

ΤΑ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ ΩΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ. ΝΕΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΑΣΤΙΚΟΥΣ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ

Χρήστος Ευαγγελίου

Αναπληρωτής Γενικός Διευθυντής, Alfa Alfa Energy ABEE

Ηλίας Αλούπης

Διευθύντρια Έρευνας & Ανάπτυξης, Alfa Alfa Energy ABEE

Ζαχαρένια Κρεμαλή

Υπεύθυνη Marketing, Alfa Alfa Energy ABEE

Μιχάλης Βραχόπουλος

Αναπληρωτής Καθηγητής Μηχανολογίας, ΤΕΙ Χαλκίδας

Λέξεις κλειδιά: φυτεμένο δώμα, οφέλη, εξοικονόμηση ενέργειας, εκτατική φύτευση, εντατική φύτευση, αντριστικές στεγανωτικές μεμβράνες, αποστραγγιστικές μεμβράνες, υποστρώματα φύτευσης, ελαφριά υλικά

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η ιδέα των φυτεμένων δωματίων, τα οποία λειτουργούν ως φίλτρα και πνεύμονες πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό, κερδίζει συνεχώς έδαφος σε πολλές χώρες του κόσμου. Η παρούσα εισήγηση αναφέρεται στα πολλαπλά οφέλη των φυτεμένων δωματίων, με έμφαση στην ενεργειακή εξοικονόμηση που αυτά επιφέρουν. Διαχωρίζει μεταξύ φυτεμένων δωματίων εκτατικού και εντατικού τύπου και κάνει μνεία στις προκλήσεις του παρελθόντος που εμπόδιζαν στη διάδοσή τους. Παρουσιάζει μοντέρνα δομικά υλικά με τα οποία δίνεται λύση στην κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος και αναφέρεται συνοπτικά στη διαστρωμάτωση των υλικών και τις κατασκευαστικές ανάγκες ενός φυτεμένου δώματος.

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιδέα για το πρασίνισμα των δωματίων και των στεγών ξεκίνησε στα ιστορικά χρόνια με τους Κρεμαστούς Κήπους της Βαβυλώνας. Εξίσου σημαντικές πηγές για τους πρώτους τεχνητούς κήπους, αποτελούν τα Ζιγκουράτ, δηλαδή οι φυτοκαλυμμένες κλιμακωτές εξέδρες πάνω στις

οποίες έκτιζαν οι Βαβυλώνιοι τους ναούς και τα ιερά για να λατρέψουν τους θεούς τους.

Στα νεότερα χρόνια, οι κήποι στα δώματα, θεωρούνταν στοιχείο υψηλής ποιότητας, αισθητικής και πολυτέλειας, ενώ στις αρχές του 20ού αιώνα δεν ήταν λίγοι οι κορυφαίοι αρχιτέκτονες της εποχής, οι οποίοι υποστήριζαν θερμά τη δημιουργία τέτοιων κατασκευών.

Με την ανάπτυξη του πράσινου κινήματος στις αρχές της δεκαετίας του 1960, με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τον ενεργειακό σχεδιασμό, την οικολογική δόμηση και τις Κοινοτικές Οδηγίες που εφαρμόζονται και θα εφαρμόζονται ακόμα περισσότερο, τα σύγχρονα παραδείγματα φυτεμένων δωματίων, τόσο στον Ευρώπη όσο και στην Αμερική, ολοένα πληθαίνουν.

2. ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

Ως φυτεμένο δώμα ή κήπος σε δώμα, μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε κήπος, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτήριο ή μια δομική κατασκευή. Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το φυσικό έδαφος.

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος μπορεί να συμβάλλει και να προσφέρει πολλά στο δομημένο περιβάλλον των μεγαλουπόλεων.

2.1 Εξοικονόμηση Ενέργειας

Ένα φυτεμένο δώμα βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας στο κτήριο. Η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στα παρακάτω επιμέρους φαινόμενα, τα οποία δρουν συνδυαστικά:

Τα φυτά με το φύλλωμά τους παρέχουν σκιασμό στην επιφάνεια του δώματος και εξασφαλίζουν με τον τρόπο αυτό τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτηρίου και διατηρούν σχετικά σταθερή τη θερμοκρασία της επιφάνειας του δώματος στη διάρκεια του έτους.

Η θερμοχωρητικότητα του φυτεμένου δώματος είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε σχέση με αυτήν ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι εντός αυτών παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί λοιπόν ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα.

Επιπρόσθετα, στο φυτεμένο δώμα αξιοποιείται και το φαινόμενο της εξάτμισης για την παραγωγή ψύξης καθώς και της συμπύκνωσης υδρατμών με παραγωγή θερμότητας. Με τη διαδικασία αυτή («εξατμισοδιαπνοή»), τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά ή θερμικά φορτία, τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό ή θέρμανση το καλοκαίρι και το χειμώνα

2.2 Άλλα Περιβαλλοντικά οφέλη

Το φυτεμένο δώμα κατακρατεί το βρόχινο νερό στη στρώση αποστράγγισης, το υπόστρωμα φύτευσης και τη φύτευση και αυξάνει τα ποσοστά εξάτμισης, με αποτέλεσμα την αποφόρτιση του αστικού δικτύου απορροής υδάτων, ειδικά σε ραγδαίες καταιγίδες.

Επίσης, στα φυτεμένα δώματα, ο συνδυασμός του χώματος, των φυτών και των παγιδευμένων στρωμάτων του αέρα μπορεί να λειτουργήσει ως φίλτρο απομόνωσης του ήχου.

Σημαντικό όφελος είναι και ότι ένα μεγάλο ποσοστό των σωματιδίων της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από το φύλλωμα των φυτών, τα οποία λειτουργούν με τον τρόπο αυτό ως φίλτρο συγκράτησης πολλών επιβλαβών συστατικών του αέρα. Τα φυτά, επίσης, εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και την αποδεσμεύουν από το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης.

Με την κατασκευή κήπων στα δώματα είναι δυνατόν να πολλαπλασιαστούν πολλά είδη χλωρίδας, τα οποία στη στάθμη του εδάφους δεν μπορούσαν να αναπτυχθούν.

Τα φυτά, με τις συνθήκες που δημιουργούν στην επιφάνεια ενός δώματος, αποτρέπουν την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον και συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας..

2.3 Κοινωνικά και Οικονομικά οφέλη

Με τη δημιουργία βατών φυτεμένων δωματίων μπορούν να αξιοποιηθούν πολλοί ανεκμετάλλευτοι χώροι και να επιτευχθεί αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου. Αναμφίβολα, τα φυτεμένα δώματα αποτελούν στοιχεία υψηλής ποιότητας και προσδίδουν στο κτήριο ιδιαίτερη αξία και κέρδος.

Τα φυτεμένα δώματα προστατεύουν τις υποκείμενες στρώσεις των δομικών υλικών ενός δώματος (π.χ. υγρομονωτικά, θερμομονωτικά υλικά) από τη θερμική επιβάρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους.

4. ΤΥΠΟΙ ΦΥΤΕΥΣΗΣ

Ανάλογα με τη χρήση του κήπου, την ικανότητα της φέρουσας κατασκευής να δεχθεί τα πρόσθετα φορτία, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση του κήπου και τις απαιτήσεις του σε νερό και συντήρηση, διακρίνονται δύο βασικοί τύποι φύτευσης: ο Εκτατικός και ο Εντατικός τύπος.

4.1 Εκτατικός τύπος φύτευσης

Ο εκτατικός τύπος φύτευσης είναι φύτευση ελαχίστων ή μικρών απαιτήσεων. Έχει χαμηλό πάχος υποστρώματος φύτευσης (από 6 cm μέχρι

20 cm), δε δημιουργεί μεγάλα πρόσθετα στατικά φορτία και δεν έχει μεγάλη οικονομική επιβάρυνση. Τα φυτά που επιλέγονται είναι φυτά εδαφοκάλυψης και ποώδη, έχουν ελάχιστες ή μικρές απαιτήσεις σε νερό, είναι ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος, έχουν πολύ μικρό βάρος και χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση. Το σύστημα αυτό βρίσκει πολλές εφαρμογές σε μη προσβάσιμες στέγες κτιριακών εγκαταστάσεων, σε πρανή ή σε κτήρια τα οποία δεν είναι ικανά παρά να φέρουν ελαφρύ πρόσθετο φορτίο βλάστησης.

4.2 Εντατικός τύπος φύτευσης

Ο εντατικός τύπος φύτευσης είναι φύτευση μεσαίων ή αυξημένων απαιτήσεων. Έχει πάχος μεγαλύτερο των 21 cm, δημιουργεί μεγαλύτερα πρόσθετα στατικά φορτία και μεγαλύτερη οικονομική επιβάρυνση από έναν εκτατικό τύπο. Είναι φύτευση μεσαίων έως υψηλών απαιτήσεων σε νερό, θρεπτικά συστατικά και συντήρηση. Ο εντατικός τύπος μεσαίων απαιτήσεων περιλαμβάνει φυτά εδαφοκάλυψης, χαμηλούς θάμνους και χλόες, που στο σύνολο τους δημιουργούν ένα τοπίο, το οποίο έχει χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ο εντατικός τύπος αυξημένων απαιτήσεων περιλαμβάνει ποικιλία φυτών, θάμνων και δέντρων, με τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν κήποι με υψηλή βλάστηση, με στοιχεία νερού και να συνδυαστούν με στοιχεία «σκληρού τοπίου» (hard-landscape), όπως πεζόδρομους ή δρόμους για τροχήλατα οχήματα.

5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

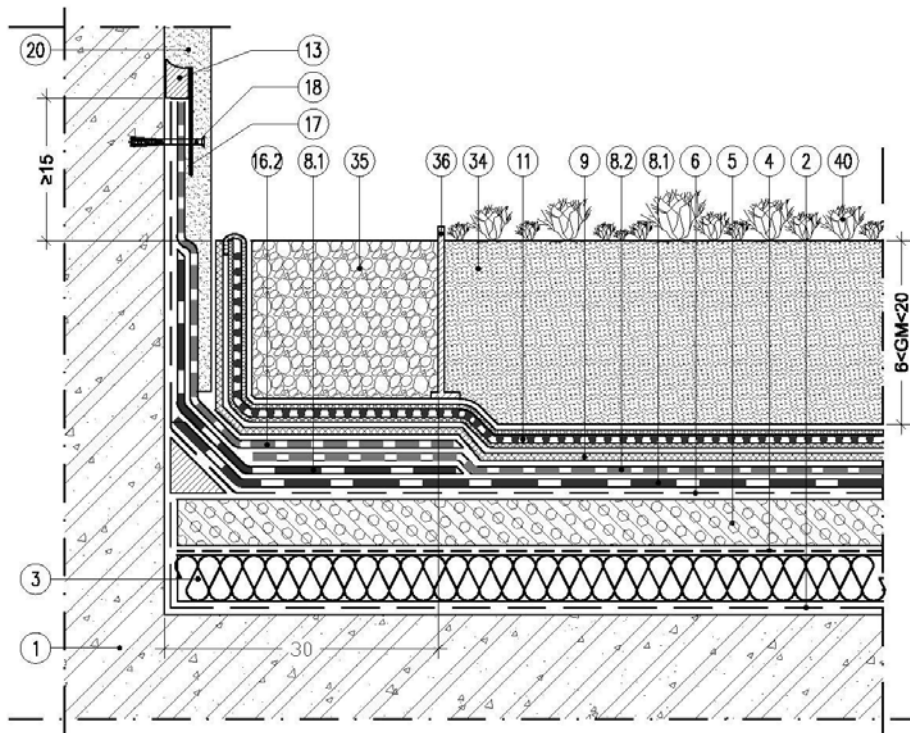
Οι προκλήσεις που αποτελούσαν ανασταλτικό παράγοντα για τη διάδοση των φυτεμένων δωμαίων στο παρελθόν ήταν κατά κύριο λόγο οι εξής:

- Ο κίνδυνος της υγρασίας, λόγω της δύσκολης και σημαντικού κόστους επισκευής που απαιτείται στην περίπτωση βλάβης της στεγάνωσης
- Η στατική επιβάρυνση, ειδικά σε παλαιά κτήρια
- Η συχνότητα συντήρησης
- Η οικονομική επιβάρυνση στις φάσεις της κατασκευής και συντήρησης του κήπου.

Οι προκλήσεις αυτές αντιμετωπίζονται σήμερα με προσεκτικό και ολοκληρωμένο σχεδιασμό σε όλα τα στάδια της κατασκευής.

Στην παρούσα παράγραφο παρουσιάζεται συνοπτικά η τεχνολογία κατασκευής ενός φυτεμένου δώματος εκτατικού και εντατικού τύπου, η οποία έχει στηριχθεί στις οδηγίες του Γερμανικού Οργανισμού FLL (9), τις πιο ολοκληρωμένες και αξιόπιστες που υπάρχουν αυτή τη στιγμή στην Ευρώπη για το σχεδιασμό φυτεμένων δωμαίων.

ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ
ΕΚΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΤΗΘΑΙΟΤ

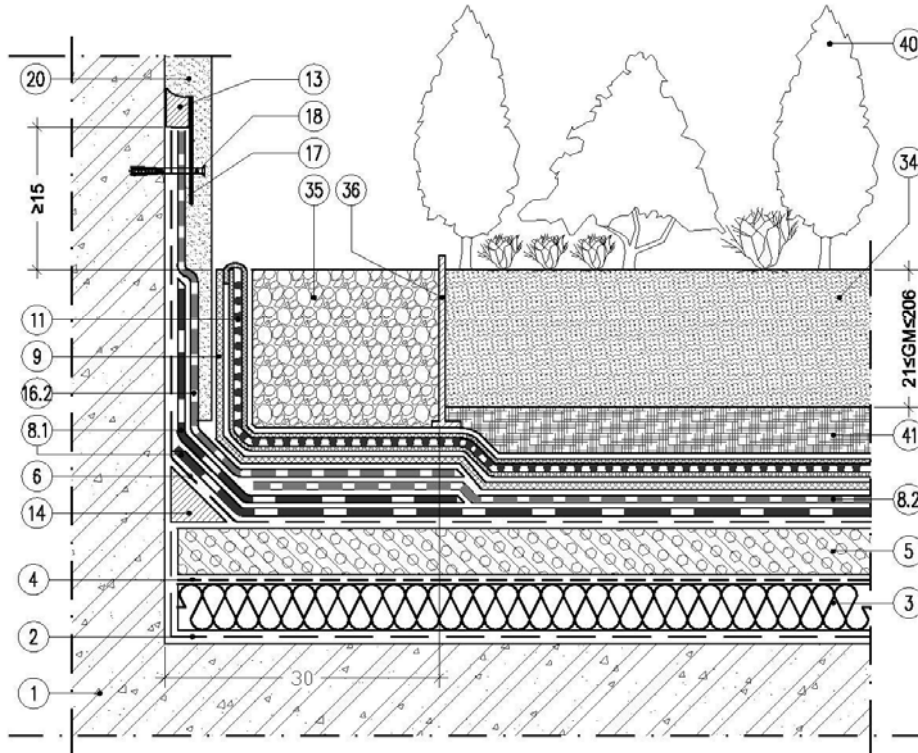


ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. ΠΛΑΚΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ | 16.2 ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ |
| 2. ΦΡΑΓΜΑ ΤΔΡΑΤΜΩΝ | ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΨΗΦΙΔΑΣ |
| 3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ | 17. ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΛΑΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ |
| 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ | 18. ΒΙΔΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ |
| 5. ΡΥΣΕΙΣ | 20. ΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ |
| 6. ΑΣΤΑΡΙ | 22. ΤΔΡΟΡΡΟΗ |
| 8.1 ΠΡΩΤΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ | 23. ΚΕΦΑΛΗ ΤΔΡΟΡΡΟΗΣ |
| ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 24. ΔΙΑΤΡΗΤΟ ΚΑΛΥΜΜΑ ΤΔΡΟΡΡΟΗΣ |
| 8.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ | 34. ΤΠΟΣΤΡΩΜΑ ΓΙΑ ΕΚΤΑΤΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗ GM |
| ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 35. ΘΡΑΥΣΤΟ ΤΡΑΙΚΟ 16-32 mm |
| 9. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΗΩΡΕ | 36. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ |
| 10. ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ ΕSHA | 37. ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ |
| 11. ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 38. ΓΕΩΤΦΑΣΜΑ |
| 12. ΚΟΡΔΟΝΙ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΡΜΩΝ | 39. ΚΑΛΥΜΜΑ ΣΩΛΗΝΑ |
| 13. ΜΑΣΤΙΧΗ ΣΦΡΑΓΙΣΗΣ | 40. ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΚΤΑΤΙΚΟΤ' ΤΥΠΟΥ |
| 14. ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ (ΛΟΤΚΙ) | |
| 15. ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΩΔΕΜΑ | |

Εικόνα 1. Διαστρωμάτωση υλικών σε φύτευση εκτατικού τύπου με κλασσική θερμομόνωση

ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ
 ΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΜΕ ΚΛΑΣΣΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ
 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΤΗΘΑΙΟΤ



ΤΥΠΟΜΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ

- | | |
|--|--|
| 1. ΠΛΑΚΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ | 16.2 ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ
ΜΕ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΨΗΦΙΔΑΣ |
| 2. ΦΡΑΓΜΑ ΤΔΡΑΤΜΩΝ | 17. ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΛΑΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ |
| 3. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ | 18. ΒΙΔΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ |
| 4. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ | 20. ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ |
| 5. ΡΥΣΕΙΣ | 22. ΎΔΡΟΡΡΟΗ |
| 6. ΑΣΤΑΡΙ | 23. ΚΕΦΑΛΗ ΤΔΡΟΡΡΟΗΣ |
| 8.1 ΠΡΩΤΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ
ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 24. ΔΙΑΤΡΗΤΟ ΚΑΛΥΜΜΑ ΤΔΡΟΡΡΟΗΣ |
| 8.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ
ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 34. ΨΠΟΣΤΡΩΜΑ ΓΙΑ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΦΥΤΕΥΣΗ GM |
| 9. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ ΗΔΡΕ | 35. ΘΡΑΥΣΤΟ ΤΑΙΚΟ 16-32 mm |
| 10. ΑΣΦΑΛΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ | 36. ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ |
| 11. ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ | 37. ΔΙΑΤΡΗΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ |
| 12. ΚΟΡΔΟΝΙ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΡΜΩΝ | 38. ΓΕΩΤΦΑΣΜΑ |
| 13. ΜΑΣΤΙΧΗ ΣΦΡΑΓΙΣΗΣ | 39. ΚΑΛΥΜΜΑ ΣΩΛΗΝΑ |
| 14. ΠΕΡΙΘΩΡΙΟ (ΛΟΤΚΙ) | 40. ΦΥΤΕΥΣΗ ΕΝΤΑΤΙΚΟΤ ΤΥΠΟΥ |
| 15. ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ | 41. ΤΑΙΚΟ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΥΓΡΑΣΙΑΣ |

Εικόνα 2. Διαστρωμάτωση υλικών σε φύτευση εντατικού τύπου με κλασσική θερμομόνωση

4.1 Προετοιμασία επιφάνειας και δημιουργία φράγματος υδρατμών

Η επιφάνεια του δώματος καθαρίζεται καλά και επισκευάζεται τοπικά από τυχόν φθορές. Στη συνέχεια γίνεται επάλειψη της επιφάνειας σε δύο στρώσεις κατ' ελάχιστον, με ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα για τη δημιουργία φράγματος υδρατμών.

4.2 Δημιουργία Θερμομονωτικής Στρώσης

Γίνεται η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών, σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης.

4.3 Κατασκευή ρύσεων και αστάρωμα επιφάνειας πριν τη στεγάνωση

Δημιουργία στρώσης ρύσεων με χρήση κατάλληλου υλικού (ελαφροσκυρόδεμα, περλομπετόν, γαρμπιλοσκυρόδεμα κτλ.) με ελάχιστη κλίση 1.5%. Μετά την ξήρανση της τελικής στρώσης η επιφάνεια των ρύσεων θα πρέπει να είναι βατή και λεία και χωρίς σαθρά σημεία. Σημεία ατελειών επισκευάζονται τοπικά με τσιμεντοκονίαμα.

Στη συνέχεια επαλείφεται η επιφάνεια των ρύσεων με υγρή ελαστομερή ασφαλτική κόλλα, ψυχρής εφαρμογής .

4.4 Στεγανωτικές-Αντιριζικές στρώσεις

Για την προστασία των υποκείμενων δομικών στοιχείων από την επιθετική συμπεριφορά των ριζών των φυτών είναι απαραίτητη η στεγάνωση του δώματος με διπλή στρώση αντιριζικών ασφαλτικών μεμβρανών, οι οποίες θα είναι πλήρως επικολλημένες στην υποκείμενη επιφάνεια.

Οι μεμβράνες αυτές αποτελούνται κατά βάση από τροποποιημένη άσφαλτο (APP -10 οC ή SBS -20 οC), φέρουν ως εσωτερικό οπλισμό Sprunbond πολυεστερικό ύφασμα υψηλών μηχανικών αντοχών και έχουν άνω και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου. Εμπεριέχουν δε στην μάζα τους ειδικό αντιριζικό πρόσθετο για προστασία από την διάτρηση των ριζικών συστημάτων.

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλτικών αντιριζικών μεμβρανών

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ MEMBRANΗ	ΠΛΑΣΤΟΜΕΡΗΣ ΑΝΤΙΡΙΖΙΚΗ MEMBRANΗ
Ασφαλτικό συνθετικό	Τροποποιημένη άσφαλτος με συνθετικό ελαστικό (SBS) και ειδικό αντιριζικό πρόσθετο	Τροποποιημένη άσφαλτος με συνθετικό πολυπροπυλένιο (APP) και ειδικό αντιριζικό πρόσθετο
Σημείο Μάλθωσης(ASTM D-36):	125 °C	150 °C

Διείσδυση(ASTM D-5):	30 - 40 dmm	22 - 28 dmm
Πάχος μεμβράνης (ASTM D-146):	3.6 mm	3.6 mm
Εσωτερικός σπλισμός :	Πολυεστερικό ύφασμα, spunbond 180 gr/m2	Πολυεστερικό ύφασμα, spunbond 180 gr/m2
Επικαλύψεις		
- άνω :	Φίλμ πολυαιθυλενίου	Φίλμ πολυαιθυλενίου
- κάτω :	Φίλμ πολυαιθυλενίου	Φίλμ πολυαιθυλενίου
Τάση θραύσης (ASTM D-412)		
- κατά μήκος :	850 N/5cm	850 N/5cm
- κατά πλάτος :	650 N/5cm	650 N/5cm
Επιμήκυνση (ASTM D-412)		
-κατά μήκος :	45%	45%
-κατά πλάτος :	50%	50%
Διάτρηση		
-στατική (Kg)(ASTM D-5602):	L4	L4
-δυναμική (mm)(ASTM D-5635):	I3	I3
Ευκαμψία σε χαμηλή θερμοκρασία (ASTM D-5147-91) :	- 20 °C	- 10 °C
Αντοχή σε υψηλή θερμοκρασία (100°C, 72h)	καμία ροή	καμία ροή

Η επικόλληση των αντιριζικών ασφαλικών στεγανωτικών φύλλων επιτυγχάνεται πάντοτε με χρήση φλόγιστρου προπανίου.

Η διάστρωση των φύλλων της πρώτης μεμβράνης πραγματοποιείται πάντοτε από το κατώτερο σημείο των ρύσεων με την κατά μήκος διάσταση κάθετη προς τις ρύσεις.

Οι κατά μήκος αλληλοεπικαλύψεις των φύλλων της μεμβράνης είναι κατά 8-10εκ. και η επικόλληση επιτυγχάνεται στο σημείο αυτό με θερμοκόλληση-σύντηξη του ίδιου υλικού, αφού έχει προηγηθεί η συγκόλληση του υπολοίπου σώματος της μεμβράνης με το υπόστρωμα. Η θερμοκρασία συγκόλλησης είναι τέτοια, ώστε στο άκρο της αλληλοεπικάλυψης της μεμβράνης να εμφανίζεται πάντοτε συντηγμένο υλικό. Οι κατά πλάτος του ρολού επικαλύψεις (περίπου 15εκ.), δεν πρέπει να συμπίπτουν έτσι ώστε να εμφανίζονται τέσσερις γωνίες στο ίδιο σημείο. Για το λόγο αυτό η κάθε σειρά ξεκινά με εναλλαγή διαφορετικού μήκους μεμβράνης (π.χ. μισό, ολόκληρο, μισό κλπ).

Επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών τοποθετείται λωρίδα της πρώτης ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης, ελάχιστου πλάτους 50εκ., και κολλάται με φλόγιστρο πάνω στην κατακόρυφη επιφάνεια που έχει ασταρωθεί προηγουμένως με ασφαλικό βερνίκι. Η μεμβράνη πρέπει να τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε το κατακόρυφο τμήμα της να ανέρχεται σε ύψος 15-20cm από το υψηλότερο σημείο των ρύσεων.

Ακολουθεί διάστρωση και επικόλληση της δεύτερης αντιριζικής ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης. Η επικόλληση γίνεται με τον ίδιο

ακριβώς τρόπο πάνω στα φύλλα της πρώτης στρώσης με παράλληλη μετατόπιση κατά 50 cm, έτσι ώστε τα φύλλα της δεύτερης στεγανωτικής στρώσης κάθε φορά να καλύπτουν τις αλληλοεπικαλύψεις των φύλλων της πρώτης στεγανωτικής στρώσης.

Επί των στηθαίων και γενικά επί των κατακόρυφων επιφανειών απόληξης ανέρχεται λωρίδα της δεύτερης στεγανωτικής μεμβράνης, ελαχίστου πλάτους 50εκ., η οποία υπερκαλύπτει τη λωρίδα της πρώτης στεγανωτικής μεμβράνης κατά τουλάχιστον 15 εκ., και στερεώνεται μηχανικά με λάμα γαλβανισμένης λαμαρίνας ανοικτού Γ, πλάτους 3εκ. (1,25mm πάχους), βίδες και βύσματα.

Προσοχή πρέπει να δοθεί ώστε το κατακόρυφο τμήμα της αντιριζικής ασφαλτικής στεγανωτικής μεμβράνης να ανέρχεται τουλάχιστον 15 εκ. από το τελικό ύψος του υποστρώματος φύτευσης. Η λάμα σφραγίζεται με ελαστομερή μαστίχη πολυμερούς βάσεως, αφού προηγουμένως η επιφάνεια της έχει καθαριστεί και ασταρωθεί με κατάλληλο βερνίκι.

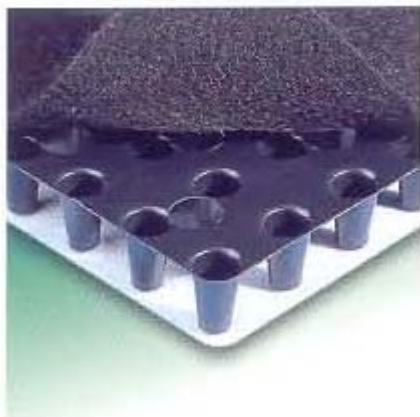
4.5 Προστασία στεγανωτικής στρώσης

Ακολουθεί προστατευτική στρώση από υψηλής πυκνότητας φύλλο πολυαιθυλενίου (HDPE), ελαχίστου πάχους 0.75mm, επάνω από τη στεγανωτική στρώση, για να αποφευχθεί πιθανός «τραυματισμός» της στεγανωτικής μεμβράνης κατά τις εργασίες που ακολουθούν.

4.6 Αποστραγγιστική στρώση

Επάνω από την προστατευτική στρώση τοποθετείται η στρώση αποστράγγισης. Η σύγχρονη τεχνολογία φυτεμένων δωματίων προτείνει έναντι του χαλικιού, πολυστρωματικές αποστραγγιστικές μεμβράνες, οι οποίες συνδυάζουν τις στρώσεις διήθησης, αποστράγγισης και διαχωρισμού-προστασίας σε ένα προϊόν, ενοποιημένο, και εξαιρετικά ελαφρύ.

Οι αποστραγγιστικές μεμβράνες αποτελούνται συνήθως από ένα διάτρητο φύλλο πολυστερίνης με κωνοειδείς προεξοχές ορισμένου πάχους (min 11 mm), και επικολλημένων αμφίπλευρα, με επανασυγκολλούμενη κόλλα διαρκείας, δύο μη υφαντών γεωϋφασμάτων. Ο κωνοειδής πυρήνας τους είναι διάτρητος έτσι ώστε, αφ' ενός μεν να αποστραγγίζει τα πλεονάζοντα νερά του ποτίσματος του κήπου, αφ' ετέρου να συγκρατεί εντός των κώνων σημαντική ποσότητα νερού για την απαιτούμενη υγρασία του κηπευτικού χώματος, εξασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο οικονομία ποτίσματος και άριστη λειτουργία του κήπου.



Εικόνα 3. Φωτογραφία αποστραγγιστικής μεμβράνης

Οι αποστραγγιστικές μεμβράνες διαστρώνονται με αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον 10cm. Για το λόγο αυτό τα γεωϋφάσματα της επάνω όψης δύο διπλανών φύλλων αποκολλώνται προσωρινά από τον κωνοειδή πυρήνα. Οι δύο πυρήνες ενώνονται και τα δύο γεωϋφάσματα επανασυγκολλώνται έτσι ώστε να δημιουργείται ενιαία αποστραγγιστική επιφάνεια.

Με τα υλικά αυτά αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά η πρόκληση της στατικής επιβάρυνσης. Η στατική επιβάρυνση που επιφέρει ένα φυτεμένο δώμα οφείλεται παραδοσιακά στο βάρος της αποστραγγιστικής στρώσης, στο βάρος του χώματος φύτευσης και στην ίδια τη φύτευση.

Πίνακας 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά αποστραγγιστικής μεμβράνης

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

4.7 Υπόστρωμα Φύτευσης

Επάνω από τις αποστραγγιστικές μεμβράνες διαστρώνεται το υπόστρωμα φύτευσης, που είναι μείγμα ανοργάνων και οργανικών ουσιών και έχει διάφορες ποιότητες ανάλογα με τον τύπο φύτευσης για τον οποίο προορίζεται (εκτατικός ή εντατικός).

Το υλικό αυτό είναι ελαφρύτερο από το παραδοσιακό «κηπόχωμα», σε μορφή συμπυκνωμένη και κορεσμένη από υγρασία, και δίνει επίσης λύση στο θέμα της στατικής επιβάρυνσης του δώματος.

Στις περιπτώσεις εντατικής φύτευσης προτείνεται η τοποθέτηση ειδικών στρώσεων συγκράτησης υγρασίας από ορυκτοβάμβακα, επάνω από την αποστραγγιστική στρώση και πριν το υπόστρωμα φύτευσης. Τα υλικά αυτά έχουν την ιδιότητα να απορροφούν πολύ νερό στη μάζα τους κατά το πότισμα και να το αποδίδουν σταδιακά στον κήπο, οπότε χρησιμοποιούνται ως επιπλέον αποθήκες νερού σε ένα σύστημα εντατικής φύτευσης.

Στις περιπτώσεις εκτατικής φύτευσης, όπου τα επιτρεπτά φορτία και πάχη φύτευσης είναι πολύ μικρά, οι ορυκτοβάμβακες μπορούν να αντικαταστήσουν ακόμη και το υπόστρωμα φύτευσης.

Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά στρώσης συγκράτησης υγρασίας

Υλικό	Υδρόφιλος Ορυκτοβάμβακας
Πυκνότητα:	120 kg/m ³
Ικανότητα συγκράτησης νερού	40 l/m ² = 80Vol. %
Όγκος αέρα:	16%
pH-τιμή:	7- 8
Βάρος:	ξηρός 6kg/m ² , κορεσμένος 46kg/m ²

4.8 Φύτευση

Ακολουθεί φύτευση εκτατικού ή εντατικού τύπου. Είναι αναμενόμενο ότι ένα φυτεμένο δώμα χρειάζεται μεγαλύτερη φροντίδα, προσοχή και συντήρηση από ένα μη φυτεμένο δώμα. Ωστόσο, στις περιπτώσεις εκτατικών τύπων φύτευσης, με τα ειδικά υποστρώματα φύτευσης και την επιλογή κατάλληλης χλωρίδας, η οποία να ανθίσταται σε συνθήκες μικρής υγρασίας, μεγάλης έκθεσης στον ήλιο και τον αέρα, η συντήρηση που απαιτείται μπορεί να περιοριστεί στο ελάχιστο (1 με δύο επισκέψεις το χρόνο).

4.9 Κόστος Κατασκευής

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος απαιτεί κάποιο επιπλέον κόστος, το οποίο αφορά στον αρχικό σχεδιασμό και τη διαμόρφωση του κήπου, το κατασκευαστικό κομμάτι του φυτεμένου δώματος και τέλος τη συντήρηση του. Σε νέα κτήρια, εάν το φυτεμένο δώμα ενσωματωθεί από την αρχή στο σχεδιασμό της κατασκευής, τότε η οικονομική επιβάρυνση στο σύνολο του

προϋπολογισμού του έργου είναι σχετικά μικρή. Τα οφέλη δε από τη δημιουργία του δίνουν υπεραξία στην κατασκευή και βελτιώνουν το περιβάλλον μας. Σε υφιστάμενα κτήρια, στα οποία τα επιτρεπόμενα πρόσθετα φορτία δεν είναι μεγάλα, μπορούν να δημιουργηθούν φυτεύσεις εκτατικού τύπου, οι οποίες απαιτούν μικρό πάχος φύτευσης και βάρος, και των οποίων το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι προσιτό.

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΤΟ ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ

Τα παραπάνω συστήματα μελετήθηκαν και από άποψη ενεργειακής εξοικονόμησης σε προσομοίωση που εκπονήθηκε από το ΤΕΙ Χαλκίδας. Από τη σύγκριση που έγινε μεταξύ μιας συμβατικής οροφής και μιας οροφής φυτεμένης εκτατικού τύπου, προέκυψε ότι με τη φύτευση το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να φθάσει από 22 – 45 % κατά τις ώρες θερμοκρασιακής αιχμής, ανάλογα με το ποσοστό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από το φύλλωμα των φυτών και τη θερμική συμπεριφορά του χώματος.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Πολλά είναι τα οφέλη από τα φυτεμένα δώματα, τόσο περιβαλλοντικής, όσο κοινωνικής και οικονομικής φύσεως.

Για την αντιμετώπιση του κινδύνου της υγρασίας, ο οποίος αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα διάδοσης των φυτεμένων δωματίων στο παρελθόν προτείνονται τα εξής:

- Κατάλληλη προετοιμασία της επιφάνειας προς στεγάνωση
- Επαρκείς ρύσεις
- Χρήση αντιριζικών ασφαλικών μεμβρανών και σωστή εφαρμογή τους
- Προστασία στεγάνωσης από τις επόμενες εργασίες

Άλλος ανασταλτικός παράγοντας ήταν η στατική επιβάρυνση που επιφέρει ένα φυτεμένο δώμα. Αυτός αντιμετωπίζεται ως εξής:

- Με σύγχρονα ελαφριά αποστραγγιστικά υλικά που αντικαθιστούν πλήρως το παραδοσιακό χαλίκι και λειτουργούν επιπλέον ως φίλτρα και ως δεξαμενές αποθήκευσης νερού.
- Με ειδικά ελαφριά υποστρώματα φύτευσης που αντικαθιστούν το παραδοσιακό βαρύ κηπόχωμα.
- Τέλος, με κατάλληλη επιλογή του τύπου φύτευσης ανάλογα με τα επιτρεπόμενα φορτία. Θυμίζουμε ότι ακόμη και σε 7-20 cm υποστρώματος φύτευσης υπάρχουν φυτά τα οποία μπορούν να αναπτυχθούν.

Η συντήρηση ενός φυτεμένου δώματος, όταν αυτό είναι εκτατικού τύπου με φυτά ανθεκτικά σε δύσκολες καιρικές συνθήκες, απαιτεί το πολύ 1-2 επισκέψεις το χρόνο. Η δε οικονομική επιβάρυνση είναι μικρή στο σύνολο του προϋπολογισμού ενός έργου (2-3%).

Προκειμένου βέβαια να προχωρήσει ευρέως η ιδέα των φυτεμένων δωμαίων χρειάζεται εκτός από την ιδιωτική πρωτοβουλία και θέσπιση ορισμένων κινήτρων από το κράτος. Για παράδειγμα:

- Ενσωμάτωση στο Γ.Ο.Κ. υποχρεωτικού ποσοστού πρασίνου στην κάλυψη της οικοδομής, για κάθε νέα οικοδομική άδεια
- Ποσοστό ελάφρυνσης του κόστους ύδρευσης, εφόσον το φυτεμένο δώμα βοηθάει στην αποφόρτιση του δικτύου ομβρίων
- Ποσοστό ελάφρυνσης του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας, εφόσον που το φυτεμένο δώμα βοηθάει στην ενεργειακή εξοικονόμηση του κτηρίου

Εκείνο βέβαια που θα βοήθαγε τα μέγιστα στη διάδοση των φυτεμένων δωμαίων είναι η εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/EK για την Ενεργειακή απόδοση κτηρίων, η οποία ισχύει ήδη και δυστυχώς δεν τηρείται η εφαρμογή της στη χώρα μας.

6. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Μίκα Μιχαλάκη, «Τα φυτεμένα δώματα και η συμβολή τους στον αστικό χώρο», Περιοδικό Monumenta , 21/06/07
2. Αραβαντινός Δ., Ευμορφοπούλου Α., «Φυτεμένα Δώματα», Περιοδικό Κτήριο. Ιούνιος 2006, σελ. 87-113
3. Μ.Βραχόπουλος, «Πράσινες Ταράτσες», *ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ* - 14/07/2007
4. Μ.Βραχόπουλος, «Θερμική συμπεριφορά φυτεμένου δώματος», ΤΕΙ Χαλκίδας, Τεχνική αναφορά προς εταιρία Alfa Alfa ABEE, 7/01/2008
5. Guideline for the planning, Execution and Upkeep of Green-Roof Sites-FLL, Release 2002, FLL-Landscape Research, Development & Construction Society
6. Οδηγία 2002/91/EK για την Ενεργειακή απόδοση των κτηρίων
7. <http://www.esha.gr>
8. <http://www.nophadrain.nl>
9. <http://www.f-l-l.de/english.html>