



ΚΗΠΟΙ ΒΡΟΧΗΣ

ΣΕ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΕΣ ΧΩΡΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΡΡΑΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ
ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΜΕΛΙΔΟΥ ΕΥΑΝΘΙΑ
ΑΡΤΑ 2015

Καὶ ἐγένετο ἑσπέρα καὶ ἐγένετο πρωΐ, ἡμέρα μία

*Καὶ εἶπεν ὁ Θεός· γενηθήτω στερέωμα ἐν μέσῳ τοῦ ὕδατος καὶ ἔστω
διαχωρίζον ἀνὰ μέσον ὕδατος καὶ ὕδατος. καὶ ἐγένετο οὕτως.*

*Καὶ ἐποίησεν ὁ Θεός τὸ στερέωμα, καὶ διεχώρισεν ὁ Θεός ἀναμέσον
τοῦ ὕδατος, ὃ ἦν ὑπο κάτω τοῦ στερεώματος, καὶ ἀναμέσον τοῦ
ὕδατος τοῦ ἐπάνω τοῦ στερεώματος.*

*Καὶ ἐκάλεσεν ὁ Θεός τὸ στερέωμα οὐρανόν. καὶ εἶδεν ὁ Θεός, ὅτι καλόν, καὶ
ἐγένετο ἑσπέρα καὶ ἐγένετο πρωΐ, ἡμέρα δευτέρα.*

*Καὶ εἶπεν ὁ Θεός· συναχθήτω τὸ ὕδωρ τὸ ὑπο κάτω τοῦ οὐρανοῦ εἰς
συναγωγὴν μίαν, καὶ ὀφθήτω ἡ ξηρά. καὶ ἐγένετο οὕτως. καὶ συνήχθη τὸ
ὕδωρ τὸ ὑπο κάτω τοῦ οὐρανοῦ εἰς τὰς συναγωγὰς αὐτῶν, καὶ ὤφθη ἡ ξηρά.*

*Καὶ ἐκάλεσεν ὁ Θεός τὴν ξηρὰν γῆν καὶ τὰ συστήματα τῶν ὑδάτων ἐκάλεσε
θαλάσσας. καὶ εἶδεν ὁ Θεός, ὅτι καλόν.(...)*

Γενεσις, Κεφ . 1

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Αυτό που με ώθησε στην πραγματοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι η γοητεία που μου ασκεί «το στερέωμα» και το ύδωρ και το σημείο σύνδεσης αυτών, η βροχή, αλλά και ο τρόπος που τα δύο εκ των τεσσάρων στοιχείων της φύσης συνδέονται. Αυτή η σύνδεση η οποία πραγματοποιείται και μέσω των Κήπων Της Βροχής είναι ένας από τους βασικούς κρίκους στην αλυσίδα της φύσης, χαρίζοντας στην ανθρωπότητα ευεργετικά οπτικοακουστικά ερεθίσματα.

Οι Κήποι της Βροχής αποτελούν ένα εξειδικευμένο κομμάτι στην άρδευση ενός κήπου, καθώς εξαρτώνται αν όχι αποκλειστικά κυρίως όμως από την φύση, σε αυτήν την πτυχιακή εργασία θα γίνει μια προσέγγιση διαχείρισης των όμβριων υδάτων.

Η ιστορική αναφορά στους αρχαίους λαούς οι οποίοι εφηύραν σε πρώιμο στάδιο τους Κήπους Βροχής, κρίνεται σημαντική για την κατανόηση της εξέλιξής τους, της τεχνογνωσίας τους από λαό σε λαό, αλλά και για την επιρροή και σύγκρισή τους με σύγχρονα πλέον παραδείγματα. Εν συνεχεία, θα παρουσιαστούν οι Τεχνικές Οικολογικής Διαχείρισης του νερού με σκοπό τον προβληματισμό και την κατανόηση της ανάγκης εξ ορθολογισμού στην χρήσης του για την επιβίωση και ανάπτυξη του αστικού περιβάλλοντος.

Γιατί, τι σημαίνει «Κήπος Βροχής»; Τι συμβολίζει ο «Κήπος Βροχής»; Συμβολίζει την ταπεινότητα της φύσης στην φύση. Το νερό δεν είναι αστείρευτος πόρος, και υπάρχουν τρόποι να το διαχειριστούμε ταπεινά και με φειδώ.

Νερό, νερό παντού και ούτε μια σταγόνα να πιούμε.

Samuel Taylor Coleridge- Άγγλος ποιητής και φιλόσοφος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου αρχικά στον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Γρηγόριο Βάρρα, για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του για την διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, στον καθηγητή κ. Ιωάννη Τσιρογιάννη για την πολύτιμη βοήθειά του στα πρώτα στάδια συγγραφής της πτυχιακής μου, για τον χρόνο και για τις καινοτόμες ιδέες του, και σε όλους τους καθηγητές μου, για τις γνώσεις και την έμπνευση που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στην κ. Μαίρη Τζιμοπούλου-Ανανιάδου για την ευκαιρία που μου έδωσε να με διδάξει, να με συμβουλέψει αλλά και να μου επιτρέψει να συλλέξω πληροφορίες για την πτυχιακή μου από το τεράστιο προσωπικό της αρχείο, ενώ δρώμαι της ευκαιρίας να ευχαριστήσω και τις κ.κ. Αναστασία Μαυρίδου και Αναστασία Παπαδοπούλου για την προθυμία τους στην εύρεση πληροφοριών αλλά και για την ηθική τους συμπαράσταση κατά την διάρκεια της Πρακτικής μου Άσκησης στο Α.Π.Θ.

Ευχαριστώ επίσης την οικογένειά μου και ιδιαιτέρως τους γονείς μου, για την αγάπη, τη συμπαράσταση και τις θυσίες τους όλα αυτά τα χρόνια.

Σας ευχαριστώ όλους, από καρδιάς.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ-ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΟΙ ΚΗΠΟΙ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΟΙ ΛΑΟΙ	10
1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΚΗΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΑΡΧΑΙΟΥΣ ΛΑΟΥΣ	11
1.2 ΣΟΥΜΕΡΙΟΙ	11
1.2.1 Σουμέριοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου	11
1.3 ΑΣΣΥΡΙΟΙ	12
1.3.1 Ασσύριοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου	12
1.4 ΒΑΒΥΛΩΝΙΟΙ-ΒΑΒΥΛΩΝΑ-ΒΑΒΕΛ	13
1.4.1 Βαβυλώνιοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου	13
1.4.2 Άρδευση	14
1.5 ΠΕΡΣΕΣ	15
1.5.1 Πέρσες και Αρχιτεκτονική Τοπίου	15
1.5.2 Σημαντικότερος περσικός κήπος	16
1.6 ΕΠΙΠΡΟΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗ	18
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΠΙΟΥ	
1.6.1 Σύγχρονα παραδείγματα	18
1.6.1.1 Κήποι του Πασά στην Θεσσαλονίκη	19
1.6.1.2 Κήποι ξενοδοχείου «Ιμαρέτ» στην Καβάλα	20
1.6.1.3 Βίλες στην Θεσσαλονίκη	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ	22
2.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ	22
2.2 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	23
2.3 Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	24
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^Ο ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	 27
3.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	27
3.1.1 Ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης (Dry swale)	28
3.1.2 Ανοιχτά κανάλια περιοδικής κατακράτησης (Wet swale)	30
3.1.3 Ζώνες βλάστησης (Filter strips)	30
3.1.4 Φυτοδοχεία και υπερυψωμένα παρτέρια	31
3.1.4.1 Φυτοδοχεία	31
3.1.4.2 Υπερυψωμένα παρτέρια	32
3.1.5 Δενδροδόχοι	33
3.1.6 Φίλτρα άμμου (Sand filter)	35
3.1.7 Γκρίζο νερό (Gray water)	36
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^Ο ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	 37
4.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ	37
4.1.1 Διαπερατά δάπεδα	37
4.1.1.1 Ξύλινα υπερυψωμένα δάπεδα	38
4.1.1.2 Κυψελωτά από σκυρόδεμα	39
4.1.1.3 Βοτσαλωτά	39
4.1.1.4 Κυβολιθικά	40
4.1.1.5 Κυψελωτά από σκληρό πλαστικό	41
4.1.1.6 Πορώδης ασφαλτος	41
4.1.1.7 Διαπερατό σκυρόδεμα	42
4.1.2 Βιοκατακράτηση	42

4.1.3 Κτιστά παρτέρια διήθησης των όμβριων υδάτων στο υπέδαφος	45
4.1.4 Δεξαμενές διήθησης (Infiltration basins)	46
4.1.5 Κανάλια διήθησης	47
4.1.6 Δεξαμενές αποστράγγισης (Dry wells)	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^Ο ΧΡΗΣΗ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	50
5.1 ΧΡΗΣΗ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	50
5.1.1 Κατηγοριοποίηση με βάση τις λειτουργίες του ρόλου του αστικού πρασίνου	52
5.1.1.1 Οικολογικός ρόλος	52
5.1.1.2 Κοινωνικός ρόλος	53
5.1.1.3 Οικονομικός ρόλος	53
5.2 Πράσινες στέγες / Φυτεμένα δώματα (Green roofs)	54
5.3 Κάθετοι / Πράσινοι κήποι	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^Ο ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ	61
6.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΝΕΡΟΥ	61
6.1.1 Δεξαμενές αποθήκευσης των όμβριων υδάτων	61
6.1.2 Αλυσίδες βροχής και Υδρορροές	63
6.1.2.1 Αλυσίδες βροχής	63
6.1.2.2 Υδρορροές	65
6.1.2.2.1 «Υδρορροές Ορχήστρα»	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^Ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^Ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΠΕΡΙΛΗΨΗ- ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με τους Κήπους Βροχής (Rain Gardens) και συγκεκριμένα τους τρόπους με τους οποίους θα εξοικονομήσουμε νερό, χρησιμοποιώντας για άρδευση σε ένα κήπο, το νερό της βροχής. Οι Κήποι Βροχής αποτελούν μία εναλλακτική μέθοδο άρδευσης η οποία εκμεταλλεύεται το νερό της βροχής, οπότε συλλέγεται, αποθηκεύεται και τέλος χρησιμοποιείται. Όταν επεξεργαστεί, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οικιακή κατανάλωση.

Θα αναλυθούν οι τεχνικές με τις οποίες συλλέγεται το νερό της βροχής καθώς και η μεταφορά του από το ψηλότερο σημείο του κήπου το οποίο είναι η στέγη ενός κτηρίου, ως το χαμηλότερο σημείο, δηλαδή τη δεξαμενή συλλογής νερού.

Στο 1^ο Κεφάλαιο που είναι εισαγωγικό, παρουσιάζεται η ιστορία των κήπων στους αρχαίους λαούς των Σουμέριων, των Ασσύριων, των Βαβυλώνιων και των Περσών. Παρατηρείται ο τρόπος με τον οποίο διαχειριζόντουσαν έναν κήπο, καθώς και η δημιουργία τεχνικών για την απλοποίηση και τη διευκόλυνση των εργασιών της καθημερινότητας σε ένα κήπο. Τέλος, παρουσιάζονται σύγχρονα παραδείγματα κήπων, στους οποίους ασκήθηκαν επιρροές από τους κήπους των αρχαίων λαών.

Στο 2^ο Κεφάλαιο συναντάμε την παγκόσμια κατανομή νερού, οπότε περιγράφεται το «μοίρασμα» του νερού στον πλανήτη μας. Στην συνέχεια αναλύεται το πρόβλημα της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, το οποίο είναι αλληλένδετο με το πρόβλημα της έλλειψης του νερού. Τέλος γίνεται μια αναφορά στον κύκλο του νερού ο οποίος παρουσιάζει την αντίθεση μεταξύ αστικού περιβάλλοντος και φύσης παρουσιάζοντας την διαφορετικότητα στην αξιοποίηση του νερού της βροχής στα δυο αυτά σημεία.

Στο 3^ο Κεφάλαιο συναντάμε τις Τεχνικές Οικολογικής Διαχείρισης του νερού της βροχής, οι οποίες βήμα-βήμα αναλύουν τους βέλτιστους τρόπους για την μεταφορά και τον καθαρισμό του νερού της βροχής. Αναλύεται η ύπαρξη του Γκριζου Νερού (Grey Water) στην καθημερινότητά μας και η αξιοποίηση αυτού. Τέλος αναφέρονται ποικίλες Τεχνικές Μεταφοράς και Καθαρισμού όπως τα φίλτρα άμμου, τα φυτοδοχεία, τα υπερυψωμένα παρτέρια κ.α.

Στο 4^ο Κεφάλαιο θα αναλυθούν οι Τεχνικές Διήθησης, όντας τεχνικές οι οποίες επιτρέπουν τα όμβρια ύδατα (τα νερά της βροχής) να περάσουν στο έδαφος καθαρίζοντάς τα από τους ρύπους και εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα. Σε αυτές τις τεχνικές ανήκουν τα διαπερατά δάπεδα –οπού θα γίνει μια εκτενή ανάλυση όντας σημαντικό κομμάτι σε ένα κήπο ακόμα και σε ένα δημόσιο δρόμο/πλακόστρωτο- επίσης θα γίνει αναφορά και σε άλλα σημαντικά σκέλη στις Τεχνικές Διήθησης όπως στα κτιστά παρτέρια, στις δεξαμενές διήθησης, στην βιοκατακράτηση κ.α.

Στο 5ο Κεφάλαιο αναλύεται η χρησιμότητα της ύπαρξης των δέντρων στο αστικό περιβάλλον, αποτελώντας μια μέθοδο στην οποία αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Συμπεριλαμβάνονται οι Πράσινες Στέγες (Green Roofs) οι οποίες συνδυαστικά με την ύπαρξη δένδρων στο αστικό περιβάλλον, επιτυγχάνουν τη συγκράτηση του νερού της βροχής με σκοπό την αξιοποίησή του στην άρδευση ενός κήπου.

Στο 6ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι Τεχνικές Αποθήκευσης οι οποίες αποτελούν το σημείο κλειδί στους Κήπους Βροχής. Αναλύεται η διαδικασία με την οποία το νερό οδηγείται από το πιο ψηλό σημείο του κήπου – τη στέγη ενός κτηρίου- στο πιο χαμηλό – την δεξαμενή συλλογής νερού- όπου από εκεί ξεκινά η χρήση του για την άρδευση ενός κήπου. Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί και θα αναλυθεί ο χαρακτηρισμός του «οπτικοακουστικού ερεθίσματος» που δόθηκε στους Κήπους Βροχής κατά τον Πρόλογο της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Στο 7ο Κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι διαπιστώσεις της χρησιμότητας ενός Κήπου Βροχής στο αστικό περιβάλλον.

Το νερό αποτελεί βασικό στοιχείο στη ζωή του ανθρώπου, κύριο πόρο ανάπτυξης για πολλές οικονομικές δραστηριότητες και αποτελεί βασικό συστατικό της φύσης και των φυσικών οικοσυστημάτων. Παίζει καθοριστικό ρόλο στη δομή και στον μεταβολισμό των ζωντανών οργανισμών , συντελεί στην μεταφορά ενέργειας, διαμορφώνει τα γεωλογικά φαινόμενα, προσδιορίζει ανάγκες, συνήθειες και ανέσεις στην καθημερινή ζωή. Αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της Αρχιτεκτονικής Τοπίου και βασικό στοιχείο σχεδιασμού έργων τόσο μικρής όσο και μεγάλης κλίμακας, και χώρων τόσο ιδιωτικών όσο και δημόσιων. Το ενδιαφέρον για το υδάτινο στοιχείο στην Αρχιτεκτονική Τοπίου όπως μελετάται μέσα από τη σύγχρονη πραγματικότητα, αυξάνεται συνεχώς.

Η παρουσία του νερού είναι πλέον τόσο βασική και σκοπός της είναι, η προσέγγιση της άγριας ζωής καθώς και η παροχή ευχάριστης ατμόσφαιρας για τους ανθρώπους. Το νερό δεν είναι πλέον ένας αστείρευτος φθηνός πόρος, αντίθετα , είναι μία δυνητικά καταστροφική δύναμη οπου ούτε υποτάσσεται αλλά ούτε θεωρείται δεδομένη.

Λόγω των παραπάνω η οπτική προς το νερό αλλάζει. Με την νέα οπτική, έρχεται στο προσκήνιο ένας νέος τρόπος διαχείρισης του νερού, ένας τρόπος ο οποίος εξερευνά τη συμπεριφορά του υπό φυσιολογικές συνθήκες στο ανθρώπινο περιβάλλον. Αυτή η προσέγγιση είναι απολύτως φιλική με το περιβάλλον ως προς την αντιμετώπιση των συχνών προβλημάτων που σχετίζονται με το νερό.

Οι κήποι βροχής καινοτομούν στον χώρο της Αρχιτεκτονικής Τοπίου φέρνοντας την αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο διαχειριζόμαστε το νερό. Η ιδέα της συλλογής του νερού της βροχής και στη συνέχεια η χρήση αυτού , βοηθά στον επαναπροσδιορισμό της άσκοπης σπατάλης του, καθώς δίνεται η ευκαιρία να επανεξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάζονται και διαχειρίζονται οι δημόσιοι και ιδιωτικοί χώροι. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της οικολογικής και αισθητικής ποιότητας στον χώρο.

Οι κήποι αυτοί είναι ένα εξειδικευμένο κομμάτι στην Αρχιτεκτονική Τοπίου που ως κύριος ρόλος και σκοπός είναι η μελέτη του τρόπου με τον οποίο το νερό λαμβάνεται από τα κτήρια και τις επιφάνειες που δεν έχουν μεγάλη απορροφητικότητα, και στη συνέχεια αποθηκεύεται με την οπτική που μελετάται.

1 Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΚΗΠΟΙ ΚΑΙ ΑΡΧΑΙΟΙ ΛΑΟΙ

Στο πρώτο και εισαγωγικό κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι αρχαίοι λαοί των Σουμέριων, των Ασσύριων, των Βαβυλώνιων και των Περσών και παρατηρούνται οι τρόποι και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι λαοί για την δημιουργία ενός κήπου, ή ενός πάρκου. Ακόμη αναφέρονται και κάποιες κατασκευές που δημιουργούνταν για την διευκόλυνση άρδευσης και γενικότερων εργασιών, της καθημερινής ζωής. Τέλος, παρουσιάζεται ο σημαντικότερος περσικός κήπος, οι επιρροές που ασκήθηκαν από τους αρχαίους λαούς στην σύγχρονη αρχιτεκτονική τοπίου και σύγχρονα παραδείγματα τα οποία περιλαμβάνουν «κομμάτια» της αρχαίας αρχιτεκτονικής τοπίου.

1.1 Η ιστορία των Κήπων στους αρχαίους λαούς.

Τα πρώτα φαινόμενα κήπων στην Αρχιτεκτονική Τοπίου, τα συναντάμε στους αρχαίους κήπους της ανατολής και συγκεκριμένα στην Μεσοποταμία (εικ.1) όπου η ονομασία, της δόθηκε από τους αρχαίους Έλληνες. Η Μεσοποταμία βρίσκεται ανάμεσα στον ποταμό Τίγρη και τον ποταμό Ευφράτη και αποτελεί τμήμα του σημερινού Ιράκ. Οι πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας της γης, πραγματοποιήθηκαν στο Βόρειο τμήμα της Μεσοποταμίας και αυτό λόγω εδάφους.



Εικ 1: Τοποθεσία Μεσοποταμίας σε χάρτη¹

¹ Πηγή εικόνας: Google

1.2 Σουμέριοι

Πιθανολογείται ότι προέρχονταν από τα βουνά του Ζάγρου, Δυτικά της Μεσοποταμίας, ή από το Πακιστάν. Οι Σουμέριοι δημιούργησαν ένα από τα πρώτα συστήματα μοναρχίας. Ανακάλυψαν τη γραφή, εφηύραν το ημερολόγιο και διαίρεσαν το έτος σε δώδεκα μήνες βασιζόμενοι στην κίνηση των ουράνιων σωμάτων. Συνεπώς ανέπτυξαν την Αστρονομία. Επίσης ανέπτυξαν τα μαθηματικά χρησιμοποιώντας ένα εξαδικό σύστημα μέτρησης.

Από τα βασικότερα επιτεύγματα των Σουμέριων, ήταν η κατασκευή πολύπλοκου συστήματος καναλιών, φραγμάτων, αναχωμάτων και δεξαμενών με στόχο την άρδευση των καλλιεργειών τους.² Τα κυριότερα κανάλια επιστρώνονταν με ψημένα τούβλα ενώ οι ενώσεις καλύπτονταν με ασφαλτικό υλικό. Στη μεγαλύτερη ανάπτυξή τους τα κανάλια άρδευαν έκταση ίση με 10.000 τετ. Μίλια (25.000 km) δηλαδή λίγο μεγαλύτερη από την έκταση της Πελοποννήσου.³

1.2.1 Σουμέριοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου

Όλες οι Σουμερικές πόλεις ήταν χτισμένες δίπλα σε ποτάμια, είτε δίπλα στον Τίγρη και τον Ευφράτη είτε δίπλα σε κάποιο παραπόταμό τους. Είχαν τείχη από τούβλα αργίλου, ενώ έξω από τα τείχη είχαν αρδευτικά κανάλια και καλλιέργειες.

Στο έπος του Γκιλκαμές (2000 π.Χ., 5^{ος} κατά σειρά βασιλιάς) γίνεται αναφορά για την πόλη Ουρούκ της οποίας το 1/3 ήταν κήποι και οπωρώνες.

²Lanlawton.com

³Nort.purdue.edu

1.3 Ασσύριοι

Οι Ασσύριοι ζούσαν στην Βόρεια Μεσοποταμία. Είχαν ανεπτυγμένη την γεωργία και λόγω κλίματος και εύφορων εδαφών καλλιέργησαν πληθώρα φυτών. Ανάμεσα σε αυτά υπήρχαν μηλίες, συκίες, ροδιές, ελιές, αμυγδαλιές, αμπέλια, και όλα τα είδη σιτηρών.



Εικ. 2: Η Ασσυρία Βόρεια της Μεσοποταμίας.⁴

1.3.1 Ασσύριοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου

Θεωρούνταν οι πρώτοι που έφτιαξαν πάρκα. Ανάμεσα στους πρώτους βασιλιάδες ήταν ο Τιγκλιαθ-Πίλεσερ ο 1^{ος} (1115-1077). Από τις χώρες που κατέκτησε, έφερε στην Ασσυρία και φύτεψε στα πάρκα της κέδρους, πυξάρια ‘allakannu-wood’ και άλλα που δεν είχαν οι προηγούμενοι βασιλιάδες.

Την πόλη Καλάχ όπου έκανε πρωτεύουσα του κράτους, ο βασιλιάς Ασσουνρασπάλ (883-856) την εμπλούτισε με βοτανικούς και ζωολογικούς κήπους.

Οι βοτανικοί κήποι αποτελούνταν από αναρριχώμενα, κέδρους, κυπαρίσσια, γιουνίπερους, φράξους, ροδιές, τσικουδιές, κα.

Για να αρδεύεται όλη αυτή η φυτική και ζωική έκταση, οι Ασσύριοι, και συγκεκριμένα ο βασιλιάς Ασσουνρασπάλ, κατασκεύασε ένα κανάλι το οποίο έφερνε νερό από τον ποταμό Μεγάλο Ζάμπ

⁴ Πηγή εικόνας: Google

1.4 Βαβυλώνιοι-Βαβυλώνα-Βαβέλ

Στην Βίβλο η Βαβυλώνα αναφέρεται ως Βαβέλ. Ήταν πόλη χτισμένη στις όχθες του Ευφράτη (Εικ 3), και αποτελούσε τμήμα της Σουμερικής αυτοκρατορίας.



Εικ 3:Η τοποθεσία της Βαβυλώνας.⁵

1.4.1 Βαβυλώνιοι και Αρχιτεκτονική Τοπίου

Η σημαντικότερη επίδραση των Βαβυλώνιων στην κηποτεχνία και στην αρχιτεκτονική τοπίου οφείλεται στον βασιλιά Ναβουχοδονόσωρ και αυτό λόγω της κατασκευής των κρεμαστών κήπων, ένα από τα επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου.⁶

Οι κήποι φτιαχτήκαν για την γυναίκα του, για της θυμίζουν την πατρίδα της τη Μυδία. Η κατασκευή ήταν όμοια με ένα τεχνητό βουνό. Υπήρχαν δεξαμενές με νερό από τις οποίες το νερό έρρεε με την μορφή καναλιών και καταρρακτών από επίπεδο σε επίπεδο, και άρδευε τα φυτά τα οποία υπήρχαν. Όλα τα επίπεδα ήταν φυτεμένα με διαφόρων ειδών δένδρα, φοίνικες, οπωροφόρα, και αναρριχώμενα.⁷

Αυτό που έκανε τους κρεμαστούς κήπους εντυπωσιακούς, ήταν το περιβάλλον στο οποίο ήταν φτιαγμένοι(χωρίς βροχοπτώσεις),οι τεράστιες ποσότητες πέτρας που απαιτήθηκαν για την κατασκευή τους, καθώς και ο τρόπος άρδευσής τους.

⁵Πηγή εικόνας: Google

⁶Geocities.com

⁷Unmuseum.org

1.4.2 Αρδευση

Υποστηρίζεται ότι χρησιμοποιούσαν είτε κάποια κατασκευή-πρόδρομος ελικοειδούς κατασκευής του Αρχιμήδη, είτε μία κατασκευή που περιλάμβανε δύο τροχούς τοποθετημένοι ο ένας χαμηλά και ο άλλος ψηλά ενωμένοι με αλυσίδα. Στην αλυσίδα ήταν προσαρμοσμένοι κουβάδες που ανέβαζαν το νερό από τον ποταμό.



Εικ 4: Αποψη κρεμαστών κήπων της Βαβυλώνας.⁸

Παρόλα αυτά, δεν είναι βέβαιο ότι υπήρξαν οι Βαβυλώνιοι κήποι (Εικ 4). Μπορεί οι αναφορές να περιγράφουν τους κήπους του Σενναχερίμπ στη Νινευή.

Πέρα από τους κρεμαστούς κήπους οι Βαβυλώνιοι έφτιαξαν πάρκα και άλλους κήπους, συνεχίζοντας την παράδοση των Ασσυριακών πάρκων. Αναρριχώμενα, αμπέλια και οπωροφόρα δέντρα ήταν πολύ συχνά.

Διαδεδομένη ήταν η ύπαρξη δεξαμενών νερού, μικρών λιμνών, πηγαδιών και κήπων με λαχανικά.

Τέλος, να αναφέρουμε ότι την εποχή της κατάκτησης της Βαβυλώνας από τον Μέγα Αλέξανδρο (330πχ) τα πάρκα της υπήρχαν ακόμα και μέσα σε ένα τέτοιο πάρκο πέθανε μυστηριωδώς ο Μακεδόνας βασιλιάς.

⁸ Πηγή εικόνας: Google

1.5 Πέρσες

Οι Πέρσες ήταν ινδοευρωπαϊκή φυλή που κατοικούσε στις περιοχές Βόρεια του Περσικού κόλπου και η γλώσσα τους ήταν τα σανσκριτικά. Η πιο πρώιμη μορφή κήπου-πάρκου που γνωρίζουμε ότι υπήρχε στην Περσία είναι αυτή που παρέβαλλε το παλάτι του Κύρου του Μέγα στο Πασαγκρατέ όπου χτίστηκε τον 6^ο αι. π.χ. Η πιο σημαντική καινοτομία του παλατιού είναι τα περίπλοκα στοιχεία νερού που αναπτύσσονται εδώ. Χάρη στα εξελιγμένα υδραυλικά συστήματα του Κύρου του Μέγα θα δημιουργηθούν τα ‘‘κανάτ’’- υπόγεια κανάλια βάθους έως και 100 m και μήκους από λίγα μέτρα έως αρκετά χιλιόμετρα όπου οδηγούσαν το νερό από πηγές και ρυάκια είτε πρόποδες βουνών σε πόλεις, καλλιέργειες ή σε παλάτια.⁹



Εικ 5: Τοποθεσία Περσικής Αυτοκρατορίας σε χάρτη.¹⁰

1.5.1 Πέρσες και Αρχιτεκτονική Τοπίου

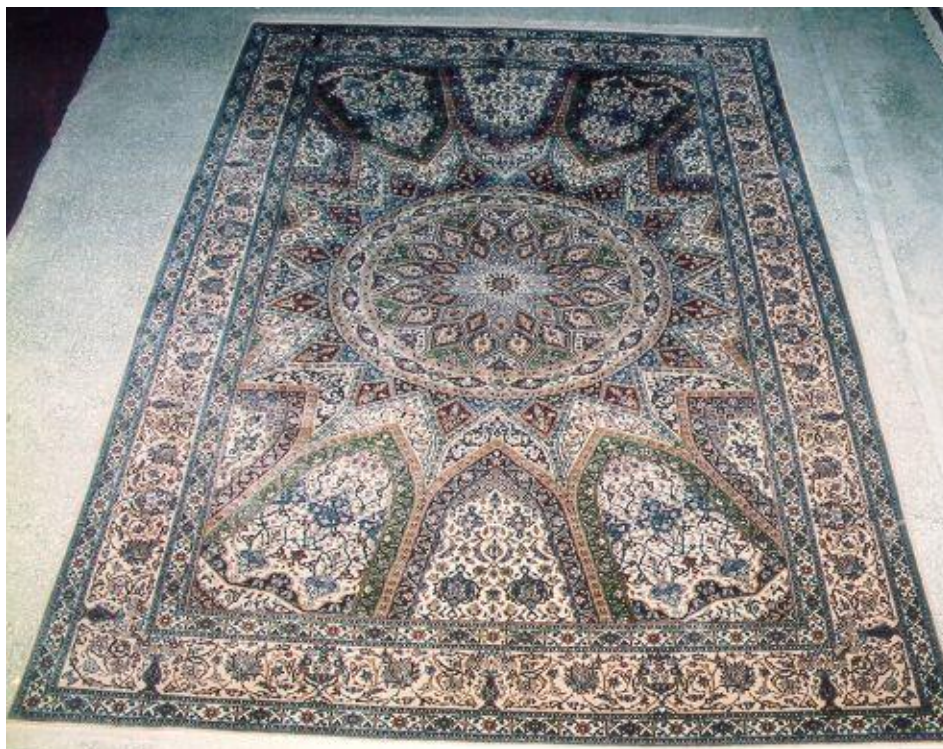
Στα Ιρανικά υψίπεδα το νερό είναι λιγοστό και αυτό το καθιστά ακόμα πιο πολύτιμο. Το λιώσιμο του χιονιού στα βουνά, γεμίζει τις κοίτες των χειμάρρων την άνοιξη. Ο ερχομός του καλοκαιριού έρχεται να στερέψει τους χειμάρρους αυτούς και να ‘‘πνίξει’’ τον τόπο στην ζέστη και την σκόνη. Σε αυτό το εχθρικό περιβάλλον οι Πέρσες όντας συνεχιστές του Μεσοποταμιακού πολιτισμού των Σουμέριων, των Ασσύριων, και των Βαβυλώνιων, μετατρέψανε τον κήπο σε καταφύγιο. Υιοθέτησαν την αγάπη και τον σεβασμό για τα δέντρα. Η δεινροφύτευση θεωρούνταν πολύ σεβαστή απασχόληση και μάλιστα ήταν μέρος της εκπαίδευσης των νεαρών Περσών.

Η αγάπη των Περσών για κήπους διατηρήθηκε ανά τους αιώνες και ο κήπος με τα τέσσερα κανάλια αποτέλεσε βασικό θέμα στον σχεδιασμό των κήπων, γεγονός που

⁹ Διατριβή-Ισλαμικοί Κήποι-Ιστορία και χαρακτηριστικά των Ισλαμικών κήπων έως τον 16^ο αι .Ματθάκης Μ. , Γιουζέπας Δ. ΔΠΜΣ ΑΠΘ

¹⁰ Πηγή εικόνας: Google

απεικονίζεται και στα περσικά χαλιά. Με την εξάπλωση του Ισλαμισμού, τα βασικά στοιχεία του κήπου αυτού μεταφερθήκαν από τον Ατλαντικό ωκεανό μέχρι την Ινδία, φτάνοντας στην σύγχρονη εποχή.



Εικ 6: Περσικό χαλί με απεικόνιση κήπου¹¹

1.5.2 Σημαντικότερος Περσικός Κήπος

Ο Κύρος είναι ο κατασκευαστής του σημαντικότερου περσικού κήπου. Τα ερείπια του συναντώνται στο υψίπεδο του Marradasht στο Νότιο Ιράν στην Πασαργάνα και χρονολογούνται το 550 π.Χ.

Συνδυάζοντας κατασκευαστικά στοιχεία με φυτεύσεις, κανάλια νερού και περίπτερα κήπου που έδιναν σκιά, ο κήπος του Κύρου αποτελεί τη βάση για την μετέπειτα εξέλιξη των κήπων.¹²

Ο κήπος αυτός, παρουσιάζει ένα γεωμετρικό σχέδιο με πέτρινα κανάλια και γι' αυτό σώζονται ακόμα. Στο σημείο συνάντησης των καναλιών υπήρχε δεξαμενή που λειτουργούσε ως πηγή τροφοδοσίας αυτών των καναλιών.

Ο ιστορικός Λύσανδρος οπού ξεναγήθηκε από τον Κύρο τον ίδιο στον κήπο, ενθουσιάστηκε από την ομορφιά των δέντρων, την ομοιομορφία των φυτεύσεων σε κανονικές σειρές, τον ξεκάθαρο τρόπο με τον οποίο ήταν φτιαγμένες οι γωνίες, και περισσότερο από τις γλυκές μυρωδιές που συνόδευαν κάθε βήμα τους.

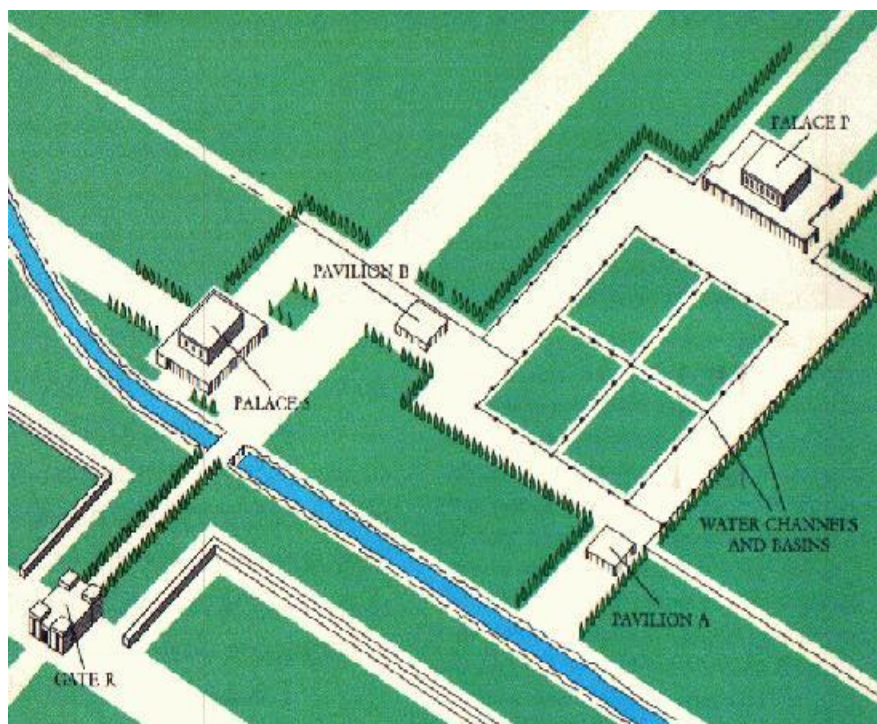
¹¹<http://www.ioakeimidis.gr>

¹²Art-arena.com

Σήμερα έχουν μείνει λίγες κολώνες από το παλάτι και τα πέτρινα κανάλια για να θυμίζουν στον επισκέπτη τον παράδεισο που υπήρχε.



Εικ 7: Ερείπια αρχαίας πόλης Πασαργάδας¹³



Εικ 8: Άποψη παλατιού στην Πασαγράδα όπου διακρίνεται ο τετραμερής κήπος στην μέση καθώς και τα κανάλια που πλαισιώνουν τον χώρο.¹⁴

¹³Πηγή εικόνας: Google

¹⁴Πηγή εικόνας: Google

1.6 Επιρροές στην σύγχρονη μεσογειακή Αρχιτεκτονική Τοπίου

Οι κήποι των λαών που μελετήθηκαν, είχαν επιδράσει στην ευρωπαϊκή κηποτεχνία και την Αρχιτεκτονική Τοπίου. Οι επιδράσεις αυτές, ακολούθησαν διάφορους τρόπους για να φτάσουν στην Ευρώπη. Τα ταξίδια που γίνονταν μεταξύ των γειτονικών χωρών είχαν ως αποτέλεσμα και τη μεταφορά μέρος των κηποτεχνικών παραδόσεων των πολιτισμών αυτών στις γειτονικές χώρες.

Αρχαίοι Έλληνες όπως ο Ξενοφώντας και ο Λύσανδρος επισκέφτηκαν την Περσία. Ο Ξενοφώντας αναφέρει πόσο θαύμασε την συμμετρικότητα και την γραμμικότητα των φυτεύσεων και πόσο εντυπωσιάστηκε από το μέγεθος των πάρκων.

Το ίδιο και ο Λύσανδρος, που ξεναγήθηκε από τον ίδιο τον Κύρο τον Μέγα στους κήπους του στην Πασαγράδα.¹⁵

Δεν πρέπει να ξεχνάμε και τον Αλκιβιάδη στον οποίο ο Τισσαφέρνης αφιέρωσε ένα κήπο για να δείξει την ευγνωμοσύνη του.

Την μεγαλύτερη μεταφορά στοιχείων από τους περσικούς κήπους στην Ευρώπη είχαμε λίγο αργότερα με την κατάκτηση της Περσίας από τον Μέγα Αλέξανδρο και την εξάπλωση του ελληνικού πολιτισμού στην Ασία και την Αίγυπτο.

Η Αλεξάνδρεια που ιδρύθηκε από τον Αλέξανδρο είχε το 1/5 της καλυμμένο με πάρκα και κήπους ¹⁶ που μάλιστα συνδέονταν μεταξύ τους.

Με την επιστροφή των στρατιωτών του Μεγάλου Αλεξάνδρου στην χώρα τους, μετέφεραν και όσα είδαν και συνάντησαν στις χώρες που πήγαν.

1.6.1 Σύγχρονα παραδείγματα

Στην Ελλάδα, με την μικρή παράδοση στην κηποτεχνία, είναι δύσκολο να εντοπιστούν παραδείγματα κήπων με επιρροές από τους κήπους που αναφέρθηκαν. Όχι ότι δεν υπήρχαν αλλά δεν δημοσιεύονται ώστε να υπάρχει φωτογραφικό υλικό.

Παρόλα αυτά, εντοπίστηκαν τρία περιπτώσεις κάπως ιδιαίτερες, και είναι οι εξής:

¹⁵Gardenvisit.com

¹⁶Gardenvisit.com

1.6.1.1 Κήποι του Πασά στην Θεσσαλονίκη

Η αποκατάσταση αυτών των κήπων σχεδιάστηκε από την Μαίρη Ανανιάδου Τζιμοπούλου την δεκαετία του '90. Παρατηρείται η γεωμετρική (σε κάναβο) φύτευση εσπεριδοειδών που θυμίζει την αυλή με τις πορτοκαλιές στη Γρανάδα, ενώ σε μια άλλη άποψη των κήπων του Πασά παρατηρείται ένα στενό αυλάκι το οποίο ξεκινά από τα εσπεριδοειδή (νεραντζιές) και ταξιδεύει στον κήπο.



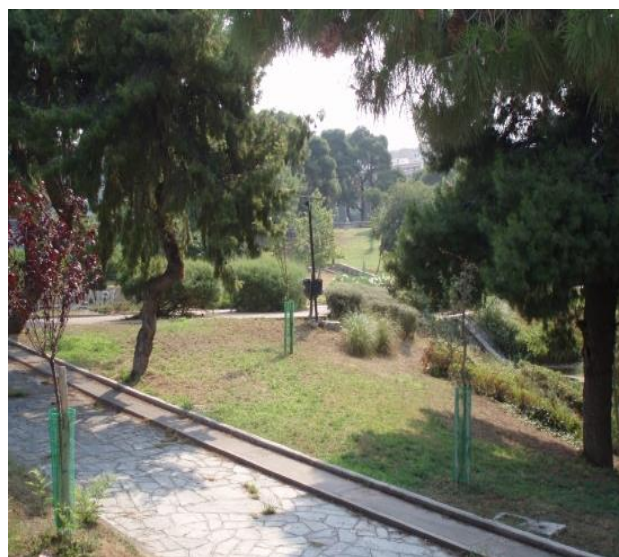
Εικ 9



Εικ 10



Εικ 11



Εικ 12

Εικ: 9,10,11,12: Άποψη Κήπων του Πασά, Θεσσαλονίκη¹⁷

¹⁷ Αρχείο εικόνας: Google

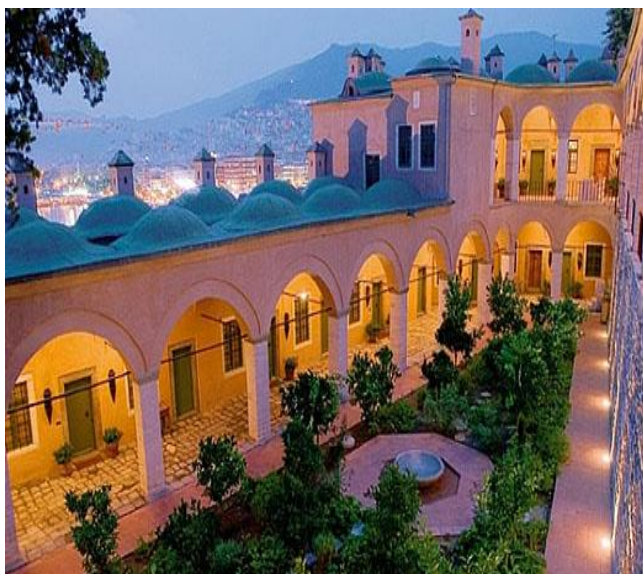
1.6.1.2 Κήποι του ξενοδοχείου «Ιμαρέτ» στην Καβάλα

Το κτήριο χτίστηκε την περίοδο 1817-1821 από τον Mohamed Ali, τον ιδρυτή του σύγχρονου αιγυπτιακού κράτους, που είχε γεννηθεί στην Καβάλα. Μετά από πολλές δεκαετίες παρακμής και εγκατάλειψης, αναστηλώθηκε και έγινε ξενοδοχείο. Δεν είναι γνωστό εάν έγινε προσπάθεια οι κήποι του να κατασκευαστούν με βάση τους παλιούς. Ωστόσο, διακρίνουμε κάποιες επιρροές από τους ισλαμικούς κήπους.

Στον χώρο της πισίνας διακρίνουμε πως η πισίνα λειτουργεί ως καθρέπτης για την κιονοστοιχία που βρίσκεται γύρω της.

Παράλληλα το κτήριο δίνει με το σχεδιασμό του και την απαραίτητη εσωστρέφεια και περίκλειση που διακρίνει τόσο τα ισλαμικά κτήρια όσο και τους κήπους τους.

Σ' ένα άλλο περίκλειστο κήπο του ίδιου συγκροτήματος διακρίνεται ένα μικρό σιντριβάνι στο κέντρο του χώρου που χαρίζει τη δροσιά του στους επισκέπτες.



Εικ 13: (αριστερά) Άποψη σιντριβανιού στον περίκλειστο κήπο του Ιμαρέτ.

Εικ 14: (δεξιά) Άποψη καθρεφτίσματος κίωνων στον χώρο της πισίνας.¹⁸

Μία ακόμη περίπτωση ελληνικών κήπων στους οποίους είναι εμφανής η επιρροή των ισλαμικών κήπων, είναι η περίπτωση των 'Έκλεκτιστικών Βιλών' στη Θεσσαλονίκη στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, αρχές 20^{ου} αιώνα.

¹⁸ Πηγή εικόνων 13,14: imaret.gr

1.6.1.3 Βίλες στη Θεσσαλονίκη

Στις βίλλες αυτές παρατηρούνται επιδράσεις τόσο από δυτικοευρωπαϊκά όσο και από ανατολικά πρότυπα. Την εποχή αυτή η Θεσσαλονίκη, ήταν ακόμη κάτω από τον έλεγχο της Οθωμανικής αυτοκρατορίας αλλά ως σημαντικό κέντρο εμπορίου που βρισκόταν στο μέσο μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Απο τα χαρακτηριστικότερα στοιχεία της ισλαμικής παράδοσης (Τσαλικίδης 1990) ήταν η έντονη περίκλειση και απομόνωση του κήπου, η εκτεταμένη χρήση του νερού και η αφθονία βλάστησης η οποία βοηθούσε και στην δημιουργία απομόνωσης πέρα από τις μυρωδιές και τα χρώματα που παρείχε στο χρήστη του κήπου.

Η χρήση του κυπαρισσιού και των οπωροφόρων δέντρων είναι επίσης ισλαμικής προέλευσης.

Στον κήπο της βίλλας Καπατζί (1981) παρατηρείται το σιντριβάνι που προσέφερε δροσιά και ευχάριστο ήχο και που είχε το χαρακτηριστικό οκτάγωνο σχήμα των ισλαμικών σιντριβανιών.



Εικ 15: Βίλα Καπατζί όπου φαίνεται το οκτάγωνο σιντριβάνι.¹⁹

¹⁹Πηγή εικόνας: Google

2

Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ – ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΝΕΡΟΥ

Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, γίνεται αναφορά στην παγκόσμια κατανομή νερού, περιγράφεται το «μοίρασμα» του νερού στον πλανήτη μας. Στην συνέχεια αναλύεται το πρόβλημα της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, το οποίο είναι αλληλένδετο με το πρόβλημα της έλλειψής του. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται μια αναφορά στον κύκλο του νερού ο οποίος παρουσιάζει την αντίθεση μεταξύ αστικού περιβάλλοντος και φύσης παρουσιάζοντας την διαφορετικότητα στην αξιοποίηση του νερού της βροχής στα δυο αυτά τοπία.

2.1 Παγκόσμια κατανομή νερού

Το νερό αποτελεί το 80% της επιφάνειας της γης, από τα συνολικά 1.386 εκατομμύρια κυβικά km του νερού στη Γη, περισσότερο από το 96% είναι αλμυρό νερό. Το 68% του γλυκού νερού είναι δεσμευμένο σε πάγο και παγετώνες, ενώ ένα 30% του γλυκού νερού βρίσκεται σε υπόγειους υδροφορείς. Το επιφανειακό γλυκό νερό που βρίσκεται σε ποτάμια και λίμνες αντιπροσωπεύει το 1% του συνολικού νερού στη Γη, από εκεί προέρχονται και οι βασικές πηγές νερού για την κάλυψη των ανθρωπίνων αναγκών.²⁰(εικ.21)



Εικ 16: Παγκόσμια κατανομή νερού²¹

²⁰Perlman H, Μακρόπουλος Χ., Κουτσουγιαννίδης Δ. (2004) "Ο υδρολογικός κύκλος" USGA Sciences for a changing world

²¹ Πηγή εικόνας: Google

2.2 Υποβάθμιση της ποιότητας νερού

Η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, οφείλεται και στα όμβρια ύδατα. Παρατηρήθηκε, ότι υπάρχουν τρεις κατηγορίες ρύπων που μεταφέρουν τα όμβρια ύδατα ²² καθώς κινούνται επιφανειακά με κατεύθυνση προς τα ρέματα/κανάλια/ποτάμια/λίμνες.

-  Σκουπίδια όπως: γόπες, χαρτιά, σακούλες, κουτιά κτλ.
-  Χημικά όπως: απορρυπαντικά, λάδια, λιπάσματα, φυτοφάρμακα κτλ.
-  Οργανικά υλικά όπως: φύλλα, φυτικά υπολείμματα από εργασίες συντήρησης χώρων πρασίνου, απορρίμματα ζώων κτλ.²³

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, να μετατρέπονται από πηγή ζωής σε πηγή ρύπανσης. Οι επιπτώσεις στα συστήματα νερού όπου και καταλήγει είναι οι ακόλουθες:

-  Μείωση των επιπέδων οξυγόνου
-  Αύξηση των ποσοτήτων αζώτου και φωσφόρου
-  Παρουσία μεγάλων ποσοτήτων υδρογονανθράκων
-  Ύπαρξη βαρίων μετάλλων όπως ψευδάργυρος, σίδηρος, και κάδμιο.
-  Συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων από σκουπίδια και επιχωματώσεις²⁴

Οι επιπτώσεις αυτές, δεν περιορίζονται μόνο στο επιφανειακό νερό αλλά και στο νερό που είναι συγκεντρωμένο στο υπόγειο υδροφόρο στρώμα.²⁵

²²Όμβρια ύδατα θεωρούνται τα νερά της βροχής που κινούμενα στην επιφάνεια του εδάφους δεν ανακόπτονται, δε διηθούνται και δεν αποθηκεύονται στο έδαφος ονομάζονται νερά επιφανειακής απορροής ή όμβρια ύδατα. Κάτω από φυσικές συνθήκες η επιφανειακή απορροή κυμαίνεται στο 10-20% της συνολικής βροχόπτωσης σε προάστια 40-50% και στις πόλεις 90-100%. (Maryland Department of Environmental Resources Programs and Planning Division (1999), «An Integrated Design Approach, Prince George. S County» pp47) [λόγ. < αρχ. όμβριος, όμβρια ύδατα 'νερά της βροχής'], Πύλη, Λεξικό της κοινής νεοελληνικής.

²³www.epa.nsw.gov.au/stormwater/whatcauses.html

²⁴ Τσιούρης. Σ.Ε. και Καλπάρχης Σ. 2006 ''Ο ποταμός Γαλλικός, Εχέδωρος ή Εχέρυπας ; '' σελ 391-398 Σε Α.Σ. Νάσσης και Σ.Ε. Τσιούρης Τα περιμετρικά προβλήματα της Θεσσαλονίκης και της ευρύτερης περιοχής. Οι απόψεις του ΑΠΘ Πρακτικά 2^{ου} συνεδρίου συμβουλίου περιβάλλοντος ΑΠΘ Θεσσαλονίκη 1-4 Ιούνη 2006.

²⁵Atlanta Regional Commission 2001 ''Georgia storm water management manual Volume 1 '' section 1.1 p3

2.3 Ο κύκλος του νερού



Εικ 17: Ο κύκλος του νερού²⁶

Σαν κύκλος που είναι, ο υδρολογικός κύκλος δεν έχει αρχή, αλλά είναι βολικό να ξεκινήσει κανείς απ' τη θάλασσα. Ο ήλιος, που κινεί τον κύκλο του νερού, θερμαίνει το νερό στη θάλασσα (στους ωκεανούς) το οποίο εν μέρει εξατμίζεται και ανυψώνεται με τη μορφή ατμού στον αέρα. Νερό εξατμίζεται ακόμα από τις λίμνες, τα ποτάμια και το έδαφος. Η διαπνοή των φυτών είναι μια ακόμη λειτουργία που αποδίδει υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Η εξάτμιση και διαπνοή από την ξηρά συχνά δεν διακρίνονται και έτσι μιλούμε για εξατμοδιαπνοή. Μια μικρή ποσότητα υδρατμών στην ατμόσφαιρα προέρχεται από την εξάχνωση, μέσω της οποίας μόρια από πάγους και χιόνια μετατρέπονται απευθείας σε υδρατμούς χωρίς να περάσουν από την υγρή μορφή (Perlmanet. al, 2005).

Ανοδικά ρεύματα αέρα ανεβάζουν τους υδρατμούς στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου οι μικρότερες πιέσεις που επικρατούν έχουν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας. Επειδή όμως σε χαμηλή θερμοκρασία ο αέρας δεν μπορεί πια να συγκρατεί όλη τη μάζα των υδρατμών, ένα μέρος τους συμπυκνώνεται και σχηματίζει τα σύννεφα. Τα ρεύματα του αέρα κινούν τα σύννεφα γύρω απ' την υδρόγειο. Παράλληλα τα σταγονίδια νερού που σχηματίζουν τα σύννεφα συγκρούονται και μεγαλώνουν, και τελικά πέφτουν απ' τον ουρανό ως κατακρημνίσματα, η συχνότερη μορφή των οποίων είναι η βροχή. Μια μορφή κατακρημνίσματος είναι το χιόνι, το οποίο όταν συσσωρεύεται σχηματίζει πάγους και παγετώνες. Σε σχετικά θερμότερα κλίματα,

²⁶Πηγή εικόνας: Google

όταν έρχεται η άνοιξη, το χιόνι λιώνει και το ξεπαγωμένο νερό ρέει, σχηματίζοντας την απορροή από λιώσιμο του χιονιού. Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων πέφτει απευθείας στους ωκεανούς.

Από την ποσότητα που πέφτει στη στεριά, ένα σημαντικό μέρος καταλήγει και πάλι στους ωκεανούς ρέοντας υπό την επίδραση της βαρύτητας, ως επιφανειακή απορροή. Η μεγαλύτερη ποσότητα της επιφανειακής απορροής μεταφέρεται στους ωκεανούς από τα ποτάμια, με τη μορφή ροής σε υδατορεύματα. Η επιφανειακή απορροή μπορεί ακόμη να καταλήξει στις λίμνες, που αποτελούν, μαζί με τους ποταμούς, τις κυριότερες αποθήκες γλυκού νερού.

Ωστόσο, το νερό των κατακρημνισμάτων δεν ρέει αποκλειστικά μέσα στους ποταμούς. Κάποιες ποσότητες διαπερνούν το έδαφος με τη λειτουργία της διήθησης και σχηματίζουν το υπόγειο νερό. Μέρος του νερού αυτού μπορεί να ξαναβρεί το δρόμο του προς τα επιφανειακά υδάτινα σώματα (και τους ωκεανούς) ως εκφόρτιση υπόγειου νερού. Όταν βρίσκει διόδους προς της επιφάνεια της γης εμφανίζεται με τη μορφή πηγών. Ένα άλλο μέρος του υπόγειου νερού πηγαίνει βαθύτερα και εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύσουν τεράστιες ποσότητες νερού για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Ακόμα και το νερό αυτό όμως συνεχίζει να κινείται και με τη πάροδο του χρόνου μέρος του ξαναμπαίνει στους ωκεανούς όπου ο κύκλος του νερού "τελειώνει" ... και "ξεκινάει".

Η Γεωλογική Υπηρεσία των ΗΠΑ (USGS) έχει διακρίνει 16 μέρη του υδρολογικού κύκλου (Perlmanet. al, 2005):

-  Αποθήκευση νερού στη θάλασσα
-  Εξάτμιση
-  Εξατμοδιαπνοή
-  Εξάχνωση²⁷
-  Νερό στην ατμόσφαιρα
-  Συμπύκνωση

²⁷Εξάχνωση, τόσο στη Φυσική όσο και στη Χημεία, ονομάζεται η μετατροπή μιας στερεάς ουσίας απευθείας σε αέριο, χωρίς να περάσει από την ενδιάμεση υγρή κατάσταση, αποτελεί δε μια από τις αλλαγές φάσεων της φυσικής μορφής της ύλης (κατάσταση της ύλης). Λεξικό της κοινής νεοελληνικής «Πύλη»

- ✚ Κατακρημνίσματα²⁸
- ✚ Αποθήκευση νερού σε πάγους και χιόνια
- ✚ Απορροή από λιώσιμο του χιονιού
- ✚ Επιφανειακή απορροή
- ✚ Ροή σε υδατορεύματα
- ✚ Αποθήκευση γλυκού νερού
- ✚ Διήθηση
- ✚ Αποθήκευση υπόγειου νερού
- ✚ Εκφόρτιση υπόγειου νερού
- ✚ Πηγές

Οι κλιματικές αλλαγές με τις ραγδαίες βροχοπτώσεις δεν είναι όμως η μόνη αιτία πρόκλησης των πλημμυρικών γεγονότων. Οι ανεξέλεγκτες επεμβάσεις που έχουν γίνει στους ποταμοχειμάρρους (μπαζώματα, εγκιβωτισμοί, αμμοληψίες), η απουσία έργων ορεινής υδρονομίας (μικρά φράγματα ανάσχεσης της ροής, λιμνοδεξαμενές), η αποψίλωση των δασών, η οικιστική ανάπτυξη χωρίς πολεοδομικό σχεδιασμό και προγραμματισμό έργων υποδομής και η διάνοιξη οδών με χαμηλές τεχνικές προδιαγραφές διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις καταστροφές που προξενούν οι πλημμύρες.

Η μεγάλη συχνότητα των φαινομένων αυτών, καθώς και το υψηλό κόστος που μπορεί να έχουν τα φαινόμενα αυτά τόσο σε ανθρώπινες ζωές, όσο και σε οικονομικά μεγέθη καθιστά αναγκαία τη μελέτη και τον σχεδιασμό για την πρόληψή τους. Έτσι λοιπόν είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις ακρότατες τιμές των πλημμυρικών παροχών τόσο για τον σωστό σχεδιασμό των διαφόρων τεχνικών έργων (αποχετευτικά συστήματα, διευθετήσεις κοίτης ποταμών, σχεδίαση υπερχειλιστών σε φράγματα κλπ.), όσο και για τη μεγαλύτερη ασφάλεια των πολιτών από τους κινδύνους αυτούς.²⁹

²⁸Με τον όρο ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα εννοούμε το νερό που φτάνει από την ατμόσφαιρα στο έδαφος με οποιαδήποτε μορφή, είτε είναι υγρή (βροχή, δροσιά, βροχοομίχλη) είτε στερεή (χαλάζι, χιόνι, πάχνη) και αέρια (υδρατμοί). Ηλεκτρονικό λεξικό: «Sensagent»

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Στο παρακάτω κεφάλαιο θα αναλυθεί μία από τις βασικές τεχνικές οικολογικής διαχείρισης, η τεχνική της μεταφοράς και του καθαρισμού του νερού. Οι τεχνικές που θα αναλυθούν και που εφαρμόζονται για την οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων στο αστικό τοπίο, πρέπει να διέπονται από την αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης- σε κάθε περίπτωση- πρακτικής, στην αφαίρεση των ρυπογόνων ουσιών, από την αποτελεσματική ενσωμάτωση στο γενικότερο σχεδιασμό του τοπίου, από την δημιουργία περιβαλλοντικών ωφελειών κ.α. Μερικοί τρόποι για την επίτευξη της άρτιας μεταφοράς και του καθαρισμού του νερού είναι αρχικά τα κανάλια αποστράγγισης και περιοδικής κατακράτησης του νερού, οι ζώνες βλάστησης, τα φυτοδοχεία, το γκρίζο νερό κ.α.

3.1 Τεχνικές μεταφοράς και καθαρισμού

Πρόκειται για εναλλακτικές τεχνικές που έρχονται σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους διαχείρισης, που στηρίζονται στη χρήση μεγάλων σωλήνων που αυξάνουν τη μεταφορά του απορρέοντος νερού της βροχής και δεν δίνουν καμία βαρύτητα στη βελτίωση της ποιότητάς του. Οι τεχνικές αυτές που μπορούν να αντικαταστήσουν τους μεγάλους αποχετευτικούς αγωγούς, απαιτούν περισσότερο χώρο, όμως είναι μία μέθοδος λιγότερο δαπανηρή.³⁰

3.1.1 Ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης (Dry swale)

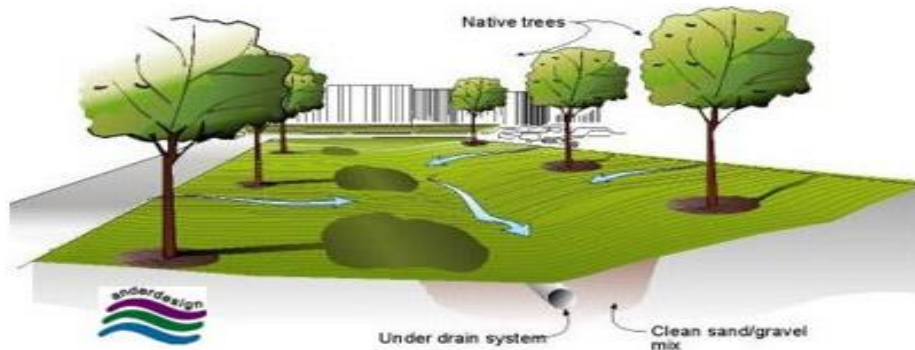
Τα ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως για την μεταφορά και τον καθαρισμό του νερού της βροχής το οποίο δεν το κατακρατούν, ενώ σε ένα μικρό ποσοστό το διηθούν στο έδαφος.

Τα κανάλια αυτά έχουν μικρό βάθος και κατά τη διέλευση του νερού από την επιφάνεια τους καταφέρνουν να μειώσουν τον όγκο και την ταχύτητά του. Τα κανάλια πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένα και συγχρόνως λειτουργικά. Ανάλογα με τον τύπο βλάστησης που καλύπτει την επιφάνειά τους χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

 Στα ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης με χλοοτάπητα (Εικ 18)., για να μεταφέρουν το νερό της βροχής. Τα ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης χρησιμοποιούνται ως

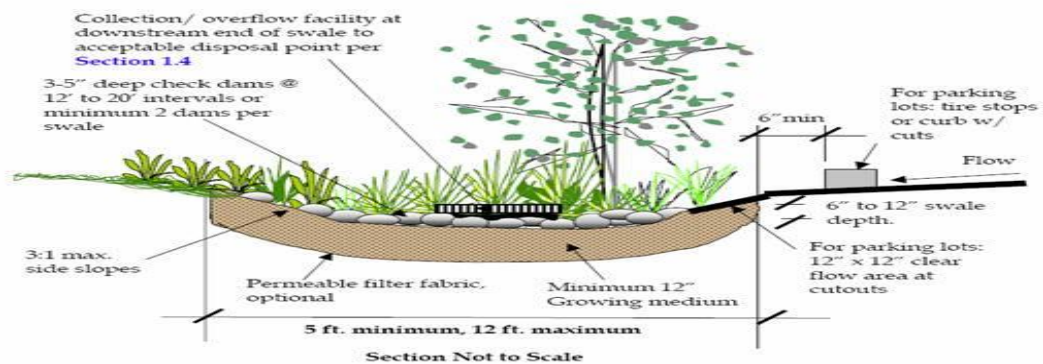
³⁰ Μεταπτυχιακή διατριβή Δ. Σωτηριάδη , Οικολογική διαχείριση όμβριων υδάτων, η περίπτωση της Θεσσαλονίκης, ΔΠΜΣ ΑΠΘ.

υδροφράχτες όπου συντελούν στη μείωση της ταχύτητας, στην αύξηση της διήθησης και στην κατακράτηση των ιζημάτων



Εικ. 18: Ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης με χλοοτάπητα.³¹

- ✚ Στα ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης με φυτική βλάστηση (Εικ. 19,) όπου κατακρατούν μεγαλύτερες ποσότητες ρύπων (αιωρούμενα σωματίδια, ίχνη μετάλλων) ενώ συγχρόνως επιβραδύνουν την ταχύτητα του νερού που διέρχεται από την επιφάνειά τους.³²



Εικ. 19: Ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης με φυτική βλάστηση³³

³¹Πηγή εικόνας: Google

³² Department of Public Services and Planning and Community Development, (2005), "Urban storm water management Guidebook prepared for City of Salem"

³³Πηγή εικόνας: Google



Εικ: 20



Εικ: 21

Εικ.20,21: Υδατοφράχτες που συντελούν στη μείωση της ταχύτητας, στην αύξηση της διήθησης και στην κατακράτηση των ιζημάτων.³⁴

³⁴Πηγή εικόνων:Google

3.1.2 Ανοιχτά κανάλια περιοδικής κατακράτησης του νερού (Wet swale)

Τα ανοιχτά κανάλια περιοδικής κατακράτησης των όμβριων υδάτων (Εικ. 22) σε αντίθεση με τα ανοιχτά κανάλια αποστράγγισης λειτουργούν περισσότερο ως υγρότοποι καθώς το έδαφος τους λόγω της διαφορετικής του σύστασης είναι κορεσμένο στο νερό. Αυτό σημαίνει ότι τα κανάλια αυτά περιέχουν νερό κατά μεγάλες περιόδους.

Όσον αφορά τον σχεδιασμό, και αυτά τα κανάλια είναι γραμμικά, οι κλίσεις τους όμως είναι μικρότερες φτάνοντας το 1-2 % για να μπορούν να κατακρατούν το νερό. Το σχήμα τους είναι λιγότερο καναλοποιημένο σε σχέση με τα ξηρά κανάλια. Η βασικότερη όμως διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι δεν περιέχουν σωλήνα αποστράγγισης.



Εικ. 22: Κανάλι περιοδικής κατακράτησης νερού (wet swale)³⁵

3.1.3 Ζώνες βλάστησης (Filter strips)

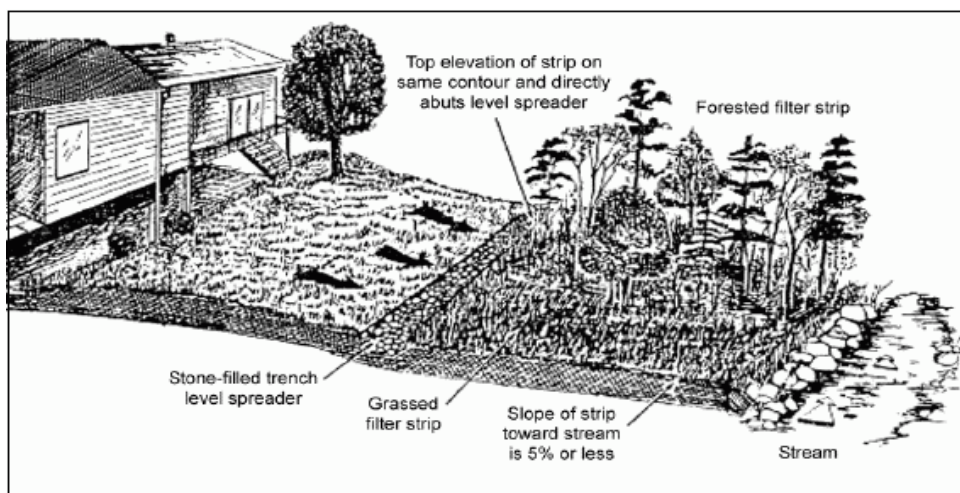
Οι ζώνες βλάστησης (Εικ 23,24) είναι φυτεμένες περιοχές με χαμηλή κλίση, σχεδιασμένες για να υποδέχονται άμεσα το νερό της βροχής που απορρέει επιφανειακά από τις σκληρές επιφάνειες. Σκοπός τους είναι να μειώσουν τη ροή του νερού, να το φιλτράρουν από τους ρύπους που περιέχει και να συμβάλλουν στη διήθηση μιας ποσότητας στο υπέδαφος. Σε σχέση με τα ανοιχτά κανάλια απορροής θεωρούνται πιο αποδοτικά καθώς το νερό που απορρέει δεν είναι καναλοποιημένο και κινείται σε πολύ

³⁵Πηγή εικόνας:Google

μεγαλύτερο πλάτος. Αποτελούν το πρώτο στάδιο διαχείρισης πριν οδηγηθεί το νερό άλλου τύπου τεχνικές όπως τη βιοκατακράτηση.³⁶



Εικ 23: Ζώνες βλάστησης σε παρκινγκ.³⁷



Εικ 24: Ζώνες βλάστησης σε κατοικία³⁸

3.1.4 Φυτοδοχεία και υπερυψωμένα παρτέρια

Τα φυτοδοχεία και τα υπερυψωμένα παρτέρια περιέχουν οργανικό εδαφικό μείγμα στο οποίο είναι φυτεμένα διάφορα είδη φυτών όπως δέντρα, θάμνοι και πολυετείς πόες . Λειτουργούν ως μικρής κλίμακας συστήματα συλλογής και καθαρισμού του νερού της βροχής. Υπάρχουν δυο κατηγορίες με διαφορετικές χρήσεις.

1. Τα φυτοδοχεία
2. Τα υπερυψωμένα παρτέρια

3.1.4.1 Φυτοδοχεία

Τα φυτοδοχεία (Εικ 25) τοποθετούνται συνήθως πάνω σε σκληρές επιφάνειες (πεζοδρόμια, πλατείες, νησίδες) και κυρίως σε περιοχές όπου δεν υπάρχει δυνατότητα

³⁶Department of Public Services and Planning and Community Development, (2005), “ Urban storm water management Guidebook prepared for City of Salem”

³⁷ Πηγή εικόνας: www.lakesuperiorstreams.org

³⁸ Πηγή εικόνας: Google

χρήσης κάποιας άλλης μεθόδου. Τα φυτά που φυτεύονται στα φυτοδοχεία, πρέπει να είναι ξηρανθεκτικά ώστε να έχουν μειωμένες απαιτήσεις σε νερό τους θερινούς μήνες του έτους.

Έχουν διάφορες διαστάσεις και μεγάλη ποικιλία στο σχήμα τους. Τα φυτοδοχεία πρέπει να καλύπτουν το 50% της επιφάνειας στην οποία τοποθετούνται ώστε να έχουν αποτέλεσμα στη μείωση των ρύπων και στη μείωση της ταχύτητας ροής του νερού της βροχής.

Στην Αρχιτεκτονική Τοπίου, μεγάλα φυτοδοχεία στα οποία μπορούν να φυτευτούν ακόμη και δέντρα, διασκεδάζουν μεγάλες πλακοστρώσεις επιφάνειες πλατειών νησίδων πόλεων, πλατιών πεζοδρομίων, χώρους στάθμευσης οχημάτων, σιδηροδρομικούς σταθμούς, λεωφορείων, αποβάθρες λιμανιών και άλλους μεγάλους ή μικρούς κοινόχρηστους χώρους.³⁹



Εικ 25:Φυτοδοχεία με ξηρανθεκτικά φυτά σε πλατεία.⁴⁰

3.1.4.2 Υπερυψωμένα παρτέρια

Σε αυτή την κατηγορία η βάση των παρτεριών καλύπτεται από μία αδιαπέραστη επιφάνεια ώστε να μην επιτρέπει στο νερό που συγκεντρώνεται συνήθως από τις οροφές των κτηρίων να οδηγηθεί στο υπέδαφος. Αντιθέτως το νερό παραμένει για αρκετό χρονικό διάστημα στο παρτέρι, ώστε να καθαριστεί μέσω του εδαφικού μείγματος και των φυτών.

Στη συνέχεια στραγγίζει, και από ένα σωλήνα που βρίσκεται στον πυθμένα οδηγείται καθαρό, εκτός παρτεριού. Σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης το νερό υπερχειλίζει και

³⁹ " Ανθοκομία, Φυτά σε Φυτοδοχεία", Νικόλαος Α. Κανταρτζής

⁴⁰ Πηγή εικόνας: Google

οδηγείται είτε στο επόμενο παρτέρι είτε εκτός παρτεριού, με τελική κατάληξη το αποχετευτικό δίκτυο.

Είναι μία μέθοδος που εφαρμόζεται σε περιοχές με πολλές σκληρές επιφάνειες όπου δεν υπάρχει δυνατότητα χρήσης κάποιας άλλης μεθόδου. Επίσης μπορούμε να εκμεταλλευτούμε υψομετρικές διαφορές και να δημιουργήσουμε διαδοχικά παρτέρια που επικοινωνούν μεταξύ τους ακόμα και σε περιοχές που δεν υπάρχουν σκαλοπάτια.



Εικ 26



Εικ 27

Εικόνες 26,27: Υπερυψωμένα παρτέρια⁴¹

3.1.5 Δενδροδόχοι

Όσον αφορά τον σχεδιασμό της δενδροδόχου (Εικ 28,29), αποτελείται από ένα προκατασκευασμένο τσιμεντένιο πλαίσιο με ειδικό εδαφικό μείγμα που βιοκατακρατεί τους ρύπους του νερού της βροχής. Τοποθετείται στο πεζοδρόμιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και συνήθως περιέχει ένα δέντρο ή ένα θάμνο.

⁴¹<http://world.agronomists.BlogSpot.gr/2013/06/Lafayette-greens.html>

Μέσω διαφόρων βιολογικών, φυσικών και χημικών διεργασιών το νερό απαλλάσσεται από τις ρυπογόνες ουσίες και στραγγίζει καταλήγοντας σε ένα κεντρικό σωλήνα, από όπου διοχετεύεται πλέον καθαρό στους κεντρικούς σωλήνες αποχέτευσης της πόλης.

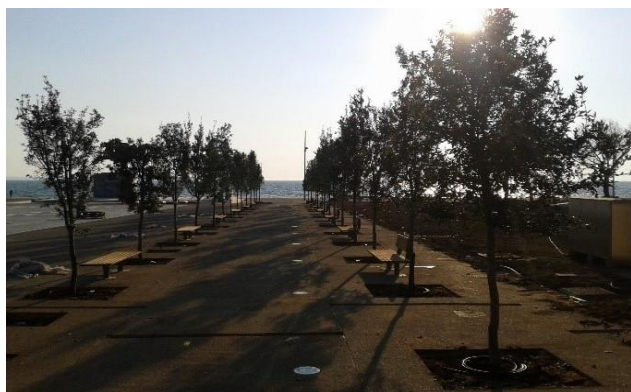
Κάποια από τα πλεονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι: πως θεωρείται αποτελεσματική σε πυκνοδομημένες περιοχές, προσδίδει αισθητική αξία και τέλος μειώνει την επιφανειακή απορροή.

Κάποια από τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι: πως δεν μπορεί να διαχειριστεί υψηλό όγκο νερού και γι' αυτό ενδείκνυται μόνο σε περιοχές που έχουν συχνές αλλά μικρής διάρκειας βροχοπτώσεις, είναι μια από τις πιο ακριβές μεθόδους καθώς απαιτούνται μεγάλα έργα υποδομής, και για τη σωστή λειτουργία της μεθόδου απαιτείται συχνή συντήρηση.

Επειδή η τσιμεντένια κατασκευή είναι απολύτως στεγανή μπορεί να τοποθετηθεί κατά μήκος αυτοκινητόδρομων, πεζοδρομιών, κτιρίων, καθώς και επίσης σε χώρους στάθμευσης χωρίς να υπάρχει ο φόβος για τη δημιουργία προβλημάτων από το ριζικό σύστημα των δέντρων.



Εικ 28: Δενδροδόχοι υπο κατασκευή στη Θεσσαλονίκη⁴²

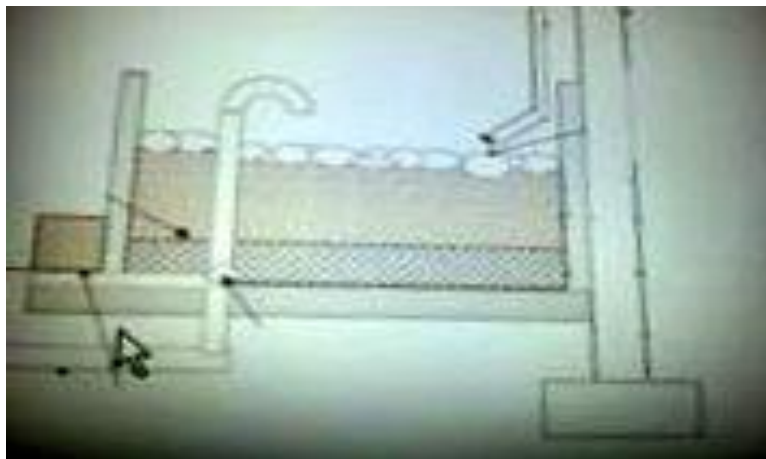


Εικ 29: Δενδροδόχοι κατά μήκος της Νέας Παραλίας στη Θεσσαλονίκη

⁴² Πηγή εικόνων: Από προσωπικό αρχείο

3.1.6 Φίλτρα άμμου (Sand filter)

Υπάρχουν δύο κατηγορίες φίλτρων άμμου (Εικ 30,31). Στην πρώτη κατηγορία στον πυθμένα του φίλτρου υπάρχει μια αδιαπέραστη επιφάνεια. Ένα τέτοιο φίλτρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές όπου δεν υπάρχει διαπερατό υπόστρωμα. Στη δεύτερη κατηγορία ο πυθμένας του φίλτρου είναι ελεύθερος και επικοινωνεί με το εδαφικό υπόστρωμα.



Εικ 30: Τομή φίλτρου άμμου⁴³



Εικ 31: Φίλτρο άμμου⁴⁴

⁴³Πηγή εικόνας: Μεταπτυχιακή διατριβή «Οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων, η περίπτωση της Θεσσαλονίκης», Σωτηριάδης Δ. , ΔΠΜΣ ΑΠΘ

⁴⁴Πηγή εικόνας:Google

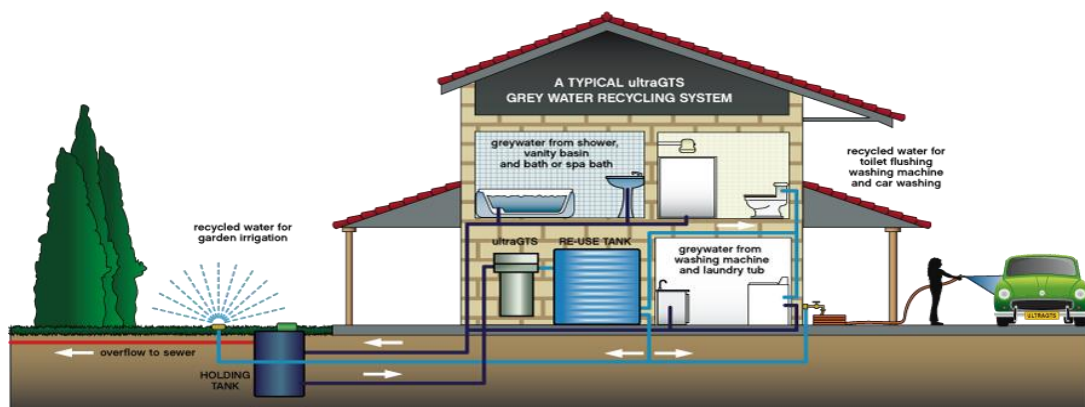
3.1.7 Γκρίζο νερό (Gray water)

Το γκρίζο νερό (Εικ 32), είναι μια μέθοδος ανακύκλωσης ημιακάθαρτου νερού, όπου βασίζεται στην συγκέντρωση απόβερων από οικιακές δραστηριότητες, όπως το ντους, τους νιπτήρες και το πλύσιμο των ρούχων και επαναχρησιμοποίηση αυτών, μετά από απλή επεξεργασία. Το ημιακάθαρτο νερό που απορρέει από την αποχέτευση του πλυντηρίου, του νιπτήρα, της μπανιέρας, της ντουζιέρας και αλλού, ονομάζεται γκρι, λόγω της θολερότητάς του και της σύστασής του και είναι απαλλαγμένο από επικίνδυνους ρυπαντές.

Το επεξεργασμένο γκρι νερό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα καζανάκια του μπάνιου, σε γενικούς καθαρισμούς, στο πλύσιμο αυτοκινήτων, σε πλυντήρια ρούχων και για πότισμα κήπων ή/και γκαζόν. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εξοικονομηθεί το 50-80% του νερού που χρησιμοποιείται σε ένα μέσο νοικοκυριό.

Η ανακύκλωση των ημιακάθαρτων νερών, γίνεται με τη συλλογή των νερών και τη μεταφορά τους με χωριστό δίκτυο σωληνώσεων σε μια δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης. Ακολουθεί η επεξεργασία και ο καθαρισμός του με απλά συστήματα και η μεταφορά του σε μια δεξαμενή αποθήκευσης, απ' όπου διοχετεύεται όταν υπάρχει ανάγκη, συνήθως στο καζανάκι της τουαλέτας ή για άρδευση κήπων και επιλεγμένων καλλιεργειών. Το σύστημα ανακύκλωσης του γκρίζου νερού μπορεί να συνδεθεί με το αντίστοιχο σύστημα εκμετάλλευσης του βρόχινου νερού, εφόσον υπάρχει. Κατά τον τρόπο αυτό μπορούν να ανακτηθούν ακόμα μεγαλύτεροι όγκοι νερού, υψηλότερης καθαρότητας. Στην περίπτωση που οι ανάγκες σε νερό δεν καλύπτονται από τις αντίστοιχες του επεξεργασμένου γκρίζου νερού, η δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης τροφοδοτείται αυτόματα με καθαρό πόσιμο νερό, από το οικιακό δίκτυο ύδρευσης.

Η πρακτική αυτή έχει ήδη επιβληθεί σε πολλές χώρες (π.χ. Γερμανία, ΗΠΑ, Αυστραλία, Ισραήλ, Κύπρο) και σε πολλές περιπτώσεις παρέχεται επιδότηση για εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων. Μελέτες για την Ελλάδα έδειξαν ότι σε άνυδρες περιοχές (π.χ. Κάλυμνος), συμφέρει η επιδότηση για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων, σε σχέση με το κόστος κάλυψης των αναγκών σε νερό. Ας ελπίσουμε ότι σύντομα και η δική μας χώρα θα ακολουθήσει το παράδειγμα των άλλων χωρών, προτού μειωθούν τα υδάτινα αποθέματα.⁴⁵



Εικ 32: Ολοκληρωμένο σύστημα του γκρίζου νερού⁴⁶

⁴⁵Μαρία Νικολαΐδη, Πολ. Μηχανικός Ε.Μ.Π

⁴⁶<https://greywaterau.wordpress.com>

4

Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΙΗΘΗΣΗΣ

Το κεφάλαιο αυτό θα αναλύσει τις τεχνικές που επιτρέπουν τα όμβρια ύδατα να διαπεράσουν το έδαφος, καθαρίζοντάς τα από τους ρύπους και εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα. Σε αυτές τις τεχνικές ανήκουν τα διαπερατά δάπεδα, -θα αναλυθούν τα εγκεκριμένα δάπεδα για την περίπτωση αυτή- ,τα κτιστά παρτέρια, οι δεξαμενές διήθησης κ.α.

4.1 Τεχνικές διήθησης

4.1.1 Διαπερατά δάπεδα

Μέσα στις πόλεις τα αδιαπέραστα δάπεδα καλύπτουν δυο φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από αυτές που καλύπτουν οι οροφές των κτιρίων. Ευθύνονται για τα δύο τρίτα του νερού της βροχής που απορρέει επιφανειακά, και σχεδόν εξ 'ολοκλήρου για τους ρύπους που μεταφέρει, και την αυξημένη θερμοκρασία του.⁴⁷

Τα υλικά του αστικού περιβάλλοντος, περιλαμβανομένων και των υλικών των κτηρίων, των συστημάτων σκίασης και της βλάστησης, παίζουν σημαντικό ρόλο, τροποποιώντας το μικροκλίμα και τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Οι επιφανειακές τους θερμοκρασίες επηρεάζουν τη θερμική ισορροπία και την άνεση μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας, η οποία είναι κυρίαρχη σε ένα περιβάλλον όχι καλά αεριζόμενο κάτι που αποτελεί συχνή συνθήκη στους αστικούς χώρους στο επίπεδο των πεζών. Θα πρέπει γενικά να επιλέγονται υλικά μειωμένης απορροφητικότητας και με αυξημένο δείκτη υδατοπερατότητας για την επίστρωση των δρόμων και των ελεύθερων επιφανειών όπως χόμα, γρασίδι, πλάκες σχιστόλιθου και κυβόλιθοι με τραχιά επιφάνεια σε βάση από χλοοτάπητα.⁴⁸

Τα πλεονεκτήματα των διαπερατών δαπέδων είναι:

- ✚ Επιτρέπουν στο νερό της βροχής να διαπεράσει το έδαφος
- ✚ Εμπλουτίζουν τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- ✚ Επιτρέπουν στις ρίζες των δέντρων να αναπνέουν
- ✚ Έχουν την ίδια αντοχή με τα παραδοσιακά είδη δαπέδων
- ✚ Αποτρέπουν την εμφάνιση θερμικών νησίδων
- ✚ Λόγω των πόρων που έχουν, επιτρέπουν το χιόνι να λιώσει πιο γρήγορα, απ' ότι τα παραδοσιακά δάπεδα

⁴⁷Yoders J., “ Porous Pavement Slipping Through The Cracks “, Building Design and Construction

⁴⁸ Διπλωματική εργασία «Βιοκλιματικός σχεδιασμός & περιβαλλοντική άνεση στον αστικό χώρο-προσημείωση με το λογισμικό envi-met», Δ. Παπουτσή

- ✚ Συντελούν στη βιοδιάσπαση των λαδιών από αυτοκίνητα, φορτηγά κτλ.

Τα μειονεκτήματα των διαπερατών δαπέδων είναι:

- ✚ Έχουν αυξημένο κόστος
- ✚ Δεν αντέχουν πολύ μεγάλα φορτία και γι' αυτό το λόγο τοποθετούνται σε δρόμους ήπιας κυκλοφορίας⁴⁹
- ✚ Απαιτούν πιο συχνή συντήρηση (το διαπερατό σκυρόδεμα και η πορώδης ασφαλτός γίνονται ένα σώμα με ξένα σωματίδια κάνοντας την επιφάνειά τους αδιαπέραστη από το νερό της βροχής)
- ✚ Δεν εφαρμόζονται σε δρόμους με κλίση άνω της τάξης 2%
- ✚ Δεν συναντώνται σε περιοχές με αργιλώδη εδάφη
- ✚ Πρέπει να τοποθετούνται σε απόσταση τουλάχιστον 3μ από τα κτίρια, και τουλάχιστον 30 μ από πηγές νερού

Η μεγάλη πληθώρα διαπερατών δαπέδων δίνει και τη δυνατότητα ενός μεγάλου φάσματος επιλογών, όπου οι κυριότεροι τύποι αυτών θα αναλυθούν παρακάτω.

4.1.1.1 Ξύλινα υπερυψωμένα δάπεδα

Τα ξύλινα υπερυψωμένα δάπεδα (Εικ. 33) χρησιμοποιούνται κυρίως ως διάδρομοι αλλά και σε περιπτώσεις που πρέπει να καλυφθεί μια επιφάνεια σε ένα προϋπάρχον οικοσύστημα όπως ένας υγρότοπος, ένα δάσος, ή μία παραλία. Θεωρείται μια απολύτως οικολογική λύση καθώς τα ξύλινα δάπεδα επιτρέπουν πλήρως το νερό της βροχής να διαπερνά την επιφάνεια του και τις ρίζες των δέντρων να αναπτύσσονται ανεμπόδιστα προς κάθε κατεύθυνση.

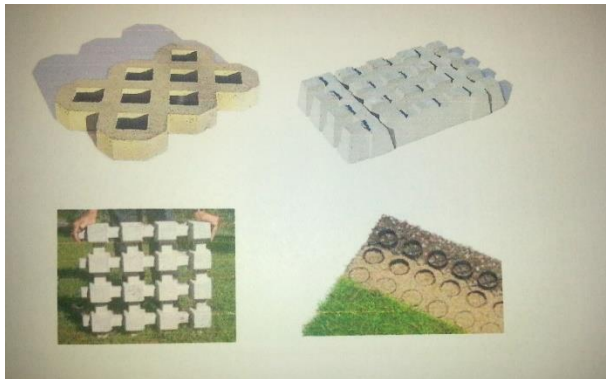
⁴⁹Belan, G., Otto, B (2005) "Catching the rain. A great lakes resource guide for natural storm water management " p.33-36



Εικ 33: Ξύλινο δάπεδο στο Shanghai Houtan Park- Turenscape, Σαγκάη, Κίνα⁵⁰⁵¹

4.1.1.2 Κυψελωτά από σκυρόδεμα

Τα κυψελωτά από σκυρόδεμα (Εικ. 34) είναι κατασκευασμένα από πλάκες σκυροδέματος διάτρητες σε κυψελωτή διάταξη. Στον κενό χώρο των κυψελών μπορεί να τοποθετηθεί εδαφικό μείγμα και στη συνέχεια να γίνει σπορά χλοοτάπητα. Παρόμοια δάπεδα χρησιμοποιούνται κυρίως σε δρόμους ήπιας κυκλοφορίας και σε χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων.⁵²



Εικ 34: Κυψελωτά δάπεδα από σκυρόδεμα και σκληρό πλαστικό⁵³

4.1.1.3 Βοτσαλωτά

Τα βοτσαλωτά δάπεδα (Εικ.35,36) στα οποία σε ποσοστό 30-40 % του όγκου τους περιέχονται διάκενα αέρα. Η σύστασή τους είναι απλή, καθώς αποτελούνται από τσιμέντο, λάσπη και πλυμένα βότσαλα τα οποία τοποθετούνται επιφανειακά.

⁵⁰ Πρόκειται για ένα αστικό 14 εκταρίων (στρεμ) σε πρώην βιομηχανική περιοχή στους όχθες του ποταμού Huangpu

⁵¹ Πηγή εικόνας, από την παρουσίαση του Βασίλη Χαριστού, Αρχιτέκτονα με τίτλο «Οικολογικός σχεδιασμός, αειφόρος ανάπτυξη και πράσινες υποδομές», ΔΠΜΣ ΑΠΘ

⁵² Greening EPA Storm water Management Techniques.mht

⁵³ Πηγή εικόνας: Google



Εικ 35: Βοτσαλωτά δάπεδα⁵⁴



Εικ 36: Βοτσαλωτό δάπεδο κατά τη διάρκεια δημιουργίας μοτίβου⁵⁵

4.1.1.4 Κυβολιθικά

Τα Κυβολιθικά (Εικ. 37) αποτελούνται από κυβόλιθους που τοποθετούνται επάνω σε στρώμα άμμου. Χρησιμοποιείται κυρίως σε περιοχές ήπιας κυκλοφορίας.⁵⁶

⁵⁴Πηγή εικόνας: Google

⁵⁵ Πηγή εικόνας: Google

⁵⁶www.wsud.org



Εικ 37: Δάπεδο από κυβόλιθο και διάκενα αδρανούς υλικού⁵⁷

4.1.1.5 Κυψελωτά από σκληρό πλαστικό

Στα κυψελωτά από σκληρό πλαστικό (Εικ.38), οι μικρές πλαστικές κυψέλες γεμίζονται με βότσαλα ή με εδαφικό μείγμα όπου σπέρνεται χλοοτάπητας. Χρησιμοποιούνται σε χώρους στάθμευσης και πεζοδρόμους.



Εικ 38: Κυψελωτό δάπεδο στο οποίο προστίθεται εδαφικό χώμα και χλοοτάπητας⁵⁸

4.1.1.6 Πορώδης ασφάλτος

Οι πρώτες προσπάθειες για την κατασκευή της πορώδους ασφάλτου (Εικ. 39), ξεκίνησαν από το γραφείο περιβαλλοντικής προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών το 1970 χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία.

Τα τελευταία χρόνια με την προσθήκη πολυμερών δημιουργήθηκε ένα υλικό με υψηλή διαπερατότητα που φτάνει σε ποσοστό 15-20 %. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην εγκατάσταση.⁵⁹

⁵⁷ Πηγή εικόνας: www.wsud.org

⁵⁸ Πηγή εικόνας: Google

⁵⁹ Greening EPA Storm water Management Techniques.mht



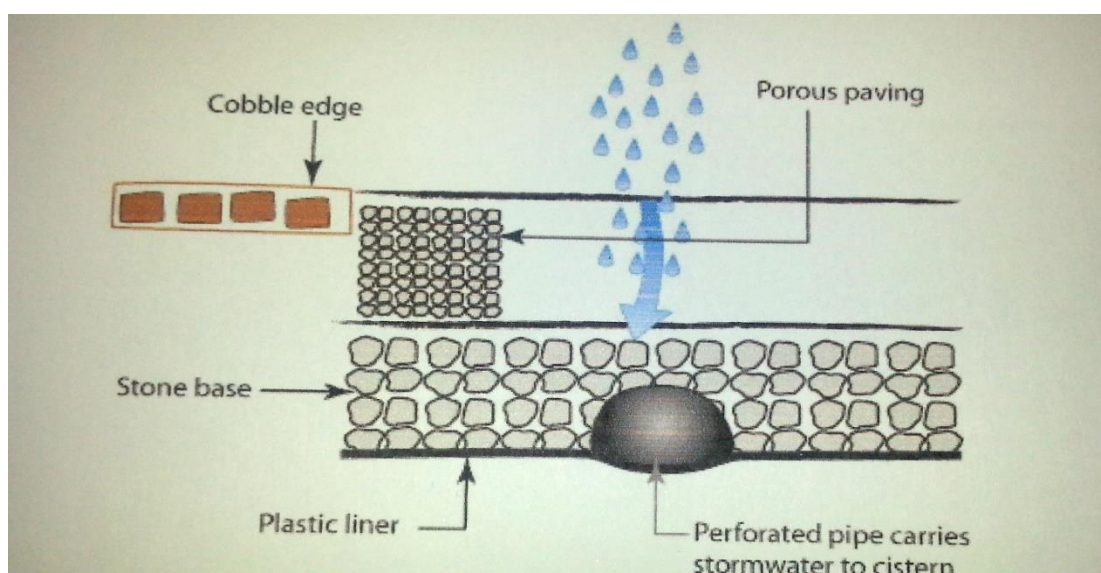
Εικ 39: Πορώδης άσφαλτος⁶⁰

4.1.1.7 Διαπερατό σκυρόδεμα

Το διαπερατό σκυρόδεμα (Εικ. 40), κατασκευάστηκε το 1970 με πρωτοβουλία του γραφείου περιβαλλοντικής προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών.

Αποτελείται από μίγμα νερού, τσιμέντου ειδικής σύνθεσης, και ελάχιστης ως μηδενικής ποσότητας σε άμμο ή σύντριμμα. Το 15-25 % της μάζας του αποτελείται από διάκενα αέρα μέσα από τα οποία περνάει το νερό της βροχής το οποίο είτε διηθείται στο υπέδαφος είτε μέσω σωληνών που τοποθετούνται κατάλληλα με αποτέλεσμα να συλλέγεται και να επαναχρησιμοποιείται.

Το πιο σημαντικό είναι ότι στην επιφάνειά του μπορούν να κυκλοφορήσουν χωρίς κανένα πρόβλημα βαριά οχήματα. Έχει ιδιαίτερα ψηλό κόστος.⁶¹



Εικ 40: Υπόστρωμα διαπερατού σκυροδέματος⁶²

⁶⁰Πηγή εικόνας: Greening EPA Storm water Management Techniques.mht

⁶¹Greening EPA Storm water Management Techniques.mht

⁶²Πηγή εικόνας : Μεταπτυχιακή διατριβή Δ. Σωτηριάδη , «Οικολογική διαχείριση όμβριων υδάτων, η περίπτωση της Θεσσαλονίκης», ΔΠΜΣ ΑΠΘ.

4.1.2 Βιοκατακράτηση

Ο όρος βιοκατακράτηση δεν αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη μέθοδο για την οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων αλλά αφορά μία γενικότερη έννοια που εμπίπτει σε μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Πρόκειται για εδαφικές κοιλότητες με φυτά των οποίων το εδαφικό υπόστρωμα περιέχει άμμο και ειδικό εδαφικό μείγμα και έχουν ως αποστολή τον καθαρισμό και τη διήθηση των όμβριων υδάτων.

Ως πλεονεκτήματα, η βιοκατακράτηση έχει πολλές χρήσεις και σχεδιαστικές εφαρμογές ενώ είναι ιδανική λύση σε διαχωριστικές νησίδες και σε χώρους στάθμευσης. Επίσης δημιουργεί όμορφο αισθητικό αποτέλεσμα καθώς το πεδίο επιλογής των δέντρων και των θάμνων είναι πολύ μεγάλο και κατά συνέπεια οι συνθέσεις που δημιουργούνται είναι ιδιαίτερα ελκυστικές. Με την βιοκατακράτηση μειώνεται ο όγκος του νερού που απορρέει επιφανειακά στις σκληρές επιφάνειες και το φιλτράρει από τις ρυπογόνες ουσίες που μεταφέρει, και τέλος μειώνει το γενικότερο κόστος διαχείρισης του νερού της βροχής.

Ως μειονεκτήματα της βιοκατακράτησης είναι αρχικά ο χώρος που απαιτείται για την πραγματοποίηση αυτής, καθώς και το κόστος, το οποίο γίνεται απαγορευτικό σε μεγάλες κατασκευές και για το λόγο αυτό, αυτές οι περιπτώσεις απευθύνονται κυρίως σε μικρής κλίμακας επεμβάσεις. Μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα κλιματικών και γεωλογικών εφαρμογών. Χρησιμοποιείται τόσο σε μικρής όσο και σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές διαιρεμένο σε πολλά μικρά κομμάτια που πολλές φορές συνδέονται μεταξύ τους.

Οι πιο κοινές εφαρμογές περιλαμβάνουν παρτέρια με φυτά σε ιδιωτικούς κήπους ή πάρκα, νησίδες σε χώρους στάθμευσης και διαχωριστικές νησίδες σε δρόμους ευρείας κυκλοφορίας. Επειδή οι κοιλότητες μπορεί να γεμίζουν από τα ιζήματα που μεταφέρονται με το νερό της βροχής για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται συνδυασμός με άλλες μεθόδους όπως τις λωρίδες φιλτραρίσματος⁶³ για την κατακράτηση των ιζημάτων. Προαιρετικά αυτές οι περιοχές μπορεί να περιέχουν έναν χώρο όπου το νερό συλλέγεται, ένα στρώμα από οργανικά υλικά που προάγει τη βλάστηση και συμβάλλει στη μεγαλύτερη απορρόφηση του νερού, ακόμα και ένα σωλήνα που συλλέγει το νερό που στραγγίζει μέσα στις κοιλότητες σε περιόδους μεγάλων βροχοπτώσεων.^{64,65}

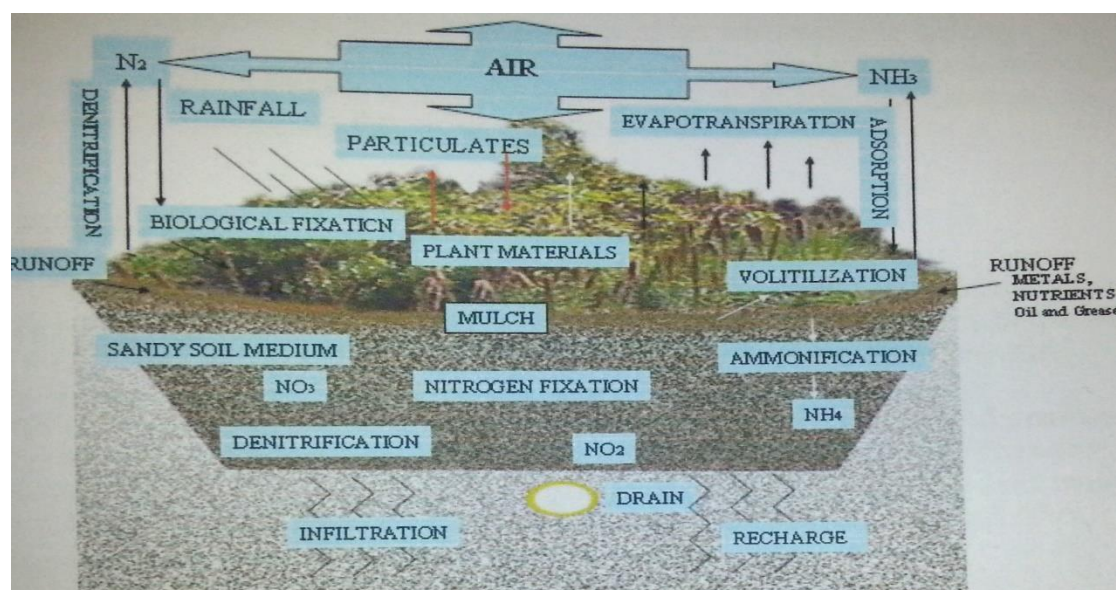
⁶³ (Λωρίδες φιλτραρίσματος- Filter strips)

⁶⁴ Μεταπτυχιακή διατριβή με τίτλο “Οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων και αστικός σχεδιασμός. Η περίπτωση της Θεσσαλονίκης” Δ. Σωτηριάδη

⁶⁵ Department of Public Services and Planning and Community Development, (2005), “Urban storm water management Guidebook prepared for City of Salem”



Εικ 41: Σύστημα βιοκατακράτησης σε μία πλήρως αστικοποιημένη περιοχή ⁶⁶



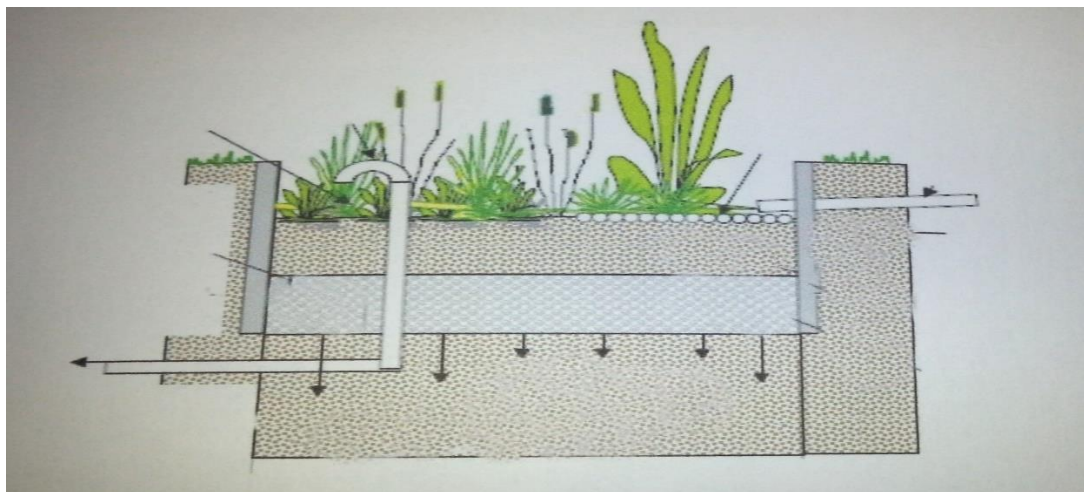
Εικ 42: Βιολογικές και χημικές διεργασίες που πραγματοποιούνται σε μία κοιλότητα βιοκατακράτησης ⁶⁷

⁶⁶Πηγή εικόνας: Google

⁶⁷Πηγή εικόνας: Google

4.1.3 Κτιστά παρτέρια διήθησης των όμβριων υδάτων στο υπέδαφος

Μία άλλη παράμετρος των τεχνικών διήθησης είναι τα κτιστά παρτέρια (Εικ. 41,42) τα οποία είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν στο νερό της βροχής που φιλτράρεται μέσα από το εδαφικό μείγμα και στη συνέχεια να διηθείται στο υπέδαφος.



Εικ 43: Τομή κτιστού παρτεριού⁶⁸



Εικ 44: Κτιστά παρτέρια διήθησης⁶⁹

⁶⁸Bureau of Environmental Services, city of Portland, 2004, «Storm water Management Manual» p.57

⁶⁹ «Rain Gardens», Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press

4.1.4 Δεξαμενές διήθησης (Infiltration basins)

Οι δεξαμενές διήθησης (Εικ. 45) είναι περιοχές με βλάστηση υποβαθμισμένες σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους που σκοπό έχουν τη συλλογή και τη διατήρηση των όμβριων υδάτων που απορρέουν επιφανειακά και τη διείσδυση του στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα μετά από την πάροδο κάποιων ημερών. Είναι μια μέθοδος πολύ απλή και αποτελεί τη συνέχεια άλλων μεθόδων καθώς ουσιαστικά δέχεται ποσότητες νερού από μικρά ρέματα και από διάφορους τύπους αποστραγγιστικών καναλιών.

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι αρχικά πως μειώνουν τον όγκο του νερού που απορρέει επιφανειακά, εμπλουτίζουν το υδροφόρο στρώμα και ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο πλημμυρών. Συμβάλλουν και στη μείωση ρύπων που περιέχει το νερό της επιφανειακής απορροής, δεν υπάρχει πρόβλημα κουνουπιών αφού δεν συκρατούν νερό σε μόνιμη βάση, όταν υπάρχει έντονο το στοιχείο της βλάστησης μπορεί να δημιουργηθεί ένα οικοσύστημα παρόμοιο με αυτό των υγροτόπων, και τέλος ομορφαίνει το τοπίο.

Ένα από τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι πως απαιτείται συστηματικός καθαρισμός των δεξαμενών, επίσης δεν προτείνονται για βιομηχανικές περιοχές όπου το νερό της επιφανειακής απορροής μπορεί να είναι μολυσμένο ή ρυπασμένο. Τέλος, δεν προτείνονται για περιοχές όπου το νερό της επιφανειακής απορροής μπορεί να περιέχει μεγάλες ποσότητες ιζημάτων.



Εικ 45: Δεξαμενές διήθησης⁷⁰

⁷⁰«Rain Gardens», Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press

4.1.5 Κανάλια διήθησης

Τα κανάλια διήθησης (Εικ. 46,47), πρόκειται για ένα ρηχό κανάλι το οποίο αφού σκαφτεί, γεμίζεται με χοντρή κροκάλα δημιουργώντας έτσι κάτω από το έδαφος μια περιοχή όπου μπορεί προσωρινά να οδηγηθεί το νερό της βροχής.

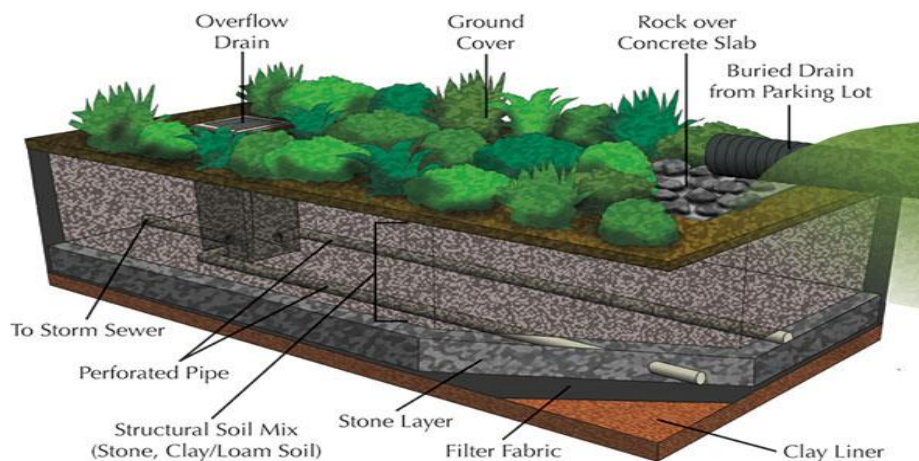
Στη συνέχεια το νερό διηθείται σταδιακά στο υπέδαφος. Το κανάλι αυτό μπορεί να είναι ανοιχτό στην επιφάνειά του, ή να είναι κρυμμένο κάτω από το έδαφος καλυπτόμενο από άμμο ή χλοοτάπητα, ή ακόμα σε μερικές περιπτώσεις να βρίσκεται κάτω από ένα ανοιχτό κανάλι αποστράγγισης με σκοπό να αυξήσει την αποθηκευτική του ικανότητα σε νερό. Τοποθετώντας ένα σωλήνα αποστράγγισης κάτω από ένα χαντάκι για να συλλεχθεί το νερό που διηθείται, αυξάνεται η ποσοτική ικανότητα του συστήματος σε αποθήκευσης νερού. Σε αρκετές περιπτώσεις λειτουργεί με απόλυτη επιτυχία στον έλεγχο πλημμυρών.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συνήθως σε περιπτώσεις όπου το υπέδαφος και ο υδροφόρος ορίζοντας βρίσκεται χαμηλά για να αποφευχθεί η μόλυνση των υπόγειων υδάτων. Αντενδείκνυται για την στράγγιση μεγάλων περιοχών. Μπορεί να εφαρμοστεί περιμετρικά σε χώρους στάθμευσης, σε οικισμούς, καθώς και σε εμπορικά κέντρα. Είναι μία άριστη λύση για μερικές περιοχές όπου δεν υπάρχει δυνατότητα εγκατάστασης δεξαμενών ή παρόμοιων κατασκευών για την κατακράτηση του νερού της βροχής. Στις περισσότερες περιπτώσεις πρέπει το νερό της βροχής να είναι απαλλαγμένο από ιζήματα πριν διοχετευτεί στο συγκεκριμένο σύστημα.



Εικ 46: Κανάλια διήθησης σε δρόμο (αριστερά & δεξιά)⁷¹

⁷¹Πηγή εικόνας: Sustainablestormwater.org



Εικ 47: Αξονομετρική άποψη καναλιού διήθησης⁷²

4.1.6 Δεξαμενές αποστράγγισης (Drywells)

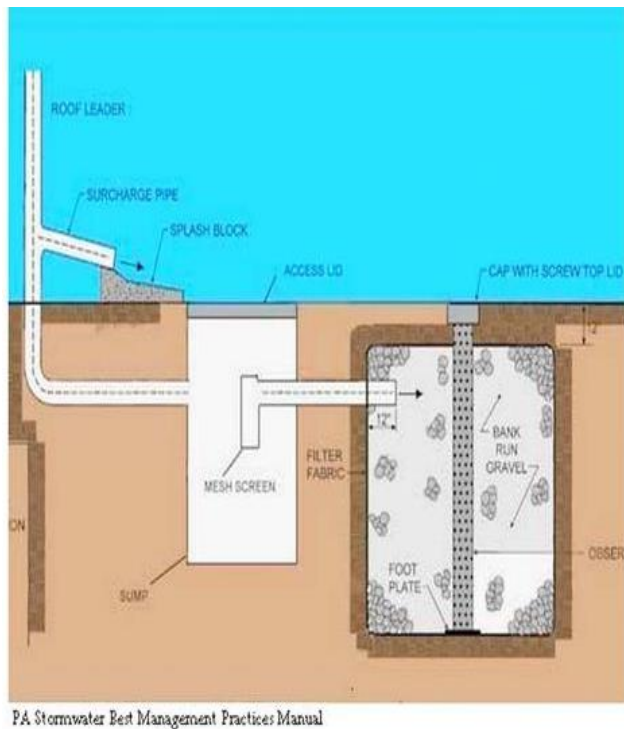
Οι δεξαμενές αποστράγγισης (Εικ. 48,49) που βρίσκονται κάτω από το έδαφος, λειτουργούν τοπικά και έχουν ως αποστολή τη συλλογή και τη διήθηση του νερού της βροχής που απορρέει από τις σκληρές επιφάνειες. Το βασικό υλικό από το οποίο αποτελούνται είναι χαλίκι ή κάποια άλλα, διαπερατά υλικά. Συμβάλλουν κυρίως στη διήθηση του νερού στο έδαφος, ιδιαίτερα στις επιφάνειες όπου το νερό λιμνάζει ενώ μέσα από αυτή τη διεργασία, το νερό καθαρίζεται μερικώς πριν καταλήξει στο υπόγειο υδροφόρο στρώμα.

Η παραπάνω τεχνική πλεονεκτεί στο ότι μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με περιορισμένο χώρο, καθώς επίσης αυξάνει τη διαπερατότητα των εδαφών που περιέχουν πολύ άργιλο. Μειονεκτεί στο ενδεχόμενο ρύπανσης των υπόγειων νερών σε περίπτωση που το νερό της βροχής είναι πολύ ρυπασμένο.

Ο τρόπος εφαρμογής της τεχνικής αυτής είναι η σωστή τοποθέτηση των δεξαμενών σε απόσταση 3 μέτρων από κάθε κτήριο. Το επιφανειακό έδαφος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 cm ενώ το βάθος όπου τοποθετείται το υλικό αποστράγγισης πρέπει να βρίσκεται στα 1-4 μέτρα.⁷³

⁷²Πηγή εικόνας: Tmdl.bse.vt.edu

⁷³ Storm water Best Management Practices Manual



Εικ 48 αριστερά: Τομή τοποθέτησης δεξαμενής αποστράγγισης⁷⁴



Εικ 49 δεξιά :Τοποθέτηση δεξαμενής αποστράγγισης σε οικία⁷⁵

Η έλλειψη ελεύθερων περατών επιφανειών, και η μικρή έκταση πρασίνου στις πόλεις, έχουν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση προβλημάτων που σχετίζονται με:

- ✚ Το μικροκλίμα (φαινόμενο θερμικής νησίδας)
- ✚ Την ατμοσφαιρική ρύπανση
- ✚ Τις πλημμύρες
- ✚ Την δημιουργία αίσθησης τεχνητού περιβάλλοντος

⁷⁴Πηγή εικόνας: PA Stormwater Best Management Practices Manual

⁷⁵Πηγή εικόνας: PA Stormwater Best Management Practices Manual

5 Ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ- ΧΡΗΣΗ ΔΕΝΤΡΩΝ ΣΤΟ ΑΣΤΙΚΟ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το 5^ο Κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, μελετάει τους λόγους για τους οποίους τα δένδρα, και γενικότερα οι φυτεύσεις κατά τόπους, είναι ωφέλιμα/ες στο αστικό περιβάλλον. Τα οφέλη αυτά είναι αισθητικά αλλά και λειτουργικά. Ένας άλλος τρόπος ύπαρξης πρασίνου στο αστικό περιβάλλον είναι οι πράσινες στέγες οι οποίες με την σειρά τους προσφέρουν κοινωνικοοικονομικά οφέλη και βελτιστοποιούν την αισθητική του αστικού περιβάλλοντος.

5.1 Χρήση δένδρων στο αστικό περιβάλλον

Η δενδροφύτευση στις πόλεις (Εικ 50,51) είναι ένας από τους πιο απλούς, οικονομικούς και απολύτως φυσικούς τρόπους για τη μείωση των όμβριων υδάτων. Ένα δέντρο μετρίου μεγέθους μπορεί να συγκρατήσει 4.600 γαλόνια νερού βροχής το χρόνο, αποτρέποντας τη μετατροπή του σε νερό επιφανειακής απορροής.

Αυτό επιτυγχάνεται με τους εξής τρόπους:

- ✚ Συγκράτηση μιας ποσότητας του νερού της βροχής από τα κλαδιά και τα φύλλα που στη συνέχεια εξατμίζεται στην ατμόσφαιρα.
- ✚ Διήθηση μιας μεγάλης ποσότητας νερού στο έδαφος, γεγονός που διευκολύνει τις ρίζες των δέντρων να διεισδύουν σε μεγάλο βάθος
- ✚ Μείωση του βαθμού κορεσμού του εδάφους καθώς τα δέντρα απορροφούν νερό από το έδαφος με συνέπεια την αύξηση της απορροφητικής του ικανότητας.⁷⁶

Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι τα εξής:

- ✚ Η σκιά τους μειώνει τη θερμοκρασία των πεζοδρομίων έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση θερμοκρασίας του νερού της βροχής πριν αυτό καταλήξει στα ρέματα
- ✚ Με το ριζικό τους σύστημα συγκρατούν το έδαφος αποτρέποντας τη διάβρωσή του
- ✚ Ανάλογα την ένταση της βροχόπτωσης, μειώνουν την ποσότητα επιφανειακής απορροής στο 10-25%
- ✚ Αναβαθμίζουν αισθητικά τους δρόμους, και τους δημόσιους χώρους
- ✚ Όταν φυτεύονται σε ρέματα, ποτάμια ή υγροτόπους βελτιώνουν το οικοσύστημα και κατά συνέπεια την ποιότητα του νερού

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι τα εξής:

⁷⁶www.cleanriverspdx.org

- ✚ Την περίοδο του χειμώνα επειδή χάνουν το φύλλωμα μειώνεται και η ικανότητα που έχουν για τη συγκράτηση της βροχής
- ✚ Χρειάζεται αρκετός χρόνος για να φτάσουν στο ικανό μέγεθος για να επιτελέσουν το σκοπό χρήσης τους
- ✚ Απαιτούνται αρκετά έξοδα συντήρησης

Πρέπει να τοποθετούνται σε σωστά σημεία ώστε το ριζικό τους σύστημα να μη δημιουργεί προβλήματα (καταστροφή πλακών πεζοδρομίου κτλ.)

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στη μέθοδο αυτή, είναι η επιλογή των δέντρων που θα φυτευτούν. Συνήθως προτιμώνται είδη που είναι ιθαγενή, έχουν μεγάλη φυλλική επιφάνεια και κατά προτίμηση να είναι αειθαλή. Καλό είναι να υπάρχει ποικιλία στα είδη που θα επιλεγούν.



Εικ 50: Χρήση δέντρων σε αστικό περιβάλλον υπο την μορφή μιας πέργκολας⁷⁷

⁷⁷Πηγή εικόνας: Google



Εικ 51 : Χρήση δέντρων στο αστικό περιβάλλον⁷⁸

5.1.1. Αστικό πράσινο-Κατηγοριοποίηση με βάση τις λειτουργίες του.

Μια κατηγοριοποίηση του αστικού πρασίνου με βάση τις λειτουργίες του ρόλου του είναι η ακόλουθη:

1. Οικολογικός
2. Κοινωνικός
3. Οικονομικός

5.1.1.1 Οικολογικός ρόλος

Μια βασική λειτουργία του αστικού πρασίνου είναι η οικολογική, η οποία ίσως δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή από τους κατοίκους των πόλεων, συνεισφέρει όμως σημαντικά στην ποιότητα ζωής τους. Πρώτο πλεονέκτημα από την παρουσία πρασίνου στον αστικό ιστό είναι η δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και η απελευθέρωση οξυγόνου (O₂). Όπως είναι γνωστό τα φυτά παράγουν O₂ μέσω της φωτοσύνθεσης:



⁷⁸Πηγή εικόνας: Google

Έτσι κατά την διάρκεια της ημέρας δεσμεύεται CO₂ και παράγεται O₂, ενώ αντίθετα κατά τη διάρκεια της νύχτας δεσμεύεται O₂ και παράγεται CO₂. Τελικά όμως, η ποσότητα του O₂ που παράγεται είναι μεγαλύτερη από αυτή του CO₂. (K., 2005)

Άλλη μια σημαντική οικολογική λειτουργία των χώρων αστικού πρασίνου είναι ότι αποτελούν περιοχές στις οποίες ευνοείται η ανάπτυξη χλωρίδας και πανίδας. Στις σημερινές πόλεις όπου τα πάντα έχουν καλυφθεί από τσιμέντο και άσφαλτο, οι χώροι πρασίνου είναι οι μοναδικοί που μπορούν να φιλοξενήσουν ζωντανούς οργανισμούς, όπως πτηνά και έντομα, αλλά και να αναπτυχθούν διάφορα είδη φυτών. www.savethegarden.com/why.html Επίσης, το πράσινο απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία, βοηθώντας έτσι στην ρύθμιση της θερμοκρασίας σε ανεκτά, για τον αστικό πληθυσμό, επίπεδα. «Στη σκιά ενός δέντρου παρατηρείται ελάττωση κατά 25-30% της ορατής ακτινοβολίας, ενώ ακόμα και το γρασίδι χωρίς την ύπαρξη δέντρων διοχετεύει μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας στο έδαφος, οπότε και υπάρχει μεγαλύτερη δροσιά» (Κασσιός K., 2005)

5.1.1.2 Κοινωνικός ρόλος

Πολύ σημαντικός και άμεσα αντιληπτός στο κοινό είναι ο κοινωνικός ρόλος του πρασίνου των πόλεων.

Μεγάλο όφελος από την παρουσία πρασίνου στην πόλη είναι η μείωση της ηχορύπανσης. Η ηχορύπανση αποτελεί μεγάλο πρόβλημα για τους κατοίκους των πόλεων και το πράσινο μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπισή του, αφού «σύμφωνα με μετρήσεις των Rober & Kara Atseu που έγιναν στην Σόφια της Βουλγαρίας παρατήρησαν μείωση των επιπέδων του θορύβου στον αστικό χώρο κατά 0,17DB ανά τετραγωνικό μέτρο δένδρόδους επιφάνειας» (Κασσιός K., 2005). Σημαντική είναι επίσης η λειτουργία των χώρων αστικού πρασίνου ως τόπων αναψυχής. Στη σημερινή κοινωνία όπου ο ελεύθερος χρόνος των κατοίκων των πόλεων είναι ελάχιστος και η ύπαιθρος δεν είναι πλέον προσιτή, οι χώροι πρασίνου είναι οι μόνοι προσιτοί χώροι που μπορούν να λειτουργήσουν ως χώροι για ξεκούραση, χαλάρωση, αλλά ακόμα και για παιχνίδι και για άθληση.

Ακόμη, το πράσινο «αποτελεί το σύνδεσμο του ανθρωπογενούς χώρου της πόλης με το φυσικό περιβάλλον» (Κασσιός K., 2005). Δίνεται η δυνατότητα της επαφής του ανθρώπου με τη φύση. Τα χρώματα των φυτών, οι μυρωδιές τους, το κελάηδημα των πουλιών ηρεμούν τον άνθρωπο και τον βοηθούν να ξεπεράσει το άγχος της καθημερινότητας. Επίσης, δεν πρέπει να παραβλέπεται η αισθητική αξία του πρασίνου. Τα δέντρα και τα φυτά μετριάζουν το αυστηρό σχήμα, το χρώμα και την υφή των κτιρίων, ενώ ταυτόχρονα εισάγουν την ανθρώπινη κλίμακα και αναλογία. (Κυριαζής Γ.,

2008) Τέλος, αντίθετα με την γενική άποψη ότι οι χώροι πρασίνου μπορούν να αποτελέσουν χώρους ανάπτυξης εγκληματικότητας, «κοινωνικές μελέτες έχουν δείξει

πως σε πόλεις ή σε τμήματα πόλης χωρίς πράσινο η βία και η εγκληματικότητα των κατοίκων εμφανίζεται αυξημένη, ενώ παράλληλα εμφανίζονται και αυξημένα ποσοστά αυτοκτονιών» (Κασσιός Κ., 2005). Οι ίδιοι οι επισκέπτες των χώρων πρασίνου, έχοντας συμφέρον γι' αυτόν, αναπτύσσουν κοινωνική επαγρύπνηση και φροντίζουν για την καλή του χρήση. Επομένως, όσο πιο καλά διατηρημένος είναι ένας χώρος τόσο περισσότερο ασφαλής είναι. (www.savethegarden.com/why.html)

5.1.1.3 Οικονομικός ρόλος

Άλλος ένας σημαντικός ρόλος του αστικού πρασίνου είναι ο οικονομικός. Ίσως το σημαντικότερο όφελος από την παρουσία πρασίνου είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, από την μείωση της χρήσης των κλιματιστικών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι «ένα ώριμο δένδρο, κατά τη διάρκεια της αναπνοής και της διαπνοής, καταναλώνει 230.000 Kcal/ημέρα ενέργεια θερμοκρασίας, η οποία αντιστοιχεί με 5 κλιματιστικά συνεχούς λειτουργίας» (Κασσιός Κ., 2005).

Ακόμη, η παρουσία πρασίνου στις πόλεις αναβαθμίζει το αστικό περιβάλλον καθιστώντας το περισσότερο ελκυστικό με συνεπακόλουθη αύξηση της επισκεψιμότητας της περιοχής και άρα των εσόδων της. Επιπλέον, οι χώροι πρασίνου ελκύουν περισσότερες επιχειρήσεις, δημιουργώντας περισσότερες ευκαιρίες δουλειάς. Ταυτόχρονα, αυξάνεται η αντικειμενική αξία των ακινήτων που βρίσκονται πλησίον των χώρων πρασίνου.

Άλλο ένα έμμεσο οικονομικό πλεονέκτημα από την παρουσία πρασίνου είναι η βελτίωση της υγείας των κατοίκων, αφού μειώνεται η ατμοσφαιρική ρύπανση, ενώ ταυτόχρονα δίνεται και η δυνατότητα άθλησης. Η βελτίωση της υγείας έχει ως συνεπακόλουθο την μείωση των δαπανών νοσηλείας. (Μέλισσας Δ., 2009)⁷⁹

5.2 Πράσινες στέγες-Φυτεμένα δώματα (Green roofs)

Φυτεμένο δώμα, ή φυτεμένη στέγη χαρακτηρίζεται κάθε κήπος, μεταξύ του οποίου και του εδάφους υπάρχει ένα κτήριο ή μία δομική κατασκευή (Εικ 52). Στον ορισμό αυτό περιλαμβάνονται κήποι σε οποιαδήποτε στάθμη από το έδαφος.

Ένα φυτεμένο δώμα αποτελείται από τρία επιμέρους τμήματα.

-  Το δομικό τμήμα, το οποίο αποτελεί το υπόβαθρο της κατασκευής,
-  Το κηπευτικό τμήμα το οποίο είναι ουσιαστικά ο κήπος της στέγης

⁷⁹Μεταπτυχιακή διατριβή, Χ. Χρονοπούλου «Εκτίμηση της συμβολής του αστικού πρασίνου στο περιβάλλον του Δήμου Περιστερίου με την εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street

- ✚ Το φυτικό το οποίο περιλαμβάνει τα φυτά.

Τα τρία αυτά τμήματα μπορεί να είναι ανεξάρτητα και να αποτελούνται από τελείως διαφορετικά υλικά και σύσταση, στην ουσία όμως εξαρτώνται το ένα από το άλλο.

Τα φυτεμένα δώματα είναι επίσης γνωστά ως:⁸⁰

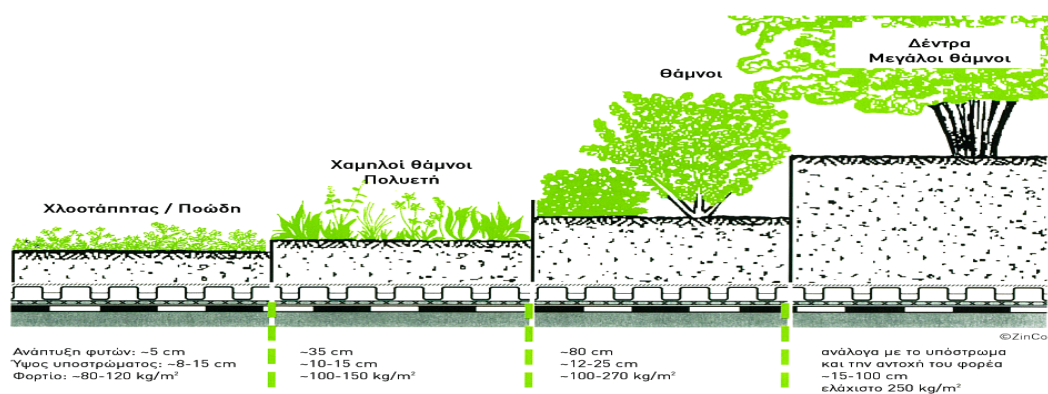
- ✚ Πράσινες στέγες
- ✚ Οικολογική στέγη
- ✚ Πράσινες οροφές
- ✚ Ταρατσόκηποι
- ✚ Roof Gardens
- ✚ Green Roofs
- ✚ Κάθετοι κήποι
- ✚ Πράσινοι τοίχοι

Οι τελευταίες δύο ορολογίες δίνονται ως ακριβή μετάφραση των αγγλικών όρων vertical gardens και green walls αντίστοιχα, και αναφέρονται στην κάλυψη επιφανειών με φυτά, χωρίς να δίνεται βάση στην τυπολογία.

Οποιοσδήποτε ορισμός δοθεί, η έννοια παραμένει ίδια.

Υπάρχουν τρεις τύποι φυτεμένων δωμάτων:

- ✚ Ο εκτατικός τύπος- όπου χρησιμοποιούνται φυτά εδαφοκάλυψης σε ένα υπόστρωμα 8-15 cm
- ✚ Ο ημιεντατικός τύπος- όπου χρησιμοποιούνται φυτά εδαφοκάλυψης, χλοοτάπητας, θάμνοι και μικρά δέντρα σε ένα υπόστρωμα 12-25 cm
- ✚ Ο εντατικός τύπος όπου χρησιμοποιείται κάθε είδους πρασίνου σε ένα υπόστρωμα 15-100 cm



Εικ 52: Τύποι φυτεμένων δωμάτων⁸¹

⁸⁰Μεταπτυχιακή διατριβή “Φυτεμένα δώματα. Συμβολή στη βελτίωση του αστικού τοπίου.”, Ο. Ρ. Μιχαηλίδου, Θεσσαλονίκη, 2010, ΑΠΘ

⁸¹Πηγή εικόνας: Google

Ένα τυπικό φυτεμένο δώμα αποτελείται από:

- ✚ Δομική στήριξη
- ✚ Υγρομόνωση
- ✚ Αντιριζική μεμβράνη
- ✚ Θερμομόνωση
- ✚ Μembrάνη αποστράγγισης, αερισμού και αποθήκευσης νερού
- ✚ Διηθητική μεμβράνη
- ✚ Τροφικό υπόστρωμα
- ✚ Φύτευση⁸²



Εικ 53:Αξονομετρική άποψη φυτεμένου δώματος⁸³

Βασικός στόχος είναι τα φυτεμένα δώματα να συγκρατούν όσο το δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα το νερό της βροχής και να μην το αφήνουν να στραγγίσει εύκολα. Καλό είναι προαιρετικά να γίνεται αποθήκευση του νερού, μόνιμη ή περιοδική. Συνεπώς το νερό που συλλέγεται από τα φυτεμένα δώματα μπορεί να οδηγηθεί σε δεξαμενές και να επαναχρησιμοποιηθεί για μη πόσιμες ανάγκες, ή ακόμα να καταλήξει σε συστήματα βιοκατακράτησης για περεταίρω καθαρισμό και διήθηση στο υπέδαφος.

Τα πλεονεκτήματα των φυτεμένων δωμάτων είναι τα εξής:

- ✚ Μειώνουν με πολύ αποτελεσματικό τρόπο την επιφανειακή απορροή του νερού της βροχής
- ✚ Αποτρέπουν τη δημιουργία του φαινομένου της θερμικής νησίδας
- ✚ Μείωση της σκόνης νέφους στην ατμόσφαιρα

⁸²«Rain Gardens», Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press

⁸³Πηγή εικόνας: «Rain Gardens», Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press

- ✚ Βελτίωση μικροκλίματος αστικών περιοχών
- ✚ Ενίσχυση και προστασία της μόνωσης του δώματος
- ✚ Δημιουργία φυσικού περιβάλλοντος για φυτά και ζώα
- ✚ Συμβάλλουν στην διαχείριση των όμβριων υδάτων

Τα μειονεκτήματα των φυτεμένων δωματίων είναι τα εξής:

- ✚ Αυξημένο κόστος κατασκευής
- ✚ Αυξημένη συντήρηση, λόγω των δύσκολων συνθηκών που επικρατούν

Το περιβάλλον στο οποίο ζουν και δραστηριοποιούνται οι άνθρωποι είναι δυνατόν να επηρεάσει την ψυχολογία και την συμπεριφορά τους.⁸⁴

Σύμφωνα με τον Kaplan⁸⁵ η παρουσία βλάστησης σε μία γειτονιά προκαλεί αίσθημα ευεξίας με αποτέλεσμα την αυξημένη απόδοση στις εσωτερικές και εξωτερικές δραστηριότητες των κατοίκων.

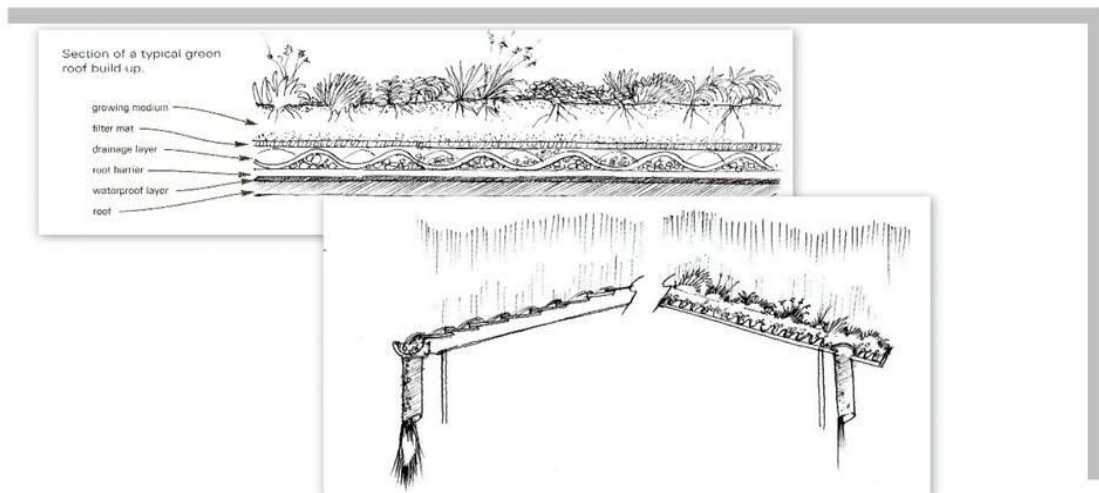
Επίσης έρευνες απέδειξαν ότι η βλάστηση μπορεί να συμβάλλει στη γρηγορότερη ανάρρωση ασθενών, και στην αυξημένη απόδοση των εργαζομένων σε κλειστούς χώρους. Η δημιουργία ευεξίας, λόγω της επαφής με το φυσικό στοιχείο, ονομάζεται βιοφιλία (biophilics). Ο όρος εισήχθη από τον βιολόγο Edward O. Wilson ο οποίος αναφέρεται στην βιοφιλία ως η έμφυτη έλξη του ανθρώπου για τη φύση.

Σε αυτά τα πλαίσια, στρατηγικές για τον αειφόρο σχεδιασμό των πόλεων, εντάσσουν τις φυτεμένες στέγες (όψεις, δώματα κτλ.) ως μέσο ενίσχυσης του αστικού πρασίνου ιδιαίτερα σε πυκνοδομημένες περιοχές.⁸⁶

⁸⁴Bluestone D.M. (1988) " Detroit's City Beautiful and the Problem of Commerce. Journal of the Society of Architectural Historians" , Columbia University, September 1988

⁸⁵Kaplan R. (2001) " the nature of the view from home: Psychological benefits. Environmental and Behavior" p.507-542

⁸⁶Loh C. (2008) " Living walls- a way to Green the Built Environment" Environmental Design Guide, ACT, Australia, p. 1-7



Εικ 54 πάνω: Δομή ενός Green roof⁸⁷

Εικ 55 κάτω: Διαφορά ύπαρξης φυτεμένου δώματος ως προς την συγκράτηση του νερού της βροχής σε σχέση με στέγη χωρίς την ύπαρξη φυτεμένου δώματος⁸⁸



Εικ 56: Πέργκολα σε μορφή πράσινης στέγης(green roof) στο αστικό περιβάλλον⁸⁹

⁸⁷ Πηγή εικόνας: Google

⁸⁸ Πηγή εικόνας: « Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andy Clayden, Timber Press

⁸⁹ Πηγή εικόνας: Google



Εικ 57:Πέργκολα σε μορφή πράσινης στέγης (Green Roof) στο χώρο του ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ στην Άρτα⁹⁰

5.3 Κάθετοι/Πράσινοι κήποι

Στον πρόλογο του υποκεφαλαίου αυτού, δόθηκε στις πράσινες στέγες και ο ορισμός του «κάθετου κήπου» ή του «πράσινου κήπου» όπου λίγο πολύ είναι γνωστή η μορφή του στο αστικό περιβάλλον. Όπως και οι πράσινες στέγες, έτσι και οι κάθετοι κήποι, (Εικ 58) όντας στην ίδια κατηγορία, έχουν τα ίδια οφέλη στο αστικό περιβάλλον. Οι κάθετοι κήποι ανήκουν συγκεκριμένα στις υδροπονικές κατασκευές οι οποίες δημιουργούνται για την κάλυψη επιφανειών με φύτευση.



Εικ 58: Κάθετος Κήπος στο χώρο του ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ στην Άρτα.⁹¹

⁹⁰ Πηγή εικόνας: Από προσωπικό αρχείο

⁹¹ Πηγή εικόνας: Από προσωπικό αρχείο

Οι ιδιότητες των κάθετων κήπων είναι οι εξής:

- ✚ Ελάχιστη δέσμευση χώρου στο έδαφος
- ✚ Μεγάλη σχέση φυτικής μάζας/ στατικό φορτίο
- ✚ Βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών
- ✚ Βελτίωση της σύστασης αέρα- φιλτράρισμα ρύπων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους
- ✚ Μείωση ηχορύπανσης
- ✚ Αύξηση βιοποικιλότητας
- ✚ Συμβολή στην ανάσχεση πλημμυρικών φαινομένων
- ✚ Ελαφριές κατασκευές που προσαρμόζονται στις εκάστοτε αρχιτεκτονικές απαιτήσεις
- ✚ Χρήση ανεξάρτητων φορέων φύτευσης
- ✚ Ελαφρύ ή καθόλου υπόστρωμα
- ✚ Απλοποιημένος μηχανισμός παραγωγής θρεπτικού διαλύματος
- ✚ Κλειστό υδροπονικό σύστημα που εκμηδενίζει πρακτικά την ανάγκη απόρριψης θρεπτικού διαλύματος σε κάθε κύκλο άρδευσης
- ✚ Συλλογή νερού βροχής για ακόμη μεγαλύτερη μείωση κατανάλωσης νερού
- ✚ Χρήση ειδικού θρεπτικού διαλύματος γενικής μορφής που θα παρασκευάζεται από εμάς
- ✚ Χρήση κατά προτεραιότητα φυτών της Μεσογειακής χλωρίδας

6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ-ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Στο Κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν οι τεχνικές αποθήκευσης του νερού της βροχής. Αναλύεται η διαδικασία και τα μέσα με τα οποία το νερό οδηγείται από το πιο ψηλό σημείο του κήπου ή ενός κτηρίου -τη στέγη- στο πιο χαμηλό- τις δεξαμενές συλλογής νερού- όπου από εκεί ξεκινά η χρήση του για την άρδευση.

6.1 Τεχνικές αποθήκευσης και τρόποι συλλογής νερού

6.1.1. Δεξαμενές αποθήκευσης των όμβριων υδάτων

Το νερό της βροχής που πέφτει στις οροφές των κτηρίων και στις στέγες των σπιτιών περνάει μέσα από υδρορροές και συλλέγεται σε επιφανειακές ή υπόγειες δεξαμενές. Η αποθήκευσή τους συμβάλλει στη μείωση της επιφανειακής απορροής των όμβριων υδάτων και στην εξοικονόμηση νερού μέσω της επαναχρησιμοποίησής του. Οι μικρές δεξαμενές έχουν μέγεθος 50-250 γαλόνια, ενώ οι μεγαλύτερες μπορούν να φτάσουν μέχρι και τα 10.000 γαλόνια.⁹²

Τα πλεονεκτήματα των δεξαμενών αποθήκευσης είναι τα εξής:

-  Η επαναχρησιμοποίηση του για άρδευση και άλλες οικιακές δραστηριότητες μειώνει την κατανάλωση πόσιμου νερού
-  Το νερό της βροχής που συλλέγεται από τις στέγες των σπιτιών είναι πολύ καλύτερο από το πόσιμο νερό για άρδευση, καθώς είναι απαλλαγμένο από χλώριο και διάφορα άλατα
-  Με την αποθήκευση μειώνεται ο όγκος και η ταχύτητα του νερού της βροχής που απορρέει επιφανειακά
-  Το κόστος είναι χαμηλό

Τα μειονεκτήματα των δεξαμενών αποθήκευσης είναι τα εξής:

-  Οι μεγάλες δεξαμενές μπορεί να γίνουν εστίες συγκέντρωσης κουνουπιών και άλλων εντόμων

⁹²Departments of Public Services and Planning and Community Development, (2005), " Urban storm water management Guidebook prepared for City of Salem " p.28

Οι δεξαμενές αποθήκευσης των όμβριων υδάτων (Εικ 59) τοποθετούνται πάντα στην έξοδο μιας υδρορροής, και βρίσκονται κοντά στην οικία ή στο κτήριο. Υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις σε ό,τι αφορά στο υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες και την εξωτερική τους εμφάνιση. Έτσι πέρα από τις γνωστές δεξαμενές-βαρέλια πολυαιθυλενίου υπάρχουν άλλες από γυαλί ή αλουμίνιο σε πρωτότυπα σχέδια.

Οι φωτιζόμενες γυάλινες δεξαμενές της Katrina Logan κέρδισαν στον διαγωνισμό αειφορικού σχεδιασμού το 2006 που γίνεται κάθε χρόνο στη Μελβούρνη (Sustainability Design Awards) ⁹³



Εικ 59: Δεξαμενές αποθήκευσης του νερού της βροχής/των όμβριων υδάτων⁹⁴



Εικ 60: Πότισμα του κήπου αποκλειστικά από τη δεξαμενή- βαρέλι με νερό της βροχής.⁹⁵

⁹³www.Stateoddesign.au

⁹⁴Πηγή εικόνας: Google

⁹⁵Πηγή εικόνας: Google

6.1.2 Αλυσίδες βροχής και Υδρορροές

6.1.2.1 Αλυσίδες βροχής

Οι αλυσίδες βροχής ή αλλιώς “kusabi doi” στα Ιαπωνικά⁹⁶ (Εικ 62,63,64,65) , είναι μία όμορφη, λειτουργική εναλλακτική λύση από την παραδοσιακή κλειστή υδρορροή. Το νερό της βροχής κατευθύνεται από την οροφή του κτηρίου, μέσα από τις αλυσίδες βροχής και στη συνέχεια οδηγείται στο έδαφος. Ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται αυτή η εναλλακτική λύση είναι ο εξής:

Οι αλυσίδες κρεμιούνται από το σημείο το οποίο βρίσκεται η οπή της υδρορροής, χρησιμοποιώντας ένα προσάρτημα για την σωστή τοποθέτηση αυτών. Λόγω του ότι η οπή της υδρορροής είναι πολύ μεγαλύτερη από την διάμετρο του προσαρτήματος της αλυσίδας, τοποθετείται ένα έξτρα εξάρτημα το οποίο συμπληρώνει και κλείνει τα όποια κενά με αποτέλεσμα την αποφυγή απωλειών νερού, αλλά και την βέλτιστη αισθητική κάθοδο του νερού μέσω της αλυσίδας στην δεξαμενή.

Οι αλυσίδες μετατρέπουν μια υδρορροή σε ένα ευχάριστο γνώρισμα του νερού. Τα υλικά κατασκευής μιας αλυσίδας νερού είναι καθαρός χαλκός, μπρούτζος ή ορείχαλκος, ακόμα και αλουμίνιο.⁹⁷

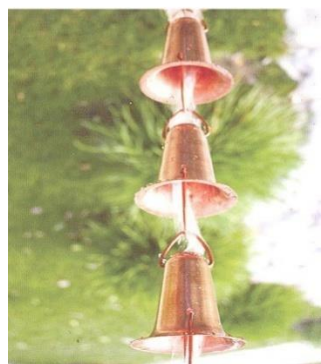


Εικ 61: Προσάρτημα τοποθέτησης αλυσίδας βροχής.⁹⁸

⁹⁶ Οι αλυσίδες βροχής δεν είναι νέα ιδέα, αντιθέτως πρωτοχρησιμοποιήθηκαν από τους Ιάπωνες για εκατοντάδες χρόνια. Τις χρησιμοποιούσαν σε ναούς

⁹⁷ RainChanes.com

⁹⁸ Πηγή εικόνας: RainChanes.com



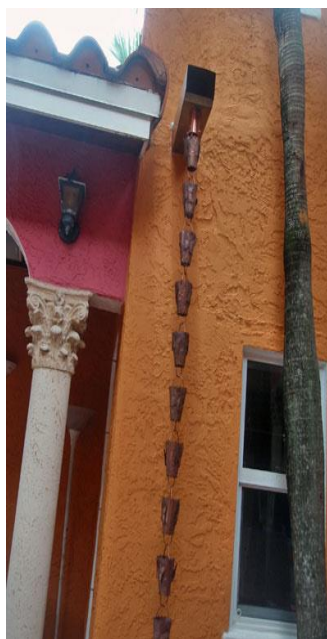
Εικ 62



Εικ 63



Εικ 64



Εικ 65

Εικ 62,63,64,65: Αλυσίδες βροχής από καθαρό χαλκό, μπρούτζο και αλουμίνιο⁹⁹

⁹⁹ Πηγή εικόνων: RainChanes.com

6.1.2.2 Υδρορροές

Οι υδρορροές, (Εικ 66,57) είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ της στέγης και της αλυσίδας της βροχής. Απο το ψηλότερο σημείο της στέγης συλλέγεται το νερό της βροχής, το οποίο είναι οι υδρορροές καθώς αυτές κατευθύνουν το νερό της βροχής στις αλυσίδες βροχής και στη συνέχεια στα βαρέλια συλλογής νερού. Στην ουσία οι αλυσίδες βροχής αντικαθιστούν το ½ του ρόλου των υδρορροών.



Εικ 66: Υδρορροή σε κήπο με προσάρτημα σύνδεσης με την αλυσίδα βροχής¹⁰⁰



Εικ 67: Υδρορροές με ενσωματωμένες αλυσίδες βροχής¹⁰¹

¹⁰⁰ Πηγή εικόνας: Google

¹⁰¹ Πηγή εικόνας: depositphotos.com

6.1.2.2.1 Υδρορροές «Ορχήστρα»

Παρόλο που οι αλυσίδες βροχής έχουν αντικαταστήσει το ½ του ρόλου των υδρορροών, στο παρακάτω παράδειγμα θα παρουσιαστεί ένας τρόπος πλήρους «εκμετάλλευσης» τους, και αυτό συμβαίνει στη Δρέσδη της Γερμανίας.

Το παράξενο κτήριο βρίσκεται στην Neustadt Kunsthofpassage, τη μποέμικη συνοικία στη Δρέσδη της Γερμανίας, γνωστή και ως η «συνοικία των φοιτητών». Οι κάτοικοι του κτιρίου είναι, φαίνεται, φανατικοί λάτρεις της μουσικής, αφού αποφάσισαν να «μετατρέψουν» τον εξωτερικό τοίχο της πολυκατοικίας τους σε... ορχήστρα!

Πιο συγκεκριμένα, κάλυψαν ολόκληρη την επιφάνεια με υδρορροές και χοάνες σε σχήμα μουσικών οργάνων και όταν η βροχή αρχίζει να πέφτει, αυτό το πολύχρωμο σύστημα αποστράγγισης «αιχμαλωτίζει» το νερό και μετατρέπει τον τοίχο σε εκπληκτική μουσική μπάντα, την οποία θα ζήλευε κάθε μαέστρος.

Αυτό συμβαίνει καθ' όλη τη διάρκεια της βροχής, όπου ανάλογα με τη δύναμη, την πυκνότητα και την ένταση των σταγόνων αναπτύσσονται κάθε φορά διαφορετικές μουσικές συνθέσεις, ενώ όσο βρέχει η γειτονιά πλημμυρίζει με εκπληκτικούς ήχους.

Το Funnel Wall (όπως έχει ονομαστεί ο πρωτότυπος αυτός... μουσικός τοίχος)... «παίζει» σλόου αλλά και γρήγορα κομμάτια και αποτελεί ένα από τα πιο αξιοπερίεργα κτίρια στην περιοχή, όπου πλήθος κατοίκων περιμένει πώς και πώς τις μεγάλες καταιγίδες!



Εικ 68: Funnel Wall, Δρέσδη¹⁰²

¹⁰²<http://perierga.blogspot.gr>

7^ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

—

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι Κήποι Βροχής, είναι η απόδειξη της διατήρησης της πολιτιστικής κληρονομιάς από την αρχαιότητα ως σήμερα. Αυτό προσδίδεται μέσα από τις τεχνικές άρδευσης και της γεωμετρικής αποτύπωσης προκειμένου να παραμείνει ζωντανό το αίσθημα σεβασμού στη φύση, τα δέντρα και το νερό, στοιχεία απαραίτητα για τον αγροτικό κυρίως τομέα και την αισθητική ανάπτυξη του ανθρώπου αλλά και του τοπίου.

Σήμερα συναντώνται τεχνικές επηρεασμένες από την αρχαιότητα, για παράδειγμα το σύστημα καναλιών όπου το εφηύραν οι Σουμέριοι για την άρδευση των καλλιεργειών τους, είτε συναντάται η ελικοειδής κατασκευή για ανέγερση νερού από ποταμούς, μια κατασκευή πρόδρομος έλικα η οποία εφευρέθηκε από τον Αρχιμήδη και χρησιμοποιούνταν σε ένα από τα επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου, την Βαβυλώνα.

Οι αρχαίοι λαοί, αντιλαμβανόμενοι τις ήδη υπάρχουσες κλιματικές αλλαγές, εφηύραν τρόπους εξοικονόμησης νερού, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως σήμερα, γιατί η έλλειψη νερού συνεχίζει να είναι πρόβλημα, και συνεχίζει να αυξάνεται.

Η έλλειψη αυτή, δημιουργήθηκε λόγω υποβάθμισης της ποιότητας του νερού, η οποία αποτελεί κίνδυνο για την ίδια την ποιότητά του, για τον κύκλο του νερού, αλλά και τον άνθρωπο και την φύση. Οι πλημμύρες που δημιουργούνται από την κακή διαχείριση του βρόχινου νερού, είναι μια πραγματικότητα η οποία οφείλεται κυρίως στην κλιματική αλλαγή, στην απουσία έργων υδρονομίας, και στην αποψίλωση των δασών. Η οικιστική ανάπτυξη χωρίς σχεδιασμό και προγραμματισμό έργων υποδομής, δημιούργησε ήδη πολλούς κινδύνους για τον άνθρωπο και την φύση.

Για τους λόγους αυτούς, είναι απαραίτητες οι άμεσες αντιπλημμυρικές τεχνικές για την ασφάλεια των πολιτών και των πόλεων.

Οι τεχνικές αυτές είναι ένα οικολογικό μέσο διαχείρισης του νερού. Με τη συλλογή του νερού της βροχής είτε από κανάλια αποστράγγισης, είτε από φυτοδοχεία και υπερυψωμένα παρτέρια, δημιουργείται ένας κύκλος ανακύκλωσης του νερού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία οικολογικής συνείδησης, την ανάγκη εξοικονόμησης του νερού, αλλά και την βελτιστοποίηση της καθημερινότητας καθώς η ύπαρξη φυτικού υλικού σε ένα αστικό περιβάλλον υπο τη μορφή πράσινης στέγης είτε υπο την μορφή ενός κάθετου κήπου, προσφέρει τη δυνατότητα δημιουργίας χώρων αναψυχής, χαλάρωσης, και άθλησης.

Ο Μέγας Αλέξανδρος μετέφερε στοιχεία των Κήπων Βροχής από την Περσία στην Ευρώπη, για να θυμίζουν στον άνθρωπο ότι το νερό δεν είναι αστείρευτος πόρος, ότι δεν διαρκεί για πάντα, πόσο μάλλον όταν ο άνθρωπος αποτελείται κατά 70% από αυτό το «πάντα».

8_ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ —

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΙΒΕΣ

- ✚ « Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press
- ✚ Department of Public Services and Planning and Community Development (2005), « Urban storm water management Guidebook prepared for city of Salem»
- ✚ Yoders J. «Porous Pavement Slipping Through The Cracks» Building, Design and Construction
- ✚ Belan G., Otto B. (2005) «Catching the rain. A great lakes resource guide for natural storm water management»
- ✚ Bluestone D.M (1988) «Detroit's city Beautiful and the Problem of Commerce. Journal of the Society of Architectural Historians» , Columbia University , September 1988
- ✚ Kaplan R. (2001) «The nature of the view from home: Psychological benefits, Environmental and Behavior» p. 507-542
- ✚ Loh C. (2008) «Living walls- a way to green the built Environment» Environmental Design Guide, ACT Australia p1-7
- ✚ Bureau of Environmental Services, city of Portland (2004) «Stormwater Management Manual»
- ✚ «Stormwater Best Management Practices Manual»
- ✚ Perlman H, Μακρόπουλος Χ., Κουτσουνγιαννίδης Δ., (2004) «Ο υδρολογικός κύκλος» USGA Sciences for a changing world
- ✚ MarylandDepartmentofEnvironmentalResourcesProgramsandPlanningDivision (1999), «An Integrated Design Approach, Prince George. S County» pp47

- ✚ Μεταπτυχιακή διατριβή: « Ισλαμικοί Κήποι-Ιστορία και Χαρακτηριστικά των Ισλαμικών Κήπων ως τον 16^ο αι.» Ματθάκης Μ., Γιουζέπας Δ., ΔΠΜΣ ΑΠΘ

- ✚ Μεταπτυχιακή διατριβή: «Φυτεμένα δώματα. Συμβολή στη βελτίωση του αστικού τοπίου», Ο. Ρ. Μιχαηλίδου, Θεσσαλονίκη 2010 ΔΠΜΣ ΑΠΘ
- ✚ Μεταπτυχιακή διατριβή: «Οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων, η περίπτωση της Θεσσαλονίκης» Σωτηριάδης Δ., ΔΠΜΣ ΑΠΘ
- ✚ Μεταπτυχιακή διατριβή, Χ. Χρονοπούλου «Εκτίμηση της συμβολής του αστικού πρασίνου στο περιβάλλον του Δήμου Περιστερίου με την εφαρμογή του προγράμματος i-Tree Street,
- ✚ Διπλωματική εργασία: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός και περιβαλλοντική άνεση στον αστικό χώρο-προσημείωση με το λογισμικό envi-met» Δ. Παπουτσής

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

-  www.Lanlawton.com
-  www.Nort.purdue.edu
-  www.Geocities.com
-  www.Unmuseum.org
-  www.Art-arena.com
-  www.Gardenvisit.com
-  www.GreeningEPASTormwaterManagementTechniques.com
-  www.wsud.org
-  www.cleanriverspdx.org
-  www.stateoddesign.au
-  www.Rainchains.com
-  www.Depositphotos.com
-  www.Perierga.blogspot.gr

ΑΡΧΕΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

- ✚ Πηγή Εικόνων: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 31, 34, 35, 36, 38, 41, 42, 50, 51, 52, 54, 56, 59, 60, 66: Google
- ✚ Εικόνα 6: www.ioakeimidis.gr
- ✚ Εικόνα 13: www.imaret.gr
- ✚ Εικόνα 14: www.imaret.gt
- ✚ Εικόνα 23: www.lakesuperiorstreams.org
- ✚ Εικόνα 26: www.worldagronanists.blogspot.gr
- ✚ Εικόνα 28: Από προσωπικό αρχείο
- ✚ Εικόνα 29: Από προσωπικό αρχείο
- ✚ Εικόνα 30: Μεταπτυχιακή διατριβή: «Οικολογική διαχείριση των όμβριων υδάτων, η περίπτωση της Θεσσαλονίκης» Σωτηριάδης Δ., ΔΠΜΣ ΑΠΘ
- ✚ Εικόνα 32: www.greywaterau.wordpress.com
- ✚ Εικόνα 33: Πηγή εικόνας, από την παρουσίαση του Βασίλη Χαριστού, Αρχιτέκτονα με τίτλο «Οικολογικός σχεδιασμός, αειφόρος ανάπτυξη και πράσινες υποδομές», ΔΠΜΣ ΑΠΘ
- ✚ Εικόνα 37: wsud.org
- ✚ Εικόνα 39: Greening EPA Stormwater Management Techniques
- ✚ Εικόνα 40: Πηγή εικόνας, από την παρουσίαση του Βασίλη Χαριστού, Αρχιτέκτονα με τίτλο «Οικολογικός σχεδιασμός, αειφόρος ανάπτυξη και πράσινες υποδομές», ΔΠΜΣ ΑΠΘ
- ✚ Εικόνα 43: «Bureau of Environmental Services, city of Portland (2004) «Stormwater Management Manual»
- ✚ Εικόνα 44: «Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press
- ✚ Εικόνα 45: «Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press
- ✚ Εικόνα 46: sustainablestormwater.org
- ✚ Εικόνα 47: Tmdl.bse.rt.edu
- ✚ Εικόνα 48: PA Stormwater Best Management Practices Manual
- ✚ Εικόνα 49: PA Stormwater Best Management Practices Manual
- ✚ Εικόνα 53: «Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press
- ✚ Εικόνα 55: «Rain Gardens» Nigel Dunnet and Andry Clayden, Timber Press
- ✚ Εικόνα 57: Από προσωπικό αρχείο
- ✚ Εικόνα 58: Από προσωπικό αρχείο
- ✚ Εικόνα 61: www.Rainchaims.com
- ✚ Εικόνα 62: www.Rainchaims.com
- ✚ Εικόνα 63: www.Rainchaims.com
- ✚ Εικόνα 64: www.Rainchaims.com

-  Εικόνα 65: www.Rainchaims.com
-  Εικόνα 67: www.depositphotos.com
-  Εικόνα 68: www.perierga.BlogSpot.gr