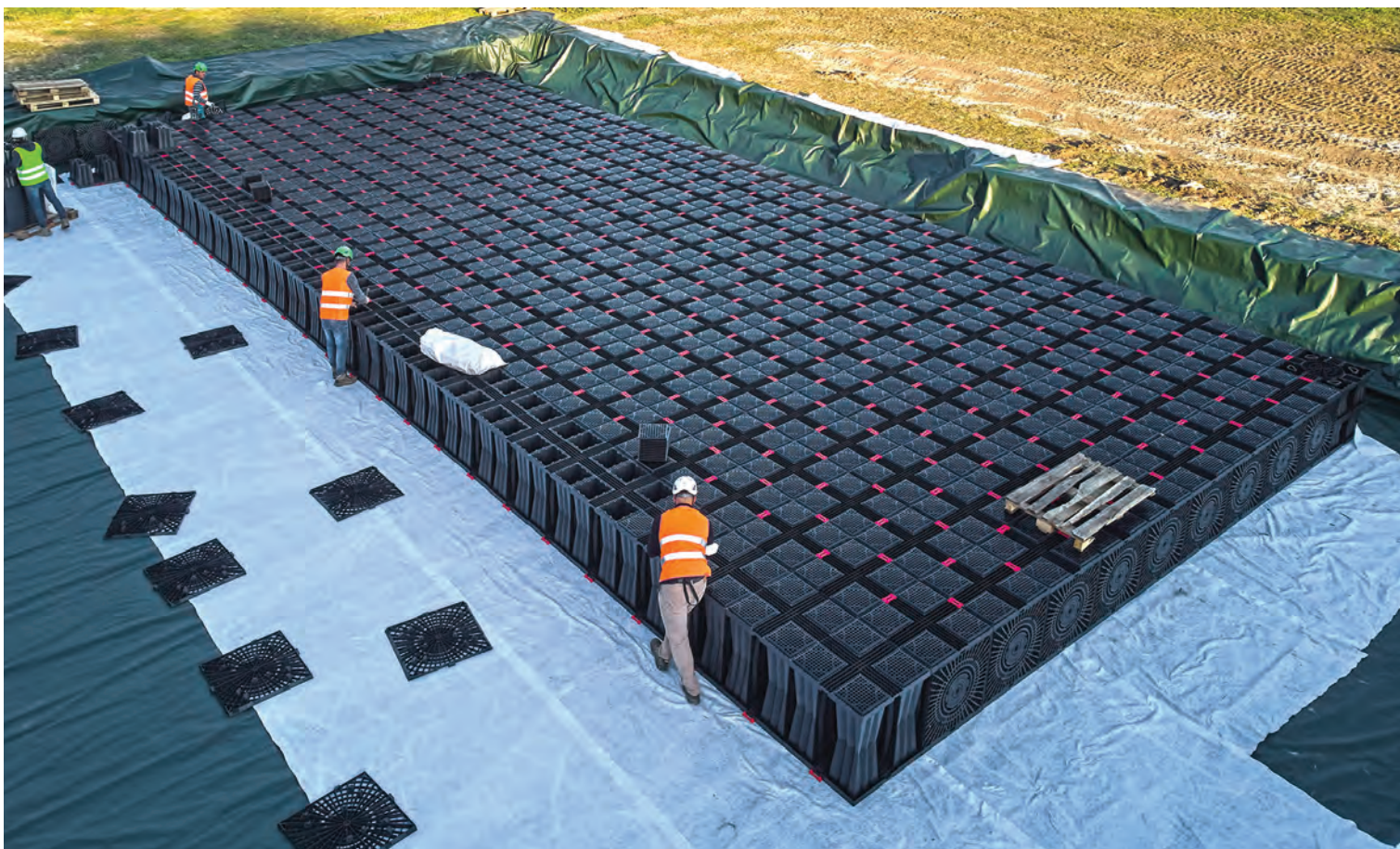


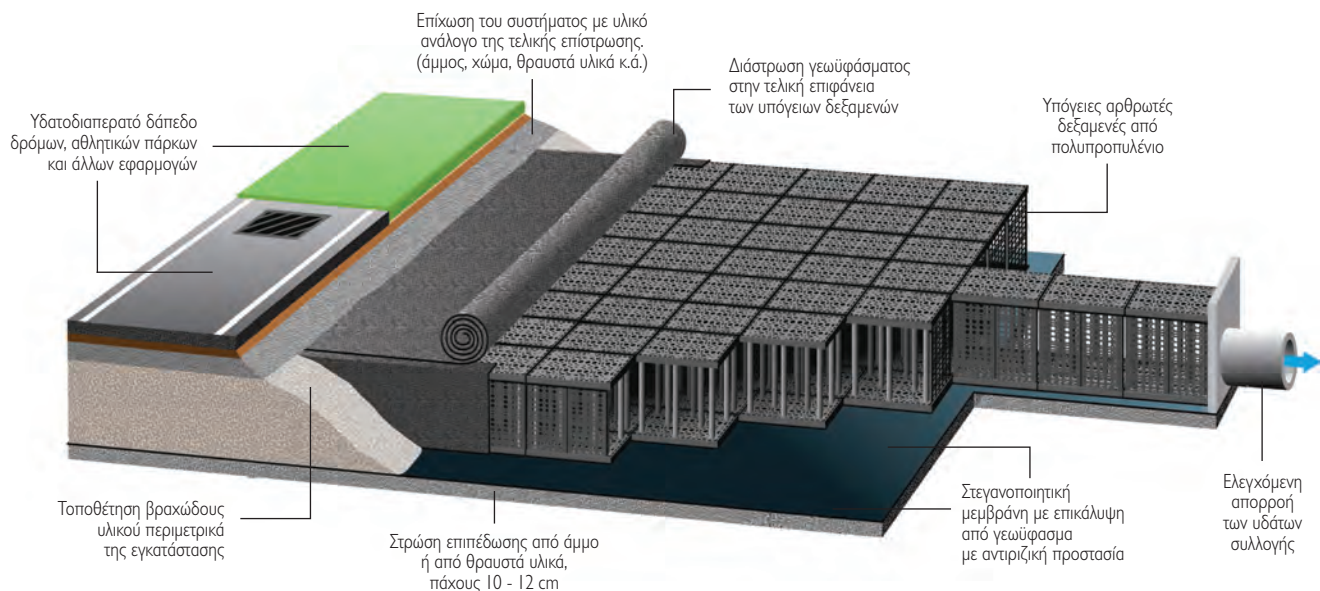
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΓΙΑ
ΤΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΚΑΙ
ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



Η τάση της υπέρμετρης αστικοποίησης, που προκαλεί την ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη της κατασκευής αδιαπέραστων επιφανειών από σκυρόδεμα και άλλα υλικά, σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση της έντασης των φυσικών φαινομένων, που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην κλιματική αλλαγή, αποτελούν κάποιους από τους κυριότερους παράγοντες, που επιφέρουν αρκετά σοβαρές συνέπειες για τον άνθρωπο και το υδάτινο περιβάλλον, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια.

Η υποβαθμισμένη ποιότητα των υδάτινων αποδεκτών, η μειωμένη ροή των υπόγειων υδάτων και η αυξημένη επιφανειακή απορροή των όμβριων υδάτων αποτελούν ορισμένες μόνο από τις επιπτώσεις της εμφάνισης των παραπάνω φαινομένων, οι οποίες προκαλούν καταστροφικά σε πολλές περιπτώσεις αποτελέσματα στον χώρο δράσης τους, σε τοπικό ή και σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτά τα αποτελέσματα, εντείνουν την ανάγκη του εκσυγχρονισμού στο



Τομή της εγκατάστασης των υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών.
 Πηγή: Stormwater.



πλαίσιο του σχεδιασμού και της εφαρμογής των πρακτικών που έχουν ως στόχο την αποσυμφόρηση των πόλεων και την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της συλλογής, της επαναχρησιμοποίησης και γενικότερα της βέλτιστης αξιοποίησης των όμβριων υδάτων σε αστικές περιοχές.

Η κατασκευή υδατοδιαπερατών επιφανειών, η τοποθέτηση κυψελοειδών κιβωτιών και δεξαμενών αποθήκευσης υδάτων, η εφαρμογή τεχνικών διαχωρισμού και επεξεργασίας των όμβριων υδάτων από τα λοιπά υγρά απόβλητα των αποχετευτικών δικτύων, αλλά και η ένταξη στον σχεδιασμό των πόλεων των κήπων βροχής, των φυτεμένων δωμάτων και των δεντροδόχων βιοκατακράτησης, αποτελούν ορισμένες μόνο από τις τεχνικές βιώσιμης ανάπτυξης, που βρίσκουν εφαρμογή στα σύγχρονα τεχνικά έργα διαχείρισης των όμβριων υδάτων.

Υδατοδιαπερατά δάπεδα

Υδατοδιαπερατά ονομάζονται τα δάπεδα, τα οποία ευνοούν τη διήθηση των επιφανειακών υδάτων προς τις υποκείμενες εδαφικές στρώσεις με γρήγορο ρυθμό χάρη στους πόρους ή και στα διάκενα που υπάρχουν στην επιφάνειά τους.

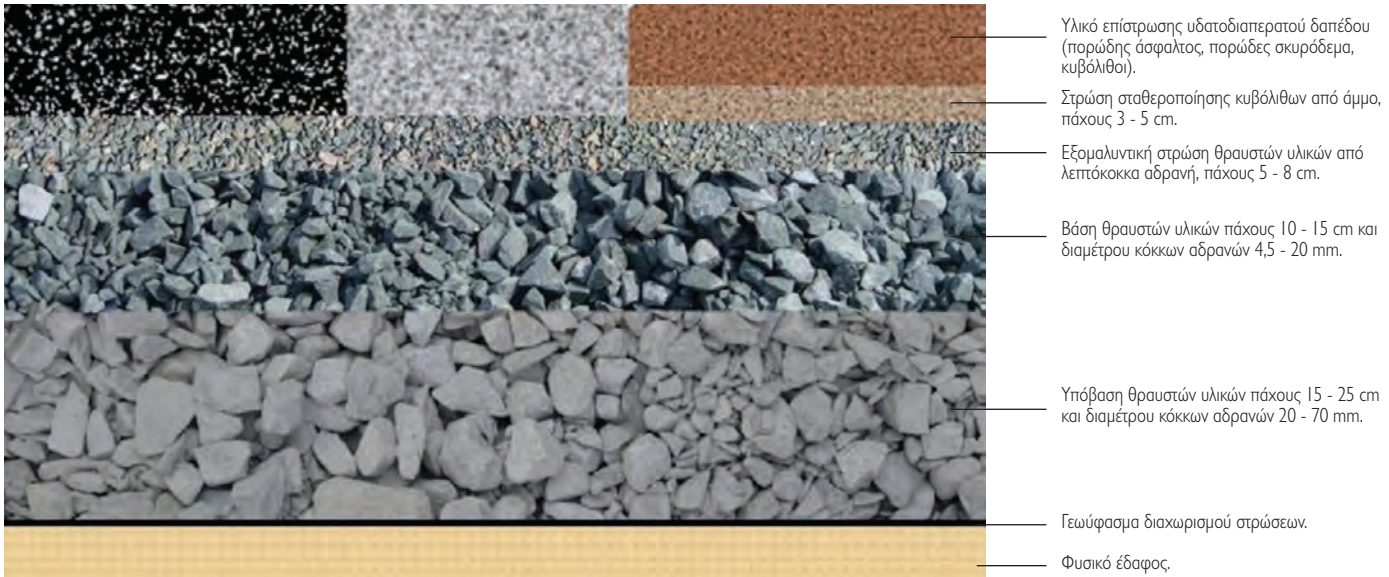
Η κατασκευή της επιφανειακής στρώσης των υδατοδιαπερατών δαπέδων μπορεί να πραγματοποιηθεί από προκατασκευασμένα προϊόντα ή και από μείγματα, τα οποία παρασκευάζονται από διάφορα φυσικά υλικά και εφαρμόζονται επί τόπου του έργου. Οι υποκείμενες στρώσεις των δαπέδων αποτελούνται συνήθως από θραυστά υλικά με διαφορετική κοκκομετρική διαβάθμιση και μεγάλη αποστραγγιστική ικανότητα.

Τα φυσικά σταθεροποιημένα δάπεδα, το πορώδες σκυρόδεμα, η πορώδης ασφαλτος, τα πλαστικά διάτρητα πλέγματα και οι κυβόλιθοι αποτελούν ορισμένα από τα παραδείγματα των υδατοδιαπερατών δαπέδων.

Συνήθης μεθοδολογία κατασκευής ενός υδατοδιαπερατού δαπέδου αποτελεί η εξής:

- Εκσκαφή του φυσικού εδάφους σε βάθος περίπου 45 - 60 cm.
- Συμπύκνωση και δημιουργία κλίσεων στη ζώνη του υπεδάφους.
- Τοποθέτηση γεωύφασματος διαχωρισμού των εδαφικών στρώσεων.
- Κατασκευή υπόβασης πάχους 20 - 25 cm από θραυστά υλικά, διαμέτρου κόκκων 20 - 70 mm.

1. Υπόγεια εγκατάσταση επεξεργασίας των όμβριων υδάτων.
 Πηγή: DS Plastics.



Τομή εδάφους υδατοδιαπερατών δαπέδων

- Υλικό επίστρωσης υδατοδιαπερατού δαπέδου (πορώδης άσφαλτος, πορώδες σκυρόδεμα, κυβόλιθοι).
- Στρώση σταθεροποίησης κυβόλιθων από άμμο, πάχους 3 - 5 cm.
- Εξομαλυντική στρώση θραυστών υλικών από λεπτόκοκκα αδρανή, πάχους 5 - 8 cm.
- Βάση θραυστών υλικών πάχους 10 - 15 cm και διαμέτρου κόκκων αδρανών 4,5 - 20 mm.
- Υπόβαση θραυστών υλικών πάχους 15 - 25 cm και διαμέτρου κόκκων αδρανών 20 - 70 mm.
- Γεωύφασμα διαχωρισμού στρώσεων.
- Φυσικό έδαφος.



2

- Κατασκευή βάσης πάχους 10 - 15 cm από θραυστά υλικά, διαμέτρου κόκκων 4,5 - 20 mm.
- Κατασκευή εξομαλυντικής στρώσης πάχους 5 - 8 cm, από λεπτόκοκκα θραυστά αδρανή (προαιρετικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της τελικής επίστρωσης).
- Κατασκευή ζώνης σταθεροποίησης πάχους 3 - 5 cm από μικρού μεγέθους αδρανή (προαιρετικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της τελικής επίστρωσης).

Η αποτελεσματική απορροή των υδάτων στα υδατοδιαπερατά δάπεδα επιτυγχάνεται πρακτικά μέσω των κλίσεων που δίνονται στη συμπακνωμένη ζώνη του υπεδάφους. Αν κριθεί απαραίτητο, αντίστοιχες κλίσεις μπορούν να δοθούν και στην τελική επιφάνεια του νέου δαπέδου, με στόχο την απορροή των όμβριων υδάτων σύμφωνα με τη διάταξη των σχεδιασμένων υδρορροών.

Αυτό συμβαίνει κυρίως σε περίπτωση που το σύνολο των υδάτων δεν θα προλάβει να απορροφηθεί από τη ζώνη αποστράγγισης, φαινόμενο που συναντάται κατά κύριο λόγο σε βροχοπτώσεις μεγαλύτερης έντασης από την αντίστοιχη του σχεδιασμού.

Στον σχεδιασμό ενίοτε περιλαμβάνονται και οι σχάρες απορροής των υδάτων στην επιφάνεια του δαπέδου, αλλά και οι διά-

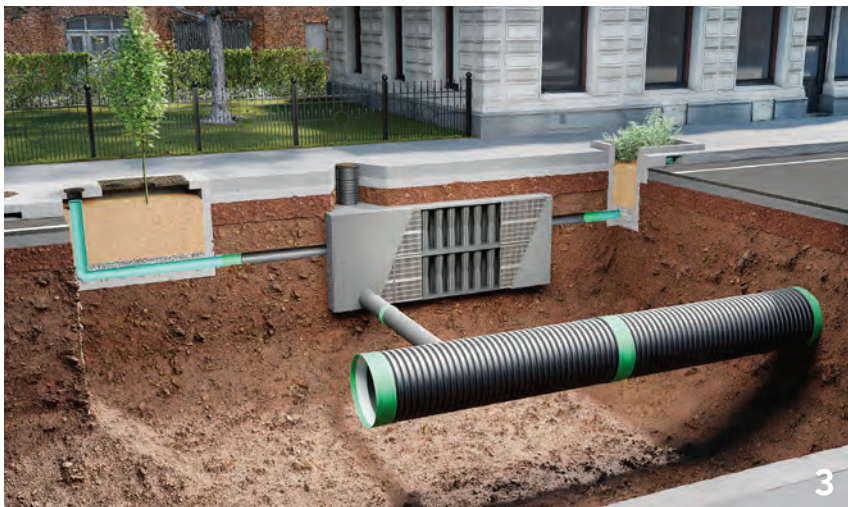
τρητοι σωλήνες αποστράγγισης στις υποκείμενες στρώσεις του, οι οποίοι συνδέονται με το τοπικό σύστημα αποχέτευσης ή και με κάποια δεξαμενή αποθήκευσης νερού στην περίπτωση που προβλέπεται η επαναχρησιμοποίησή του.

Υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές συλλογής όμβριων υδάτων

Το σύστημα των υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών συλλογής όμβριων υδάτων αποτελείται από δεξαμενές κατασκευασμένες από υψηλής ποιότητας ανακυκλώσιμο πολυπροπυλένιο, οι οποίες τοποθετούνται σε σειρά και συνδέονται αρθρωτά μεταξύ τους, ιδανικά κάτω από την επιφάνεια ενός υδατοδιαπερατού δαπέδου.

Οι δεξαμενές είναι μικρού βάρους, ποικίλλουν σε διαστάσεις που προσαρμόζονται ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου και αποτελούν ιδανική λύση για την αποθήκευση υδάτων επιφανειακής απορροής χάρη στον υψηλό όγκο των κενών τους, ο οποίος ανέρχεται σε ποσοστά της τάξης έως και του 95%. Ο όγκος των δεξαμενών κυμαίνεται περίπου από 0,12 έως 0,60 m³ ενώ τα φορτία που μπορούν να παραλάβουν υπολογίζο-

2. Τα υψηλά ποσοστά κενών των υδατοδιαπερατών επιφανειών επιτρέπουν στα όμβρια ύδατα να διεισδύουν με γρήγορο ρυθμό στις υποκείμενες στρώσεις τους.
Πηγή: Batinfo.



οριζόντια επιφάνεια του συστήματος των δεξαμενών, για την εξασφάλιση της απορροής των όμβριων υδάτων ταυτόχρονα με τη συγκράτηση άλλων υλικών όπως τα υλικά επίκωσης κ.ά

- Επίκωση του ορύγματος με υλικό ανάλογο των προδιαγραφών της κατασκευής της τελικής επιφάνειας του δαπέδου, κάτω από το οποίο εγκαθίσταται το σύστημα.

Η αποθήκευση των όμβριων υδάτων συμβάλλει ενεργά στον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου οριζοντα και στον μετριασμό των πλημμυρικών φαινομένων, ενώ παράλληλα μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικές ποσότητες νερού για την άρδευση κήπων ή αγροτικών εκτάσεων, για το γέμισμα των δοχείων έκπλυσης των αποχωρητηρίων και για άλλες οικιακές –και όχι μόνο– δραστηριότητες.

Τα συστήματα των υπόγειων αρθρωτών δεξαμενών μπορούν να εφαρμοστούν κάτω από τα υδατοδιαπερατά δάπεδα των χώρων στάθμευσης αυτοκινήτων, των αγροτικών γηπέδων, των πλατειών, των πάρκων αλλά και των δρόμων, δεδομένου ότι παρουσιάζουν την απαιτούμενη ανά περίπτωση φέρουσα ικανότητα.

Επεξεργασία όμβριων υδάτων με την τεχνολογία διήθησης διπλού πορώδους

Σύγχρονη "πράσινη" τεχνολογία, η οποία εφαρμόστηκε για πρώτη φορά σε εγκαταστάσεις υδατοδιαπερατών δαπέδων της Δανίας, αποτελεί και η κατασκευή εντός του εδάφους, εγκαταστάσεων επεξεργασίας των όμβριων υδάτων, με εφαρμογή της τεχνολογίας διήθησης διπλού πορώδους.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία βασίζεται ουσιαστικά σε φυσικές μεθόδους επεξεργασίας, διάσπασης και απολύμανσης των υδάτων για την απομόνωση και την απομάκρυνση των φερτών υλικών αλλά και των βλαβερών στοιχείων, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, ο φώσφορος και οι άλλοι οργανικοί ρυπαντές από το νερό.

Οι συγκεκριμένες εγκαταστάσεις είναι φιλικές προς το περιβάλλον, διότι εκμεταλλεύονται τη ροή του νερού μέσω βαρύτητας, χωρίς να είναι απαραίτητη η χρήση ενέργειας για τη λειτουργία τους. Επιπλέον είναι πρακτικά αθόρυβες, δεν παράγουν οσμές και δεν περιέχουν χημικά. Το κόστος για τη λειτουργία των συγκεκριμένων εγκαταστάσεων επεξεργασίας των όμβριων υδάτων είναι σχετικά μικρό.

Οι δεξαμενές υποδοχής των όμβριων υδάτων, οι οποίες περιέχουν και τα φίλτρα επεξεργασίας τους, τοποθετούνται σε σειρά, έχουν διαστάσεις που είναι συνήθως της τάξης των 3,50 m x 0,50 m x 1,20 m ή παρόμοιες και μπορούν να επεξεργαστούν περίπου 3 ή και περισσότερα λίτρα νερού ανά δευτερόλεπτο. Η επαναχρησιμοποίηση του απαλλαγμένου από τους ρύπους νερού μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην προστασία του περιβάλλοντος, κυρίως μέσω του ασφαλούς εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων και των φυσικών οικότοπων, που αποτελούν συνήθως τον τελικό αποδέκτη των επεξεργασμένων όμβριων υδάτων, χωρίς να αποκλείεται η χρήση τους σε ένα πλήθος από αρδευτικές, οικιακές ή και βιομηχανικές εφαρμογές.

Κήποι βροχής

Οι κήποι βροχής κατασκευάζονται κυρίως σε αστικές περιοχές με στόχο τη συλλογή, την αποθήκευση και την ασφαλή απορροή των όμβριων υδάτων, που προέρχονται από δρόμους, πεζοδρόμια, χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων, πλακόστρωτες μη υδατοδιαπερατές επιφάνειες, αλλά και από τις στέγες

νται περίπου μεταξύ 20 και 60 t/m² αντίστοιχα, ανάλογα και με τη σχετική διάταξη. Το βάρος των δεξαμενών κυμαίνεται μεταξύ 6 και 28 kg.

Η εγκατάσταση, που παρέχει αξιοπιστία για τουλάχιστον 20 έτη μετά την εφαρμογή της, κατασκευάζεται συνήθως σύμφωνα με τα παρακάτω βήματα:

- Εξσκαφή της βάσης εγκατάστασης των δεξαμενών σε βάθος έως και 4 m κάτω από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους.
- Διάστρωση, συμπύκνωση και επιπέδωση της άμμου ή του θραυστού υλικού, πάχους 10 - 12cm.
- Τοποθέτηση στεγανοποιητικής μεμβράνης υψηλής ποιότητας από πολυαιθυλένιο σε όλη την επιφάνεια της εγκατάστασης αλλά και στα περιμετρικά τοιχώματα, ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις αποστράγγισης του συστήματος.
- Εγκατάσταση των δεξαμενών, των σωλήνων και των φρεατίων διακλάδωσης ανάλογα με την προβλεπόμενη διάταξη της σχετικής μελέτης.
- Τοποθέτηση στεγανοποιητικής μεμβράνης στις κατακόρυφες επιφάνειες του ορύγματος και γεωυφάσματος στην

3. Τομή εδάφους συνδυασμένης εγκατάστασης από δένδροδόχους βιοκατακράτησης, υπόγειες αρθρωτές δεξαμενές συλλογής των όμβριων υδάτων και διάτρητο αποστραγγιστικό σωλήνα.

Πηγή: Saleno.

4. Δοκιμή του ρυθμού διήθησης των επιφανειακών υδάτων απορροής στις κατώτερες στρώσεις των υδατοδιαπερατών δαπέδων (πορώδες ασφάλτος και κυβόλιθοι).

Πηγή: City of Mitcham

των κτιρίων, περιορίζοντας σημαντικά το πλήθος των περιπτώσεων, κατά τις οποίες τα συμβατικά δίκτυα αποχέτευσης των υδάτων προσεγγίζουν τα επίπεδα των παροχών αιχμής τους, ειδικά κατά την εμφάνιση έντονων πλημμυρικών φαινομένων. Πέραν της μείωσης της υψηλής επιφανειακής απορροής, χαρακτηριστική είναι η δυνατότητα των κήπων βροχής ουσιαστικά να φιλτράρουν με φυσικές τεχνικές τα όμβρια ύδατα, εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα νερού για τον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ή και για άλλες χρήσεις, ανάλογα και με τον τόπο της εγκατάστασής τους.

Στους κήπους βροχής συναντώνται συνήθως ενδημικά φυτά χαμηλών απαιτήσεων σε συντήρηση, τα οποία ευδοκούν και αναπτύσσονται στις εκάστοτε τοπικές κλιματικές συνθήκες της εγκατάστασης. Αυτά τα φυτά, χάρη και στο σχετικά μεγάλο βάθος, στο οποίο αναπτύσσονται οι ρίζες τους, αποδίδουν οξυγόνο στις εδαφικές στρώσεις, δημιουργώντας τις συνθήκες για μια σειρά αερόβιων και αναερόβιων διαδικασιών, οι οποίες οδηγούν στην ανάπτυξη μικροοργανισμών που διασπούν και μεταβολίζουν την περιεχόμενη στα όμβρια ύδατα οργανική ύλη, μέρος της οποίας απορροφάται από το έδαφος.

Η κατασκευή του συστήματος περιλαμβάνει συνήθως τα παρακάτω βήματα:

- Εκσκαφή εδάφους σε βάθος περίπου 0,80 - 1,20 m.
- Τοποθέτηση στεγανοποιητικής μεμβράνης με επικάλυψη από γεωύφασμα σε όλες τις επιφάνειες του ορύγματος.
- Κατασκευή βάσης πάχους 0,40 - 0,50 m από θραυστά υλικά διαμέτρου κόκκων 20 - 70 mm.
- Διάστρωση σε πάχος 0,20 - 0,50 m μείγματος από άμμο και κατάλληλο φυτόκωμα.
- Διανομή των σπόρων για τη φύτευση των φυτών σε όλη την επιφάνεια του κήπου.

Το φυσικά επεξεργασμένο νερό καταλήγει τελικά είτε απευθείας μέσω διήθησης στο φυσικό έδαφος είτε σε διάτρητους σωλήνες αποστράγγισης διαμέτρου συνήθως από 100 έως και 300 mm, μέσω των οποίων οδηγείται σε υδάτινους αποδέκτες, όπως είναι η θάλασσα, τα ποτάμια, οι λίμνες, τα ρέματα κ.ά.

Με την ίδια λογική φυτεύονται και οι δενδροδόχοι βιοκατακράτησης, οι οποίες αποτελούν ουσιαστικά μεμονωμένα δέντρα που επιπελούν τις ίδιες λειτουργίες με τους κήπους βροχής, παρουσιάζοντας ταυτόχρονα και τις αντίστοιχες ιδιότητες.

"Πράσινα" ή φυτεμένα δώματα

Η ανάγκη της βελτίωσης των συνθηκών του μικροκλίματος, ειδικά σε περιοχές με υψηλά ποσοστά δόμησης πολυκατοικιών και υψηλών κτιρίων γενικότερα σε συνδυασμό με την έλλειψη πρασίνου και την απαίτηση για αποτελεσματική πρόληψη των οδοντηρών αποτελεσμάτων του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας στις σύγχρονες πόλεις, οδήγησαν την επιστημονική κοινότητα στη λύση της κατασκευής των φυτεμένων δωματίων στα κτίρια των αστικών περιοχών.

Τα "πράσινα" δώματα, πέρα από μια σειρά από ενεργειακά, λειτουργικά και αισθητικά οφέλη, μειώνουν χάρη στη δράση των εγκατεστημένων φυτών τους σε μεγάλο βαθμό τις ποσότητες των όμβριων υδάτων που καταλήγουν στο αποχετευτικό δίκτυο, φιλτράροντας ταυτόχρονα το νερό από βαριά μέταλλα και άλλα επιβλαβή στοιχεία.

Ως αποτέλεσμα, η εγκατάσταση των πράσινων δωματίων μειώνει τον κίνδυνο των μεγάλων πλημμυρικών φαινομένων και συμβάλλει σημαντικά στη διαμόρφωση των τοπικών συνθηκών, χωρίς, ωστόσο, να ενδείκνυται για εφαρμογές επαναχρησιμο-



ποίησης των υδάτων, λόγω του γεγονότος ότι το σύστημα δεν προσφέρεται για την αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων νερού. Πρωταρχική προϋπόθεση για την προσθήκη φυτεμένου δώματος σε υφιστάμενο κτίριο αποτελεί η ικανότητά του να παράλαβει τα φορτία των πρόσθετων στρώσεων και μάλιστα σε κατάσταση εμποτισμού.

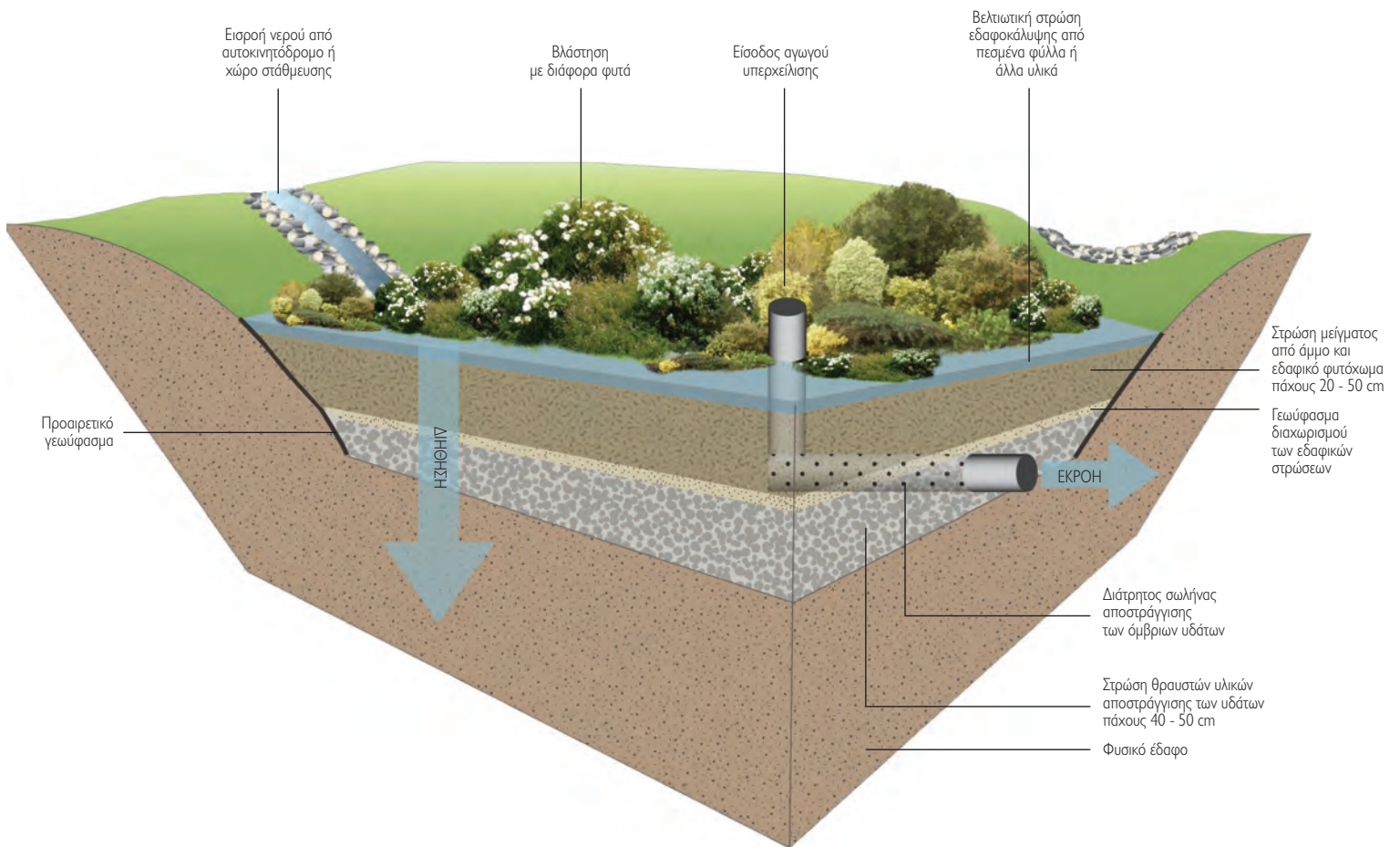
Ανάλογα με τη φέρουσα ικανότητα του συστήματος γίνεται συνήθως και η επιλογή του τύπου εφαρμογής του "πράσινου" δώματος, αφού υπάρχουν τα εκτατικά, τα ημιεντατικά και τα εντατικά πράσινα δώματα, τα οποία είναι χαμηλών, μέσων και υψηλών απαιτήσεων, αντίστοιχα.

Τα συνήθη βήματα κατασκευής ενός φυτεμένου συμβατικού δώματος είναι τα εξής:

- Καθαρισμός της επιφάνειας της πλάκας του δώματος από σκόνες και άλλα σαθρά στοιχεία με χρήση πιεστικών υψηλής πίεσης και άλλων μέσων.
- Εγκατάσταση θερμομονωτικών πλακών πάχους που προκύπτει από τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. (συνήθως 6 - 10 cm), εφόσον στο υφιστάμενο κτίριο δεν υπάρχει η απαιτούμενη θερμομονωτική προστασία.
- Κατασκευή (εφόσον απαιτείται) στρώσης ρύσεων από τσι-

5. Κήπος βροχής σε αστική περιοχή στο Σίδνεϋ

6. Ολοκληρωμένη εγκατάσταση "μπλε" δώματος. Φωτογραφία: American Hydrotech.



Τομή εγκατάστασης κήπου βροχής.

Πηγή: Bloom Soil.

μεντοκονίαμα πάχους 3 - 4 cm, η οποία λειτουργεί ταυτόχρονα και ως κατάλληλο υπόστρωμα για τη συγκόλληση των μεμβρανών στεγανοποίησης του συστήματος.

- Τοποθέτηση στεγανοποιητικής μεμβράνης με επιπρόσθετη μεμβράνη προστασίας από τη διείσδυση ριζών σε όλη την επιφάνεια των εγκατεστημένων θερμομονωτικών πλακών.
- Τοποθέτηση γεωυφράσματος διαχωρισμού των στρώσεων.
- Τοποθέτηση αποστραγγιστικής στρώσης απορροής των όμβριων υδάτων, πάχους ανάλογο με τον τύπο του φυτεμένου δώματος.
- Τοποθέτηση γεωσυνθετικής μεμβράνης διήθησης.
- Διάστρωση φυτοκώματος πάχους ανάλογο με τον τύπο του φυτεμένου δώματος.

"Μπλε" δωμάτια

Σύγχρονη κατασκευαστική τάση, η οποία εφαρμόζεται συνδυαστικά ή και σε αντικατάσταση των "πράσινων" δωματίων σε νέες ή και σε υφιστάμενες κατασκευές, αποτελούν τα αποκαλούμενα "μπλε" δώματα, τα οποία αποτελούν συστήματα

συγκράτησης και αποθήκευσης των όμβριων υδάτων. Τα "μπλε" δώματα παρουσιάζουν διαφορές στη δομή τους σε σχέση με την αντίστοιχη δομή των "πράσινων" δωματίων τόσο στις υποκείμενες στρώσεις τους, όσο και στην τελική επικάλυψή τους, η οποία δεν αποτελείται απαραίτητα από φυτά, αφού στόχος του συστήματος είναι συνήθως η διαχείριση και η αξιοποίηση μεγαλύτερων ποσοτήτων των όμβριων υδάτων, κάτι το οποίο δεν είναι πάντα εφικτό στα "πράσινα" δώματα.

Η κατασκευή των "μπλε" δωματίων πραγματοποιείται συνήθως σύμφωνα με τα παρακάτω βήματα:

- Δημιουργία ρύσεων πάχους 3 - 4 cm από τσιμεντοκονίαμα, σύμφωνα με την αντίστοιχη μελέτη της διάταξης των υδρορροών, εφόσον είναι απαραίτητο.
- Εφαρμογή ασφαλτικής, συνήθως, στεγανοποιητικής μεμβράνης, για την υγραμόνωση του υποκείμενου συστήματος.
- Εγκατάσταση θερμομονωτικών πλακών, οι οποίες δεν προσβάλλονται από την υγρασία με πάχος που καθορίζεται από τη μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας κατά Κ.Εν.Α.Κ.
- Διάστρωση μιας λεπτής ειδικής μεμβράνης από πολυπρο-

ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΑΡΘΡΩΤΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> Εύκολη μεταφορά και τοποθέτηση των δεξαμενών λόγω του μικρού τους βάρους. Απλή και γρήγορη εγκατάσταση του συστήματος. Η ποικιλία των διαστάσεων των δεξαμενών επιτρέπει την προσαρμογή τους σε πλήθος εφαρμογών διαφόρων απαιτήσεων. Μικρό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. 	<ul style="list-style-type: none"> Περιορισμένη επισκεψιμότητα μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης. Κατασκευή του συστήματος από ειδικά συνεργεία. Απαιτήση εκπόνησης μελετών υδραυλικού χαρακτήρα, οι οποίες παρέχουν τις απαραίτητες λεπτομέρειες της σχετικής διάταξης. Απαιτούνται χωματομετρικές εργασίες, οι οποίες ενδέχεται να προσεγγίζουν μεγάλο βάθος για την εγκατάσταση των δεξαμενών στο έδαφος, ανάλογα και με τις απαιτήσεις του συστήματος.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΟΜΒΡΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ ΔΙΠΛΟΥ ΠΟΡΩΔΟΥΣ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> Υψηλό επίπεδο μείωσης των παθογόνων μικροοργανισμών, των στερεών και των οργανικών ουσιών στο νερό. Η εγκατάσταση δεν καταναλώνει ενέργεια, δεν παράγει οσμές, δεν δημιουργεί θορύβους και αποτελεί φιλική λύση για το περιβάλλον. Το κόστος της λειτουργίας του συστήματος είναι σχετικά μικρό, εξαρτάται όμως από την ποσότητα των υδάτων προς επεξεργασία ανάλογα και με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες. Μεγάλη διάρκεια ζωής του συστήματος. 	<ul style="list-style-type: none"> Ο σχεδιασμός της εγκατάστασης μπορεί να γίνει μόνο από ειδικούς. Αρκετά μεγάλο κόστος συντήρησης. Αρκετά μεγάλο κόστος εγκατάστασης. Απαιτήση συχνής παρακολούθησης από ειδικούς.

ΚΗΠΟΙ ΒΡΟΧΗΣ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> Μείωση της υψηλής επιφανειακής απορροής που προκαλούν κυρίως οι μη υδατοδιαπερατές επιφάνειες των πόλεων. Διήθηση μεγάλης ποσότητας νερού στο έδαφος, η οποία ενισχύει την ανάπτυξη των ριζών των φυτών σε μεγάλο βάθος, ευνοώντας την επεξεργασία του νερού με φυσικές διαδικασίες. Τα φυτά απορροφούν νερό από το έδαφος μειώνοντας σημαντικά τον βαθμό κορεσμού του και αυξάνοντας την αποστραγγιστική του ικανότητα. Το πράσινο χαρίζει αισθητική αναβάθμιση στον χώρο της εγκατάστασης και τόνωση της ψυχολογίας των κατοίκων της περιοχής. 	<ul style="list-style-type: none"> Το χειμώνα, τα φυτά και ιδιαίτερα τα φυλλοβόλα δέντρα χάνουν μέρος του φυλλώματός τους, με αποτέλεσμα να μειώνονται και οι σχετικές ιδιότητές τους. Η ανάπτυξη των φυτών απαιτεί αρκετό χρόνο, για να είναι λειτουργικά, τουλάχιστον ως προς τον ρόλο τους στη διαχείριση των όμβριων υδάτων. Τα έξοδα συντήρησης είναι αρκετά μεγάλα. Η χωροθέτησή τους πρέπει να πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο, που το ριζικό τους σύστημα να μην προκαλεί προβλήματα στις όμορες κατασκευές.

"ΠΡΑΣΙΝΑ" & "ΜΠΛΕ" ΔΩΜΑΤΑ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> Ενίσχυση της θερμομονωτικής προστασίας για την αποφυγή της υπερθέρμανσης των κτιρίων, κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Έλεγχος και αξιοποίηση των όμβριων υδάτων και ειδικά στην περίπτωση των "μπλε" δωμάτων. Η εγκατάσταση του συστήματος παρουσιάζει ένα πλήθος από περιβαλλοντικά οφέλη. Μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. 	<ul style="list-style-type: none"> Δημιουργία υψηλών επιπέδων υγρασίας, που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το μικρόκλιμα της περιοχής. Σημαντική στατική επιβάρυνση του κτιρίου, η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό. Πολύπλοκη εγκατάσταση, η οποία, αν δεν εφαρμοστεί σωστά, ενδέχεται να προσβάλει τα υλικά του συστήματος λόγω προσβολής των δομικών στοιχείων από την υγρασία. Αυξημένο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Δεν είναι εξίσου λειτουργικά όλες τις εποχές του χρόνου.

- πυλένιο, η οποία, παρότι δεν είναι πλήρως αδιάβροχη, έχει το ρόλο της μείωσης του όγκου της ροής των υδάτων.
- Εγκατάσταση των ειδικών μπλοκ υπερχειλίσας από πολυπροπυλένιο, τα οποία αποτελούν ουσιαστικά δεξαμενές οι οποίες παραλαμβάνουν νερό σε περίπτωση που υπερχειλίσουν τα υπερκείμενα μπλοκ διήθησης, τα οποία παραλαμβάνουν τον κύριο όγκο των όμβριων υδάτων.
 - Διάστρωση συνθετικής στεγανοποιητικής μεμβράνης συνήθως από πολυαιθυλένιο, με επικάλυψη γεωφάσματος αντιριζικής προστασίας.
 - Εγκατάσταση των μπλοκ διήθησης, τα οποία κατασκευάζονται επίσης από πολυπροπυλένιο, έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις από τα μπλοκ υπερχειλίσας και αφορούν ουσιαστικά στις δεξαμενές, στις οποίες γίνεται η συλλογή και η διαχείριση των υδάτων του συστήματος αμέσως μετά τη διήθησή τους από τις ανώτερες στρώσεις, οι οποίες είναι συνήθως υδατοδιαπερατές.
 - Διάστρωση της διαμορφωμένης επιφάνειας με γεωσυνθετική μεμβράνη διήθησης.
 - Επίκωση με υλικό ανάλογα με το είδος της τελικής επί-

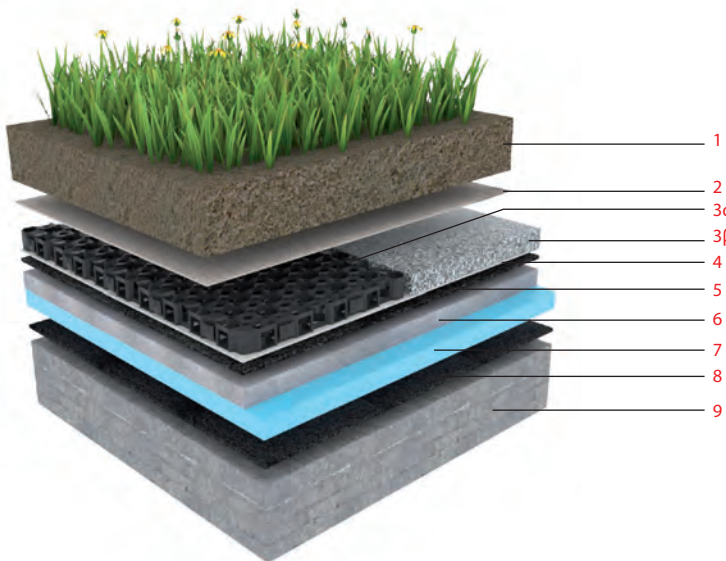
- στρώσης, η οποία μπορεί να αποτελείται από φυτά, γρασίδι, πλακίδια, κυβόλιθους και άλλα υλικά.
- Κατασκευή της τελικής επίστρωσης του δαπέδου. Στο σύστημα ενδέχεται να περιλαμβάνονται και σχάρες απορροής των όμβριων υδάτων προς τις υποκείμενες στρώσεις του.

Η απορροή των όμβριων υδάτων του συστήματος πραγματοποιείται μέσω των οπών διαμέτρου της τάξης των 100 mm ή και μεγαλύτερων, οι οποίες κατασκευάζονται ιδανικά στις προεξοχές της πλάκας του δώματος και επιτρέπουν στο νερό να καταλήγει μέσω σωληνώσεων σε κάποια δεξαμενή αποθήκευσής του στο επίπεδο του εδάφους.

Στο επίπεδο των μπλοκ υπερχειλίσας, σφραγίζεται με ειδικό ρυθμιστή ροής το ειδικό εξάρτημα του σωλήνα της υδρορροής, που επικοινωνεί με την οπή της πλάκας του δώματος. Ο ρυθμιστής ροής, ο οποίος εγκαθίσταται εντός φρεατίου, που είναι ανά πάσα στιγμή επισκέψιμο, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που διαθέτει, ρυθμίζει την ταχύτητα της διήθησης των υδάτων στις κατώτερες στρώσεις του συστήματος.

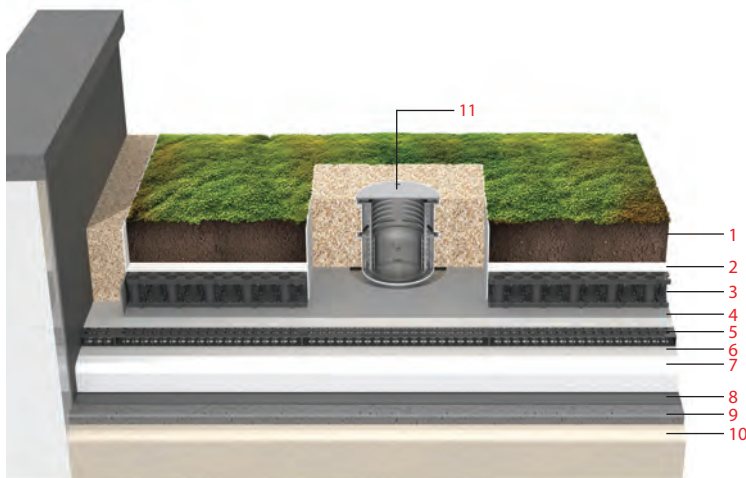
Τομή τυπικού "πράσινου" δώματος.

1. Χώμα φύτευσης.
2. Διαχωριστικό φίλτρο συγκράτησης χώματος.
3. Αποστραγγιστική στρώση:
 - α. Ειδική συνθετική κυψελωτή μεμβράνη,
 - β. Ελαφρά αδρανή.
4. Γεωύφασμα.
5. Στεγανοποιητική στρώση με επιπρόσθετη μεμβράνη προστασίας από τη διείσδυση ριζών.
6. Στρώση κλίσεων (όταν απαιτείται).
7. Θερμομονωτική στρώση.
8. Φράγμα υδατιμών.
9. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.



Τομή "μπλε" δώματος Πηγή: Aqua-lity.

1. Υπόστρωμα εδαφικού μείγματος.
2. Φίλτρο συγκράτησης χώματος.
3. Μπλοκ διήθησης από πολυπροπυλένιο.
4. Μεμβράνη στεγανοποίησης με επικάλυψη από γεωύφασμα αντιριζικής προστασίας.
5. Μπλοκ υπερχειλίσεως από πολυπροπυλένιο.
6. Φίλτρο μείωσης της ροής των υδάτων.
7. Θερμομονωτική στρώση, που δεν προσβάλλεται από την υγρασία.
8. Ασφαλτική μεμβράνη στεγανοποίησης.
9. Στρώση ρύσεων από τιμμενοκονίαμα.
10. Φέρουσα πλάκα σκυροδέματος του δώματος.
11. Ρυθμιστής ροής με εξάρτημα υδρορροής, που συνδέει την οπή της πλάκας του δώματος με τις υπερκείμενες στρώσεις.



"Πράσινοι" τοίχοι

Πέραν των οριζόντιων επιφανειών, σύγχρονη "πράσινη" κατασκευαστική τάση στα κτίρια αποτελεί και η φύτευση κατακόρυφων επιφανειών όπως οι προσόψεις, οι εσωτερικοί ή εξωτερικοί τοίχοι, τα υποστυλώματα, οι περιφράξεις κ.ά. Οι "πράσινοι" τοίχοι παρέχουν ένα πλήθος από οφέλη στα κτίρια εγκατάστασής τους, αφού συμβάλλουν ενεργά στην ενίσχυση των θερμομονωτικών και των ηχομονωτικών ιδιοτήτων τους, στο φιλτράρισμα και στον καθαρισμό της τοπικής ατμόσφαιρας, αλλά και στη διαχείριση και στη μείωση των επιπτώσεων των όμβριων υδάτων, απομακρύνοντας επικίνδυνους ρύπους, όπως τα βαρέα μέταλλα κ.ά.

Η στήριξη των φυτών σε "πράσινους" τοίχους γίνεται είτε με μεταλλικά πλέγματα, τα οποία στερεώνονται απευθείας επάνω στον τοίχο, αφήνοντας ένα μικρό διάκενο περίπου 3 cm για την ανάπτυξη των φυτών, είτε με αρθρωτά πλαίσια, τα οποία εδράζονται στο έδαφος, χωρίς να επιβαρύνουν στατικά την κατασκευή. Σε πολλές περιπτώσεις πραγματοποιείται συνδυασμός των δύο τεχνικών.

Η επιλογή των φυτών προσαρμόζεται στις τοπικές κλιματικές ιδιαιτερότητες και στις ανάγκες του κτιρίου. Το περιβάλλον ανάπτυξης της βλάστησης σε κατακόρυφες επιφάνειες δεν είναι ιδιαίτερα ευνοϊκό σε σύγκριση με τους κήπους βροχής και τα φυτεμένα δώματα, αφού το συγκεκριμένο σύστημα δέχεται περιορισμένες ποσότητες υδάτων σε σχέση με τις οριζόντιες επιφάνειες, ενώ το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών έχει μικρό πάχος, καθιστώντας την ανάπτυξη των φυτών αρκετά δύσκολη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- S. Fletcher, T.D. Deletic, A. Barraud, S. Lewis, **Hydraulic performance of biofilter systems for stormwater management**, Influences of design and operation, τεύχος 376, σελ. 16 - 23, 2009.
- M. Scholz, P. Grabowiecki, P., **Review of permeable pavement systems**, Building and Environment, τεύχος 42, σελ. 3830 - 3836, 2007.
- Virahsawmy H., M. J. Stewardson, G. Vietz & T. D. Fletcher, **Factors that affect the hydraulic performance of raingardens: implications for design and maintenance**, Water science and technology, τεύχος 69, σελ. 982 - 988, 2014.
- Basdeki A., L. Katsifarakis & K. L. Katsifarakis, **Rain gardens as integral parts of urban sewage systems - A case study in Thessaloniki, Greece**, Procedia engineering, τεύχος 162, σελ. 426 - 432, 2016.
- Na Li, Xing Li, Xiao-Yan Fan, **Polypropylene module as a new type of tank for rainwater storage and cleaner production: Purification efficacy, bacterial community microecology and potential pathogens characteristics**, Journal of Cleaner Production, τεύχος 384, 2023.
- Masoud Kayhanian, Hui Li, John T. Harvey, Xiao Liang, **Application of permeable pavements in highways for stormwater runoff management and pollution prevention: California research experiences**, International Journal of Transportation Science and Technology, τεύχος 8, σελ. 358 - 372, 2019.
- Jianping Wu, Feng Zhao, Weiqing Mao, **View-based greenery: A three-dimensional assessment of city buildings' green visibility using floor green view index**, Landscape and Urban Planning, τεύχος 152, σελ. 13 - 26, 2016.
- Erlend Andenaes, Tore Kvanne, Tone M. Muthanna and Jardar Lohne, **Performance of blue-green roofs in cold climates: A scoping review**, Buildings, τεύχος 55, 2018.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Υδατοδιαπερατά δάπεδα. Σύγχρονες τεχνολογίες για τη διαχείριση των ομβρίων.**
Τεύχος 1/2024, σελ. 91
- **Διαμόρφωση υπαίθριων χώρων με γεωυφάσματα.**
Τεύχος 10/2020, σελ. 63
- **Διαχείριση όμβριων υδάτων στους υπαίθριους χώρους.**
Τεύχος 4/2013, σελ. 65

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
& ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ

στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr