποτελούνται από διάφορων ειδών μεμβράνες, πολυμερισμένου αιθυλενίου ή πολυουρεθάνης – ασφάλτου. Ακόμα, ευρέως χρησιμοποιούνται και τα ασφαλόπανα οξειδωμένης ασφάλτου, οι ελαστομερείς μεμβράνες με βάση την άσφαλτο, οι μεμβράνες συνθετικού καουτσούκ, αλλά και οι μεμβράνες πολυολεφίνης (βάσεως πολυπροπυλενίου – TPO). Αναφέρεται ακόμα η ύπαρξη μεμβρανών εμποτισμένων με ειδικές χημικές προσμίξεις, οι οποίες τις καθιστούν απρόσβλητες στα οξέα του χώματος. Ενδεικτικά αναφέρεται η μεμβράνη Antiroot. Η ασφαλική αυτή μεμβράνη δεν αλλοιώνεται από τη παρουσία νερού και

θεωρείται ανθεκτική σε τυχόν χημικές επιδράσεις που μπορεί να προκληθούν από τις εκκρίσεις των φυτών. Επίσης, δυνατή είναι και η χρήση κωνοειδών ρολών (HDPE) από σκληρό πολυαιθυλένιο. Ένα ακόμα υλικό κατάλληλο για τη χρήση του σε μεμβράνες στεγανοποίησης είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το οποίο χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα ελαστικό και εύκαμπτο, αλλά και ανθεκτικό στις ακτίνες UV και σε μικροοργανισμούς. Το υλικό αυτό θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα κατά την εφαρμογή του, καθώς μεταβάλλονται οι διαστάσεις του κατά τη διάρκεια της ημέρας και μπορεί να οδηγηθεί σε αστοχία.

Η στεγανοποίηση μπορεί να πραγματοποιηθεί και με τη μέθοδο ανεστραμμένης μόνωσης. Η προαναφερθείσα πλεονεκτεί έναντι της συμβατικής, διότι βρίσκεται κάτω από τη θερμομόνωση και προστατεύεται από τα θερμικά φορτία, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία της καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, γεγονός που δίνει απεριόριστο χρόνο ζωής στη στεγνωτική στρώση (Διαδίκτυο 4). Όποια και αν είναι η φύση και ο χαρακτήρας της στεγανοποιητικής στρώσης θα πρέπει να συντελείται έλεγχος για την ορθή λειτουργία της πριν την παράδοσή της προς χρήση.

2.3.8 ΦΡΑΓΜΑ ΥΔΡΑΤΜΩΝ

Βασικός στόχος του φράγματος υδρατμών είναι η παρεμπόδιση διέλευσης των υδρατμών στη θερμομονωτική στρώση. Η στρώση φράγματος υδρατμών δημιουργείται από ποικίλα υλικά, όπως πολυαιθυλένιο, πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LPDE), πολουρεθάνιο, εποξειδικές βαφές, εποξει-πολουρεθανικές βαφές, αστάρι. Η παρεμπόδιση υδρατμών μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη μορφή μεμβράνης, είτε υπό μορφή βαφής, ανάλογα με την εταιρία κατασκευής. Για τη χρήση μεμβρανών αναφέρεται ότι έχουν μεγάλη ευκαμψία σε χαμηλές θερμοκρασίες και ιδιαίτερη αντοχή στους υδρατμούς. Όσον αφορά τη δημιουργία φράγματος υδρατμών με τη χρήση βαφής, θα πρέπει να αναφερθεί πως είναι δυνατή η χρήση σε υγρές επιφάνειες και νωπό σκυρόδεμα. Ακόμα έχουν υψηλές μηχανικές αντοχές, εξαιρετική σκληρότητα, αντοχή στην τριβή και ισχυρή πρόσφυση σε σίδηρο, αλουμίνιο, γαλβανιζέ, μπετόν, τζάμι και ξύλο. Όπως και στις προαναφερθείσες μορφές μόνωσης ενός κτιρίου προοριζόμενου για τη κατασκευή φυτοδώματος, συστήνεται και εδώ η προσοχή κατά την εφαρμογή και την τοποθέτησή τους.

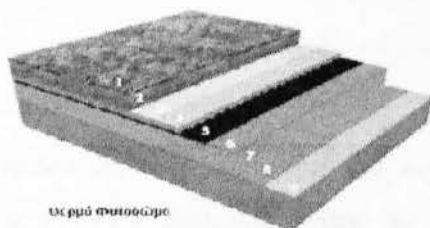
2.3.9 ΟΡΟΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ουσιαστικά αποτελεί τη βάση για όλη την κατασκευή της πράσινης στέγης. Θα πρέπει να έχει προβλεφθεί η δομική της σταθερότητα, το βάρος που μπορεί να τοποθετηθεί πάνω της και θα πρέπει να αποφευχθεί οτιδήποτε θα την επηρεάσει αρνητικά κατά τη μελλοντική χρήση.

2.3.10 ΥΔΡΟΡΡΟΗ

Η υδρορροή είναι η άμεση συνέχεια του αποστραγγιστικού συστήματος του φυτοδώματος και μαζί με την επιφάνεια της οροφής και το σύστημα συλλογής, αποτελούν τα σημαντικότερα στοιχεία για την ορθή αποστράγγιση.

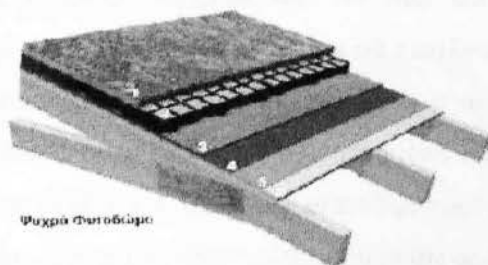
Εκτατικό Σύστημα Φυτοδώματος - Επίπεδο



Υερό Φυτοδώμα

1. Φυτικό Υλικό
2. Υπόστρωμα για βρύα - λειχήνες, ξηροφυτικά
3. Διάστρωση Διαχωριστικού Φίλτρου
4. Αποστραγγιστική Στρώση
5. Διάστρωση Προστασίας από τη Διείσδυση Ριζών
6. Υδροστεγανωτική Στρώση
7. Θερμομονωτική Στρώση
8. Φράγμα Υδρατμών
9. Οροφή Κτιρίου

Εκτατικό Σύστημα Φυτοδώματος -Με Κλίση

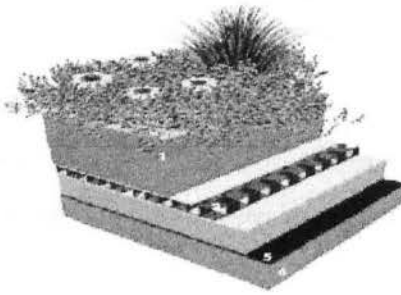


Ψυχρό Φυτοδώμα

1. Φυτικό Υλικό
2. Μembrάνη Συγκράτησης Υποστρώματος
3. Μembrάνη Αυτόματου Ποτισματος (Υπόγεια Άρδευση)
4. Διάστρωση Προστασίας από τη Διείσδυση Ριζών
5. Υδροστεγανωτική Στρώση
6. Οροφή Κτιρίου

Εικόνα 11: Επίπεδο και επικλινές Εκτατικό Σύστημα Φυτοδώματος, πηγή: Liquid Plastics Limited, Lancashire, England.

Εντατικό Σύστημα Φυτοδώματος - Επίπεδο



1. Φυτικό Υλικό
2. Διάστρωση Διαχωριστικού Φίλτρου
3. Αποστραγγιστική Στρώση
4. Διάστρωση Συγκράτησης Υδάτος
5. Διάστρωση Προστασίας από τη Διεσθυσση Ριζών
6. Οροφή Κτιρίου

Εικόνα 12: Επίπεδο Εντατικό Σύστημα Φυτοδώματος, πηγή: Liquid Plastics Limited, Lancashire, England.

Τα υλικά για την κατασκευή των φυτεμένων δωμαίων πρέπει βάση νομοθεσίας να πληρούν κάποιες προδιαγραφές. Τα υλικά για την κατασκευή των φυτεμένων δωμαίων / στεγών είναι:

- Το φυτικό υλικό.
- Τα υλικά υποδομής τα οποία αποτελούν την απαραίτητη προϋπόθεση για την εγκατάσταση της βλάστησης.
- Τα υλικά του συστήματος άρδευσης, το οποίο είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της βλάστησης.

Όλα τα υλικά και τα δομικά στοιχεία για την συγκεκριμένη χρήση πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους, σύμφωνα με τα διεθνή Πρότυπα. Όλα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή στέγης και την εγκατάσταση της βλάστησης πρέπει να επιλεγούν με τέτοιο τρόπο που να εξασφαλίζεται αμοιβαία χημική συμβατότητα. Ο κατασκευαστής κάθε υλικού θα πρέπει να παρέχει στοιχεία σχετικά με τους περιορισμούς της χρήσης του λόγω ασυμβατότητας. Εάν για ένα οποιοδήποτε υλικό διαπιστωθεί ότι η χρήση του είναι ασύμβατη, είτε θα πρέπει να αναθεωρηθεί η επιλογή του υλικού ή θα πρέπει ληφθούν πρόσθετα μέτρα κατά την εγκατάσταση. Τόσο οι μεμβράνες στεγανοποίησης, όσο και οι αντιριζικές πρέπει να ελέγχονται για να εξασφαλίζεται ότι είναι ανθεκτικές στην υδρόλυση. Όλα τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει επίσης να είναι ανθεκτικά σε συνεχή έκθεση στο νερό, στη βιολογική δράση των μικροοργανισμών, υδατοδιαλυτών ουσιών κλπ. Τα υλικά θα πρέπει να φέρουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις από διεθνείς οργανισμούς πιστοποίησης για την χρήση και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους (FLL Root Proof

Test, FLL Guidelines, DIN, CE). Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν δεν πρέπει να δημιουργούν ατμοσφαιρική ρύπανση που οφείλεται σε διεργασίες όπως απόπλυση ή η απελευθέρωση αερίων ουσιών. Επίσης, όλα τα υλικά δεν πρέπει να περιέχουν συστατικά τα οποία είναι επιβλαβή για τα φυτά.

2.4: ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

Στην ενότητα αυτή καθορίζονται τα δομικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και του δώματος/στέγης σε σχέση τις συνθήκες μικροκλίματος που δημιουργούνται στην επιφάνεια εγκατάστασης των φυτών αλλά και σε σχέση με τις απαιτήσεις της βλάστησης. Η ανάλυση αυτή μπορεί να οδηγήσει στην απαίτηση κατασκευής πρόσθετων ειδικών κατασκευών στο δώμα / στέγη ή στον αποκλεισμό της χρήσης ορισμένων φυτικών ειδών. Κατά την ανάλυση της καταλληλότητας του κτηρίου για την εγκατάσταση φυτεμένου δώματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη οι εξής παράμετροι:

- i. Στατική Αντοχή - επάρκεια του στατικού φορέα του κτηρίου και στην επιπρόσθετη αύξηση του φορτίου που προέρχεται από τα κατασκευαστικά στοιχεία του Πράσινου δώματος
- ii. Κλίση του δώματος/ στέγης
- iii. Χρήση - χρησιμότητα

2.4.1: ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

Ο κρίσιμος παράγοντας στην απόφαση της δυνατότητας κατασκευής πράσινου δώματος/στέγης στην οροφή ενός κτηρίου και της επιλογής του τύπου του

πράσινου δώματος που θα κατασκευαστεί είναι η Στατική Αντοχή - Επάρκεια του κτηρίου. Στα υφιστάμενα κτήρια το συνολικό φορτίο των κατασκευών πράσινου δώματος, όπως το φορτίο του συστήματος υποδομής φυτεμένου δώματος στέγης, η βλάστηση και οποιοδήποτε δομικό στοιχείο δε θα πρέπει να ξεπεράσει το υπολογισμένο φορτίο ή φορτίο επικάλυψης που προβλέπεται από τη στατική μελέτη. Ακόμη και αν υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης φορτίου φυτεμένου δώματος, οι υφιστάμενες στρώσεις θα πρέπει να έχουν πυκνότητα τέτοια ώστε να αποφευχθεί συμπίεσή τους. Στα νέα κτήρια, κατά τον υπολογισμό της στατικής αντοχής τους, το

φορτίο που προκύπτει από την κατασκευή του φυτεμένου δώματος/στέγης υπολογίζεται στα φορτία του κτηρίου. Ο υπολογισμός φορτίων των συστημάτων υποδομής φυτεμένου δώματος / στέγης, (σύστημα υποδομής, υποστρώματα ανάπτυξης) πρέπει να γίνεται σε συνθήκες κορεσμού όπως καθορίζεται από τα αντίστοιχα διεθνή Πρότυπα. Σημαντικός είναι ο υπολογισμός και των δομικών ή φυσικών στοιχείων που συνδυάζονται με την φύτευση στον εντατικό τύπο και ενδέχεται να εφαρμοστούν, όπως οι διάδρομοι κίνησης, τα δάπεδα, τα συστήματα σκίασης, τα στοιχεία νερού κλπ. τα οποία πρέπει να συνεκτιμηθούν.

2.4.2: ΚΛΙΣΗ ΤΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ-ΣΤΕΓΗΣ

Η κλίση της οροφής σύμφωνα με τα διεθνή Πρότυπα και τις κατευθυντήριες οδηγίες φυτεμένων δωματίων πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.5% για κατασκευές εντατικού ή ημι-εντατικού τύπου. Σε περίπτωση που η κλίση του εδάφους δεν υπερβαίνει το 1.5% είναι πιθανή η συγκέντρωση υδάτων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της συνολικής κατασκευής ή/και στην ανάπτυξη ανεπιθύμητων φυτών. Όσο αυξάνεται η κλίση, αυξάνεται και η απορροή, πρέπει ωστόσο να υπάρχει και πρόβλεψη στήριξης των στρωμάτων για να αποφευχθεί πτώση, ενώ για οροφές με κλίση άνω των 45ο δεν πρέπει να γίνεται εγκατάσταση φυτεμένων οροφών. Για την άρδευση θα πρέπει να υπάρχει τουλάχιστον μία παροχή νερού/βρύση στην οροφή η οποία θα προστατεύεται κατάλληλα από θερμοκρασίες κάτω του μηδενός και θα παρέχει κατάλληλες συνθήκες παροχής και πίεσης. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της απορροής πρέπει να είναι σύμφωνα με την εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία. Η απορροή πρέπει να κατασκευαστεί για τις περιοχές της οροφής που έχουν φυτευτεί αλλά και για τις περιοχές που δεν είναι φυτεμένες. Πρέπει πέραν της κεντρικής απορροής να υπάρχει και η πρόβλεψη για απορροή της υπερχειλίσης.

2.4.3: ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Τα εκτατικού τύπου δώματα/ στέγες καθώς και οι περιοχές που έχουν δημιουργηθεί με αυτοφυή βλάστηση δεν είναι κατάλληλες για χρήση από τους ανθρώπους. Η πρόσβαση σε αυτά θα πρέπει να περιορίζεται κατά την συντήρηση ή την επισκευή τους, σύμφωνα με τα διεθνή Πρότυπα. Η χρήση των φυτεμένων δωματίων/πράσινων στεγών από τους χρήστες του κτηρίου γίνεται κυρίως στα ημεντατικού και εντατικού τύπου φυτεμένα δώματα, τα οποία έχουν την κατάλληλη στατική επάρκεια.

2.4.4 ΡΥΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ / ΣΤΕΓΗΣ

Από τα δομικά χαρακτηριστικά του κτηρίου που εξετάζονται σε σχέση με τις απαιτήσεις της βλάστησης, είναι και οι ρύσεις του δώματος/στέγης. Οι ρύσεις έχουν σχέση με την κλίση απορροής της επιφάνειας του δώματος. Γενικά, θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την αποφυγή συγκέντρωσης στάσιμου νερού στο σύστημα αποστράγγισης. Η συγκέντρωση στάσιμου νερού και η υπεράρδευση δημιουργούν συνθήκες ασφυξίας στις ρίζες των φυτών και μπορεί να οδηγήσουν στην αποτυχία της εγκατάστασης βλάστησης στο δώμα. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα για την προστασία του ριζικού συστήματος και επιλέγονται φυτά που να αντέχουν στις συνθήκες αυτές. Στον εκτατικό, ημιεντατικό τύπο, για την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού στα φυτεμένα δώματα εκτατικού και ημιεντατικού τύπου, οι ρύσεις πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.5%. Υφιστάμενα δώματα ή στέγες με ρύσεις μικρότερες από 1.5% απαιτούν ιδιαίτερη αντιμετώπιση κατά την εφαρμογή του συστήματος υποδομής φυτεμένων δωμαίων/στεγών εκτατικού και ημιεντατικού τύπου. Το αποστραγγιστικό σύστημα, πρέπει να πληροί την απαραίτητη αποστραγγιστική ικανότητα αλλά και το απαιτούμενο ύψος για την απορροή του πλεονάζοντος νερού. Ιδιαίτερη αντιμετώπιση απαιτείται και στην στεγανοποίηση των δωμαίων με ρύσεις μικρότερες από 1,5%. Η παρουσία στάσιμου νερού πάνω από ασφαλικές μεμβράνες οδηγεί σε σταδιακή αποσύνθεσή τους καθώς περιέχουν οργανικά στοιχεία που φθείρονται από τους μικροοργανισμούς που αναπτύσσονται στα στάσιμα νερά. Η εφαρμογή συνθετικών μεμβρανών (TPO, PVC, EPDM), ανθεκτικών στους μικροοργανισμούς είναι η ενδεδειγμένη εφαρμογή. Στον εντατικό τύπο, για την απορροή της πλεονάζουσας ποσότητας νερού, οι ρύσεις θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.5%. Η εφαρμογή φυτεμένων δωμαίων εντατικού τύπου είναι δυνατή σε στέγες χωρίς ρύσεις με την χρήση εξειδικευμένων αποστραγγιστικών στοιχείων που επιτρέπουν την δημιουργία δεξαμενών αποθήκευσης νερού στο σύστημα υποδομής.

2.4.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΩΜΑΤΟΣ / ΣΤΕΓΗΣ

Κατά την εγκατάσταση θα πρέπει να εξετάζονται όλοι οι παράγοντες που έχουν σχέση με τον τρόπο που είναι κατασκευασμένο το δώμα / στέγη και τις συνθήκες περιβάλλοντος στην επιφάνεια του. Αυτές οι συνθήκες έχουν σχέση με την

καταλληλότητα όλων των στρώσεων και των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του δώματος / στέγης και την μέθοδο η οποία θα ακολουθηθεί. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις κάθετες απολήξεις της στέγης / δώματος (εξαερισμοί, κλπ) και στις θέσεις των Η/Μ μονάδων οι οποίες θα πρέπει να διαχωριστούν από τις περιοχές φύτευσης σε υφιστάμενα κτήρια και να είναι προσβάσιμες για τεχνικό έλεγχο και συντήρηση. Τέλος, προτείνεται η χρήση συμπληρωματικών υλικών υδροτεχνολογίας όπως σχάρες εισόδου, κανάλια απορροής κτλ, ως αναγκαία σε τεχνικά απαιτητικά σημεία όπως πλησίον απόληξης κλιμακοστασίων, υ948 δωματων, εισόδων και ανοιγμάτων, για την καλύτερη απορροή των όμβριων και την ασφαλή και εύρυθμη λειτουργία των φυτεμένων δωματων.

2.4.6 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΠΤΩΣΗ

Η προστασία των συντηρητών του φυτεμένου δώματος/στέγης και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, επιβάλλει την προσθήκη εξειδικευμένων εξαρτημάτων στήριξης ή την τοποθέτηση κιγκλιδωμάτων στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει στηθαίο ή είναι χαμηλότερο του 1m και ενώ το δώμα/στέγη βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο των 3m από το έδαφος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΟΦΕΛΩΝ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΩΝ ΜΙΑΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

3.1: ΟΦΕΛΗ

Η κατασκευή μιας πράσινης ταράτσας προσφέρει ένα εντυπωσιακό σύνολο διαφορετικών πλεονεκτημάτων. Κάποια από αυτά τα πλεονεκτήματα ωφελούν το ίδιο το κτίριο που φιλοξενεί την πράσινη ταράτσα ενώ άλλα βελτιώνουν το περιβάλλον και το φυσικό χώρο. Τα τελευταία έτη οι ακραίες θερμοκρασίες τους καλοκαιρινούς μήνες είναι συνεχώς υψηλότερες. Αυτό οφείλεται στην κλιματική αλλαγή του πλανήτη που έχει επέλθει από την αύξηση ρύπων στην ατμόσφαιρα καθώς και την μείωση των φυσικών πάρκων και την ανεπάρκεια τους μέσα στα αστικά κέντρα. Οι συμβατικές ταράτσες που αποτελούνται από υλικά παράγωγα σκυροδέματος απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία και την επιστρέφουν στο περιβάλλον με την μορφή θερμικής ενέργειας. Το προαναφερθέν αποτελεί το φαινόμενο της αστικής θερμονησίδας το οποίο σε συνδυασμό με την ατμοσφαιρική ρύπανση εμφανίζεται με τη μορφή νέφους το οποίο επιβαρύνει το αστικό περιβάλλον. Η επίρεια των παραπάνω στην θερμοκρασία του περιβάλλοντος μπορεί να αγγίζει σύμφωνα με έρευνες και τους 10°C. Σημαντικό ρόλο στον τομέα αυτό παίζουν οι πράσινες στέγες καθώς με κάλυψη ενός μέρους μπορεί να επαναφέρει την φυσική ισορροπία στην πόλη με τη μείωση των ρύπων καθώς και να μειώσει την κατανάλωση για ψύξη του χώρου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ένας θάμνος κατά τη διάρκεια ζωής του μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και 100 ευρώ το χρόνο και να καταναλώσει 10 ευρώ για τη συντήρησή του.

Τα φυτά των πράσινων ταρασών επιδρούν στο περιβάλλον με τους εξής τρόπους:

3.1.1: ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή επενδύσεων πράσινων στεγών, είναι πολλά και σημαντικά. Έχει υπολογιστεί ότι με την ανακατάσταση κοινών στεγών από πράσινες, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε μία πόλη μπορούν να μειωθούν κατά 1,0 %– 5,3%. Πιο αναλυτικά, οι πράσινες στέγες έχει αποδειχθεί ότι έχουν θετικές επιπτώσεις στα ακόλουθα προβλήματα των πόλεων:

3.1.1.1 Ατμόσφαιρα:

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.

3.1.1.2: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ:

Η φυσική βλάστηση στις στέγες των κτιρίων συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, συγκρατώντας τις υψηλές θερμοκρασίες και μειώνοντας τα κάθετα ρεύματα αέρα. Έχει υπολογιστεί, π.χ., ότι το πρασίνισμα 6% των στεγών του Τορόντο, θα μείωνε τη θερμοκρασία της πόλης κατά 1-2°C και θα εμπόδιζε 0,62 μεγατόνους αερίων του θερμοκηπίου, ενώ θα υπήρχε μείωση κατά 10°C της θερμοκρασίας στο 1/3 της πόλης, αν 50% των κτιρίων είχαν πράσινες στέγες. Επιπλέον, τα ποσοστά υγρασίας στις πόλεις αυξάνονται κατά 5-10%. Με τον τρόπο αυτό, οι πράσινες στέγες μειώνουν το φαινόμενο των αστικών θερμικών νησίδων που ταλαιπωρεί τους κατοίκους και τους ωθεί σε ενεργειακή σπατάλη και ατμοσφαιρική ρύπανση.

3.1.1.3: ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΝΕΡΟΥ:

Μία μέση πράσινη στέγη μπορεί να απορροφήσει άμεσα ως και 75% της βροχόπτωσης, ενώ 60% του κάδμιου, χαλκού και σιδήρου αφαιρούνται από το νερό της βροχής, αν περάσουν μέσα από τη βλάστησή. Με τον τρόπο αυτό, οι πράσινες στέγες επιδρούν ρυθμιστικά στις ακραίες τιμές των ξαφνικών πλημμυρών και κατ' επέκταση στην ποιότητα των υπόγειων ή θαλάσσιων υδάτων, λειτουργώντας ως μέσα ανάσχεσης και φίλτρα καθαρισμού τους.

Μία ακόμη σημαντική ιδιότητα των φυτεμένων δωμάτων είναι ότι βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, πριν αυτό αποχετευτεί. Το χώμα και το ριζικό σύστημα των φυτών συγκρατεί και φιλτράρει το νερό της βροχής μέσω μιας σειράς χημικών και βιολογικών διαδικασιών και το απαλλάσσουν από ρυπαντικές ουσίες πριν καταλήξει στις λεκάνες απορροής. Για παράδειγμα, ρύποι αζώτου που προέρχονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων, τα χημικά λιπάσματα και από διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες, αιωρούνται στον αέρα και πέφτουν στο έδαφος μέσω της βροχής, συμβάλλοντας στον ευτροφισμό του νερού, δηλαδή στην αύξηση των χημικών

θρεπτικών ουσιών του και προκαλώντας προβλήματα στα επιφανειακά ύδατα. Ωστόσο, μέσω του χώματος των φυτεμένων δωμάτων, το άζωτο διασπάται και τελικό προϊόν είναι το αζωτούχο άλας, που δεν είναι παρά αζωτούχο λίπασμα που βοηθάει τα φυτά στην ανάπτυξη τους. Επιπροσθέτως, αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι ουσίες, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, οι οποίες περιέχονται στο νερό της βροχής, περιορίζονται στο υπόστρωμα του χώματος, ανά να εκχύνονται στα ποτάμια και στις διάφορες λεκάνες απορροής του χαλκού και του μολύβδου και 16% του ψευδάργυρου μπορούν να συγκρατηθούν και να αφαιρεθούν από τα νερά της βροχής, εξαιτίας τις βλάστησης στα δώματα. Επίσης, όπως συμβαίνει και γενικότερα με τα φυτά στη φύση, η βλάστηση στα δώματα συμβάλλει στη συγκράτηση των νερών της βροχής και στην αποφυγή πλημμύρων μέσω των παρακάτω διεργασιών:

- Μέρος του νερού αποθηκεύεται στο υπόστρωμα του χώματος.
- Νερό απορροφάται επίσης από τα ρίζες των φυτών
- Απορρόφηση, επίσης, νερού από το φύλλωμα των φυτών, το οποίο στη συνέχεια επιστρέφει στην ατμόσφαιρα μέσω των διεργασιών της εξατμισοδιαπνοής
- Επιβραδύνεται η ταχύτητα των νερών της βροχής λόγω της διήθησης του από τη φυτική κάλυψη.

Ενδεικτικά, 2.5 εκατοστά φυτού sedum πάνω από αμμοχάλικο 5 εκατοστών μπορεί να συγκρατήσει μέχρι και 58% από το νερό των κατακρημνίσεων. Έρευνα στη Γερμανία, έδειξε ότι οι φυτεμένες ταράτσες μπορούν να απορροφήσουν έως και 75% των κατακρημνίσεων που πέφτουν πάνω τους, πράγμα που μεταφράζεται σε μια άμεση μείωση της εκροής στο 25% σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα.

3.1.1.4: ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ:

Η κομποστοποίηση οργανικών αποβλήτων για τη δημιουργία λιπάσματος για τις πράσινες στέγες, μπορεί να αναχαιτίσει τον κορεσμό των χωματερών με αυτά, βοηθώντας στην ανακύκλωσή τους.

3.1.1.5: ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

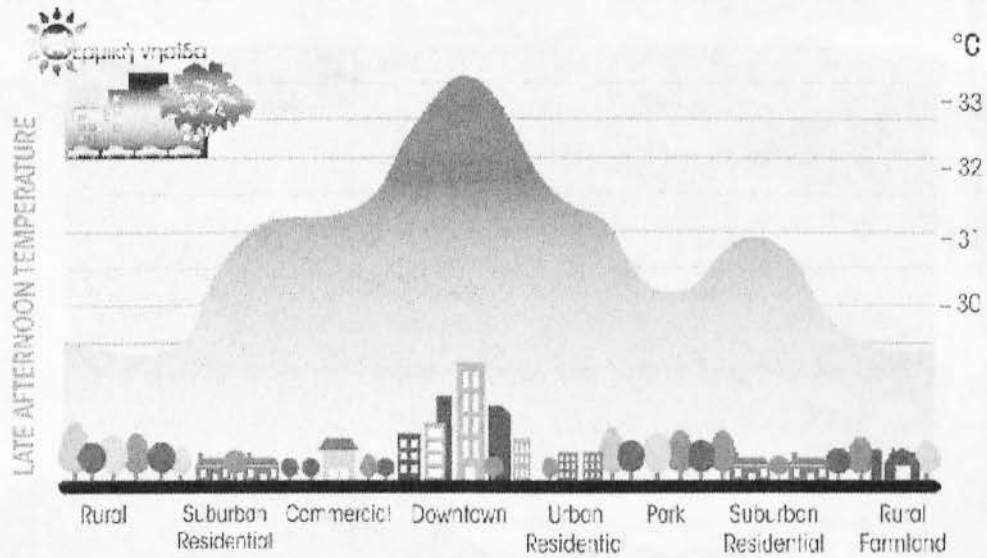
Οι πράσινες στέγες ενθαρρύνουν την ολοένα και μικρότερη βιοποικιλότητα των πόλεων, με την καλλιέργεια ειδών που δεν εμφανίζονται πλέον εντός των ορίων των

αστικών κέντρων (λαχανικά, αρωματικά φυτά και βότανα, κλπ.) και την προσέλκυση διαφόρων ειδών εντόμων και πουλιών .

3.1.1.6: ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ:

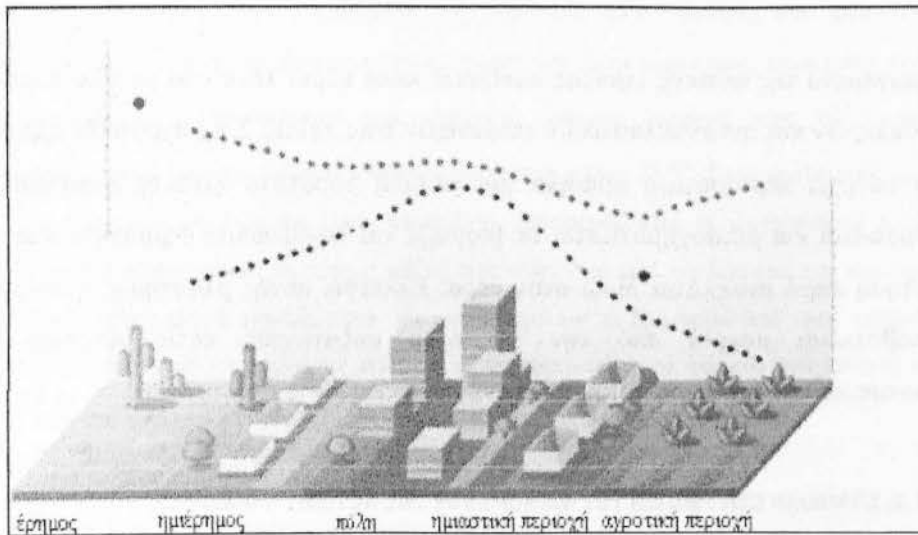
Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που μεταβάλλονται και μάλιστα με χαρακτηριστικό τρόπο στα αστικά κέντρα, είναι η θερμοκρασία. Είναι ευρέως γνωστό, τόσο από επιστημονικές έρευνες, όσο και από την καθημερινή μας εμπειρία, πως το κέντρο μιας πόλης έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τα προάστιά της. Το φαινόμενο έχει πάρει την ονομασία *heat island* ή θερμή νησίδα και συνάδει με την αύξηση της θερμοκρασίας και τις ξηρότητας στις αστικές περιοχές σε σχέση με τα προάστια ή άλλες αγροτικές περιοχές. Η ένταση του φαινομένου εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες, όπως το μέγεθος της πόλης, τη γεωγραφική της θέση, την κατανάλωση ενέργειας, τις κλιματικές συνθήκες, την εποχή, την ώρα της ημέρας και το ποσοστό του φυτοκαλυμμένου χώρου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να μειωθεί είτε αυξάνοντας το *albedo* ή αυξάνοντας το φυτικό υλικό. *Albedo* καλείται η μονάδα μέτρησης της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με την αντανακλώμενη από την επιφάνεια ακτινοβολία, χωρίς να απορροφάται ή να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια . Το *albedo* των αστικών περιοχών συνήθως είναι κατά 10% χαμηλότερο από το αντίστοιχο των υπαίθριων χώρων . Η συμβολή λοιπόν των πράσινων στεγών είναι σημαντική, καθώς μειώνουν τις αδιαπέραστες επιφάνειες και μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής συντελούν στη μείωση της θερμοκρασίας. Επιστημονικές έρευνες δείχνουν τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε μονωμένες και μη μονωμένες, πράσινες και μη στέγες αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους Niachou *et al.* (2001) η θερμοκρασία σε στέγες χωρίς μόνωση αλλά με ύπαρξη φυτοδόματος κυμαίνεται μεταξύ 28° C και 40° C, ενώ στέγες χωρίς μόνωση και με απουσία φυτοδόματος είναι σαφώς υψηλότερη από 42° C έως 48° C. Η ίδια έρευνα αναφέρει πως σε κτίρια με μονωμένη στέγη και ύπαρξη φυτοδόματος η θερμοκρασία είναι κατά χαμηλότερη 26° C έως 40° C εξαρτώμενη από το είδος της φύτευσης. Γενικά αναφέρεται πως όταν η εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 25° C και 30° C, τα φυτοκαλυμμένα δώματα μπορούν να μειώσουν την εσωτερική θερμοκρασία 3° C με 4° C .

Σαν ορισμός δίνεται από το σχεδιάγραμμα που λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα μοιάζει με νησί.



Εικόνα 13: Η θερμική νησίδια ανά περιοχή κατά την διάρκεια του απογεύματος, πηγή:

www.greekarchitects.gr/images.



Εικόνα 14: Το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδιας οφείνεται για την αύξηση της θερμοκρασίας των πόλεων κατά τη διάρκεια της νύχτας, πηγή: www.greekarchitects.gr/images.



Εικόνα 15 :Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας στο λεκανοπέδιο Αττικής ,όπως φαίνεται από δορυφόρο, πηγή:

www.greekarchitects.gr/images.

Το φαινόμενο της αστικής νησίδας οφείλεται κατά κύριο λόγο στο μεγάλο ποσοστό των σκληρών και αντανεκλαστικών επιφανειών στις πόλεις. Στις αγροτικές περιοχές όπου υπάρχει περισσότερο πράσινο μια μεγάλη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται και μετασχηματίζεται σε βιομάζα και λανθάνουσα θερμότητα από την βλάστηση παρά ανακλάται πίσω στον αέρα. Ελλείψει αυτής βλάστησης η ενέργεια ακτινοβολείται μακριά από την επιφάνεια αυξάνοντας κατά συνέπεια την θερμοκρασία του αέρα που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια.

3.1.1.7: ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΑΣΤΙΚΗΣ ΧΑΡΑΔΡΑΣ:

Το φαινόμενο της αστικής χαράδρας είναι ένα φαινόμενο που σχετίζεται με τη μεταβολή του ανέμου. Ο τρόπος δόμησης των οικοδομικών όγκων επηρεάζει, μεταξύ άλλων, τις ροές των ρευμάτων του αέρα, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο της αστικής χαράδρας και διαμορφώνοντας τις συνθήκες περιβάλλοντος μιας περιοχής. Η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλονται, όταν ο άνεμος προσκρούει σε ένα εμπόδιο. Στα αστικά μικροκλίματα λοιπόν, ιδιαίτερα ψηλά κτίρια, πολώροφες οικοδομές που υψώνονται πάνω σε χαμηλές μπορούν να οδηγήσουν σε πολύπλοκη ροή αέρα και να αυξήσουν την ταχύτητα του ανέμου στο επίπεδο του δρόμου,

δημιουργώντας έτσι στροβιλισμούς του ανέμου, δυσάρεστους τις περισσότερες φορές για τους πεζούς. Γενικά, η ταχύτητα και η ροή του ανέμου εξαρτάται από τη σχέση του πλάτους του δρόμου και του ύψους των καριών που βρίσκονται κατά μήκος του (H/W , ύψος καρίου προς πλάτος δρόμου). Όταν ο λόγος H/W είναι μεγαλύτερος από 0.05, δεν παρατηρούνται σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ρευμάτων αέρα και των στροβιλισμών που δημιουργούνται από την παρουσία των καριών, λόγω της επαρκούς μεταξύ τους απόστασης. Στα μεγάλα αστικά κέντρα όπου το ύψος των καριών είναι πολλές φορές μεγαλύτερο από το πλάτος των δρόμων δημιουργείται το φαινόμενο της αστικής χαράδρας. Οι όψεις των καριών λειτουργούν σαν τα πλευρικά τοιχώματα μιας φυσικής χαράδρας με αποτέλεσμα την κατακόρυφη σταδιακή μείωση της ταχύτητας του αέρα προς την επιφάνεια του δρόμου, ενώ πάνω από τα κτίρια η ταχύτητα του ανέμου παραμένει σε υψηλά επίπεδα. Αυτό το φαινόμενο έχει αρνητικές συνέπειες στον αερισμό και στο δροσισμό το καλοκαίρι των αστικών καριών λόγω της κακής κυκλοφορίας του αέρα που σε συνδυασμό με τη μόλυνση της ατμόσφαιρας οδηγεί στην παγίδευση της θερμικής ακτινοβολίας στα χαμηλότερα στρώματα του δρόμου και άρα στην υπερθέρμανση. Στην περίπτωση όπου μόνο οι όψεις είναι φυτεμένες, η θερμοκρασία στα αφύτευτα δώματα ξεπερνά τους 40°C , ενώ η θερμοκρασία του αέρα στο ύψος του δρόμου μειώνεται στους 33°C . Στην περίπτωση που και τόσο οι όψεις και τα δώματα είναι φυτεμένα, παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες μειώσεις θερμοκρασίας αέρα, καθώς οι αέριες μάζες που ψύχονται από τα δώματα και εισέρχονται ψυχρότερες στην αστική χαράδρα και, σε συνδυασμό με το δροσισμό από τους φυτεμένους τοίχους, καταφέρνουν να μειώσουν αισθητά τη θερμοκρασία στο επίπεδο του δρόμου στους 28°C , ενώ στα δώματα η θερμοκρασία του αέρα είναι μειωμένη στους 33°C .

3.1.1.8: ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΗΧΟΡΥΠΑΝΣΗΣ:

Στις αστικές περιοχές ο θόρυβος από την κίνηση και τις δραστηριότητες συχνά είναι πολύ πιο έντονος από ότι θα έπρεπε, με αποτέλεσμα να δημιουργεί κούραση και δυσάρεστες συνέπειες τόσο στους ανθρώπους, όσο και στα ζώα. Έχει διαπιστωθεί πως τα φυτά συχνά ενεργούν σαν τείχη ηχομόνωσης, μειώνοντας έτσι την ηχορύπανση. Οι Getter and Rowe (2006) αναφέρουν πως οι σκληρές επιφάνειες από τις οποίες κυρίως απαρτίζονται οι αστικές περιοχές έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την αντανάκλαση του ήχου με αποτέλεσμα τη συνεχή μετάδοση και εξάπλωση του.

Το γεγονός αυτό κάνει εντονότερο το πρόβλημα αυξάνοντας τα επίπεδα της ηχορύπανσης και δυσχεραίνοντας ακόμα περισσότερο τη ζωή των πολιτών. Αντίθετα οι πράσινες στέγες απορροφούν τα ηχητικά κύματα λόγω των φυσικών χαρακτηριστικών του υποστρώματος και της βλάστησης. Επίσης, τα φυτοκαλυμμένα δώματα αποτελούν φυσική πηγή ηχομόνωσης στους χώρους του καριού που βρίσκονται κάτω από αυτά. Άλλες έρευνες αναφέρουν πως τα φυτοδώματα μπορούν ακόμα να λειτουργήσουν και ως μόνωση για θορύβους που προέρχονται από αυτοκινητόδρομους και αεροπλάνα. Ενδεικτικά αναφέρεται πως σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα ταρτασόκηπος στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης με βάθος 10 εκατοστών μείωσε τα επίπεδα του ήχου κατά 5dB, ενώ άλλες έρευνες δείχνουν τη μείωση του θορύβου έως και 40dB, σε υποστρώματα βάθους 12 εκατοστών.

3.1.2: ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

Το «πρασίνισμα» των στεγών των καριών μιας πόλης, μπορεί να επιφέρει αισθητή αναβάθμιση στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Η δημιουργία νέων κοινόχρηστων χώρων στα παθητικά και ανεκμετάλλευτα ελεύθερα σημεία της πυκνοδομημένης πόλης, τα κάνει ευχάριστα και χρηστικά στους κατοίκους τους. Δίνεται, με αυτόν τον τρόπο, το δικαίωμα της άμεσης πρόσβασης στις στέγες των καριών από όλους τους κατοίκους, ακόμη και όσων μένουν στους χαμηλότερους ορόφους, όπου το φως του ήλιου είναι λιγότερο. Ενθαρρύνεται η κοινωνικότητα και η εξωστρέφεια των πολιτών και οι στέγες μπορούν να αποτελέσουν σημείο συνάντησής τους, ως απάντηση στη μείωση των ελεύθερων χώρων των πόλεων και στην έλλειψη κοινωνικής συνοχής.

Η οπτική και μόνο επαφή με τη φύση, συμβάλει στη βελτίωση της ψυχικής διάθεσης των ανθρώπων. Έρευνες έχουν δείξει ότι μπορούν να μειωθούν οι ανάγκες για υπηρεσίες υγείας, μέσω της μείωσης των επιπέδων του όζοντος και της επαφής με φύση και βλάστηση, καθώς οι κάτοικοι πυκνοδομημένων περιοχών είναι λιγότερο ευάλωτοι σε ασθένειες, αν έχουν πράσινο στα μπαλκόνια ή τις ταράτσες τους, λόγω του περισσότερου οξυγόνου, του φιλτραρίσματος του αέρα και του ελέγχου της υγρασίας, αλλά και των θεραπευτικών επιδράσεων της ενασχόλησης με τα φυτά.

Τέλος, 1,5τ.μ. γρασιδιού, παράγει αρκετό οξυγόνο, για τις ανάγκες ενός ανθρώπου μέσα σε ένα χρόνο.

Οι πράσινες στέγες μειώνουν τα επίπεδα της ηχορύπανσης, αφού τα φυτά λειτουργούν ως ηχοπέτασμα των ενοχλητικών θορύβων. Έχει υπολογιστεί ότι η ηχορύπανση μπορεί να μειωθεί από 10dB, ως 50dB (ανάλογα με το πάχος του μέσου καλλιέργειας και το είδος της εφαρμογής). Π.χ., μία πράσινη στέγη με στρώση 12cm, μπορεί να μειώσει το θόρυβο κατά 40Db. Το αντίστοιχο αποτέλεσμα για 20cm, είναι μεταξύ 46-50Db (Όλα τα παραπάνω, μπορούν να συμβάλουν στην ψυχική ευεξία των κατοίκων και την αυξανόμενη απόδοση και δημιουργικότητα των εργαζομένων, ενώ σε μια τοπική κοινωνία προσφέρουν τη δυνατότητα δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας (για κατασκευή και φρονιάδα των στεγών). Σε ευρεία κλίμακα, επίσης, είναι δυνατόν, να στηρίξουν την τοπική οικονομία, μέσω της καλλιέργειας στις στέγες, της επεξεργασίας και της διανομής προϊόντων. Η δυνατότητα καλλιέργειας προϊόντων για ιδιοκατανάλωση, μειώνει το χρόνο που χρειάζεται για μεταφορά προς και από το σημείο πώλησής τους και τις σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

3.1.2.1: ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΨΥΧΙΚΗ ΥΓΕΙΑ:

Η εικόνα των μεγάλων αστικών κέντρων, με τόνους τσιμέντου και γκρίζων επιφανειών δε μπορεί παρά να χαρακτηριστεί αποκρουστική. Τη βελτίωση αυτής της εικόνας έρχονται να πραγματοποιήσουν οι πράσινες στέγες, καθώς ανακαθιστούν τις σκληρές επιφάνειες με φυτικό υλικό και τα άψυχα υλικά με ζωντανά όντα. Τόσο σε προσβάσιμες, όσο και σε μη προσβάσιμες στέγες η ύπαρξη φυτικού υλικού δε μπορεί παρά να αποτελεί βελτίωση του τοπίου και κατά έλξη στην ανθρώπινη αντίληψη. Η ύπαρξη μιας όμορφης πράσινης στέγης δεν επιφέρει οφέλη μόνο στον ιδιοκτήτη, αλλά και σε όλους τους κατοίκους που έχουν τη δυνατότητα να την παρατηρήσουν και να ξεφύγουν από τη γκρίζα εικόνα της πόλης. Τα φυτεμένα δώματα όμως δε συμβάλλουν μόνο από αισθητικής άποψης, αλλά είναι δυνατόν να βοηθήσουν και στην ψυχική υγεία του ανθρώπου. Έρευνες αναφέρουν ότι η παρουσία τέτοιων στεγών βοηθούν στην ποιότητα της ζωής του ανθρώπου, στη μείωση των επιπέδων στρες, στη βελτίωση της διάθεσης, στη βελτίωση της ακοής, λόγω της ηχομόνωσης, στη διαταραχή του ύπνου, την υπέρταση ακόμα και στις διαπροσωπικές σχέσεις.

Επίσης μπορούν να δημιουργήσουν μια χαλαρή ατμόσφαιρα και να προάγουν τα θετικά αισθήματα. Βιβλιογραφικά αναφέρεται η θετική επίδραση των ταρατσόκηπων σε ασθενείς, καθώς είναι δυνατόν να κατασκευαστούν σε χώρους μέσα στην πόλη και να παρέχουν σε ασθενείς, αλλά και κατοίκους την εικόνα και την αίσθηση του φυσικού τοπίου. Το γεγονός αυτό βοηθά στην ανάρρωση των ασθενών και στη βελτίωση της ψυχικής τους υγείας.

3.1.2.2: ΔΑΠΑΝΕΣ ΥΓΕΙΑΣ:

Μέσω της βελτίωσης της ατμόσφαιρας των πόλεων και της επίδρασης που αυτή έχει στη σωματική και ψυχική υγεία των κατοίκων, μπορούν να επιφέρουν σημαντική μείωση των δαπανών για ανάγκες στον τομέα της δημόσιας υγείας. Έχει υπολογιστεί, για παράδειγμα, ότι με το πρασίνισμα 10% των στεγών του Νιτρόιτ, οι μειώσεις αυτές ανέρχονται σε ποσά μεταξύ \$25.8 εκ. - \$97.7 εκ., ενώ στο Σικάγο μεταξύ \$31 εκ. - \$118 εκ.

3.1.2.3: ΔΑΠΑΝΕΣ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ:

Η δυνατότητα που οι ένοικοι ενός κτιρίου έχουν να καλλιεργήσουν είδη διατροφής (λαχανικά, φρούτα, βότανα, κλπ.), μπορούν να μειώσουν τις αντίστοιχες δαπάνες των νοικοκυριών. Παράδειγμα αντίστοιχης οικονομίας αποτελεί το ξενοδοχείο Fairmount Waterfront στο Βανκούβερ, το οποίο καλλιεργούσε βότανα, λουλούδια και λαχανικά στην οροφή του, μειώνοντας κατά \$30.000 τα έξοδα της κουζίνας του .

3.1.3 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Η παρουσία βλάστησης στις στέγες την προφυλάσσει και παρατείνει τη διάρκεια ζωής της, κρατώντας την αλώβητη, μέσω μόνωσης, από εξωτερικούς παράγοντες όπως η ηλιακή ακτινοβολία, οι ακραίες θερμοκρασιακές μεταβολές, η υγρασία, κλπ. . Το καλοκαίρι, ανάλογα με τη βλάστηση, μία πράσινη στέγη μπορεί να συγκρατήσει 70-90% της βροχής, ενώ το χειμώνα μεταξύ 25-40%. Π.χ, μία στέγη με πάχος φύτευσης 4-20cm, μπορεί να συγκρατήσει 10-15cm νερού .Κατ' επέκταση,

μειώνονται οι κατασκευαστικές απαιτήσεις της στέγης όσον αφορά στο φυσικό, χημικό ή βιολογικό στρες και ενισχύεται η αποτελεσματικότητα των υδατοστεγανών μεμβρανών, λόγω των μειωμένων αυξομειώσεων της θερμοκρασίας. Σε μία καλοκαιρινή μέρα, η θερμοκρασία μίας απλής στέγης θα αυξηθεί από 25οC σε 60-80OC. Με την κάλυψή της με βλάστηση, δεν θα ανέβει πάνω από 25OC, συμβάλλοντας σε οικονομία ενέργειας.

3.1.3.1: ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΝΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ:

Η δημιουργία πράσινων στεγών/φυτεμένων δωματίων είναι μια σύγχρονη πρακτική για τη λειτουργική και αισθητική αναβάθμιση ενός κτιρίου. Οι πράσινες στέγες μετατρέπουν ανεκμετάλλετους χώρους σε δημιουργικούς χώρους, ξεκούρασης, ανάπαυλας και αναψυχής.

Οι πράσινες στέγες/φυτεμένα δώματα συμβάλλουν στην ανάκτηση των χαμένων χώρων πρασίνου από το έδαφος. Η αύξηση της εκμεταλλεύσιμης επιφάνειας του ακινήτου αυξάνει ταυτόχρονα την εμπορική του αξία.

3.1.3.2: ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ:

Η πράσινη στέγη / φυτεμένο δώμα ενός κτιρίου προστατεύει τα υποκείμενα μονωτικά υλικά από φθορές που θα προκαλούσε η έκθεσή τους στον ήλιο, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις μεγάλες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας. Τα φυτά λόγω της ανακλαστικής τους ικανότητας, αλλά και λόγω της απορρόφησης σημαντικού ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας για τις βιολογικές τους λειτουργίες (φωτοσύνθεση, εξάτμιση - διαπνοή), προστατεύουν το κτίριο από τα θερμικά φορτία της ηλιακής ακτινοβολίας και αυξάνουν την διάρκεια ζωής του. Η ύπαρξη φυτών στο κέλυφος του κτιρίου ελαχιστοποιεί σε μεγάλο βαθμό τα καταστρεπτικά αποτελέσματα ακραίων καιρικών φαινομένων (άνεμος, χαλάζι, δυνατές βροχές) και μειώνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς.

3.1.3.3: ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ:

Η απορρόφηση ως και 75% του νερού της βροχής από τις πράσινες στέγες, μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικότερη λειτουργία του αστικού συστήματος αποχέτευσης.

3.1.3.4: ΑΞΙΑ ΑΚΙΝΗΤΩΝ :

Οι κήποι στις στέγες, προσδίδουν, εν γένει, αισθητικά οφέλη στα κύρια και τις πόλεις. Ανεβάζουν, έτσι, την αξία των ακινήτων, λόγω της αισθητικής τους αναβάθμισης. Έρευνες σε Αμερική και Βρετανία, έδειξαν ότι οι πράσινες ταράτσες μπορούν να προσδώσουν από 6% ως 15% στην αξία του σπιτιού.

3.1.4: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΦΕΛΗ

3.1.4.1 Κέρδος από εξοικονόμηση ενέργειας

Η ύπαρξη φυτοδωμάτων αποτελεί αρωγό και στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Οι πράσινες στέγες ενισχύουν τη μόνωση του εκάστοτε κυρίου με αποτέλεσμα οι ανάγκες σε θέρμανση και ψύξη να είναι μικρότερες και συνεπώς η ενέργεια που καταναλίσκεται να ελαττώνεται. Το φυτικό υλικό προστατεύει τη στέγη ενός κυρίου από την ηλιακή ενέργεια κυρίως, με τις ανακλαστικές του ιδιότητες, τη μετάδοση της μεταφερόμενης από τα φυτά θερμότητας και την εξάτμιση από τα φυτά και το έδαφος. Από την συνολική απορροφούμενη ηλιακή ενέργεια το 27% ανακλάται, το 60% απορροφάται από τα φυτά και το έδαφος μέσω εξάτμισης και το 13% μεταφέρεται στο έδαφος.

Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα των Spala *et al.* (2008), σε κύριο της Αθήνας παρατηρήθηκε σημαντική μείωση των αναγκών ψύξης κατά την καλοκαιρινή περίοδο, ένα χρόνο μετά την εγκατάσταση φυτοδώματος. Αναλυτικότερα, η μείωση των αναγκών δροσισμού κυμάνθηκε από 15% έως 39% για όλο το κύριο και έφτασε έως 58% στον ψηλότερο όροφο, που βρισκόταν ακριβώς κάτω από τον τατασόκηπο.

Ως αποτέλεσμα υπήρξε η σημαντική μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας, γεγονός φυσικά που αποτελεί και οικονομικό όφελος Αναφέρεται επίσης πως μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας ενός καρίου κατά $0,5^{\circ}\text{C}$, λόγω παρουσίας πράσινης στέγης, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας για συσκευές κλιματισμού κατά 8% .

Οι Onmura *et al.* (2001) διερευνώντας τις επιδράσεις μιας πράσινης στέγης με φυτικό υλικό χλοοτάπητα, στην Ιαπωνία, κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η μείωση της θερμοκρασίας έφτασε ακόμα και το 50% στα δωμάτια που βρίσκονταν κάτω από τον τατασόκηπο. Ακόμα, η μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας είχε πτωτική τάση, καθώς από τους 60°C έφτασε στους 30°C .

Ανάστοιχα αποτελέσματα είχαν και άλλες επιστημονικές έρευνες, όπως οι Wong *et al.* (2003) που απέδειξαν πως η θερμοκρασία αέρα σε στέγες με παρουσία φυτικού υλικού μπορεί να είναι ακόμα και 30°C χαμηλότερη συγκριτικά με συμβατικές στέγες. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση ενέργειας στο 15% ανά έτος .

Όπως προαναφέρθηκε, οι πράσινες στέγες επιδρούν σημαντικά στην ενεργειακή οικονομία των καρίων, εξασφαλίζοντας όροσιά τους θερμούς μήνες και εμποδίζοντας το πάγωμα της οροφής το χειμώνα . Έρευνες έχουν δείξει ότι μπορούν να μειώσουν τα έξοδα κλιματισμού, για τον όροφο που είναι ακριβώς από κάτω, κατά 25%-50%. Η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται από το μέγεθος του καρίου, το κλίμα και τον τύπο της εφαρμογής. Έρευνα που έγινε στον Καναδά, έδειξε ότι μία τυπική μονοκατοικία με πράσινη στέγη και 10cm πάχος χώματος, θα είχε 25% μείωση στις καλοκαιρινές ενεργειακές ανάγκες και ανάστοιχες δαπάνες της .

Έχει υπολογιστεί, ότι εάν οι πράσινες στέγες επικρατούσαν στην πόλη της Αθήνας, θα συνέβαλαν σε εξοικονόμηση περί των 900 MW ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και υπολογισμούς που έγιναν σε 28 περιοχές της Αθήνας, σε ένα αναπροσωπευτικό δείγμα (3%), φάνηκε ότι αν οι ταράτσες τους ήταν φυτεμένες, θα υπήρχε μείωση των ψυκτικών και θερμικών φορτίων κατά 15-20%. Θα μειωνόταν,

έτσι, η καταναλισκόμενη ηλεκτρική και θερμική ενέργεια περίπου κατά 20%, δηλαδή περί τις 5.000.000MWh (περίπου 500.000.000€), ετησίως .

3.1.4.2. Παραγωγή ενέργειας στη στέγη

Οι πράσινες στέγες συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην ενίσχυση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών όταν συνδυάζονται με αυτά. Η τοπική μείωση της θερμοκρασίας σε μια πράσινη στέγη, που οφείλεται στην εξάτμιση της υγρασίας αλλά και στην διαπνοή των φυτών βελτιστοποιεί την λειτουργία των φωτοβολταϊκών πάνελ και συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής ενέργειας στην στέγη.

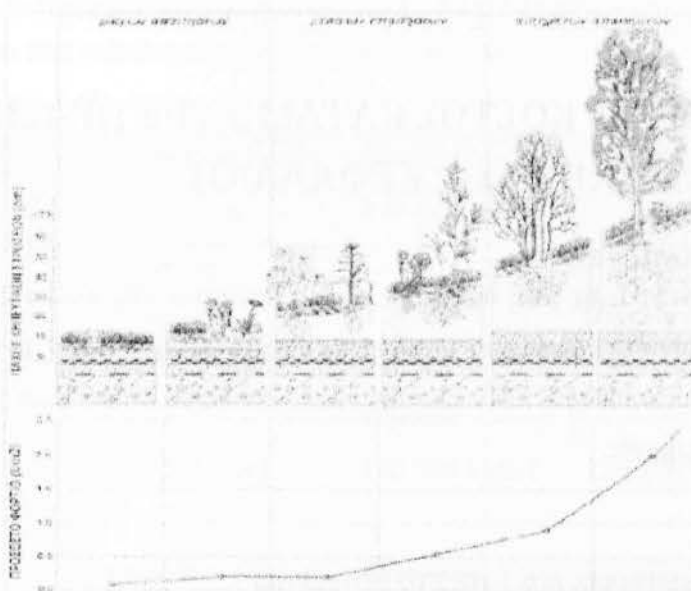
3.2: ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

3.2.1: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ

Το σημαντικότερο μειονέκτημα των φυτεμένων δωματίων είναι το κόστος σχεδιασμού και κατασκευής, καθώς μία φυτεμένη οροφή είναι ακριβότερη μίας συμβατικής. Η διαφορά αυτή όμως, αποσβένεται συνήθως εντός δύο ετών και από εκεί κι έπειτα αποτελεί κερδοφόρο επένδυση αφού εξοικονομεί χρήματα για τον ιδιοκτήτη, εάν εξαιρέσουμε το κόστος συντήρησης, ιδιαίτερα των φυτεμένων οροφών εντακτικού τύπου.

3.2.2: ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΦΥΤΕΜΕΝΩΝ ΟΡΟΦΩΝ

Η δημιουργία ή η απαγόρευση της κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος, στηρίζεται αρχικά και μόνο σε αυτόν τον παράγοντα. Σε περίπτωση που η υπάρχουσα φέρουσα κατασκευή δε μπορεί να δεχτεί την πρόσθετη στατική επιβάρυνση, τότε η κατασκευή του κήπου στο δώμα, πρέπει να θεωρείται εξαρχής απαγορευτική.



Εικόνα 16: Προσθετη στατική επιβάρυνση της στέγης ανάλογα με το πάχος των στρώσεων, πηγή: <http://www.sts.gr>

3.2.3: ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Ένα ακόμη σημαντικό μειονέκτημα των φυτεμένων δωμάτων είναι ο κίνδυνος υγρασίας και τα προβλήματα που μπορούν να προκληθούν από αυτήν σε μια τέτοια περίπτωση, λόγω της δύσκολης και σημαντικού κόστους επισκευής που απαιτείται στην περίπτωση βλάβης των στεγανωτικών στρώσεων.

3.2.4 ΔΥΣΚΟΛΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΒΛΑΒΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ

Σε περιπτώσεις βλάβης των στεγανωτικών στρώσεων, απαιτείται άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος. Παρόλο που μπορεί να υπάρξει τοπική αποξήλωση των προβληματικών στρώσεων της κατασκευής και πάλι η διαδικασία δεν παύει να είναι ιδιαίτερα δαπανηρή.

3.2.5: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΗΠΟΥ

Είναι αναμενόμενο ότι ένα φυτεμένο δώμα χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή και φροντίδα από ότι ένας κήπος στη στάθμη του εδάφους, εξαιτίας κυρίως της διείσδυσης των ριζών, της ύπαρξης του νερού και των πιθανών αστοχιών της κατασκευής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΣΤΕΓΩΝ&ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

4.1 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Το κόστος κατασκευής μίας πράσινης στέγης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η υγραμόνωση της στέγης, το είδος της εγκατάστασης και των φυτών, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, κλπ., με σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε εντατικές και εκτατικές εφαρμογές.

4.1.1: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

Ενδεικτικό παράδειγμα διαφοράς σε βάρος και κόστος εντατικής και εκτατικής εφαρμογής, αποτελεί ο πίνακας που ακολουθεί, ο οποίος αφορά τιμές στη Βρετανία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΑΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ, ΣΤΗ ΒΡΕΤΑΝΙΑ

Τύπος φύτευσης	Μέσο Βάρος (κ./τ.μ.)	Μέσο Κόστος (£/τ.μ.)
Εντατικός	335-805	90-100
Εκτατικός	42-500	65-85

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.

	Εκτατικός Τύπος	Εντατικός Τύπος	Ημιεντατικός Τύπος
Συντήρηση	Ελάχιστη	Συχνή	Περιοδική
Άρδευση	Ελάχιστη	Συχνή	Περιοδική
Είδος φυτών	Μικρή ποικιλία	Μεγάλη ποικιλία	Ενδιάμεση ποικιλία
Βάρος κατασκευών	60-150 kg/m ²	180-500 kg/m ²	120-200 kg/m ²
Εφαρμογές	Επίπεδες, Κεκλιμένες	Επίπεδες	Επίπεδες, Κεκλιμένες
Ενδεικτικό κόστος	60-80 €/m ²	100-120 €/m ²	80-100 €/m ²

4.2 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Τα υπάρχοντα χρηματοδοτικά εργαλεία για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα, περιορίζονται σε δάνεια Τραπεζών και επιχορηγήσεις του Αναπτυξιακού νόμου και του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ). Απουσιάζουν καινοτόμα χρηματοδοτικά εργαλεία (π.χ. χρηματοδότηση των ενεργειακών επενδύσεων από τρίτους, όπως εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, έργα κοινής εφαρμογής, έργα μηχανισμών καθαρής ανάπτυξης σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο. Συγκεντρωτικά, οι μέθοδοι χρηματοδότησης για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, μπορούν να είναι οι ακόλουθες:

- Δανειοδότηση από τον τραπεζικό τομέα.
- Χορήγηση επιδοτήσεων επί του κεφαλαίου επένδυσης που χορηγεί η Πολιτεία, μέσω του Αναπτυξιακού νόμου και από το Υπουργείο Ανάπτυξης, μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ) (75% κοινοτική συμμετοχή). Η επιδότηση του προγράμματος επί του επενδύμενου κεφαλαίου για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ανέρχεται στο 40%.

- Συμπράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (ΣΔΙΤ) ή Public Private Partnerships (Νόμος 3389/2005).
- Χρηματοδότηση από εξειδικευμένες εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, οι οποίες επενδύουν για λογαριασμό του πελάτη και πληρώνονται από αυτόν μέσω της μείωσης των δαπανών του σε ενέργεια (δεν έχει ακόμη αξιόλογη εφαρμογή στην Ελλάδα) (Οδηγία 2006/32/ΕΚ).

ΤΟ ΕΣΠΑ 2007-2013 ΚΑΙ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ:

- I. Το 1ο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον & Αειφόρος Ανάπτυξη».
- II. Το πρόγραμμα «Εξοικονομώ κατ' οίκον» με την συνεργασία τραπεζών.
- III. Πρόγραμμα «Πράσινη Ζωή στην Πόλη» που αφορά επιδότηση για δημιουργία πράσινης στέγης αλλά μόνο σε δημόσια κτήρια.

4.3: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗ

Η φύτευση στα δώματα των καρίων αυξάνει την αξία της μόνωσης με αποτέλεσμα τα κτίρια να απαιτούν λιγότερη ψύξη και θέρμανση. Αυτό συνεπάγεται οικονομία ενέργειας. Επίσης, λόγω της μείωσης των διαστάσεων των αγωγών όμβριων υπάρχει μείωση του κόστους κατασκευής αυτών. Το γεγονός ότι δεν χρειάζεται αγορά γης για δημιουργία πρασίνου σε δώματα κάνει τη φύτευση οικονομική και παράλληλα αυξάνει την αξία της ιδιοκτησίας στην οποία αυτά βρίσκονται. Επίσης προστατεύοντας το θερμομονωτικό στρώμα από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες συνεισφέρουν στην οικονομικότητα αφού μειώνουν τα έξοδα συντήρησης και αντικατάστασης της μόνωσης, διπλασιάζοντας τη διάρκεια ζωής της από 20 σε 40 χρόνια . Αυτό επιβεβαιώνεται και εμπειρικά από την κατάσταση του παλαιότερου φυτεμένου δώματος στη Γερμανία που είναι σχεδόν 25 ετών (Giesel, 2011). Σε μία έρευνα που διενήργησε ο Wong et al. στη Σιγκαπούρη τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εγκατάσταση φύτευσης στο δώμα ενός 5όροφου εμπορικού κτιρίου εξοικονόμησαν 0.6 – 14.5% της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας και οι θάμνοι βρέθηκαν να είναι οι πιο αποτελεσματικοί στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου (15%). Τα αποτελέσματα έδειξαν επίσης ότι η αύξηση της στρώσης εδάφους μπορεί να μειώσει περαιτέρω την ενεργειακή κατανάλωση.

Επίσης σύμφωνα με τον Mann η εκτατική φύτευση δωματίων επιφάνειας 20000m² μπορεί να επιστρέψει μακροπρόθεσμα το 70,2% των όμβριων υδάτων που αντιστοιχεί σε 9415m³ νερού ετησίως που δεν εξαρτώνται από τις διαστάσεις των αγωγών. Σε

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

πείραμα που έγινε από τον ίδιο φάνηκε ότι η μέγιστη ταχύτητα απορροής σε μία μεταλλική οροφή είναι 6 φορές μεγαλύτερη από την απορροή σε μία φυτεμένη οροφή. Αν και το αρχικό κόστος κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος είναι 3-6 φορές από το κόστος κατασκευής ενός συμβατικού δώματος μακροπρόθεσμα, τα φυτεμένα δώματα αποδεικνύονται πιο οικονομικά και το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου δώματος θα πρέπει να υπολογιστεί σε σχέση με τα πλεονεκτήματά του. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ενδεικτικά αποτελέσματα της έρευνας του Kolb για τα έξοδα και τα οφέλη ενός συμβατικού, ενός εκτατικού και ενός εντατικού ταρατσόκηπου στην Αθήνα.

Στα οφέλη συμπεριλαμβάνονται η απόσβεση λόγω οικονομίας νερού, η μείωση του κόστους κατασκευής των αγωγών ομβρίων υδάτων, η μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης και η αύξηση της ανακειμενικής αξίας του ακινήτου.

Οι τιμές υπολογίζονται σε €/μ²/έτος από τη διαίρεση του ποσού κατασκευής ενός συμβατικού δώματος με το 20, αφού η διάρκεια ζωής του είναι 20 χρόνια και από τη διαίρεση του ποσού κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος με το 40, αφού η διάρκεια ζωής του είναι 40 χρόνια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3. ΔΑΠΑΝΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

€/m ² /έτος	ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΟΡΟΦΗ	ΕΚΤΑΠΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ	ΕΝΤΑΠΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ
ΔΑΠΑΝΕΣ	14,2	17,08	24,76
ΟΦΕΛΗ	0	4,5	16,6
ΤΕΛΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	14,2	12,58	8,16

Οι φυτεμένες στέγες αξιοποιούν παραδοσιακές γνώσεις, προσφέροντας μόνωση. Ένα απλό σύστημα αιχμαλωτίζει τον χειμώνα την ηλιακή ενέργεια και μεταδίδει στο εσωτερικό του σπιτιού. Η ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω φυτεμένων στεγών μπορεί να φτάσει το 30% το καλοκαίρι και το 20% τον χειμώνα. Το κόστος ανέρχεται σε 140 €/m² στην πιο ακριβή περίπτωση (εντατικού τύπου) και εμείς καλύψαμε τα 40 m² της στέγης οπότε έχουμε συνολικό κόστος εγκατάστασης 5600 €. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η κάλυψη κεραμίδι κοστίζει 80 € τμ άρα συνολικά θα ήταν 3600 €. Επομένως το επιπλέον κόστος μα ανέρχεται στο ποσό των 2000 ευρώ. Η διαφορά είναι μικρή,

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

αναλογιστούμε τη θερμική εξοικονόμηση ενέργειας που μας προσφέρει η φυτεμένη στέγη και την ευχάριστη αίσθηση που μας προκαλεί η όψη της.

Ένας πρόχειρος υπολογισμός κόστους – οφέλους για μία μέση εκτατική πράσινη εφαρμογή σε στέγη 40τ.μ. μίας μονοκατοικίας 80τ.μ., δεδομένου ότι γίνεται χρήση κλιματιστικού (air – condition) για 4 μήνες του χρόνου και πετρελαίου θέρμανσης τους υπόλοιπους 8, έχει ως εξής (ισχύει, κυρίως, για το διαμέρισμα που βρίσκεται ακριβώς κάτω από τη στέγη):

Κόστος κατασκευής: $80€ \times 40\tau.μ. = 3.200€$.

Μέσο ετήσιο κέρδος σε ρεύμα: $48€ (12€ \times 4 \text{ μήνες})$

Μέσο ετήσιο κέρδος σε πετρέλαιο θέρμανσης: $129€$

Μέσο ετήσιο κέρδος από εξοικονόμηση ενέργειας: $177€$.

Υπολογιζόμενος χρόνος **απόσβεσης**: 18 έτη.

Σημείωση: Ο αριθμός των ετών της απόσβεσης φαίνεται μεγάλος, ωστόσο τα έξοδα κατασκευής σε μία πολυκατοικία, μοιράζονται μεταξύ των ενοίκων. Επιπλέον, στα παραπάνω θα έπρεπε να συνυπολογιστούν και τα κέρδη από άλλα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη τα οποία, στα πλαίσια της παρούσης, δεν είναι εύκολο να αποτιμηθούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΩΝ

5.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Τα φυτεμένα δώματα ως παθητική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόζεται εδώ και πολλά χρόνια στο εξωτερικό, με προεξέχουσα χώρα εφαρμογής τη Γερμανία, όπου μετά από πολλές εφαρμογές φυτεμένων δωματίων υπάρχουν οι γνώσεις και τα δεδομένα για την κατασκευή Προτύπων και απαιτούμενων προδιαγραφών για την κατασκευή τους. Άλλη μία χώρα με πολλές κατασκευές φυτεμένων δωματίων είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, οι οποίες έχουν από το 2006 τις δικές τους προδιαγραφές, βασισμένες στο Γερμανικό Πρότυπο αλλά προσαρμοσμένες στις Αμερικανικές συνθήκες. Οδηγοί για την κατασκευή φυτεμένων δωματίων έχουν συνταχθεί και στο Ηνωμένο Βασίλειο. Επίσης, πληροφορίες για τα φυτεμένα δώματα παρέχονται από Γερμανικούς ιστότοπους των Professional Green Roof Association (FBB) <http://www.fbb.de/en/>, και International Greenroof Assosiation (IGRA) <http://www.igra-world.com>.

Τα πιο γνωστά Πρότυπα σχεδιασμού, κατασκευής και συντήρησης πράσινων δωματίων στα οποία θα πρέπει να υπακούουν οι πιλοτικές εφαρμογές των τεχνικών Πράσινων Δωματίων σε δημόσια κτήρια είναι τα εξής:

- *FLL- Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing. – Green Roofing Guideline-*
- *ASTM E2400 - 06 Standard Guide for Selection, Installation, and Maintenance of Plants for Green Roof Systems*
- *ASTM E2398 - 05 Standard Test Method for Water Capture and Media*
- *Retention of Geocomposite Drain Layers for Green Roof Systems CIBSE Guide L: Sustainability*
- *The GRO Green roof code – Green roof code of best practice for the UK 2011*
- *Κατευθυντήριες οδηγίες φυτοτεχνικής μελέτης κατασκευής και συντήρησης φυτεμένων δωματίων/ στεγών όπως εκπονήθηκε με την υπ' αριθμ. 2471/16-9-2010 Απόφαση «Συγκρότηση Ομάδας Εργασίας για τη δημιουργία Φυτεμένων Επιφανειών».*

Στις επόμενες ενότητες αναλύονται οι τεχνικές προδιαγραφές των πιλοτικών εφαρμογών Πράσινων Δωμάτων, που αποτελούν Πρόγραμμα του Υπουργείου ΠΕΚΑ και του ΚΑΠΕ, συγχρηματοδοτούμενο από το ΕΣΠΑ και το ΕΠΠΕΡΑΑ και το Ταμείο Συνοχής.

5.1.1: ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Ο τομέας της κατοικίας και ο τριτογενής τομέας, το μεγαλύτερο μέρος του οποίου είναι κτίρια, αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και συνεχίζουν να αναπτύσσονται, τάση που πρόκειται να αυξήσει την ενεργειακή τους κατανάλωση και, κατά συνέπεια, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Τα τελευταία χρόνια, παρατηρείται όλο και μεγαλύτερη διάδοση των συσκευών κλιματισμού στις χώρες της Νοτίου Ευρώπης, με συνέπεια την αύξηση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας και τη διατάραξη της ενεργειακής ισορροπίας στις χώρες αυτές. Υπολογίζεται πως τα τελευταία 10 χρόνια, η κατανάλωση ενέργειας στο μέσο νοικοκυριό στην Ευρώπη, αυξάνεται κατά 2% κάθε έτος.

Τα κτίρια έχουν μεγάλες επιπτώσεις στην κατανάλωση ενέργειας μακροπρόθεσμα και, συνεπώς, τα νέα κτίρια θα πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, προσαρμοσμένες στο τοπικό κλίμα. Οι ορθές πρακτικές στον τομέα αυτό, σύμφωνα με την Ε.Ε., θα πρέπει να αποσκοπούν στη βέλτιστη χρήση των παραγόντων που έχουν σχέση με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητο να δοθεί προτεραιότητα σε στρατηγικές που βελτιώνουν τη θερμική συμπεριφορά των κυρίων το καλοκαίρι, μέσω τεχνικών παθητικής ψύξης των κυρίων, που θα συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας του κλίματος στο εσωτερικό των κυρίων και του μικροκλίματος αυτού. Σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, «η αυξημένη ενεργειακή απόδοση αποτελεί σημαντικό μέρος της δέσμης των πολιτικών και των μέτρων που απαιτούνται για τη συμμόρφωση με το πρωτόκολλο του Κιότο και θα έπρεπε να περιλαμβάνεται σε όλες τις δέσμες πολιτικής για την τήρηση των περαιτέρω δεσμεύσεων». Στο πλαίσιο αυτό, στις 30/5/2000 και στις 5/12/2000, το Συμβούλιο ενέκρινε το Πρόγραμμα Δράσης της Κοινότητας, σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και ζήτησε τη λήψη ειδικών μέτρων στον τομέα των κυρίων.

Επιπλέον, η Οδηγία 89/106/ΕΟΚ του Συμβουλίου, προβλέπει ώστε οι δομικές κατασκευές και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, να επιτρέπουν τη χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Η Ε.Ε. έχει επιπλέον εκδώσει πρόσφατα την Οδηγία 2006/32/ΕΚ, που αφορά τη μείωση της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας και την ανάπτυξη των εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, καθώς και την οδηγία 2004/8/ΕΚ, για τη συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης θερμότητας και ηλεκτρισμού, με πιθανές εφαρμογές και στα κτίρια.

Το «Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση (2007-2012)» της Ε.Ε., με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% ως το 2020, περιλαμβάνει, εκτός άλλων, μέτρα για τη βελτίωση των ενεργειακών αποδόσεων των κτιρίων. Το δυναμικό μείωσης της ενέργειας που εκτιμά η Επιτροπή για κατοικίες και εμπορικά κτίρια, κυμαίνεται από 27% ως 30%. Μαζί με τους άλλους τομείς εφαρμογής του σχεδίου, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αντιστοιχεί σε συνολική εξοικονόμηση που εκτιμάται σε 390 εκ. τόνους ισοδύναμου πετρελαίου ετησίως, δηλαδή 100δισ. € το χρόνο, ως το 2020. Τέλος, στα πλαίσια μιας προσπάθειας να συγκεντρωθούν και να αναλυθούν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα που σχετίζονται με την ηλεκτρική κατανάλωση στα νοικοκυριά της Ε.Ε., εκπονείται το Ευρωπαϊκό έργο REMODECE. Στη χώρα μας, τη συγκέντρωση των δεδομένων έχει αναλάβει το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

5.1.2: ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Στο ΦΕΚ 880 (19/8/1998), το οποίο αφορά την Κ.Υ.Α 21475/4707 για τον «περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων», γίνεται λόγος για βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, με σκοπό την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιακού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και την αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ενεργειακές τους ανάγκες όλο το χρόνο και να επιτυγχάνεται περιορισμός της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας.

Επιπλέον, με απόφαση του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, έχει εκδοθεί ο Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ), που επέβαλλε την εκπόνηση σχετικών μελετών στα κτίρια.

Το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. προώθησε, το 1995, το Ελληνικό Πρόγραμμα για την «Κλιματική Μεταβολή», που αφορούσε στη λήψη μέτρων για τη σταθεροποίηση των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα. Παράλληλα, εξειδικεύτηκαν τα μέτρα που αφορούν στον κτιριακό τομέα, σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας, ώστε να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Ωστόσο, η νομοθεσία και τα κανονιστικά μέτρα που ισχύουν σήμερα, παρά τις πρόσφατες σημαντικές βελτιώσεις, δεν καλύπτουν ακόμη επαρκώς το φάσμα των ελλείψεων. Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 18/10/2007, κίνησε διαδικασία για παράβαση κατά και της Ελλάδας, γιατί δεν είχε γνωστοποιήσει ακόμη, ως κράτος μέλος, τα μέτρα θα λάμβανε για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η χώρα μας δεν έχει ακόμη προωθήσει σημαντικά τον ΚΟΧΕΕ, ενώ μόνο τον Απρίλιο του περασμένου έτους, κατατέθηκε στη Βουλή για ψήφιση το νομοσχέδιο για εξοικονόμηση ενέργειας στα νέα και υπάρχοντα κτίρια, με το οποίο ενσωματώνεται στο εθνικό δίκαιο η Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Το νομοσχέδιο καθιερώνει υποχρέωση ενεργειακής επιθεώρησης όλων των νέων οικοδομών εμβαδού άνω των 50 τμ. και των υφιστάμενων οικοδομών άνω των 1.000 τμ. και έκδοση αντίστοιχου πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης από το σώμα των επιθεωρητών. Εντός έξι μηνών, θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ με Κ.Υ.Α. «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», που θα καθορίζει τις σχετικές προδιαγραφές. Τέλος, σύμφωνα με το πρώην Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., είχε εκδοθεί Κ.Υ.Α. για την εναρμόνιση της Κοινοτικής Οδηγίας SAVE 93/76/ΕΕΚ στην ελληνική νομοθεσία, η οποία αφορά στη «σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων». Προωθείται, επιπλέον, η έκδοση Π.Δ. κατ' εφαρμογή του άρθρου 6 Ν. 1512/85 «Κίνητρα για Εξοικονόμηση Ενέργειας»

5.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Το ΥΠΕΚΑ θέτει **συγκεκριμένες προδιαγραφές** και δημιουργεί μια πολύ απλή διαδικασία με την ελάχιστη δυνατή υποβολή δικαιολογητικών ακολουθώντας τα παραδείγματα άλλων ευρωπαϊκών χωρών που έχουν αναδειχθεί πρωτοπόρες στον συγκεκριμένο τομέα όπως, για παράδειγμα, η Γερμανία – όπου οι «πράσινες» ταράτσες πρωτοεμφανίστηκαν πριν από δεκαετίες – η Ισπανία, η Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο κ.λ.π. Για τα υφιστάμενα κτίρια, η μεγάλη τομή στο θεσμικό πλαίσιο που επιχειρείται είναι ότι δεν απαιτείται οικοδομική άδεια ή έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Ο ιδιοκτήτης **καταθέτει** στην οικεία υπηρεσία δόμησης μόνο έγγραφη ενημέρωση/ γνωστοποίηση εργασιών, η οποία συνοδεύεται από:

- Υπεύθυνη δήλωση του ιδιοκτήτη για το **αποκλειστικό δικαίωμα χρήσης του χώρου** για την κατασκευή της φυτεμένης επιφάνειας ή συναίνεση συνιδιοκτητών εφόσον πρόκειται για κοινόχρηστο χώρο του κτιρίου.
- Υπεύθυνη δήλωση του **αναδόχου του έργου** όπου δηλώνει την ανάληψη της ευθύνης που απορρέει από την υλοποίηση του έργου.
- **Τεχνική έκθεση αντοχής – στατικής επάρκειας του κτιρίου.**
- **Τεχνική έκθεση κατασκευής φυτεμένης επιφάνειας.**
- **Αντίγραφο του στελέχους της οικοδομικής αδειας** ή, εφόσον δεν υπάρχει, αντίγραφο της ένταξης σε ρυθμίσεις τακτοποίησης όπως π.χ. ο Ν. 4014/2011 και ζ) φωτογραφίες του κτίσματος, του περιβάλλοντος αυτού χώρου και της επιφάνειας που πρόκειται να φυτευτεί.

ΓΙΑ ΤΑ ΝΕΑ ΚΤΙΡΙΑ Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΝΑΙ ΠΙΟ ΑΠΛΗ:

Στις μελέτες που προβλέπει ο Ν. 4030/2011 – Νέος τρόπος αδειών δόμησης, ελέγχου κατασκευών και λοιπές διατάξεις – περιλαμβάνεται τεχνική έκθεση κατασκευής φυτεμένης επιφάνειας, η οποία καθορίζει τις προδιαγραφές για την αρτιότητα και τη βιωσιμότητα του έργου, δηλαδή τις προδιαγραφές για την υποδομή (στεγάνωση, αποστραγγιστική ικανότητα, αρδευτικό σύστημα κ.λ.π) και το φυτικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα ελληνικά αστικά κέντρα (π.χ. μεσογειακά/ ενδημικά είδη). Με τον τρόπο αυτό το υπουργείο στοχεύει στην αποφυγή παρερμηνειών, ασαφειών ή και αυθαίρετων ερμηνειών για τον τύπο και τον τρόπο κατασκευής μιας

φυτεμένης επιφάνειας. Τέλος, σε κάθε υπηρεσία δόμησης θα τηρείται Ειδικό Μητρώο Φυτεμένων Επιφανειών, δηλαδή δημιουργείται πρώτη τράπεζα δεδομένων που θα ενημερώνεται διαρκώς με τις γνωστοποιήσεις κατασκευής φυτεμένων επιφανειών που θα υποβάλλονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΕ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ

6.1: ΔΗΜΟΣΙΑ ΈΡΓΑ

1. ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ ΤΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΣΤΗΝ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΡΓΟΥ:

ΤΥΠΟΣ: ΕΚΤΑΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2009

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: Π. ΝΙΚΗΦΟΡΙΔΗΣ & BERNARD CUOMO

ΈΚΤΑΣΗ: 2.100 m²

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ: FLORADRAIN® FD25



Εικόνα 17: Η ανάπτυξη παχύφυτων και ξηρανθετακών ειδών ελαχιστοποιεί τις ανάγκες άρδευσης και συντήρησης.



Εικόνα18: Το φυτεμένο δώμα του Νέου Κτιρίου της Τράπεζας της Ελλάδος συγκρατεί έως και 450κμ όμβριων υδάτων ετησίως.



Εικόνα 19: Η ολοκληρωμένη υποδομή, προστατεύει την μεμβράνη στεγανοποίησης και αυξάνει την διάρκεια ζωής.

2. Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΤΕΓΗ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΣΥΝΤΑΓΜΑΤΟΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2009 από τη Σχολή Μηχανολόγων-Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με επικεφαλής τον καθηγητή Εμμανουήλ Ρογδάκη, στο κτίριο του υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, στην πλατεία Συντάγματος, έδειξε ότι το φυτεμένο δώμα του έχει αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση για κλιματισμό (9,6%) και για θέρμανση (4,4%).

Παρότι η πράσινη στέγη που εγκαταστάθηκε το καλοκαίρι του 2008, καταλαμβάνει μόλις το 52% της επιφάνειας της οροφής (650 τμ.) εξοικονόμησε 5.630 ευρώ από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου μέσα σε ένα χρόνο.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις της έρευνας, η διαφορά θερμοκρασίας που προκύπτει μεταξύ της φυτεμένης και της μη φυτεμένης επιφάνειας της στέγης φτάνει τους 18 βαθμούς κελσίου (37 και 55 βαθμοί κελσίου αντίστοιχα).

Η ίδια μελέτη έδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου μπορεί να υπερβεί το 50%.

Σημαντικά είναι τα οφέλη που προκύπτουν από την ανάπτυξη Πράσινης Στέγης στο κτίριο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών στην πλατεία Συντάγματος, όπως επιβεβαιώνουν οι νέες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο 2009 από το Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. Η Πράσινη Στέγη, στο κτίριο όπου στεγάζονται οι κεντρικές υπηρεσίες του ΥΠΟΙΟ, υλοποιήθηκε τον Ιούλιο 2008 και καλύπτει έκταση περίπου 650 τ.μ., δηλαδή περίπου το 52% της επιφάνειας της οροφής του κτιρίου. Οι μετρήσεις, που έγιναν με τη μέθοδο της θερμογράφησης (συνολικά έγιναν πάνω από 650 μετρήσεις), κατέγραψαν θετικά αποτελέσματα τόσο στον περιορισμό της θερμοκρασίας εντός του κτιρίου και στην οροφή του όσο και στην εξοικονόμηση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Ειδικότερα:

- Η ανάπτυξη της Πράσινης Στέγης συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας της οροφής των γραφείων του τελευταίου ορόφου.
- Η Πράσινη Στέγη δημιουργεί ένα άνω φράγμα θερμοκρασίας στην επιφάνεια της στέγης, με προφανή ωφέλεια τόσο για το κτίριο όσο και στη γειτονιά αυτού, καθώς

αμβλύνεται το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Συγκεκριμένα, οι μετρήσεις έδειξαν διαφορά θερμοκρασίας 18ο C μεταξύ της φυτεμένης και της μη φυτεμένης επιφάνειας της στέγης (37ο και 55ο αντίστοιχα). Η διαφορά αυτή έχει σαφέστατα θετικά αποτελέσματα και για την εσωτερική θερμοκρασία, τουλάχιστον των γραφείων που βρίσκονται στον τελευταίο όροφο του κτιρίου.

- Η ανάπτυξη της φυτεμένης στέγης δίνει τη δυνατότητα στην οροφή του κτιρίου να μη συσσωρεύει μεγάλη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας και έτσι να «αποφορτίζεται θερμοκρασιακά» γρηγορότερα μετά το απόγευμα.
- Οι μετρήσεις επιβεβαίωσαν το μέγεθος της εφικτής εξοικονόμησης ενέργειας από την εγκατάσταση του φυτεμένου δώματος, σε ποσοστό περίπου 9,6% για τον κλιματισμό και 4,4% για τη θέρμανση. Ειδικά ως προς τον τελευταίο όροφο, η εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη μπορεί να υπερβεί το 50%.
- Το ετήσιο οικονομικό όφελος από την ανάπτυξη της Πράσινης Στέγης εκτιμάται συνολικά σε 5.630 ευρώ. Συγκεκριμένα, σε 3.600 ευρώ ετησίως εκτιμάται το όφελος από τη μείωση της κατανάλωσης για κλιματισμό και σε 2.030 ευρώ το όφελος από τη μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου για θέρμανση.

Η Πράσινη Στέγη δημιουργήθηκε με στόχο να συμβάλει στη βελτίωση του περιβάλλοντος στο κέντρο της Αθήνας, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη μείωση των δαπανών του κτιρίου. Παράλληλα, φιλοδοξεί να αποτελέσει παράδειγμα για την ανάληψη αντίστοιχων πρωτοβουλιών από άλλους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς.



Εικόνα 19-20: Η πράσινη στέγη της πλατείας Συντάγματος

3. ΚΤΙΡΙΟ ΗΣΑΠ

Πρόκειται για την ταράτσα στο Κτίριο Διοίκησης των ΗΣΑΠ στην οδό Αθηνάς είναι πλέον φυτεμένη η οροφή εκτάσεως 400 τμ. λειτουργώντας σαν φυσικό κλιματιστικό για το κτίριο και συμβάλλοντας στην καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.



Εικόνες 21-22: Η πράσινη στέγη των γραφείων του ΗΣΑΠ.

6.2 ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΈΡΓΑ

1. ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑ CARREFOUR ΣΤΟ ΧΑΛΑΝΔΡΙ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΈΡΓΟΥ:

ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2009

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ: Μ.Ε.Τ.Ε.Α.Ε. - ΓΙΩΡΓΟΣ ΛΑΜΠΡΟΥ

**ΈΚΤΑΣΗ: 700 Μ² ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ: FLORADRAIN®
FD25**



Η ανάπτυξη 3.500 αρωματικών φυτών στη στέγη του κτιρίου συμβάλλουν στη δημιουργία καλύτερου μικροκλίματος.



Το ολοκληρωμένο σύστημα υποδομής σε συνδυασμό με την σκίαση των φυτών βελτιώνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου.

2. ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΓΛΥΦΑΔΑ

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΡΓΟΥ:

ΈΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2010

ΈΚΤΑΣΗ: 140 Μ2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ: FLORADRAIN® FD 25

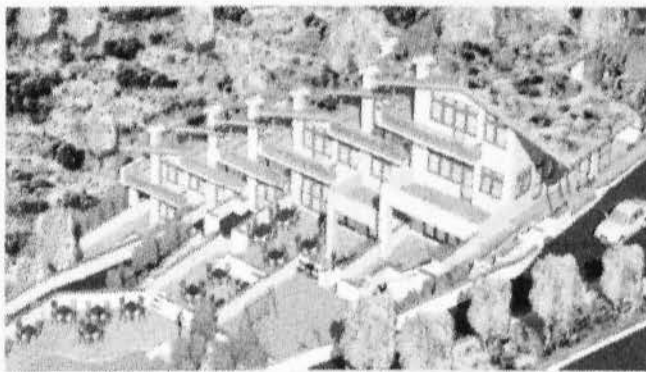


3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΣΤΑ ΣΤΥΡΑ ΕΥΒΟΙΑΣ

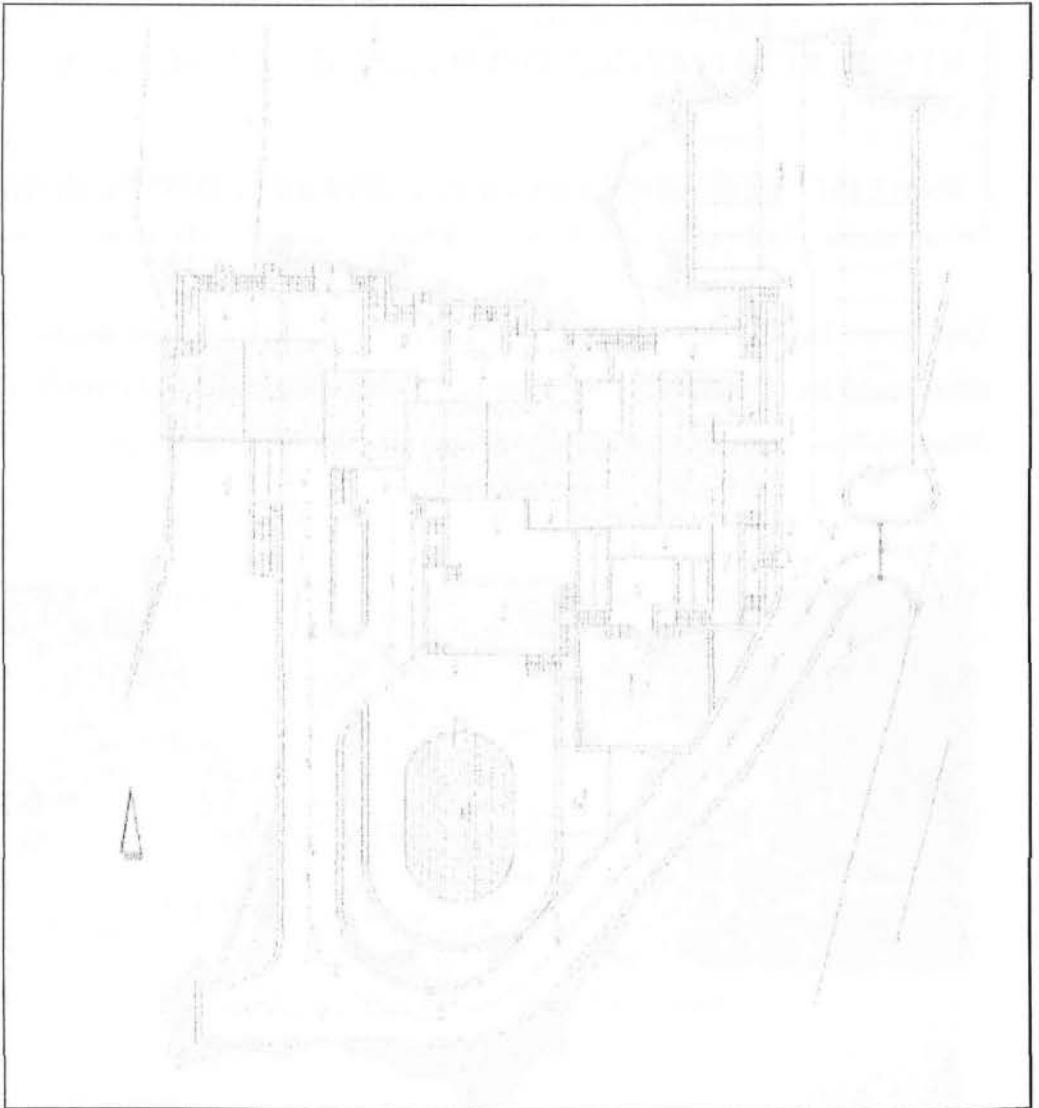
**ΚΥΡΙΟΣ ΕΡΓΟΥ: ΑΓΓΕΛΕΤΟΥ Π., ΚΑΛΑΙΤΖΟΠΟΥΛΟΣ Μ.
Ο.Ε.**

ΜΕΛΕΤΗ - ΕΠΙΒΛΕΨΗ: ΈΛΛΗ ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ

Στην νότια Εύβοια, στο Μεσοχώρι Στυραίων βρίσκεται το κτήμα Φίλιον. Εκεί κατασκευάζεται σήμερα μια τουριστική μονάδα δέκα ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων. Πρόκειται για ένα συγκρότημα βιοκλιματικού σχεδιασμού.



Εικόνα 23: Κάτοψη και νότια όψη συγκροτήματος.



Εικόνα 24: Σχέδια κατοίκησης συγκροτήματος

Το συγκρότημα εκτείνεται στον άξονα Ανατολής – Δύσης και στρέφει την μεγάλη κατά πλάτος και ύψος όψη του προς το Νότο. Οι κύριοι χώροι του (οι κοινόχρηστοι και τα διαμερίσματα φιλοξενίας) είναι διατεταγμένοι στη νότια ζώνη του καρίου. Η βορεινή του πλευρά, όπου συγκεντρώνονται οι χώροι κίνησης, υγιεινής και οι βοηθητικοί χώροι είναι σε ένα ποσοστό περίπου 50% επαχθής. Έτσι μειώνονται σημαντικά οι συνολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα. Η θερινή ηλιοπροστασία εξασφαλίζεται από τους δυτικούς ημιυπαίθριους που εκτείνονται σε όλο το μήκος των δυτικών πλευρών σε κάθε όροφο και καλύπτονται, όπως και όλο το κτήριο, από φυτεμένες στέγες. Στην εξωτερική πλευρά των ημιυπαίθριων σύρεται τα καλοκαιρινά απογέματα κουρτίνα που απομονώνει το κτήριο από τη Δύση και σχηματίζει μεταξύ

των δυτικών τοίχων και του ήλιου έναν πλήρως σκιασμένο, αεριζόμενο δροσερό διάδρομο. Οι φυτεμένες στέγες βελιώνουν σημαντικά την μόνωση τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι και συμβάλλουν επιπλέον στην αρμονική ένταξη του συγκροτήματος στον φυσικό του χώρο. Οι φυτεμένες στέγες εκτείνονται μπροστά στους δυτικούς ημιπαιθριους των διαμερισμάτων προς τη θέα Ενισχύουν ακόμη και στους υψηλότερους ορόφους την αίσθηση της εγγύτητας με τη γη και την διάσταση της απρόσκοπτης συνύπαρξης των ενοίκων με την ηρεμία και την αρμονία του βουνού και της θάλασσας.

4. ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΟ ΕΛΑΙΟΡΕΜΑ – ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

1Ο ΒΡΑΒΕΙΟ ΑΝΤΩΝΗ ΤΡΙΤΣΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗ

Γ' ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ ΣΤΟ 1Ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟ ΥΠΕΧΩΔΕ – ΣΑΘ

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ ΕΛΛΗ (ΑΡΧ.ΜΗΧ.)

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ: ΡΟΥΓΙΩΝΚΑ Ι

Η κατασκευή του κυρίου ξεκίνησε το 1990 και επιδοτήθηκε από τη Γ.Γ.Ε.Τ ως ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά παραδείγματα στο χώρο της Βόρειας Ελλάδας με στόχο την πραγματοποίηση μετρήσεων θερμικής συμπεριφοράς και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η κατοικία, 116 τ.μ. κύριων χώρων, με 90τ.μ. υπόγειο, περιλαμβάνει καθιστικό, κουζίνα – τραπεζαρία, τρία υπνοδωμάτια και χώρους υγιεινής. Η ηλιοπροστασία της ανατολικής και δυτικής πλευράς του κτιρίου επιτυγχάνεται με φυλλοβόλο αναρριχώμενο. Η φυτεμένη στέγη προσθέτει στο κτίριο εκτός της πρόσθετης μόνωσης τα εξής πλεονεκτήματα για την θερινή περίοδο:

- Συμβάλλει σημαντικά στην ανάσχεση της θερμορροής από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο.
- Η δυτική συστοιχία των υποστυλωμάτων που φέρουν τις στέγες του κυρίου δίνει τη δυνατότητα ανάρτησης κατακόρυφων ηλιοπροστατευτικών

πετασμάτων κατά τις απογευματινές ώρες, που σχηματίζουν ένα αεριζόμενο διάδρομο έξω από τη δυτική επιφάνεια του καρίου συμβάλλοντας στην απόλυτη προστασία του από τα δυτικά θερμικά φορτία.

- Το πότισμα της στέγης μετά τη δύση του ηλίου, αφού έχουν μαζευτεί τα κατακόρυφα πετάσματα, προκαλεί το φαινόμενο της ψύξης της δυτικής άκρας λόγω εξάτμισης, με αποτέλεσμα την είσοδο δροσερού αέρα στο κτίριο.
- Τα θερμότερα στρώματα του εσωτερικού αέρα αποβάλλονται από τα ανοίγματα που σχηματίζονται μεταξύ της ανώτερης ζώνης της και του στηθαίου του υπερκείμενου ορόφου.



Εικόνα 25: Νότια όψη οικίας

6.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΈΡΓΑ

1.0 πιο «πράσινος» ουρανοξύστης του κόσμου.

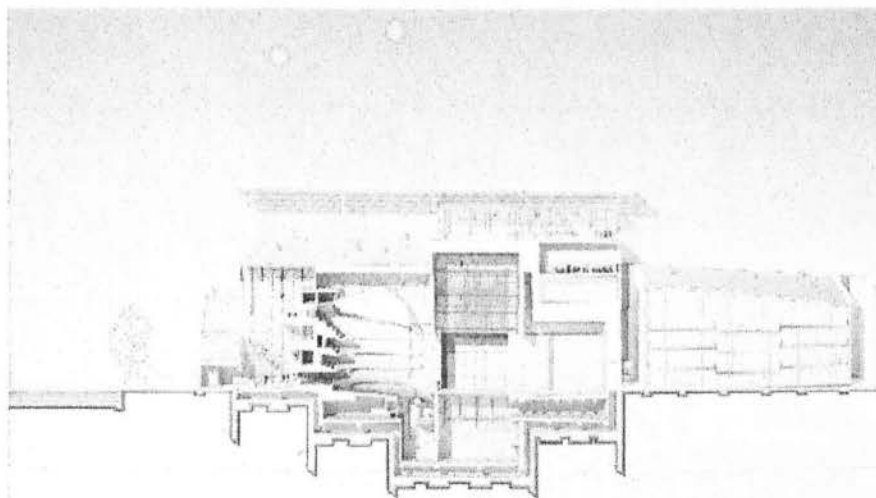


Εικόνα 26: Biotic Arch, Ο πιο «πράσινος» ουρανοξύστης του κόσμου.

Μοιάζει με τεράστιο θάμνο. Οι προσόψεις του θα είναι καλυμμένες από κάθετους κήπους και σχεδιάζεται να είναι κατά ένα μεγάλο ποσοστό αυτόνομος ενεργειακά, εκμεταλλευόμενος την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιοκαύσιμα, ηλιακή και αιολική ενέργεια. Ο πιο «πράσινος» ουρανοξύστης του κόσμου ονομάζεται Biotic Arch είναι σχεδιασμένος από τον αρχιτέκτονα Vincent Callebaut και θα χτιστεί στην Ταϊβάν, και συγκεκριμένα σε μία πόλη που υποφέρει περιβαλλοντικά από την βιομηχανική της ανάπτυξη. Οι κήποι που θα φτευτούν στις προσόψεις του θα απορροφούν μεγάλο μέρος του διοξειδίου του άνθρακα που έχει συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα της πόλης και σίγουρα θα προσφέρουν εντυπωσιακή θέα στους κατοίκους και εργαζόμενους που θα κινούνται στους χώρους του. Δεν υπάρχουν ακόμα πληροφορίες για τον χρόνο υλοποίησής του ούτε για το κόστος του καθώς ο

διεθνής διαγωνισμός βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη. Είναι θαύμα όμως, δεν συμφωνείτε;

2.Η μεγαλύτερη πράσινη στέγη της Ευρώπης.



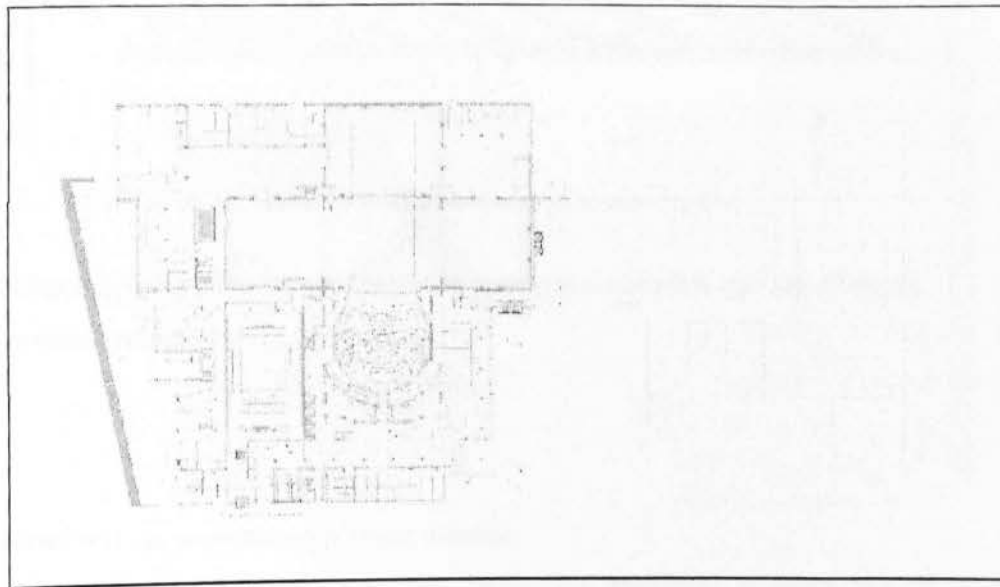
Εικόνα 27: Αρχιτεκτονική τομή του κτιρίου της νέας Εθνικής Λυρικής, σε σχέδιο του Ρέντσο Πιάνο, όπου διακρίνεται η αίθουσα της όπερας, το φουαγέ και βοηθητικοί χώροι.

Τα σχέδια του αρχιτέκτονα Ρέντσο Πιάνο για τη νέα Εθνική Λυρική Σκηνή και τη νέα Εθνική Βιβλιοθήκη την πρώτη παρουσίαση των σχεδίων του Κέντρου Πολιτισμού Ιδρυμα Σταύρος Νιάρχος, που θα κατασκευαστεί στο Δέλτα Φαλήρου σε έκταση 166 στρεμμάτων. Ένα λατομείο, λοιπόν, σε μια άκρη του οποίου, όμως, στο μέτωπο της θάλασσας, θα καταλήγει σε ένα πάρκο. Ανοιχτό στον πολιτισμό, αλλά και στον ελεύθερο χρόνο των ανθρώπων. Γιατί μπορεί ο Ρέντσο Πιάνο να κατασκευάζει τη νέα Εθνική Λυρική Σκηνή και τη νέα Εθνική Βιβλιοθήκη, μεγάλη δωρεά του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος στη χώρα, η πρωταρχική του σύλληψη ωστόσο, από την οποία αναδύεται και ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κέντρου, είναι η διαμόρφωση του τοπίου. Με αυτή τη βάση, τα κτίρια αναμένεται να είναι όχι απλώς φιλικά προς το περιβάλλον, αλλά ενταγμένα σε αυτό με τις ιδανικότερες οικολογικά συνθήκες. «Θέλουμε να αποδείξουμε ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε κτίρια τα οποία μπορούν να ανασπνέουν. Γιατί ένα κτίριο δεν πρέπει να είναι επιθετικό, αντίθετα, πρέπει να ανασπνέει και να ζει με τη φύση» είπε ο κ. Πιάνο.

Η ιδέα είναι η δημιουργία ενός τεχνητού λόφου, ο οποίος θα «ανασπνυχθεί» από βορρά προς

νότο (από την Καλλιθέα προς τη θάλασσα) με μικρή κλίση της τάξεως του 6%, χάρη στην οποία θα είναι εύκολο το περπάτημα επάνω σε αυτόν. Επιπλέον η επιφάνεια του λόφου, η οποία θα είναι καλυμμένη με πράσινο, θα λειτουργεί και ως στέγη των κυρίων τα οποία θα βρίσκονται στην καρδιά του λόφου. Αποτέλεσμα: Θα μπορούμε να μιλάμε για τη μεγαλύτερη πράσινη οροφή της Ευρώπης. Στο σημείο αυτό θα βρίσκεται το κύριο της Βιβλιοθήκης, η οροφή της οποίας θα είναι 40 μέτρα από το έδαφος. Το πάρκο θα καταλαμβάνει έκταση περίπου 140 στρεμμάτων, με τα δέντρα (ελιές, κυπαρίσσια, κοιτσουπιές, μυρτιές, δεντρολίβανα και πολλά ακόμη μεσογειακά φυτά, ανθεκτικά στην ξηρασία) να αναπτύσσονται στο μεγαλύτερο μέρος του. Τα δένδρα εξάλλου θα χρησιμεύσουν ως ηχομόνωση από τον θόρυβο της λεωφόρου Συγγρού.

ΠΑΡΚΟ: Έναν ανοικτό ηλιόλουστο μεσογειακό κήπο (περί τα 1000 δέντρα και χιλιάδες δενδρόλλια και θάμνους) είδε ο αρχιτέκτονας γι' αυτό το πάρκο, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης του Κέντρου Πολιτισμού. Οι δενδροστοιχίες που οδηγούν στο εσωτερικό του αποτελούνται από ψηλά πεύκα και ελιές ενώ στο κέντρο του Πάρκου διαμορφώνεται ανοικτός χώρος πρασίνου και τόπος συγκέντρωσης, ο οποίος προσφέρεται για διοργάνωση συναυλιών, προβολή ταινιών αλλά και προγράμματα και παραστάσεις της Εθνικής Βιβλιοθήκης και της Εθνικής Λαϊκής Σκηνής.



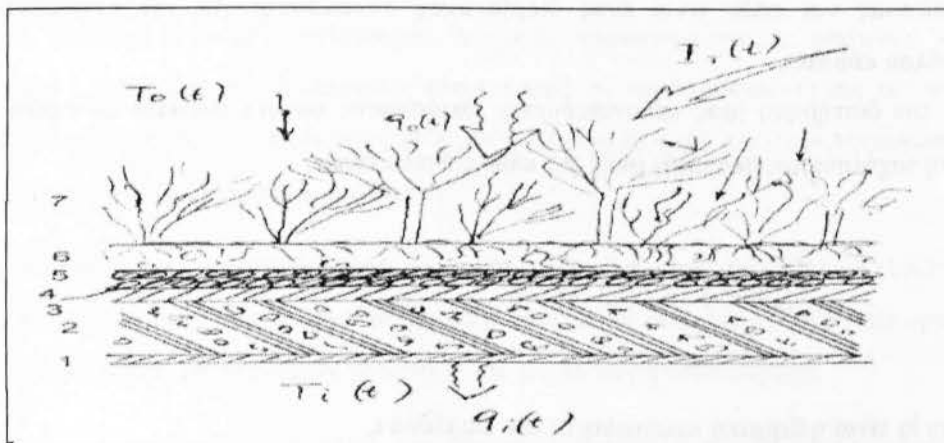
Εικόνα 28: Σχέδιο της κάτοψης του πάρκου, που ταυτόχρονα θα αποτελεί μια τεράστια πράσινη στέγη, πηγή: www.tovima.gr.

ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ: Βελτίωση της ποιότητας του αέρα απορροφώντας 11,000 κιλά εμπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Μείωση της θερμοκρασίας εντός του πάρκου κατά 1 βαθμό Κελσίου σε σχέση προς τη θερμοκρασία της γύρω αστικής περιοχής. Θα είναι το πρώτο δημόσιο κτίριο στην Ελλάδα που θα λάβει την διεθνώς αναγνωρισμένη πιστοποίηση «πράσινων κτιρίων» LEED. Η πρόσβαση στις εγκαταστάσεις θα γίνεται με κεκλιμένες επιφάνειες, ανελκυστήρες με ηχητικά μηνύματα και ειδικά κουμπιά για άτομα με προβλήματα όρασης, ενώ θα υπάρχουν όλοι οι χώροι εξυπηρέτησης για άτομα με αναπηρίες. Ειδικός εξοπλισμός θα επιτρέπει σε άτομα με ειδικές ανάγκες την πρόσβαση σε όλο τη ψηφιακό υλικό της Εθνικής Βιβλιοθήκης, κατάλληλες υποδομές στην ΕΛΣ θα βελτιστοποιούν την απόδοση ακουστικών βοηθημάτων ατόμων με προβλήματα ακοής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

7.1: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η οροφή ενός κυρίου με ή χωρίς φυτεμένο δώμα, μπορεί να θεωρηθεί σαν μια πολυεπίπεδη κάτοψη, στην οποία τα επίπεδα βρίσκονται σε τέλεια θερμική επαφή. Η συνηθισμένη οροφή αποτελείται από επίπεδα τυπικών κατασκευαστικών υλικών, σε αντίθεση με το φυτεμένο δώμα, στο οποίο υπάρχουν επιπρόσθετα επίπεδα μαζί με τη φυτεμένη κάλυψη. Το τελευταίο φαίνεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1: Πολυεπίπεδη κάτοψη πράσινης στέγης

Η θερμική ισορροπία στην πολυεπίπεδη οροφή περιγράφεται από μια εξίσωση μονοδιάστατης θερμικής ροής

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (1)$$

Η επίλυση της παραπάνω εξίσωσης απαιτεί:

- a) την αρχική θερμοκρασία στο πάχος του επιπέδου, η οποία υπολογίζεται σταθερώς, και
- b) η θερμοκρασία στα όρια του χρονικού domain.

Η ανώτατη και κατώτατη θερμοκρασία σχετίζεται με την ταχύτητα θερμικής ροής στα αντίστοιχα όρια:

$$\dot{q}_0(t, 0) = h_0[T_0(t) - T(t, 0)] + al(t) - \varepsilon\Delta R \quad (2)$$

$$\dot{q}_0(t, L) = \frac{k}{\Delta z} [T(t, L) - T(t, L + \Delta z)] \quad (3)$$

όπου h_0 , είναι ο ολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή από επαφή και ακτινοβολία στην ανώτατη και κατώτατη επιφάνεια, $I(t)$, είναι η ολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου που δηλώνει την ηλιακή ακτινοβολία απορρόφησης της ανώτατης επιφάνειας και $\varepsilon\Delta R$, είναι ένας διορθωτικός συντελεστής για την ακτινοβολία μεγάλου κύματος.

Για την διατήρηση μιας ταλαντευόμενης κατάστασης και για διάρκεια 24 ωρών, η μέση ταχύτητα της θερμικής ροής για κάθε επίπεδο είναι:

$$\bar{q}_0 = \frac{k_i}{L_i} [\bar{T}_i - \bar{T}_{i+1}] \quad (4)$$

όπου k_i είναι η θερμική αγωγιμότητα του επιπέδου i ,

\bar{T}_i είναι η μέση θερμοκρασία μεταξύ των επιπέδων i και $i+1$,

\bar{T}_{i+1} είναι η μέση θερμοκρασία μεταξύ των επιπέδων $i+1$ και $i+2$ (Εικ.1)

L_i το πάχος του επιπέδου i (σε m), και

q & η μέση ταχύτητα θερμικής ροής (σε W/m²).

Η μέση εξωτερική θερμική ροή στην ανώτατη επιφάνεια θα είναι:

$$\bar{q}_0 = h_0 = [\bar{T}_0 - \bar{T}_{os}] \quad (5)$$

όπου T_0 και T_{os} είναι η μέση εξωτερική θερμοκρασία αέρα και η εξωτερική θερμοκρασία οροφής.

Η παρουσία μιας φύτευσης απαιτεί την ανακατάσταση της οριακής κατάστασης που παράγεται από το σχέση (2).

Σε αυτή την περίπτωση, η ταχύτητα θερμικής ροής στη φυτεμένη επιφάνεια είναι:

$$\dot{q}_{og}(t,0) = h_{og}[T'_o(t) - T(t,0)] + al(t) - \varepsilon\Delta R \quad (6)$$

όπου

$T'_o(t)$ είναι η θερμοκρασία του αέρα κάτω από την φυτεμένη επιφάνεια.

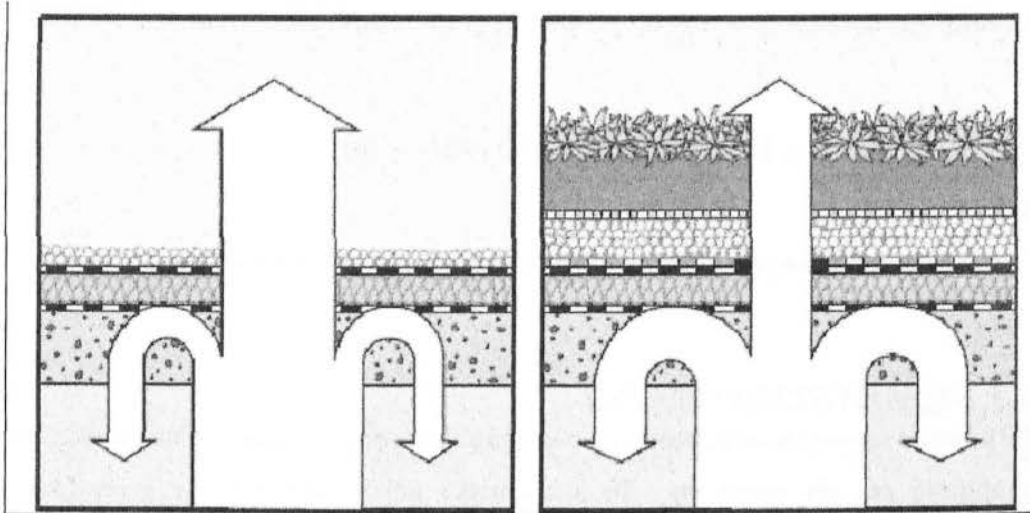
7.2: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Το μοντέλο προσομοίωσης θερμικής συμπεριφοράς εφαρμόστηκε σε δύο οροφές, μία συμβατική και μία φυτεμένη. Τα πειραματικά μελετημένα μοντέλα εντοπίζονται στην οροφή ενός κτιρίου που έχει νότιο προσανατολισμό, για μια μέρα του Ιουλίου. Τα χαρακτηριστικά της κάθε οροφής, συμπεριλαμβανομένου των υλικών, του πάχους κάθε επιπέδου και των αντίστοιχων θερμικών χαρακτηριστικών, φαίνονται στο πίνακα 1, όπου δίνονται λεπτομερείς πληροφορίες για τη διαμόρφωση της πράσινης φύτευσης. Το επίπεδο του εδάφους καλύφθηκε κυρίως με χλόη και στην περίμετρο με κισσό για ένα πιο παχύ στρώμα φύτευσης.

Έχουμε θεωρήσει φυτεμένη οροφή εκτατικού τύπου με μέση φυτοκάλυψη (LAI=4). Το όφελος θα ήταν ακόμα μεγαλύτερο στην περίπτωση που είχαμε φυτεμένη οροφή εντατικού τύπου, με πυκνότερη βλάστηση και μεγαλύτερη φυτοκάλυψη.

Η εκτίμηση της θερμικής ροής και στα δύο πειραματικά μοντέλα πραγματοποιήθηκε τοποθετώντας οριακές συνθήκες στο μοντέλο προσομοίωσης. Στο πειραματικό τεστ δεν υπήρχε πρόβλεψη για κλιματισμό του υποκείμενου ορόφου. Η εξωτερική θερμοκρασία μιας τυπικής μέρας του Ιουλίου στα προάστια των Αθηνών είναι $+33^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Το κτίριο είναι ένα τυπικό κτίριο κτισμένο την δεκαετία του '90, ενός ορόφου, με συμβατική οροφή και τέσσερις αυτόνομους τοίχους χωρίς μόνωση, δηλαδή η θερμότητα συναλλάσσεται απευθείας με το περιβάλλον και όχι με τα γειτονικά κτίρια. Το κτίριο έχει συνολικό εμβαδό 80 m^2 .



Εικόνα 2: Ροή θερμότητας δια μέσου, στέγης χαλικοστρωμένης και «πράσινης» οροφής. Στη δεύτερη περίπτωση η θερμική μάζα του φυτεμένου δώματος αποτρέπει ένα μεγάλο ποσό θερμότητας να διαφύγει

Στην προσομοίωση αναπτύχθηκαν οι συνθήκες πρόβλεψης για τον κλιματισμό του υποκείμενου ορόφου ορίζοντας $T_{db} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ για την εσωτερική θερμοκρασία και $\phi = 50\%$ για τη σχετική υγρασία. Οι τιμές για το συντελεστή μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή ενσωματωμένες σε εξισώσεις (5) και (6) για τις δύο εξετασθείσες οροφές είναι (για συμβατική οροφή) $h_{roof} = 16.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ και (για πράσινη) $h_{og} = 1.35 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Οι πραγματοποιημένες θερμικές μετρήσεις επέτρεψαν τον υπολογισμό των ταχυτήτων θερμικής ροής $\dot{q}_o(t, 0)$ και $\dot{q}_{og}(t, 0)$ στη ανώτερη και κατώτερη επιφάνεια των δύο οροφών.

Το μέσο θερμοκρασιακό προφίλ για ένα θερινό μήνα φαίνεται στο διάγραμμα 1. Τα θερμοκρασιακά δείγματα στη ανώτερη επιφάνεια του συνηθισμένου και του φυτεμένου δώματος κατ' εκτίμηση φαίνονται σε σχέση με την αντίστοιχη εξωτερική θερμοκρασία.

Η εύρεση των εξωτερικών οριακών συνθηκών στην περίπτωση φυτεμένης οροφής είναι μια περίπλοκη διαδικασία. Το ανώτερο μέρος της φυτεμένης οροφής, ο θόλος, ορίζεται ως ο χώρος μεταξύ του μέσου ανάπτυξης και του ύψους βλάστησης, και

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

αποτελείται από τα φύλλα και τον αέρα που βρίσκεται μεταξύ τους. Στο θόλο λαμβάνουν χώρα διάφορα φαινόμενα και επικρατούν συνθήκες που οφείλονται στις φυσικές λειτουργίες των φυτών. Επομένως, σκοπός είναι μέσα από τη μελέτη των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα στο θόλο, να υπολογιστεί η θερμοκρασία του αέρα στο χώρο αυτό, καθώς και η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια της οροφής σε κάθε χρονική στιγμή του 24ωρου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟ ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ.

a/a	ΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ	Συμβατικό δώμα			Φυτεμένο δώμα		
		L(m)	k(W/mK)	L/k(m ² K/W)	L(m)	k(W/mK)	L/k(m ² K/W)
1	Χώμα	-	-	-	0,12	1,16	0,103
2	Στρώμα άμμου για φιλτράρισμα	-	-	-	0,003	0,3	0,01
3	Ελαφρόπετρα	-	-	-	0,06	0,5	0,12
4	Ασφαλτόπανο	-	-	-	0,004	0,19	0,021
5	Ασφαλτόφυλλο	0,007	0,19	0,037	0,007	0,19	0,037
6	Ελαφρόπετόν	0,05	1,1	0,045	0,05	1,1	0,045
7	Μόνωση	0,05	0,041	1,22	0,05	0,041	1,22
8	Μπετόν	0,15	2,03	0,074	0,15	2,03	0,074
9	Σοβάς	0,015	0,87	0,017	0,015	0,87	0,017

Το κτίριο έχει κατασκευαστεί τη δεκαετία του 1990 και δε διαθέτει μόνωση στους εξωτερικούς τοίχους. Οι εξωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από τρυπητό τούβλο (200x300x100) πάχους 20 cm και ένα λεπτό στρώμα σοβά πάχους 2.5 cm τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική επιφάνειά τους. Οι εσωτερικοί τοίχοι αποτελούνται επίσης από τρυπητό τούβλο πάχους 10 cm και ένα λεπτό στρώμα σοβά πάχους 2.5 cm τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική επιφάνειά τους. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι θερμικές ιδιότητες των υλικών των τοίχων.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ.

Στρώμα	Πάχος L (m)	θερμική αγωγιμότητα k (W/mK)	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Ειδική θερμοχωρητικότητα c (J/kgK)
Σοβάς	0,025	0,87	1800	1000
Τούβλο(εξ)	0,2	0,25	1000	840
Τούβλο(εσ.)	0,1	0,25	1000	840

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΑΘΗΝΑΣ

Πόλη	Κλίμα	Γεωγραφικές Συντεταγμένες
Αθήνα Ελλάδα	Μεσογειακό	37.59N, 23.43E

Παράμετροι:

- Η Αθήνα είναι μια από τις πόλεις όπου μπορούν να υπάρχουν φυτά με το μηχανισμό της εξατμισοδιαπνοής.
- Η ροή θερμότητας από την εσωτερική επιφάνεια της οροφής στον εσωτερικό του καριού είναι $h_{in}=10 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Η ροή θερμότητας από την εσωτερική επιφάνεια της οροφής στον εξωτερικό του καριού είναι $h_{out}=16.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- το θερμικό φορτίο αποδίδεται από την οροφή προς τον εσωτερικό χώρο
- Τα δεδομένα θερμοκρασίας, ακτινοβολίας, υγρασίας και ταχύτητας ανέμου προκύπτουν από τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού που είναι εγκατεστημένος στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, για την 25 Ιουλίου 2011.
 - Θερμοκρασία αέρα στο θόλο $T_{ca}=304.2 \text{ K}$
 - Θερμοκρασία εσωτερικού αέρα $T_{in}=299 \text{ K}$ (26°C)
 - Ειδική υγρασία του αέρα στο θόλο $\theta_{ca}=0.0165 \text{ kg υδρ/kg αέρα}$

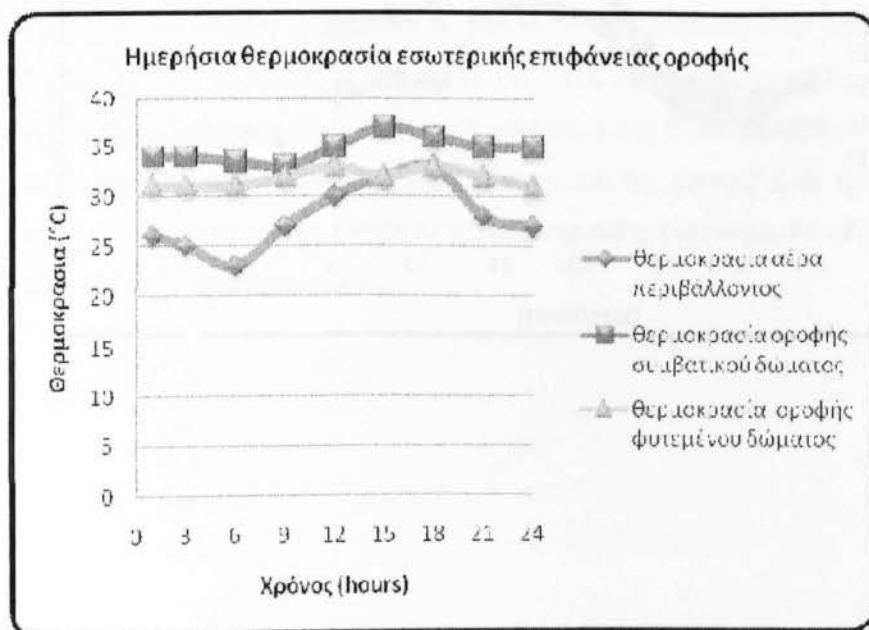
Αναλύοντας τους όρους για το φύλλωμα (foliage), έχουμε:

- ο συντελεστής απορρόφησης του τοίχου $\alpha=0.42$.
- πυκνότητα: $\rho=950 \text{ kg/m}^3$.
- ειδική θερμοχωρητικότητα: $c=3750 \text{ J/kgK}$.
- πάχος: $d=0.0005 \text{ m}$.
- Leaf Area Index με τοπική τιμή: $LAI=4$.

7.3: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα προέκυψαν με βάση το πρόγραμμα **MATLAB** στην έκδοση **2008Ra** σε κατάλληλο λογισμικό της εταιρείας **Ecosteges** ανά χρονικό διάστημα $\Delta t=5 \text{ sec}$ για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ.

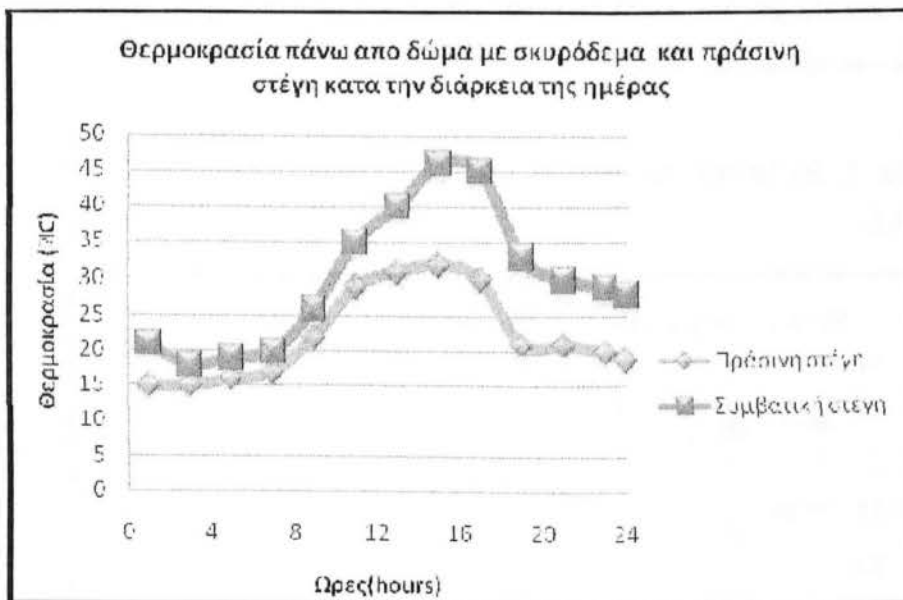


Στο διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα εντός του θόλου σε σύγκριση με την αντίστοιχη του αέρα περιβάλλοντος. Όπως

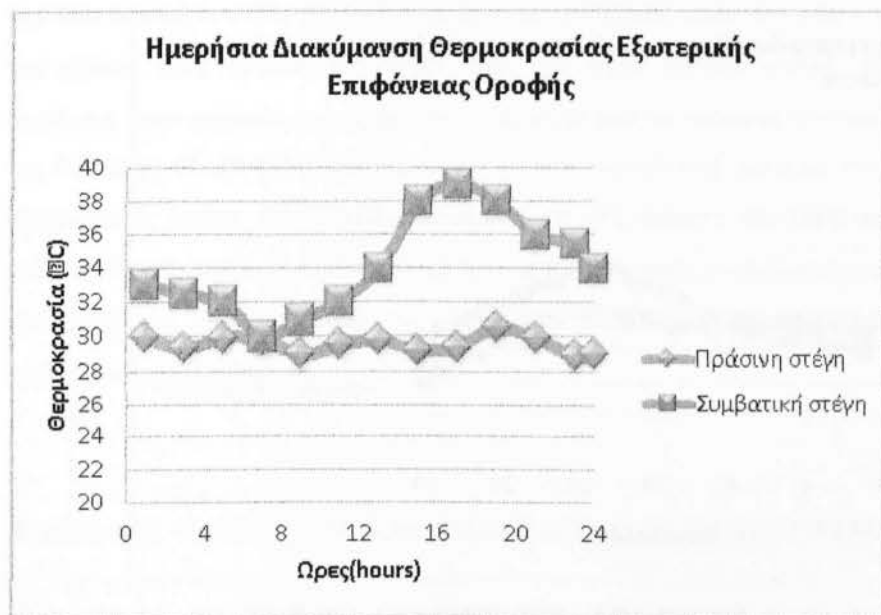
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

φαίνεται, η θερμοκρασία του αέρα μέσα στο θόλο είναι μικρότερη της θερμοκρασίας του αέρα περιβάλλοντος και συνεπώς, στην περίπτωση του φυτεμένου δώματος η οροφή συναλλάσσει θερμότητα με στρώμα αέρα μικρότερης θερμοκρασίας, δηλαδή πιο δροσερό, καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου. Το γεγονός αυτό οφείλεται κυρίως στο φαινόμενο της εξατμισοδιαπνοής. Αξίζει να σημειωθεί ότι έγινε παραδοχή μηδενικής υγρασίας στο μέσο ανάπτυξης, δηλαδή ξηρού- φυτεμένου δώματος, στην πράξη όμως το μέσο ανάπτυξης είναι υγρό, εντείνοντας έτσι την εξατμιστική ψύξη και συμβάλλοντας σε μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ.

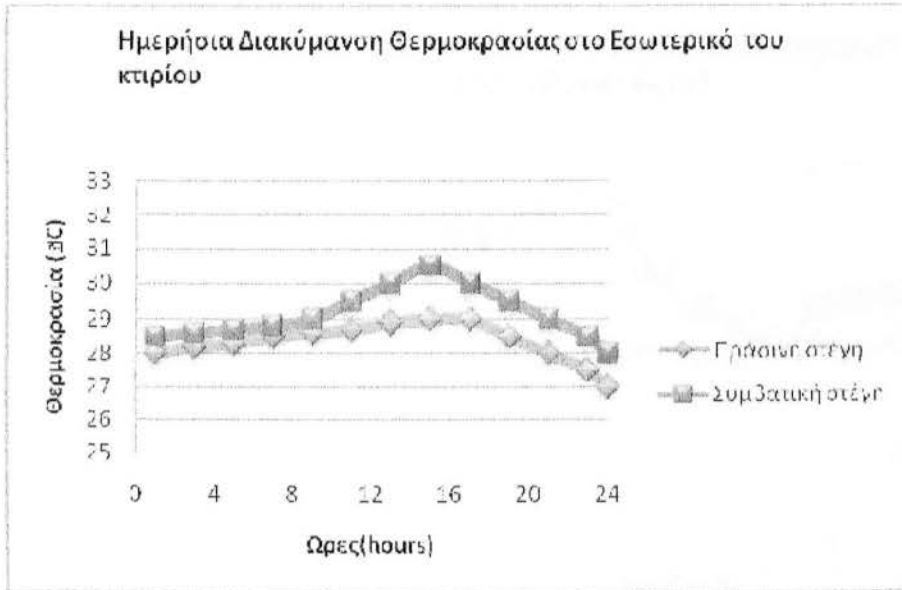


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΟΡΟΦΗΣ.



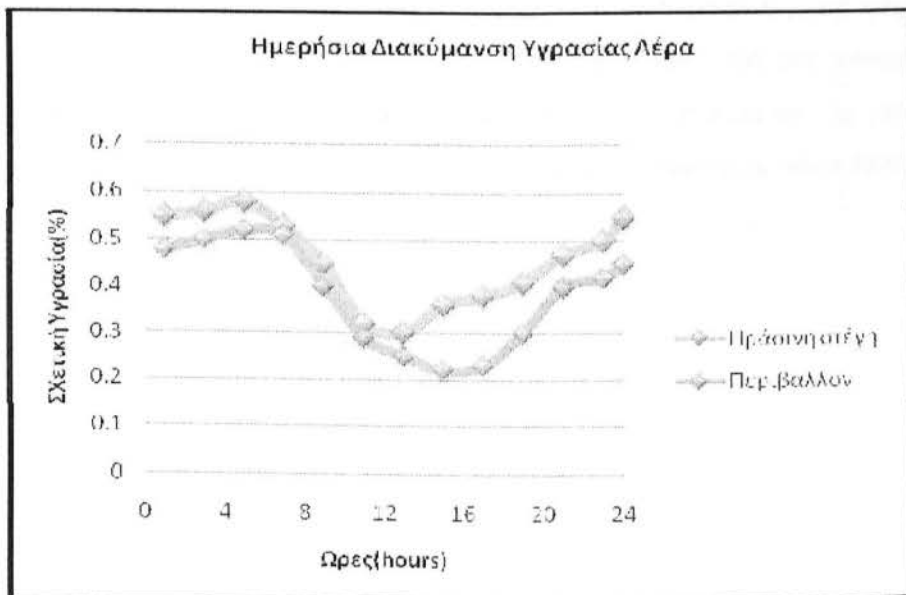
Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας στην εξωτερική επιφάνεια της οροφής (δηλαδή στην ανώτερη επιφάνεια δομικού στοιχείου) για την περίπτωση συμβατικής και φυτεμένης οροφής. Παρατηρούμε αφενός, ότι στην περίπτωση της φυτεμένης οροφής η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια της οροφής είναι αρκετά μικρότερη καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου και αφετέρου ότι η θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια της κατασκευής έχει ομαλή διακύμανση και δεν παίρνει ακραίες τιμές, ακόμα και τις μεσημβρινές ώρες, σε αντίθεση με την περίπτωση της συμβατικής, στην οποία η θερμοκρασία αυξάνεται σημαντικά κατά τις μεσημβρινές ώρες.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.



Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία στην εσωτερική επιφάνεια της οροφής είναι μικρότερη καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου (έως και κατά 0.4°C) στην περίπτωση της φυτεμένης οροφής, γεγονός που οφείλεται στη μικρότερη θερμοκρασία που επικρατεί στην εξωτερική επιφάνεια της.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5: ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ.

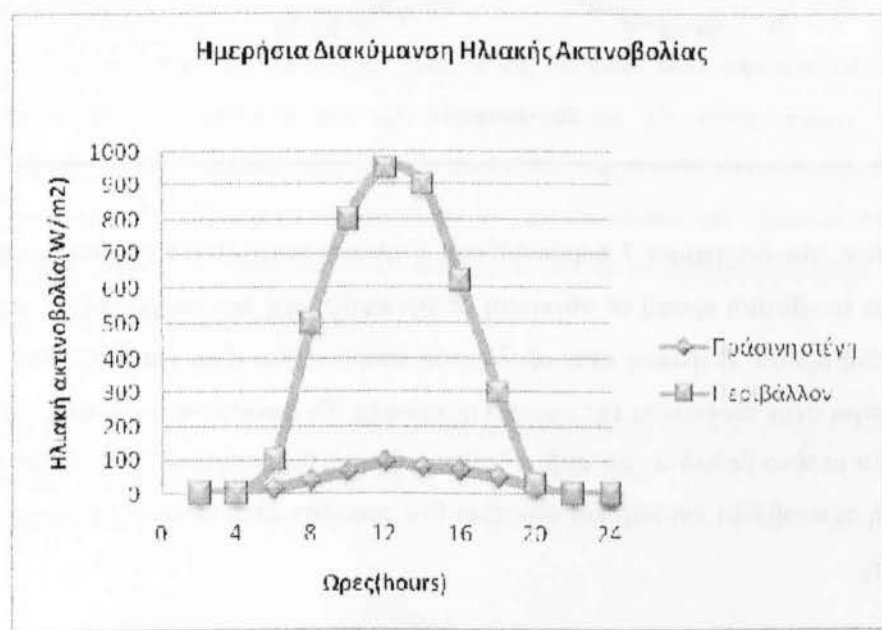


ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Στο διάγραμμα 5 παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση της σχετικής υγρασίας του αέρα περιβάλλοντος και του αέρα εντός του θόλου της φυτεμένης οροφής. Η σχετική υγρασία του αέρα εντός του θόλου παίρνει μεγαλύτερες τιμές, δηλαδή ο αέρος εντός του θόλου είναι αρκετά πιο υγρός από τον αέρα περιβάλλοντος, γεγονός που οφείλεται στην υγρασία που προσδίδουν τα φυτά από τα στόματα των φύλλων μέσω της διαπνοής. Η εξάτμιση των υδατιμών (εξατμισοδιαπνοή) αποτελεί ένα φαινόμενο εξατμιστικής ψύξης και συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα εντός του θόλου ακόμα και κατά τις θερμές και ξηρές μεσημβρινές ώρες.

Εντούτοις, οι υψηλές τιμές της υγρασίας μπορεί να αποτελέσουν επιπλέον επιβάρυνση για την οροφή.

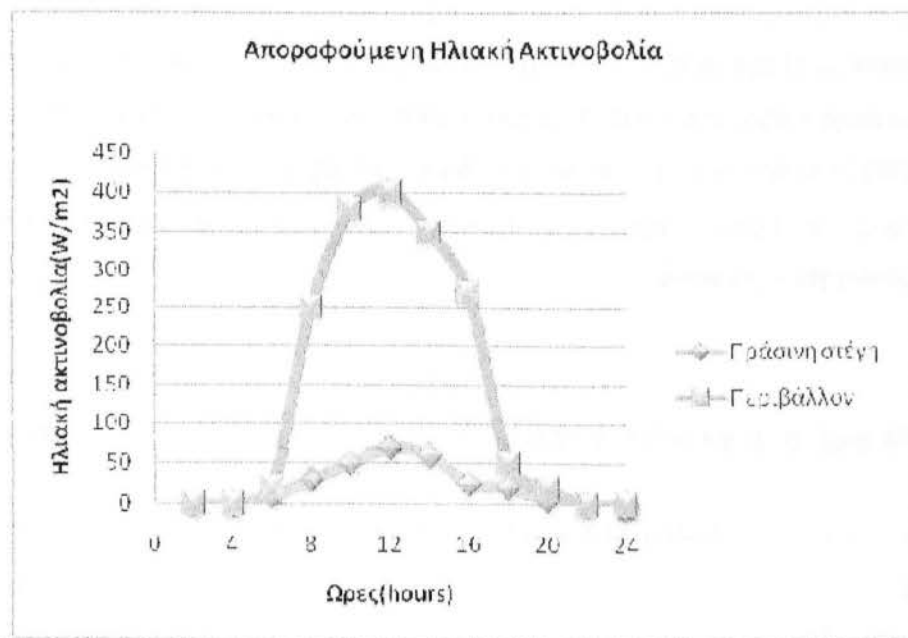
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6: ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.



Στο διάγραμμα 6 παρουσιάζεται η ημερήσια διακύμανση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε συμβατική οροφή με την αντίστοιχη εντός του θόλου. Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της φυτεμένης οροφής, η ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά το φύλλωμα και προσπίπτει στην οροφή είναι κατά πολύ μικρότερη από την ολική ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια συμβατική οροφή, ακόμα και κατά τις μεσημβρινές ώρες που κυριαρχεί έντονη ηλιοφάνεια. Η μείωση αυτή στην ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην οροφή, στην περίπτωση που είναι φυτεμένη,

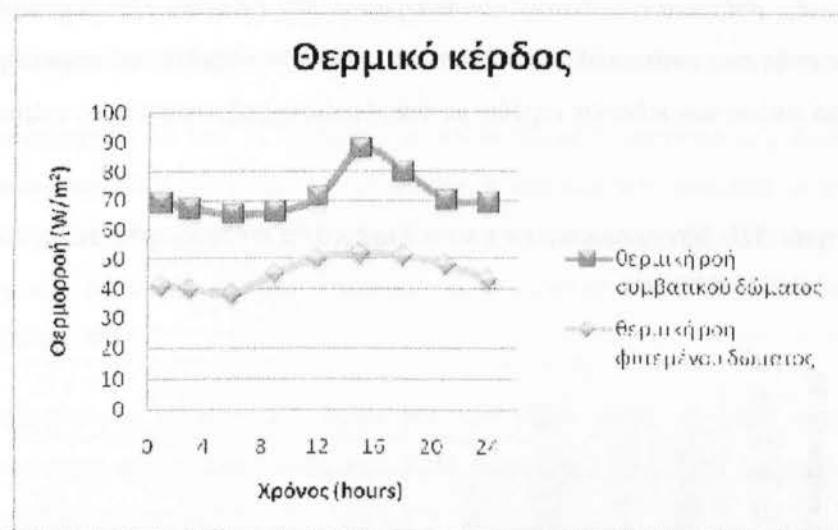
οφείλεται στα φυτά, τα οποία μέσω του φυλλώματος την προστατεύουν παρέχοντας σκίαση.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7: ΑΠΟΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΠΟ ΠΡΑΣΙΝΗ ΣΤΕΓΗ



Επιπλέον, στο διάγραμμα 7 παρουσιάζεται η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από μια συμβατική οροφή σε σύγκριση με την αντίστοιχη που απορροφάται από μια φυτεμένη οροφή. Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται είναι και πάλι κατά πολύ μικρότερη στην περίπτωση της φυτεμένης οροφής. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται σε πολύ μεγάλο βαθμό τις μεσημβρινές ώρες, όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, και αποτελεί ένα επιπλέον πλεονέκτημα της φυτεμένης οροφής.

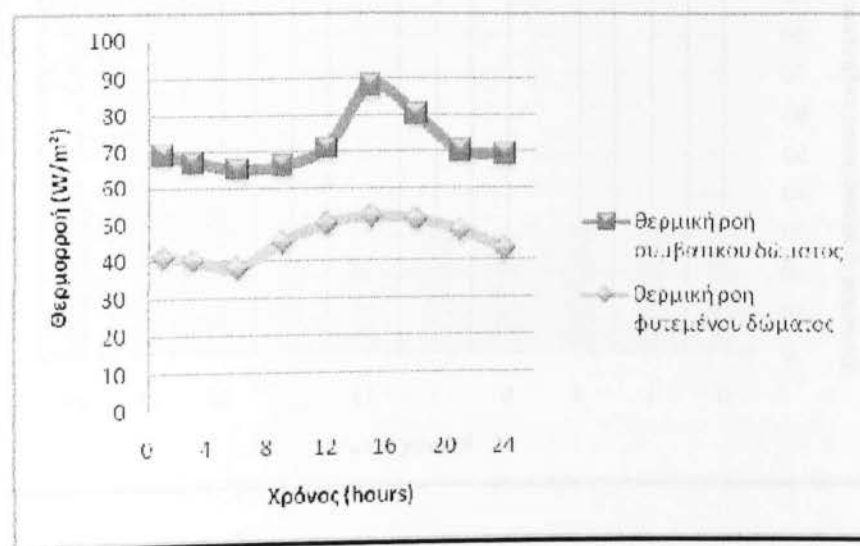
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8: ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΟΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ.



(*Από τις υπολογισμένες ταχύτητες θερμικής ροής εκτιμήθηκαν οι μέσες ημερήσιες ταχύτητες θερμικής ροής q_0 και q_{0g} .)

Στο διάγραμμα 8 φαίνονται οι προσομοιωμένες θερμικές ροές στο εσωτερικό του κυρίου για το συμβατικό και το φυτεμένο δώμα. Οι υπολογισμένες τιμές επιβεβαιώνουν ότι η θερμική ροή για την επιφάνεια του μπετόν είναι κυρίως από το εξωτερικό προς το εσωτερικό, σε αντίθεση με την επιφάνεια του εδάφους όπου το αρνητικό πρόσημο στη θερμική ροή υποδηλώνει ότι αυτή πραγματοποιείται πάντα από το εσωτερικό προς το εξωτερικό.

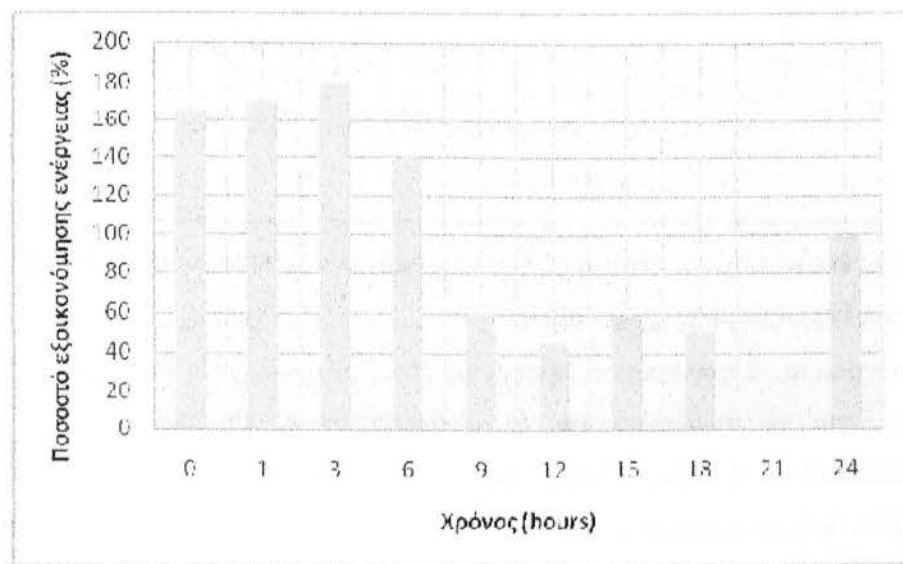
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 : ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΕΡΔΟΣ ΣΕ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΔΩΜΑ ΜΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ $T_{DB}=26^{\circ}C$



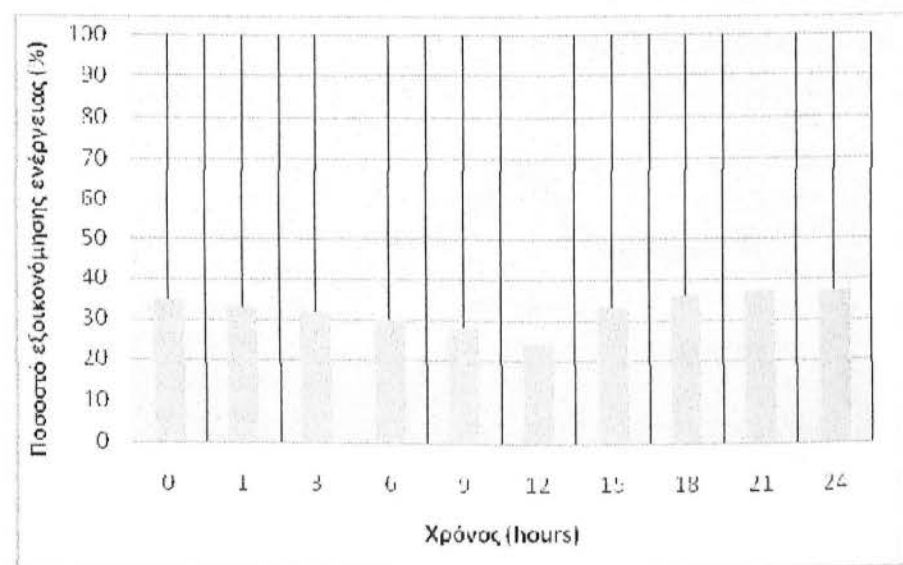
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Οι απαιτήσεις του υποκείμενου ορόφου για κλιματισμό τροποποιούν την καμπύλη της θερμικής ροής όπως φαίνεται στο διάγραμμα 9. Οι διαφορές στις ταχύτητες θερμικής ροής στο εσωτερικό του κτιρίου και στα δύο εξεταζόμενα παραδείγματα, δίνουν μια εικόνα των πιθανών κερδών με τους όρους της εξοικονόμησης ενέργειας.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΟΡΟΦΗΣ.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΛΟΓΩ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟ ΟΡΟΦΟ.



Η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στην μείωση του ψυκτικού φορτίου του υποκείμενου ορόφου εξαιτίας των θερμικών κερδών από την πράσινη φύτευση.

Στα διαγράμματα 10 και 11 φαίνεται το υπολογιζόμενο ποσοστό της ενεργειακής εξοικονόμησης λόγω της μείωσης του ψυκτικού φορτίου που προκαλεί το φυτεμένο δώμα. Από το διάγραμμα 10 προκύπτει ότι το ημερήσιο ενεργειακό κέρδος από την μείωση του ψυκτικού φορτίου στον μη κλιματιζόμενο υποκείμενο όροφο, είναι τουλάχιστον 50%.

Ο απαιτούμενος κλιματισμός όμως για τον χώρο αυτό, σίγουρα μειώνει τα προσδοκώμενα ενεργειακά κέρδη στο 22% (ελάχιστο) έως 35% (μέγιστο), όπως φαίνεται στο διάγραμμα 11.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τη μελέτη που διεξάχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία και την προσέγγιση της θερμικής συμπεριφοράς κυρίου με φυτεμένη οροφή εκτακτού τύπου σε σύγκριση με κύριο συμβατικής οροφής, καταλήγουμε στην εξαγωγή ορισμένων χρήσιμων συμπερασμάτων. Τα συμπεράσματα αυτά συνοψίζονται παρακάτω:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με της εφαρμογής της φυτεμένης οροφής. Ως εκ τούτου, η φυτεμένη οροφή αποτελεί ένα μέσο μείωσης του κόστους ψύξης και θέρμανσης του κτιρίου, αφού συντελεί στο φυσικό δροσισμό του το καλοκαίρι και σε προστασία έναντι των θερμικών απωλειών το χειμώνα. Η ενεργειακή εξοικονόμηση που προσφέρει είναι ιδιαίτερα αισθητή σε θερμά κλίματα, όπως το μεσογειακό, όπου η ψύξη των κυρίων είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα.
- Επιπροσθέτως, η φυτεμένη οροφή είναι μια κατασκευή «φιλική» προς το περιβάλλον με πολλά περιβαλλοντικά οφέλη. Με τη βλάστηση περιορίζει το φαινόμενο της «Αστικής Θερμικής Νησίδας», που κυριαρχεί σε μεγαλουπόλεις όπως η Αθήνα, δημιουργεί βιότοπους στα πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα, μειώνει τα πλημμυρικά φαινόμενα και βελτώνει την ποιότητα του αέρα και την ατμόσφαιρα των πόλεων με το οξυγόνο που παράγουν τα φυτά δεσμεύοντας το διοξείδιο του άνθρακα.
- Η φυτεμένη οροφή συμβάλλει όμως και στην αναβάθμιση του κυρίου, καθώς αυξάνει την αξία του με σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως ο δροσισμός του κτιρίου και η προστασία του από τις υψηλές θερμοκρασίες, την ηλιακή ακτινοβολία και τη φθορά της οροφής.
- Τα φυτεμένα δώματα θεωρούνται στοιχείο υψηλής ποιότητας, αισθητικής και ένας από τους λιγότερους τρόπους επαναφοράς του χαμένου πρασίνου στις μεγαλουπόλεις, ενώ δεν είναι λίγοι οι κορυφαίοι αρχιτέκτονες της εποχής, οι οποίοι υποστηρίζουν θερμά τη δημιουργία τέτοιων κατασκευών. Με την προσπάθεια για ενεργειακή εξοικονόμηση, την ανάπτυξη του πράσινου κινήματος και των ενεργειακών κυρίων, με την ηλιακή και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, τον παθητικό, ηλιακό και τον ενεργειακό σχεδιασμό, την οικολογική δόμηση, τα μέτρα και τους Νόμους που

θεσπίζονται και τις Κοινοτικές Οδηγίες που εφαρμόζονται και θα εφαρμόζονται ακόμα περισσότερο, τα σύγχρονα παραδείγματα κατασκευών φυτεμένων δωματίων ολοένα και πληθαίνουν. Σημαντικός είναι ο ρόλος του κράτους που πρέπει να προωθήσει την κατασκευή τους, αλλά και των πολιτών, που πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι η καθημερινότητα και η διαβίωση συνδέονται με το περιβάλλον και τις συνθήκες που επικρατούν, τόσο εντός όσο και εκτός των κυρίων. Τέλος, ιδιαίτερα σημαντικός είναι και ο ρόλος των μηχανικών, που θέτουν τις σταθερές και τα πρότυπα, αλλά και προωθούν διαρκώς την αειφόρο ανάπτυξη μέσα από το σχεδιασμό και την κατασκευή φιλικών προς το περιβάλλον τεχνικών.

- Μετά την παραμετρική μελέτη βγαίνει το συμπέρασμα ότι πέρα από αισθητική, περιβαλλοντική και οποιαδήποτε άλλη θετική επίδραση, η τοποθέτηση φυτεμένου δώματος είναι επίσης σημαντική λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας που οφείλεται κυρίως στην μείωση των καλοκαιρινών περιβαλλοντικών φορτίων. Η εξοικονόμηση ενέργειας προσδιορίζεται περίπου στο 30-35% των φορτίων της οροφής και κατά ένα μέσο ποσοστό 20-25% των φορτίων του εδάφους. Χαρακτηριστικά των παραπάνω είναι ότι η μείωση τις ώρες αιχμής φτάνει το 40%, που σημαίνει επιπρόσθετο δευτερεύον κέρδος στην ευρεία παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας με σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών των πόλεων.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι πράσινες στέγες φαίνεται να έχουν μεγάλες δυνατότητες εξέλιξης στον ελληνικό χώρο. Ωστόσο, παρόλο που οι κάτοικοι των αστικών κέντρων της Ελλάδας φαίνεται να αποκτούν όλο και περισσότερη περιβαλλοντική συνείδηση, δεν στρέφονται προς πιο ενεργές δράσεις λόγω, ενδεχομένως, απουσίας σωστής και επαρκούς πληροφόρησης από πλευράς του Κράτους, αλλά και έλλειψης κινήτρων. Τα οικονομικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν για ανάληψη ατομικών πρωτοβουλιών μπορούν μεν να αποτελέσουν κίνητρο και αυτή τη στιγμή υπάρχουν δυνατότητες χρηματοδότησης (κυρίως μέσω Τραπεζικών Δανείων) ωστόσο, το κόστος κατασκευής παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Επιπλέον, οι εξατομικευμένες πρωτοβουλίες δεν επαρκούν, προκειμένου να αποδειχθούν βιώσιμες οι συγκεκριμένες εφαρμογές. Η φύτευση βλάστησης στις στέγες των κατοικιών των πόλεων μπορεί να είναι αποτελεσματική για το αστικό περιβάλλον, μόνον εφόσον εφαρμοστεί σε ευρεία έκταση. Με κρατική

χρηματοδότηση, η οποία ενδέχεται να οδηγήσει σε πιο ευρεία εφαρμογή, είναι δυνατό το κόστος αυτό να μειωθεί αισθητά και το οικονομικό κίνητρο για εγκατάσταση πράσινης στέγης, να είναι ακόμη μεγαλύτερο.

Χρειάζεται, συνεπώς, πιο συντονισμένος προγραμματισμός από την πλευρά του Κράτους, προκειμένου να αξιοποιήσει τις ευκαιρίες που προσφέρονται στα πλαίσια της πολιτικής της Ε.Ε., με απαραίτητη την παρουσία οργάνων, αποτελεσματικών στην παρακολούθηση και τον έλεγχο εφαρμογής του ισχύοντος νομικού πλαισίου. Στόχος θα πρέπει να είναι, η παραγωγή ενός πιο συνολικού και μακροπρόθεσμου αποτελέσματος και όχι η εκμετάλλευση των κοινοτικών πόρων για μεμονωμένες επενδύσεις, οι οποίες θα έχουν αποτέλεσμα σε επίπεδο καρίου και μόνο.

Κρίνεται επίσης σκόπιμο να τροποποιηθεί η ισχύουσα νομοθεσία, ώστε να περιλάβει περισσότερες επιδοτήσεις για επενδύσεις σε παθητικές δραστηριότητες εξοικονόμησης ενέργειας, με γνώμονα το ότι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι, ενδεχομένως, πιο σημαντική από την αύξηση της παραγωγής της.

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

a : Παράγοντας απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

c : Ειδική θερμότητα σε J/kgK.

h_o : Συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή σε W/m²K.

I(t) : Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόνιο επίπεδο σε W/m².

K : Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας σε W/m²K.

T_{db} : Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου σε οC ή K.

T_{o(t)} : Εξωτερική θερμοκρασία σε οC ή K.

T(t,θ) : Θερμοκρασία επιφάνειας επιπέδου σε οC ή K.

T(t,L) : Θερμοκρασία επιπέδων οροφής σε οC ή K.

ε_{ΔR} : Διορθωτικός συντελεστής για μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία

ρ : Πυκνότητα σε kg/m³.

φ : Σχετική υγρασία %.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο παράρτημα παρατίθεται ο κώδικας σε Matlab στην έκδοση 2008Rα

```

function Roof_Simulation

clc
clear all
format long

%%%%%%  ΣΥΜΒΑΝΤΑ ΣΕΧΩΡΙΣΜΩΝ  %%%%%

% Συμβάντα θέσεως αγωγού/στάθης α. (W/m²)
kypd=1.16; % γραμμικά σύστημα
kefd1=0.22; % ένα πρόχειρο/στάθης
kefdp=0.1; % κλιμακωτά
kaefap=0.195; % κλιμακωτά
kaefaf=0.195; % κλιμακωτά
kefdh=0.15; % κλιμακωτά
kmoa=0.041; % μονωτ.
ksoa=1.5; % οροφ.
ksoy=1.17; % τοίχ.
ksoy=0.15; % οροφ.

% Συμβάντα θέσεως αγωγού/στάθης β. (W/m²)
kypd=500; % γραμμικά σύστημα
kefd1=500; % ένα πρόχειρο/στάθης
kefdp=700; % κλιμακωτά
kaefap=1000; % κλιμακωτά
kaefaf=1000; % κλιμακωτά
kefdh=340; % κλιμακωτά
kmoa=1000; % μονωτ.
ksoa=1000; % οροφ.
ksoy=1000; % τοίχ.
ksoy=240; % οροφ.

% Συμβάντα α. (W/m²)
kypd=500; % γραμμικά σύστημα
kefd1=700; % ένα πρόχειρο/στάθης
kefdp=250; % κλιμακωτά
kaefap=1000; % κλιμακωτά
kaefaf=1700; % κλιμακωτά
kefdh=1000; % κλιμακωτά

```


ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Athinapoli Blog, “Κήποι στις ταράτσες”, από http://www.athinapoli.gr/athens/index.php?option=com_content&task=view&id=883&Itemid=41
2. Βουρδουμπάς, Ι., «Σύντομη παρουσίαση του Ευρωπαϊκού Προγράμματος CLEAR SUPPORT», Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2007, από www.chania.teicrete.gr/docs/PRESENTATION_CLEAR SUPPORT.ppt
3. Βουρδουμπάς, Ι., «Καινοτομικές Μέθοδοι Χρηματοδότησης Επενδύσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε κτίρια – Η Διεθνής εμπειρία», Τ.Ε.Ι. Κρήτης, 2007, από www.chania.teicrete.gr/docs/kenotomikes_me8odi.ppt
4. Bernatzky, A., “Gardens for Stepped Terrace Housing”, 1974, από Urban Ecology, 1 (1975), σελ. 49-62.
5. Boscoe, A., “An Assessment of the Potential of Green Roofs to Act as a Mitigation Tool for Increased Urban Densities”, 2003, από <http://www.livingroofs.org/NewFiles/DissertgreenroofAboscoe.pdf>
6. Γκέκας, Ρ., «Η πορεία του Γ’ ΚΠΣ μέχρι σήμερα», Σημειώσεις μαθήματος «Οικονομική προσέγγιση στην περιβαλλοντική διαχείριση», 2008, Π.Μ.Σ. «Γεωργία & Περιβάλλον», Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
7. Clark, C., et al, “Green Roof Valuation: A Probabilistic Economic Analysis of Environmental Benefits”, 2007, University of Michigan, από www.erb.umich.edu/News-and-Events/colloquium_papers/Clarketal.pdf
8. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.) <http://www.dei.gr/Default.aspx?id=3318&nt=18&lang=1>
9. Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2002/91/ΕΚ «για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:EL:PDF/>
10. Δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, «Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση», 2006, <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0545:FIN:EL:PDF>
11. Κατασκευαστική Εταιρεία “GREENROOF”, <http://www.greenroof.gr>

12. Κοινωνία της Πληροφορίας, «Υπουργείο Οικονομίας & Οικονομικών, 3η Εγκύκλιος για την κατάρτιση Επιχειρησιακών Προγραμμάτων της Προγραμματικής Περιόδου 2007-2013», από <http://www.infosoc.gr/infosoc/elGR/sthnellada/4thperiod/espa2007-2013/defaulta1.htm>
13. K_hler, M., "Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin", από Urban Habitats, Vol.4, No.1, www.urbanhabitats.org
14. Koppány, A., "Green Roofs in the City Environment", από www.heja.szif.hu/ARC/CEA-010227-A/cea010227a.pdf
15. Ματσουκάς, Θ., «Η τεχνολογία και τα πλεονεκτήματα των φυτεμένων δομάτων», από www.prasinistegi.gr/prasines_steges.pdf
16. New Zealand Institute of Building, "Green Roof and Warm Roof Concepts", www.nzioib.org.nz/global/files/Images/Documents/NZIOB_PPT_presentation_final_issue.pdf
17. Theodosiou, Th., Amiras, P., and Economidis, Gr., 1999, "The contribution of the planted roof to the cooling of a building", Proc. of the National Renewable Energy Congress VI, Vol. A, 3-5 November, Volos, Hellas, pp. 137-144.
18. Evmorfopoulou, E., Kalaitzidou, N., and Tourtoura, D., 1999, "The influence of the different types of planted roofs in the thermal behavior of a building", Proc. of the National Renewable Energy Congress VI, Vol. A, 3-5 November, Volos, Hellas,
19. Harazono, Y., and Ikeda, H., 1990, "The effect on an indoor thermal environment with simple hydroponic cultivation on rooftops", J. Agric. Met. Jpn 46, pp. 9-17.
20. Ishihara, O., and Chou, S., 1992, "Experimental study on environmentally lightening effect of soil and lawn vegetation on the roof", Proc. of Annual Meeting of Japanese Society of Solar Energy, pp. 255-258.
21. Meier, A.K., 1990, "Measured cooling savings from vegetative landscaping", Proc. American Council for an Energy-Efficient Economy, Environment 4, pp. 133-143.
22. Meier, A.K., 1991, "Strategic landscaping and air-conditioning savings: literature review", Energy and Buildings 15-16, pp. 479-486.
23. ASHRAE Fundamentals, 1985, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

ΑΡΘΡΑ

1. Εφημερίδα «ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ», φύλλο Κυριακής, 2/9/07.
2. “ΕΥΠΛΟΙΑ”, Ηλεκτρονικό Περιοδικό, από <http://eyploia.aigaionet.gr/modules.php?name=News&file=article&sid=1357>
3. D.C. “Greenworks”, 2003, από <http://www.dcgreenworks.org/LID/grbenefits.html>
4. Green Roofs for Healthier Cities, “About Green Roofs”, από http://www.greenroofs.net/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=40

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ:

1. www.greenroofs.gr
2. www.cres.gr
3. www.et.gr
4. www.tee.gr
5. www.egreen.gr
6. www.esha.gr
7. www.greenrooftops.com
8. www.roofportland.com
9. www.oikologio.gr
10. www.igra-world.com
11. www.in.gr
12. el.wikipedia.org
13. censam.mit.edu
14. www.avgi.gr
15. www.prasinistegi.gr
16. www.solon.org.gr
17. greenroofs.wordpress.com
18. fourgreensteps.com
19. www.inhabitat.com
20. www.mcit.gov.cy