

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων/ Κατ. Ανθοκομίας- Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Πτυχιακή εργασία

Μελέτη δύο διαφορετικών διαμορφώσεων φυτεμένου υδροπονικού τοίχου σε εσωτερικό χώρο



Πετράκη Βασιλική

Άρτα 2016

Εκπαιδευτικό ίδρυμα	Τ.Ε.Ι. Ηπείρου
Τμήμα	Τεχνολογίας Γεωπονίας Κατεύθυνση Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου
Τίτλος	Μελέτη δύο διαφορετικών διαμορφώσεων φυτεμένου υδροπονικού τοίχου σε εσωτερικό χώρο
Σπουδαστές	Πετράκη Βασιλική
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ	ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Τμ. ΑΑΤ ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ	1. ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ 2. ΚΑΡΡΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ 3. ΒΑΡΡΑΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
Τόπος	ΑΡΤΑ
Έτος	2016

Εικόνα εξωφύλλου: <http://theselfsufficientliving.com/vertical-gardening-ideas-designs-and-plans/>

Περιεχόμενα

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	8
Εισαγωγή	8
Σύντομη αναδρομή στην ιστορία και εξέλιξη της φύτευσης εκτός εδάφους	8
Τι είναι ο κάθετος κήπος	10
Τύποι κάθετων κήπων	10
Υδροπονία	17
Υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών	17
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (E.C.).....	20
Θρεπτικό διάλυμα	20
Φυτά εσωτερικών χώρων.....	22
Διαχείριση φυτεύσεων εσωτερικού χώρου	25
Φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε κατά την αξιολόγηση	26
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	35
Υλικά και μέθοδοι	35
Μετεωρολογικά-Κλιματικά δεδομένα	36
Θέση κατασκευής.....	37
Μεταχειρίσεις.....	38
Σχεδιασμός και κατασκευή υδροπονικού κάθετου κήπου στην είσοδο του κτιρίου ΑΑΤ ΤΕΙ Ηπείρου	38
Θρεπτικό διάλυμα	43
Φυτικό υλικό	44
Μετρήσεις και όργανα μέτρησης.....	49
Αποτελέσματα	51
Συμπεράσματα	61
Βιβλιογραφία	62
Πηγές Internet	63

Εικόνες

Εικόνα 1: Patrick Blanc (Πηγή: www.retail-square.com)	9
Εικόνα 2: Stanley Hart White (Πηγή: www.greenroofs.com)	9
Εικόνα 3: Κάθετος κήπος με δίκτυ (cable and wire rope net systems) (Πηγή: www.buildingdesignindex.co.uk)	11
Εικόνα 4: Κάθετος κήπος με συρμάτινο πλέγμα (modular trellis panel system) (Πηγή: www.3dweldedmesh.com)	11
Εικόνα 5: Πρόσοψη τύπου «Living walls» (Πηγή: www.inhabitat.com)	12
Εικόνα 6: Πρόσοψη κτιρίου με τύπο «Mat vegetated wall» (Πηγή: www.landscapeonline.com)	12
Εικόνα 7: Σύστημα αρθρωτού τοίχου (Πηγή: www.biotecturefl.com)	13
Εικόνα 8: Αρθρωτός κάθετος κήπος (Πηγή: www.tournesolsiteworks.com)	14
Εικόνα 9: Απεικόνιση συστήματος NFT (Πηγή: http://hydroponicsinfomation.wordpress.com)	18
Εικόνα 10: Πετροβάμβακας (Πηγή: www.ergatex.gr)	19
Εικόνα 11: Τύρφη (Πηγή: www.kalliergo.gr)	19
Εικόνα 12: Περλίτης (Πηγή: www.palagkas.gr)	19
Εικόνα 13: Ελαφρόπετρα (Πηγή: www.real.gr)	19
Εικόνα 14: Κοκοφοίνικας (Πηγή: www.shopclues.com)	19
Εικόνα 15: Διογκωμένη άργιλος (Πηγή: www.grhydro.blog.spot.com)	19
Εικόνα 16: Ζεόλιθος (Πηγή: www.panagrotiki.gr)	20
Εικόνα 17: Άμμος (Πηγή: www.panagrotiki.gr)	20
Εικόνα 18: Κάθετος κήπος - Eco Garden (Πηγή: www.ecogarden.gr)	23
Εικόνα 19: Κάθετος κήπος - Ζωγράφου (Πηγή: www.ecogarden.gr)	23
Εικόνα 20: Ασπιδίστρα - <i>Aspidistra elatior</i> (Πηγή: www.farmlifenuresery.com)	26
Εικόνα 21: Επίφυλλο - <i>Epiphyllum oxypetalum</i> (Πηγή: www.atheistnexus.org)	27
Εικόνα 22: Πόθος - <i>Epipremnum aureum</i> (Πηγή: www.dogoquocdat.com)	28
Εικόνα 23: Συγκόνιο - <i>Syngonium podophyllum</i> (Πηγή: www.davesgarden.com)	29
Εικόνα 24: Τηλέγραφος άσπρος - <i>tradescantia sillamontana</i> (Πηγή: www.plantlust.com) ...	30
Εικόνα 25: Τηλέγραφος μωβ - <i>tradescantia palida</i> (Πηγή: www.designundersky.com)	30
Εικόνα 26: Τηλέγραφος ζεμπρίνα - <i>tradescantia zebrina</i> (Πηγή: www.plantayflor.blogspot.gr)	30
Εικόνα 27: Φίκος alli - <i>Ficus alli</i> (Πηγή: www.toptropicals.com)	32
Εικόνα 28: Φίκος μπέντζαμιν - <i>Ficus benjamina</i> (Πηγή: www.verdiincontri.com)	32
Εικόνα 29 : Χλωρόφυτο - <i>Chlorophytum comosum</i> (Πηγή: www.elite-pets.narod.ru)	33
Εικόνα 30: Πλήκτρανθος πράσινος - <i>Plectranthus australis</i> (Πηγή: www.flickr.com)	34
Εικόνα 31 : Χάρτης νομού Άρτας	35
Εικόνα 32: Επάνω: δορυφορική εικόνα της Τεχνόπολης του ΤΕΙ Ηπείρου στους Κωστακικούς Άρτας (Πηγή: Google Earth 2014), κάτω: κύρια όψη κτηρίου ΑΑΤ.	36
Εικόνα 33: Κάτοψη και όψη της κατασκευής ανάρτησης των πειραματικών κατακόρυφων	37
Εικόνα 34: Βάψιμο του μεταλλικού πλαισίου με μίνιο	38
Εικόνα 35: Με το τελικό χρώμα (η κατασκευή βάφτηκε με αντισειδωτικό αστάρι (μίνιο) και στην συνέχεια με χρώμα για να παρακολουθούμε την ανάπτυξη των φυτών)	38
Εικόνα 36: Χαρακτηριστικά του υφάσματος («τσόχας») που χρησιμοποιήθηκε	39

Εικόνα 37: Περλίτης (Πηγή: www.palagkas.gr).....	40
Εικόνα 38: Τοποθέτηση «τσόχας»	40
Εικόνα 39: Διαδικασία αφαίρεσης περλίτη	41
Εικόνα 40: Διάταξη αρδευτικού συστήματος	42
Εικόνα 41: Μακαρόνια και λόγχες	42
Εικόνα 42: Σύστημα με αντλίες	43
Εικόνα 43: Δεξαμενή με θρεπτικό διάλυμα	43
Εικόνα 44: Τοποθέτηση περλίτη σε σωλήνες	44
Εικόνα 45: Τα φυτά βρίσκονται στην τελική τους θέση	44
Εικόνα 46: Διαδικασία φύτευσης.....	44
Εικόνα 47: Οι σωλήνες σε διάταξη φύτευσης στους πάγκους του θερμοκηπίου	44
Εικόνα 48: Χρονοδιακόπτης (Πηγή: www.tatsis-electronics.gr)	49
Εικόνα 49: Όργανο μέτρησης pH και EC (Hanna instruments) (Πηγή: www.hannagreece.gr).....	49
Εικόνα 50: Πυρανόμετρο (Skye SKS 100) (Πηγή: www.halmstad.se)	50
Εικόνα 51: Πυρανόμετρο απλό (Πηγή: www.ioffer.com)	50
Εικόνα 52: Καταγραφικό με αισθητήρες θερμοκρασίας υγρασίας (Onset HOBO) (Πηγή: www.envcoglobal.com).....	50
Εικόνα 53: Αισθητήρας ec5 της Decagon (Πηγή: www.decagon.com).....	50
Εικόνα 54: Em 50 Data Logger (Πηγή: www.decagon.com).....	50
Εικόνα 55: Σάρωση ομάδας φύλλων Τηλέγραφου ζεμπρίνα.	59

Διαγράμματα

Διάγραμμα 1 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με την τσόχα.	51
Διάγραμμα 2 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με την τσόχα αφού αφαιρέθηκε ο περλίτης.....	52
Διάγραμμα 3 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με τους σωλήνες.	52
Διάγραμμα 4 Διακύμανση pH και EC στις μεταχειρίσεις με νότιο προσανατολισμό.....	53
Διάγραμμα 5 Διακύμανση pH και EC στις μεταχειρίσεις με βόρειο προσανατολισμό.	53
Διάγραμμα 6 Μέση κατανάλωση νερού.....	54
Διάγραμμα 7 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού κατά τη φύτευση (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).....	55
Διάγραμμα 8 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα με νότιο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).56	
Διάγραμμα 9 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα με βόρειο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).	56
Διάγραμμα 10 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες με νότιο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)	57
Διάγραμμα 11 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες με βόρειο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).	57

Διάγραμμα 12 Μέσο ξηρό βάρος βλαστού στο τέλος της περιόδου και για τα 4 συστήματα	58
--	----

Εξισώσεις

Εξίσωση 1 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Ασπιδίστρα - <i>Aspidistra elatior</i>	59
Εξίσωση 2 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Επίφυλλο - <i>Eriophyllum oxypetalum</i>	59
Εξίσωση 3 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Πλήκτρανθο πράσινο - <i>Plectranthus australis</i>	59
Εξίσωση 4 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Πόθο - <i>Epipremnum aureum</i>	60
Εξίσωση 5 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Συγκόνιο - <i>Syngonium podophyllum</i>	60
Εξίσωση 6 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο ζεμπρίνα - <i>Tradescantia zebrina</i>	60
Εξίσωση 7 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο κόκκινος - <i>Tradescantia palida</i>	60
Εξίσωση 8 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο πράσινος - <i>Tradescantia sillamontana</i>	60
Εξίσωση 9 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Φίκο alli - <i>Ficus alli</i>	60
Εξίσωση 10 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Φίκο benjamin - <i>Ficus benjamina</i>	60
Εξίσωση 11 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Χλωρόφυτο - <i>Chlorophytum comosum</i>	60

Πίνακες

Πίνακας 1: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύσευση σε ηλιόλουστα σημεία.	16
Πίνακας 2: Αναρριχώμενα φυτά με γρήγορη ανάπτυξη.....	16
Πίνακας 3: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε θέσεις με άνεμο και κρύο.....	16
Πίνακας 4: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε σκιερά σημεία.....	16
Πίνακας 5: Φυτά εσωτερικών χώρων τα οποία είναι κατάλληλα για κάθετους κήπους.	24
Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά φυτικού υλικού.	46

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από αρχαιότατων χρόνων θεωρούσε απαραίτητο για την επιβίωση του την καλλιέργεια φυτών και λαχανικών αυτό όμως άλλαξε με την πάροδο των χρόνων εξαιτίας της έντονης αστικοποίησης, του τρόπου σκέψης και των έντονων ρυθμών της ζωής του. Παρόλη αυτή την κατάσταση όμως γίνονται προσπάθειες ώστε να ανακτηθεί το «χαμένο» πράσινο και να ξαναμπει πάλι στη ζωή του. Τα τελευταία χρόνια γίνεται και στη χώρα μας μια προσπάθεια να φυτευτούν δώματα, ταράτσες, βεράντες για να δημιουργηθούν χώροι πρασίνου στις πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, ξενοδοχεία, μονοκατοικίες και κέντρα εμπορίου.

Στόχος της πτυχιακής αυτής εργασίας ήταν να αξιολογηθούν 2 διαφορετικές προσεγγίσεις φυτεμένων τοίχων για χρήση σε εσωτερικούς χώρους. Επιστημονικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι τα φυτά εσωτερικού χώρου όχι μόνο ομορφαίνουν τους χώρους διαβίωσης και εργασίας, αλλά μπορούν να συνεισφέρουν ουσιαστικά στην υγεία των ανθρώπων, μειώνοντας δραστικά το επίπεδο άγχους και παράλληλα απορροφώντας τη μόλυνση στον αέρα, απορροφώντας χημικές πτητικές ουσίες.

Στο πλαίσιο αυτής της πτυχιακής αυτής εργασίας έγινε ανασκόπηση σχετικά με τις κατακόρυφες φυτεύσεις για εσωτερικούς χώρους (υλικά, υποστρώματα, συστήματα θρέψης/άρδευσης, φυτικό υλικό, τεχνικές συντήρησης, επίδραση στο εσωτερικό περιβάλλον κοκ).

Το συγκεκριμένο πείραμα έλαβε χώρα στο ισόγειο του κτιρίου ΑΑΤ στο ΤΕΙ Ηπείρου και έγινε η αξιολόγηση δύο υδροπονικών συστημάτων (φύτευση σε ειδική τσόχα και φύτευση σε κοίλους κυλινδρικούς φορείς με περλίτη).

Η αξιολόγηση αφορούσε 11 φυτικά είδη και αναφέρεται σε δύο επίπεδα έκθεσης στο φως.

Σύντομη αναδρομή στην ιστορία και εξέλιξη της φύτευσης εκτός εδάφους

Οι κάθετοι κήποι αποτελούν μία από τις πιο καινοτόμες και δημοφιλείς τάσεις στο χώρο της αρχιτεκτονική τοπίου και του Landscape Design παγκοσμίως. Όμως η ιστορία μας δείχνει ότι από την αρχαιότητα ο άνθρωπος είχε την τάση να ασχολείται με φυτεύσεις εκτός εδάφους. Στην Αίγυπτο και συγκεκριμένα στην Μεσοποταμία, δημιουργούνται τα Ζιγκουράτ που αφορούν τεχνητούς λόφους, με αναβαθμίδες φυτεμένες με δέντρα, πάνω στις οποίες αναγείρονται ναοί. Οι γνωστοί σε όλους μας, Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, πιθανολογείται ότι αποτελούσαν μέρος των εξωτερικών τειχών της Βαβυλώνας.

Στην Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία η τέχνη της διαμόρφωσης και φύτευση του τοπίου που ονόμαζαν Ar Toriara περιελάμβανε διακοσμητικές κατασκευές όπως είναι οι πέργολες. Αντίστοιχα, στο Παρίσι, από τον 18^ο αιώνα, αναπτύσσεται η τεχνική των trellis (πλέγματα από ξύλο ή μέταλλο) για την συγκράτηση αναρριχώμενων φυτών. Η πρακτική αυτή συνεχίστηκε σε ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Γερμανία) με διάφορες παραλλαγές.

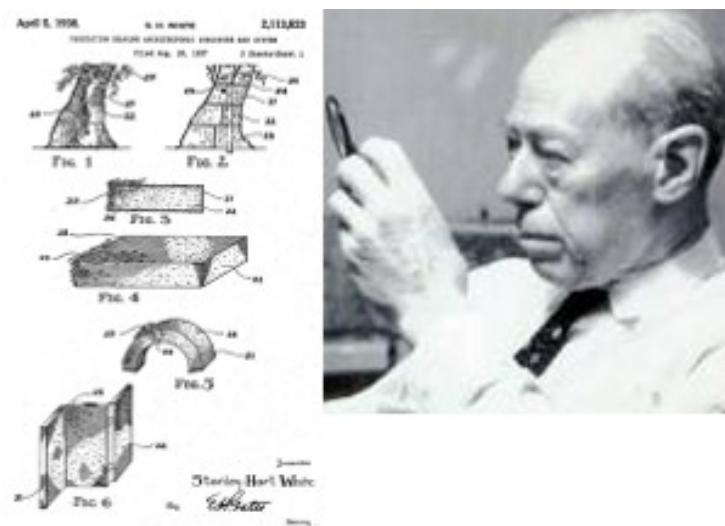
Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα ο Γάλλος αρχιτέκτονας Hector Horeau, γνωστός για τις μεταλλικές του κατασκευές, πειραματίζεται με την στήριξη των φυτών αλλά και την

ανάπτυξη τους σε απόσταση από το έδαφος. Αντίστοιχα, εμπνευσμένος από τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας, ο Jean Pierre Raynaud, εισήγαγε το φυτοδοχείο στην τέχνη.

Πρωτοπόρος των κάθετων κήπων, στην σημερινή τους εκδοχή, είναι ο Γάλλος βοτανολόγος και ερευνητής στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών του Παρισιού Patrick Blanc (Εικόνα 1), ο οποίος χρησιμοποίησε την τεχνογνωσία της υδροπονίας για την δημιουργία των κάθετων κήπων. Το παράδειγμά του έχουν ακολουθήσει έκτοτε και πολλοί άλλοι από την Αμερική, την Ευρώπη και την Ιαπωνία. Όμως ο πραγματικός πρωτοπόρος για την κατασκευή του κάθετου κήπου είναι ο Stanley Hart White (Εικόνα 2), όπου ήταν καθηγητής αρχιτεκτονικής τοπίου στο Πανεπιστήμιο του Illinois. Πατεντάρισε το πρώτο σύστημα πράσινου τοίχου το 1938 (Botanical Bricks) όπου έχει λάβει και σχετικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας. Το σύστημα που ακολούθησε ήταν πολύ απλό, δημιούργησε μονάδες που μπορούσαν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε ύψος, οι κάθετες αυτές επιφάνειες καλύπτονταν από διάφορα ανθοφόρα φυτά που τοποθετούνταν σε αυτές τις μονάδες.



Εικόνα 1: Patrick Blanc (Πηγή: www.retail-square.com)



Εικόνα 2: Stanley Hart White (Πηγή: www.greenroofs.com)

Τι είναι ο κάθετος κήπος

«Πράσινο τοίχο / green wall» ή «κεκλιμένο-κάθετο-κατακόρυφο κήπο / vertical garden» ή «ζωντανό τοίχο / living wall» ονομάζουμε οποιοδήποτε τοίχο ή επιφάνεια που συναντά με κλίση το οριζόντιο επίπεδο, η οποία είναι φυτεμένη με φυτά.

Ο όρος κεκλιμένος τοίχος ίσως είναι ο πιο σωστός υπό την έννοια ότι υπονοεί κατασκευές με κλίση από λίγες έως πολλές μοίρες σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Στην περίπτωση των 90° έχουμε τον κατακόρυφο κήπο. Ο όρος κάθετος χρησιμοποιείται ευρέως στην καθομιλουμένη.

Οι πράσινοι τοίχοι αποτελούν την εξέλιξη των συστημάτων φυτεμένων δωματίων και στην ουσία επιτρέπουν τη φύτευση σε κάθετες δομικές επιφάνειες, δίνοντας έτσι απεριόριστες αρχιτεκτονικές δυνατότητες και αισθητικές παρεμβάσεις στους σχεδιαστές, ενισχύοντας ακόμα περισσότερο την πράσινη δόμηση και την οικολογική ευαισθησία του τεχνικού κόσμου.

Ο κάθετος κήπος για αρχή, αναπτύσσεται σε ελαφρύ μέσο και όχι σε χώμα και σε πολλές περιπτώσεις τα φυτά παίρνουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά τους από το νερό. Με αυτόν τον τρόπο, οι φυτικές συνθέσεις των κάθετων κήπων θυμίζουν την αυτοφυή βλάστηση σε βράχια και σε κορμούς δέντρων ενώ χρησιμοποιώντας είδη με διαφορετική υφή, σχήματα και χρώματα φύλλων μπορεί να επιτευχθεί ένα φαντασμαγορικό αποτέλεσμα.

Οι κάθετοι κήποι αναμφίβολα ωφελούν το περιβάλλον και ειδικά σε μεγαλουπόλεις όπου το πράσινο σε οριζόντιες επιφάνειες είναι ιδιαίτερο περιορισμένο, ίσως να αποτελούν την μοναδική ελπίδα για να πρασινίσουν οι άχαρες μεγαλουπόλεις.

Τύποι κάθετων κήπων

Οι δύο βασικοί τύποι πράσινων τοίχων είναι οι εξής:

- «Πράσινες προσόψεις»
- «Κάθετοι κήποι»

1. «Πράσινες προσόψεις»

Οι «πράσινες προσόψεις» είναι ένα είδος συστήματος πράσινων τοίχων στο οποίο αναρριχώμενα φυτά ή φυτά που έχουν την ικανότητα να κρέμονται, καλύπτουν τις ειδικά σχεδιασμένες υποστηρικτικές δομές. Τα φυτά είναι ριζωμένα στη βάση αυτών των δομών ή στο έδαφος ή σε γλάστρες στα ενδιάμεσα του τοίχου ή ακόμη και από τις στέγες. Τα ίδια χρειάζονται συνήθως τρία με πέντε χρόνια πριν από την επίτευξη της πλήρους κάλυψης. Οι πράσινες προσόψεις στηρίζονται στους υπάρχοντες τοίχους ή κατασκευάζονται ως αυτόνομες δομές, όπως φράχτες ή κολώνες.

Τα φυτά που αναρριχώνται απ' ευθείας στους τοίχους καλύπτοντας ολόκληρες επιφάνειες λόγω της κατασκευής της ρίζας τους, είναι γνωστό ότι μπορούν να βλάψουν κάποιους ακατάλληλους τοίχους ενώ παρουσιάζουν προβλήματα όταν έρθει η ώρα για τη συντήρηση της οικοδομής ή την απομάκρυνση των φυτών. Τεχνολογικές καινοτομίες στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων καφασωτών ή άκαμπτων πάνελ και καλωδιακών συστημάτων για την υποστήριξη

αμπελιών, διατηρώντας παράλληλα τα φυτά μακριά από τοίχους και άλλες επιφάνειες κτιρίων.

Για τις πράσινες προσόψεις αντιπροσωπευτικές είναι οι δύο παρακάτω εφαρμογές:

- η εφαρμογή “Cable wire – rope net system” (κάθετος κήπος με δίκτυο) (Εικόνα 3) και
- η εφαρμογή “Modular trellis panel system” (κάθετος κήπος με συρμάτινο πλέγμα) (Εικόνα 4)



Εικόνα 3: Κάθετος κήπος με δίκτυο (cable and wire rope net systems) (Πηγή: www.buildingdesignindex.co.uk)



Εικόνα 4: Κάθετος κήπος με συρμάτινο πλέγμα (modular trellis panel system) (Πηγή: www.3dweldedmesh.com)

2. «Κάθετοι κήποι» (Living walls)

Τα συστήματα των «ζωντανών τοίχων» αποτελούνται από πάνελ φύτευσης, κάθετες ενότητες ή φυτεμένες επιφάνειες που εφαρμόζονται κάθετα σε διαρθρωτικό τοίχο ή πλαίσιο (Εικόνα 5). Τα πάνελ αυτά μπορεί να είναι κατασκευασμένα από πλαστικό, διογκωμένη πολυστερίνη, συνθετικό ύφασμα, πηλό, μέταλλο ή σκυρόδεμα και να υποστηρίζουν μια μεγάλη ποσότητα και ποικιλία φυτικών ειδών (π.χ. ένα πλούσιο μείγμα από εδαφοκαλυπτικά φυτά, φτέρες, χαμηλούς θάμνους, πολυετή λουλούδια και φυτά βρώσιμα). Λόγω της ποικιλομορφίας και της πυκνότητας των φυτών που ζουν στους τοίχους, οι τοίχοι διαβίωσης έχουν συνήθως ανάγκη πιο εντατικής συντήρησης συγκριτικά με τις πράσινες προσόψεις. Υπάρχουν διάφορες μορφές «ζωντανών τοίχων» οι οποίες περιγράφονται παρακάτω:



Εικόνα 5: Πρόσοψη τύπου «Living walls» (Πηγή: www.inhabitat.com)

2.1 «Φυτικός τοίχος γαλί» (Mat vegetated wall)

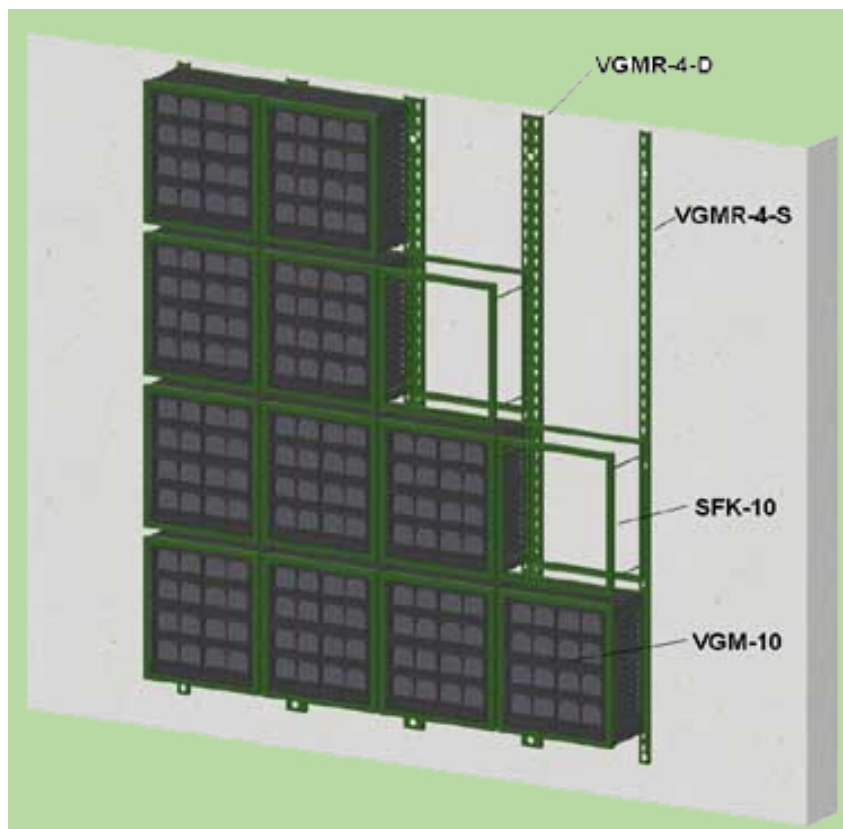
Αυτός ο τύπος κάθετου κήπου είναι μια μοναδική μορφή πράσινου τείχους που την εμπνεύστηκε ο Γάλλος βοτανολόγος Patrick Blanc. Αυτή η μορφή φυτικού τοίχου αποτελείται από δύο στρώσεις συνθετικό υλικού με τσέπες στις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά (χωρίς τη χρήση εδάφους αφού τα φυτά λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά από το νερό τους με την τεχνική της υδροπονίας), από ένα πλαίσιο και μια αδιάβροχη μεμβράνη (Εικόνα 6). Σήμερα, αυτός ο τύπος κάθετου κήπου είναι ο πιο δημοφιλής και πετυχημένος γιατί σε αυτόν οι συνθέσεις των φυτών μοιάζουν με πίνακα ζωγραφικής και είναι οι πιο θεαματικοί και ευφάνταστοι κήποι.



Εικόνα 6: Πρόσοψη κτιρίου με τύπο «Mat vegetated wall» (Πηγή: www.landscapeonline.com)

2.2 «Αρθρωτοί κάθετοι κήποι» (Modular living walls)

Αυτός ο τύπος κάθετου κήπου προέκυψε από τη χρήση «ενότητων» στις πράσινες στέγες με μια σειρά από τεχνολογικές καινοτομίες. Αποτελείται από τετράγωνα ή ορθογώνια πάνελ που διαθέτουν καλλιεργητικά μέσα (έδαφος - υπόστρωμα) για την ανάπτυξη του φυτικού υλικού (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Σύστημα αρθρωτού τοίχου (Πηγή: www.biotecturefl.com)

Η σύνθεση του υποστρώματος διαμορφώνεται ανάλογα με το φυτικό υλικό που έχει επιλεγεί αλλά και με βάση τους ενίοτε στόχους του σχεδιασμού. Οι περισσότερες από τις διατροφικές απαιτήσεις των φυτών καλύπτονται από τα καλλιεργητικά μέσα που διαθέτουν οι ενότητες. Η άρδευση παρέχεται σε διάφορα επίπεδα κατά μήκος και με τη βοήθεια της βαρύτητας κινείται το νερό μέσα στο καλλιεργητικό μέσο. Σε αυτούς τους τύπους κάθετων κήπων κάποιες ενότητες είναι ήδη φυτεμένες προσφέροντας ένα «στιγμιαίο» πράσινο αποτέλεσμα μέχρι την ολοκλήρωση της βλάστησης (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Αρθρωτός κάθετος κήπος (Πηγή: www.tournesolsiteworks.com)

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθετων κήπων

Οι κάθετοι κήποι πλεονεκτούν στα εξής σημεία:

- Βελτιώνουν την αισθητική όψη του κτιρίου.
- Παρέχουν ηχομόνωση, καθώς το φύλλωμα απορροφά τους ήχους περιορίζοντας τις επιπτώσεις από την ηχορύπανση (τα φύλλα δε διακρίνονται για την απορρόφηση του ήχου, αλλά ολόκληρο το φυτό μαζί και με το υπόστρωμα ανάπτυξής του, μπορεί να μειώσει το θόρυβο σημαντικά σε πολλές οδικές αρτηρίες).
- Επεκτείνουν το όριο ζωής των επιφανειών λόγω μεγαλύτερης προστασίας από τα καιρικά φαινόμενα.
- Στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω αυξημένης μόνωσης.
- Προστατεύουν από την υπέρυθρη ακτινοβολία.
- Μετριάζουν την πίεση που ασκεί ο αέρας, καθιστώντας το κτίριο περισσότερο αεροστεγές.
- Περιορίζουν σημαντικά την αύξηση αλλά και την απώλεια θερμότητας που παρατηρείται στα κτίρια (μελέτη που έγινε από τον hoyaano στο Τόκυο έδειξε διαφορά 10°C μεταξύ φυτοκαλυμμένων τοίχων και μη φυτοκαλυμμένων). Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι τοίχοι κτιρίων που καλύπτονται από πράσινο

προωθούν τη μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των κτιρίων κατά τους θερμούς μήνες με αποτελέσματα το κόστος ενέργειας να μειώνεται κατά 23%.

- Μπορεί να αποτελέσουν ένα μέσο αύξησης της βιοποικιλότητας του αστικού περιβάλλοντος, φυτεύοντας είδη που έχουν ή τείνουν να εξαφανισθούν.
- Βελτιώνουν τη ποιότητα του αέρα επειδή τα φυτά συγκρατούν τα αιωρούμενα σωματίδια και τη σκόνη (έρευνα στο πανεπιστήμιο guelf, του Καναδά έδειξε ότι η βλάστηση σε τοίχους συνέβαλλε στη μείωση της συγκέντρωσης τολουολίου, αιθυλοβενζολίου κι άλλων επιβλαβών ενώσεων).
- Απορροφούν ποσότητα βροχής, οπότε γίνεται καλύτερη διαχείριση όμβριων υδάτων και μειώνονται οι πλημμύρες (μελέτες έδειξαν, ότι οι κάθετοι κήποι απορροφούν ποσότητα από το νερό της βροχής επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερη διαχείριση των όμβριων υδάτων και μειώνοντας τις πλημμύρες εντός των πόλεων). Σε πολλές περιπτώσεις κάθετων κήπων συλλέγεται το νερό της βροχής, το οποίο εμπλουτίζεται με θρεπτικά στοιχεία και επανακυκλοφορεί.
- Συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της ρύπανσης, απορροφώντας τις ρυπαντικές ουσίες.
- Μειώνουν την αντανακλώμενη θερμότητα.

Αντίστοιχα, οι κάθετοι κήποι μειονεκτούν στα εξής:

- Κόστος: Στα αρνητικά των κάθετων φυτικών τοίχων είναι το υψηλό κόστος, που εκτιμάται ότι ξεπερνά τα διακόσια ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο φυτεμένης επιφάνειας, έναντι εκατό, που απαιτεί ο πιο εξεζητημένος ταρασόκηπος Όσον αφορά τους κάθετους κήπους του Blanc το κόστος αυξάνεται ιδιαίτερα αφού σύμφωνα με πληροφορίες κυμαίνεται στα 600€ το τετραγωνικό μέτρο μαζί με την εργασία και 1.200€ το τετραγωνικό μέτρο για κατασκευή των 40 τετραγωνικών μέτρων κι άνω (εκτιμήσεις τιμών 2010). Βέβαια ο ίδιος ο Blanc ισχυρίζεται ότι οι κάθετοι κήποι του μπορούν να έχουν διάρκεια τριάντα χρόνων.
- Νερό: Ένα άλλο μειονέκτημα που πολλοί προσάπτουν στους κάθετους κήπους είναι το νερό που καταναλώνεται για την άρδευσή τους (το οποίο δεν είναι πάντα ανακυκλούμενο), δεδομένου τα προβλήματα έλλειψης νερού που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας.

Φυτά που είναι κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν σε κάθετες φυτεύσεις με βάση το κλίμα της Ελλάδας

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται φυτά που είναι κατάλληλα για χρήση σε κάθετες φυτεύσεις στην Ελλάδα.

Πίνακας 1: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε ηλιόλουστα σημεία.

ΦΥΤΟ	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
1	Άλυσσο	<i>Allyssum sp.</i>
2	Βερβένα	<i>Vervena sp.</i>
3	Δεντρολίβανο έρπον	<i>Rosmarinus officinalis</i>
4	Κουφέα	<i>Cuphea sp.</i>
5	Θυμάρι	<i>Thymus vulgaris</i>

Πίνακας 2: Αναρριχώμενα φυτά με γρήγορη ανάπτυξη.

ΦΥΤΟ	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
1	Αγιόκλημα	<i>Lonicera caprifolium</i>
2	Μπουκανβίλια	<i>Bougainvillea spectabilis</i>
3	Γλυτσίνια	<i>Wisteria sinensis</i>
4	Κισσός	<i>Hedera helix</i>
5	Κληματαριά	<i>Vitis vivifera</i>

Πίνακας 3: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε θέσεις με άνεμο και κρύο.

ΦΥΤΟ	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
1	Δεντρολίβανο έρπον	<i>Rosmarinus officinalis</i>
2	Έρικα, ρέικι	<i>Erica sp.</i>
3	Κισσός	<i>Hedera helix</i>
4	Κυδωνίαστρο	<i>Cotoneaster sp.</i>
5	Λεβάντα	<i>Lavandula sp.</i>

Πίνακας 4: Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε σκιερά σημεία.

ΦΥΤΟ	ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
1	Αγιόκλημα	<i>Lonicera caprifolium</i>
2	Βερβερίδα	<i>Berberis thunbergii</i>
3	Βερονίκη	<i>Veronica sp.</i>
4	Βίγκα νάνα	<i>Vinca minor</i>
5	Φτέρη, διάφορα είδη	<i>Nephrolepis sp.</i>

Υδροπονία

Υδροπονία είναι η καλλιέργεια φυτών σε τεχνητά υποστρώματα και όχι στο έδαφος. Η υδροπονία είναι μια τεχνολογικά εξελιγμένη μέθοδος γεωργικής παραγωγής στην οποία τα φυτά αναπτύσσονται χωρίς έδαφος (χώμα), αλλά με τις ρίζες τους μέσα σε νερό και θρεπτικά διαλύματα απαραίτητα για τη σωστή λειτουργία και απόδοση των φυτών. Φυσικά προϊόντα όπως ο πετροβάμβακας ή ο περλίτης χρησιμοποιούνται αντί χώματος και οι καλλιέργειες τροφοδοτούνται με μια μορφή ισορροπημένων θρεπτικών ουσιών, απαραίτητων για σωστή λειτουργία και απόδοση των φυτών.

Στην Ελλάδα ως τεχνητό υπόστρωμα χρησιμοποιείται κυρίως ο περλίτης, γιατί είναι ένα εθνικό προϊόν, φθινό που έχει όλες τις απαραίτητες ιδιότητες για την υδροπονική καλλιέργεια, ενώ υπάρχουν και άλλα όπως η ελαφρόπετρα, άμμος και το χαλίκι. Το τεχνητό υπόστρωμα πρέπει να έχει μικρή εναλλακτική ικανότητα, δηλαδή τη δυνατότητα να μη δεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία από το διάλυμα, αλλά να τα αφήνει ελεύθερα να απορροφούνται από το φυτό. Με την μέθοδο αυτή η θρέψη του φυτού δεν βασίζεται στο χώμα, αλλά στο νερό και στα θρεπτικά στοιχεία. Το υπόστρωμα που είναι αδρανές, το μόνο που προσφέρει είναι να στηρίζει την καλλιέργεια και να παρέχει χώρο για την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.

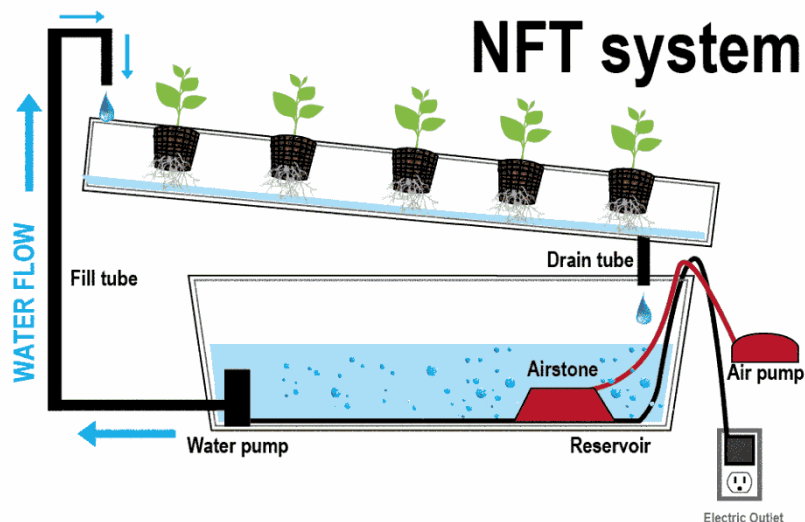
Υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως θα πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με καλύτερο τρόπο. Μόνο όταν εκπληρώνεται αυτή η προϋπόθεση είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος αντί της καλλιέργειας στο έδαφος. Ο προφανέστερος τρόπος εξασφάλισης καλής και ισορροπής θρέψης στα φυτά στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι η χρησιμοποίηση υποστρωμάτων που συμπεριφέρονται όπως ένα πολύ καλό και γόνιμο έδαφος. Επίσης, ένα πολύ καλό υπόστρωμα θα πρέπει ή να είναι χημικά αδρανές ή να διαθέτει μεγάλη ανταλλακτική ικανότητα και κατάλληλο pH εφόσον είναι χημικά ενεργό.

Συστήματα χωρίς υπόστρωμα

Πιο αναλυτικά, μπορεί να γίνει καλλιέργεια φυτών χωρίς καθόλου υπόστρωμα και δεν είναι άλλο από το σύστημα NFT [Nutrient Film Technique = Τεχνική λεπτής θρεπτικής στοιβάδας] είναι μία υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών, στην οποία δεν γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος.

Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα το οποίο αυτό γίνεται σε κανάλια μεγάλου μήκου μέσα στο οποίο ρέει το θρεπτικό. Τα κανάλια του NFT είναι συνήθως υπενδυμένα με ειδικό πλαστικό, με άσπρο χρώμα εξωτερικά και με μαύρο εσωτερικά (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Απεικόνιση συστήματος NFT (Πηγή: <http://hydroponicsinfomation.wordpress.com>)

Στην δεύτερη περίπτωση, στην επιπλέουσα υδροπονία (Waterfarm), δεν έχουμε συνεχή ροή θρεπτικού διαλύματος, αλλά το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται μέσα σε μεγάλες λεκάνες – δεξαμενές, μέσα στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά. Στο σύστημα αυτό η οξυγόνωση του διαλύματος είναι απαραίτητη.

Σε αυτή την κατηγορία δεν θα μπορούσε να λείπει η μέθοδος της Αεροπονίας, όπου είναι η παραλλαγή της Υδροπονίας. Στις αεροπονικές καλλιέργειες μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται σε συνθήκες σκοταδιού για την αποφυγή δημιουργίας αλγών.

Συστήματα με υπόστρωμα

Όπως ήδη προαναφέραμε και πιο πάνω υπάρχουν συστήματα τα οποία είναι πορώδη υλικά που δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα και χρησιμοποιούνται για να υποκαταστήσουν το έδαφος ως μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών. Είναι τα χημικά αδρανή υποστρώματα που δεν διαθέτουν ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και τα χημικά ενεργά υποστρώματα που έχουν σημαντική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων.

Τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών διεθνώς είναι:

1. Πετροβάμβακας (Εικόνα 10)
2. Τύρφη (Εικόνα 11)
3. Περλίτης (Εικόνα 12)
4. Ελαφρόπετρα (Εικόνα 13)
5. Ο κοκοφοίνικας (Εικόνα 14) και σε μικρότερο βαθμό
6. Η διογκωμένη άργιλος (Εικόνα 15)
7. Ζεόλιθος (Εικόνα 16) και
8. Η άμμος (Εικόνα 17).



Εικόνα 10: Πετροβάμβακας (Πηγή: www.ergatex.gr)



Εικόνα 11: Τύρφη (Πηγή: www.kalliergo.gr)



Εικόνα 12: Περλίτης (Πηγή: www.palagkas.gr)



Εικόνα 13: Ελαφρόπετρα (Πηγή: www.real.gr)



Εικόνα 14: Κοκοφοίνικας (Πηγή: www.shopclues.com)



Εικόνα 15: Διογκωμένη άργιλος (Πηγή: www.grhydro.blog.spot.com)



Εικόνα 16: Ζεόλιθος (Πηγή: www.panagrotiki.gr)



Εικόνα 17: Άμμος (Πηγή: www.panagrotiki.gr)

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (E.C.)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι εξ ορισμού η ικανότητα ενός υλικού να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και είναι αντιστρόφως ανάλογη της ηλεκτρικής αντίστασης.

Η πιο κοινή μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το Siemens/cm (S/cm), με υποδιαίρεσεις: το microSiemens/cm ($\mu\text{S/cm}$) ίσο με 10^{-6} S/cm και το milliSiemens/cm (mS/cm) ίσο με 10^{-3} S/cm.

Σε ένα υδατικό διάλυμα, η αγωγιμότητα είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των διαλυμένων αλάτων στο υγρό. Έτσι λοιπόν, όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση των αλάτων τόσο μεγαλύτερη είναι η αγωγιμότητα. Η σχέση μεταξύ της αγωγιμότητας και των διαλυμένων αλάτων εκφράζεται – αναλόγως της εφαρμογής – κατά προσέγγιση ως εξής:

- Αγγλικοί Βαθμοί : $1,4 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm}$ (parts per million CaCO_3) ή
- Αμερικανικοί Βαθμοί: $2 \mu\text{S/cm} = 1 \text{ ppm}$ (parts per million CaCO_3)

όπου $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/L}$, η οποία είναι η μονάδα μέτρησης για τα διαλυμένα άλατα (TDS).

Θρεπτικό διάλυμα

Είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

- Είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων.
- Είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις.
- Είτε ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις.

Βασική λίπανση

Οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων που προστίθενται στο έδαφος κατά την βασική λίπανση θα πρέπει να καθορίζονται με βάση τις ιδιαίτερες ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά στοιχεία, τα αποτελέσματα εδαφολογικής ανάλυσης (αν υπάρχουν) καθώς και άλλες πληροφορίες και δεδομένα που αφορούν την καλλιέργεια.

Τα θρεπτικά στοιχεία που προστίθενται στο έδαφος κατά την εφαρμογή βασικής λίπανσης είναι κατά κανόνα το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Η προσθήκη ασβεστίου ή ιχνοστοιχείων είναι αναγκαία μόνο σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις. Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες σύμφωνα με τις ποσότητες που χρειάζονται τα φυτά. Τα μακροστοιχεία είναι το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο (Mg) και το Θείο (S). Από αυτά, το Άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλιο είναι τα πρωτεύοντα μακροστοιχεία ενώ το Ασβέστιο, το Μαγνήσιο και το Θείο είναι τα δευτερεύοντα. Τα μικροστοιχεία είναι επίσης απαραίτητα αλλά σε μικρότερες ποσότητες και αυτά είναι: ο Σίδηρος (Fe), το Μαγγάνιο (Mn), ο Ψευδάργυρος (Zn), ο Χαλκός (Cu), το Βόριο (B) και το Μολυβδαίνιο (Mo).

Πιο αναλυτικά:

- **Άζωτο:** Δίνει ενέργεια για τη βλάστηση και την ανάπτυξη των φυτών. Τα φυλλώδη (πράσινα) φυτά χρειάζονται πολύ άζωτο ενώ τα ριζοειδή λιγότερο. Τα δένδρα χρειάζονται αρκετό άζωτο στην αρχή και λιγότερο μετά.
- **Φώσφορος:** Δίνει στα φυτά τις απαιτούμενες αντοχές, βοηθά στην ανάπτυξη των ριζών, στην ανθοφορία των λουλουδιών και στην καρποφορία των δένδρων.
- **Κάλιο:** Κάνει τα φυτά εύρωστα και δυνατά και επομένως πιο ανθεκτικά στις ασθένειες. Δίνει την απαιτούμενη λάμψη στα καλλωπιστικά αλλά και ποιότητα στους καρπούς των δένδρων και των λαχανικών (για παράδειγμα, μέγεθος, σχήμα, γεύση, άρωμα).
- **Ασβέστιο:** Βοηθά στη δομή των κυττάρων και είναι αναγκαίο για τη δύναμη των φυτών. Πολύ απαραίτητο όταν παρατηρούνται σπαρμένα τμήματα στα φυτά.
- **Μαγνήσιο:** Είναι και αυτό πολύ απαραίτητο καθώς είναι συστατικό της χλωροφύλλης. Συμβάλλει στην παραγωγή ATP (τρι- φωσφορική αδενοσίνη) μέσω του ρόλου του ως συνένζυμο. Εμπλέκεται στη σύνθεση των σακχάρων και στη μεταφορά του αμύλου.
- **Θείο:** Είναι δομικό συστατικό για την δημιουργία πρωτεϊνών, ενζύμων και βιταμινών από τα φυτά.
- **Βόριο:** Εμπλέκεται στη λειτουργία της αναπνοής, της γονιμοποίησης, της απορρόφησης νερού καθώς και στη λειτουργία της κυτταρικής μεμβράνης. Βοηθά στην παραγωγή ζάχαρης και υδρογονανθράκων. Το Βόριο είναι το πιο ουσιαστικό ιχνοστοιχείο για την καλλιέργεια της ελιάς.
- **Σίδηρος:** Είναι πολύ απαραίτητος για την παραγωγή χλωροφύλλης και κατά συνέπεια για την διαδικασία της φωτοσύνθεσης.
- **Χαλκός:** Ο σχηματισμός των αμινοξέων, η σύνθεση των πρωτεϊνών και η αναπνοή είναι σημαντικές λειτουργίες του φυτού, στις οποίες η παρουσία του χαλκού είναι απαραίτητη. Είναι σημαντικός για το σχηματισμό της λιγνίνης στα φυτικά κύτταρα, ουσία που ενδυναμώνει τη δομή των κυττάρων. Επηρεάζει τη διατηρησιμότητα των φρούτων καθώς και την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα.
- **Ψευδάργυρος:** Είναι βασικό στοιχείο για τη παραγωγή ενέργειας, τη σύνθεση πρωτεϊνών και τη ρύθμιση της ανάπτυξης.
- **Μαγγάνιο:** Έχει σημαντικό ρόλο σε διάφορα ενζυμικά συστήματα σχετικά με την αναπνοή και τη φωτοσύνθεση. Επίσης, είναι απαραίτητο για το σχηματισμό

των χλωροπλαστών και βοηθά στη διάσπαση των υδατανθράκων και στο μεταβολισμό του αζώτου.

- **Μολυβδαίνιο:** Εμπλέκεται στη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου και απαιτείται η παρουσία του για την παραγωγή ενός μεγάλου αριθμού ενζύμων.

Φυτά εσωτερικών χώρων

Τα φυτά εσωτερικού χώρου έρχονται, φεύγουν και επανέρχονται στη μόδα από τότε που οι αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι ξεκίνησαν να μεταφέρουν φυτά από τους εξωτερικούς χώρους στις κατοικίες τους.

Οι Βικτωριανοί λάτρευαν τα φυτά στις γλάστρες και η δεκαετία του 1970 δεν θα ήταν ποτέ η ίδια δίχως φτέρες και φυτά-αράχνες.

Πέρα από το είδος των φυτών εσωτερικού χώρου που προτιμώνται ανά περιόδους το θέμα είναι ότι τα οφέλη που προσφέρουν τα καθιστούν κάτι πολύ περισσότερο από διακοσμητικά αντικείμενα.

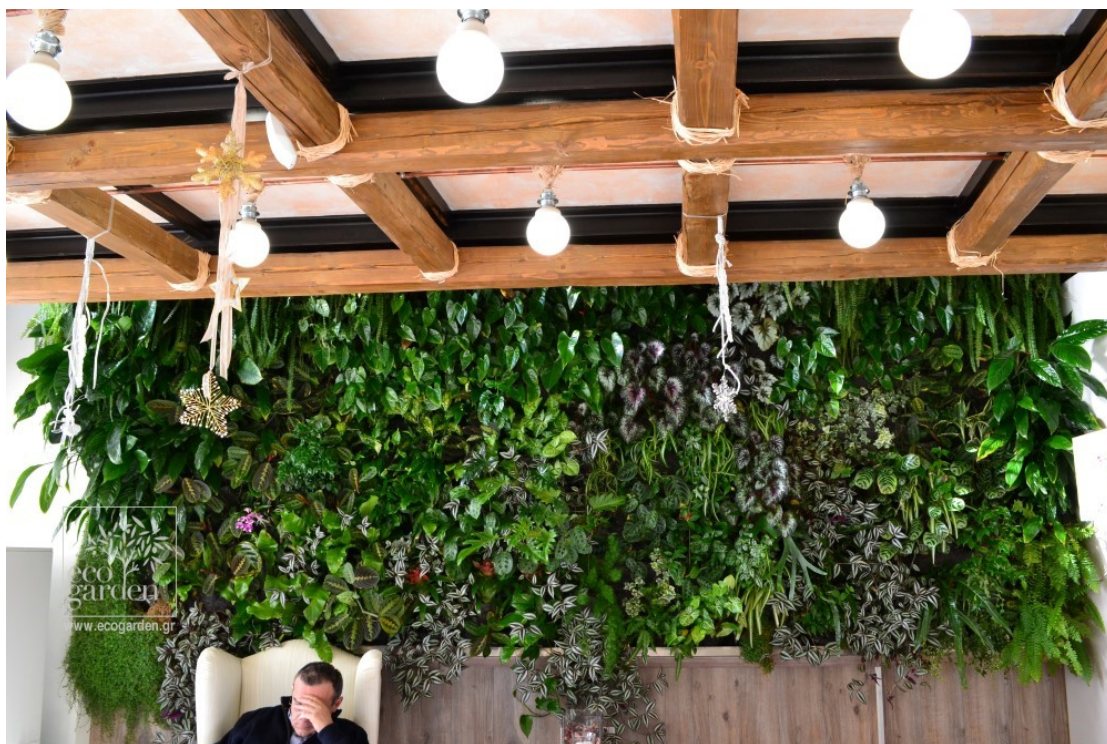
Στην ανθοκομική ορολογία όμως με τον όρο φυτά εσωτερικών χώρων χαρακτηρίζονται μόνο εκείνα τα καλλωπιστικά φυτά τα οποία έχουν καταγωγή και απαιτήσεις σε κλιματικές συνθήκες διαφορετικές από τη χώρα στην οποία χρησιμοποιούνται (συνήθως προέρχονται από περιοχές με θερμό έως τροπικό κλίμα) και επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για διακόσμηση στεγασμένων χώρων (κατοικίες, καταστήματα, ξενοδοχεία, εσωτερικό κτιρίων δημοσίων και ιδιωτικών υπηρεσιών, γραφεία, κλπ).

Τα φυτά εσωτερικών χώρων κατά κανόνα είναι πολυετή. Ανήκουν σε διάφορες βοτανικές οικογένειες και έχουν τελείως διαφορετικά μεταξύ τους βοτανικά χαρακτηριστικά (ποώδη, ξυλώδη, κλπ).

Το μόνο κοινό τους χαρακτηριστικό πέρα από την καλλωπιστική αξία είναι ότι, επειδή σχεδόν όλα τα είδη προέρχονται από τροπικές και υποτροπικές περιοχές, διατηρούνται σε εσωτερικούς χώρους, κατά το μεγαλύτερο διάστημα του έτους τουλάχιστον. Ανάλογα με το τμήμα του φυτού που έχει καλλωπιστική αξία διακρίνονται σε φυλλώδη φυτά εσωτερικών χώρων και σε ανθοφόρα φυτά εσωτερικών χώρων.



Εικόνα 18: Κάθετος κήπος - Eco Garden (Πηγή: www.ecogarden.gr)



Εικόνα 19: Κάθετος κήπος - Ζωγράφου (Πηγή: www.ecogarden.gr)

Πίνακας 5: Φυτά εσωτερικών χώρων τα οποία είναι κατάλληλα για κάθετους κήπους.

Λατινική Ονομασία	Ελληνική Ονομασία	ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ			ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ
		ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΣΗ	ΥΨΗΛΗ		
Aspidistra elatior	Ασπιδίστρα	X	X	X	Χαμηλή-Μέση	Μέση
Anthurium sp.	Ανθούριο			X	Υψηλή	Υψηλή
Ferns	Φτέρες		X		Μέση	Μέση-Υψηλή
Chlorophytum comosum	Χλωρόφυτο		X	X	Χαμηλή-Μέση	Μέση
Sygonium podophyllum	Συγκόνιο		X	X	Μέση-Υψηλή	Μέση
Spathiphyllum sp.	Σπαθίφυλλο		X	X	Μέση-Υψηλή	Μέση
Schefflera sp.	Σεφλέρα		X	X	Υψηλή	Μέση
Epipremnum aureum	Πόθος		X	X	Υψηλή	Μέση-Υψηλή
Codiaeum variegatum	Κρότωνα			X	Υψηλή	Υψηλή
Plectranthus sp.	Πλήκτρανθος			X	Μέση-Υψηλή	Μέση-Υψηλή
Tradescantia sp.	Τηλέγραφος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή-Υψηλή
Ficus sp.	Φίκοι		X		Μέση	Μέση-Υψηλή
Pilea sp.	Πιλέα		X	X	Μέση-Υψηλή	Υψηλή
Hedera helix	Κισσός		X	X	Χαμηλή-Μέση	Μέση
Monstera deliciosa	Μονστέρα		X	X	Μέση-Υψηλή	Μέση
Dieffenbachia sp.	Διφφενμπάχια		X	X	Υψηλή	Υψηλή
Dracaena sp.	Δράκαινα		X	X	Υψηλή	Μέση
Begonia Rex cultorum	Βεγόνια			X	Υψηλή	Μέση
Fatsia japonicum	Αράλια		X	X	Υψηλή	Μέση-Υψηλή
Sanseveria trifasciata	Σανσεβέρια		X	X	Υψηλή	Χαμηλή

Υπόμνημα

Φωτισμός (L):

Πληροφορίες σχετικά με την ένταση φωτισμού και τις σχετικές μονάδες δίνονται στο Παράρτημα Ι.

Στον πίνακα αναφέρεται η προσαρμοστικότητα του φυτού στα διάφορα επίπεδα έντασης φωτισμού. (1 foot candle= 10 lux)

- Φυτά χαμηλού φωτισμού: θέλουν τουλάχιστον 500-750 lux για τη διατήρησή τους και 750–2000 lux για την ανάπτυξη τους
- Φυτά μέσου φωτισμού: θέλουν τουλάχιστον 750-1500 lux για τη διατήρησή τους και 2000–5000 lux για την ανάπτυξη τους

- Φυτά υψηλού φωτισμού: θέλουν τουλάχιστον 1500- 5000 lux για τη διατήρησή τους και 5000–10000 lux για την ανάπτυξη τους

Θερμοκρασία (T):

Αναφέρεται η άριστη θερμοκρασία, που προτιμά κάθε φυτό. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να προσαρμοστεί και σε άλλες θερμοκρασίες

- Χαμηλή: Ημέρα: 10-15°C Νύκτα: 7-12°C
- Μέση: Ημέρα: 15-1°C Νύκτα: 12-15°C
- Υψηλή: Ημέρα: 21-27°C Νύκτα: 18-21°C

Σχετική υγρασία (RH):

Αναφέρεται η άριστη RH, που προτιμά κάθε φυτό. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να προσαρμοστεί και σε άλλη RH.

- Χαμηλή: 30-45% (συνήθως όσο στο σπίτι)
- Μέση: 45-60%
- Υψηλή: > 60%

Διαχείριση φυτεύσεων εσωτερικού χώρου

Στην Ελλάδα υπάρχει διαθέσιμο κανονιστικό κείμενο σχετικά με τη διαχείριση των φυτεύσεων εσωτερικού χώρου (ΕΛΟΤ, 2009). Στο κείμενο περιλαμβάνεται πληροφορία σχετικά με: συνθήκες φωτισμού, θερμοκρασία, ατμοσφαιρική υγρασία, πότισμα, λίπανση, κλάδεμα, πλύσιμο φύλλων, μεταφύτευση, αλλαγή θέσης, καταπολέμηση ασθενειών.

Φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε κατά την αξιολόγηση

Ασπιδίστρα - *Aspidistra elatior*



Εικόνα 20: Ασπιδίστρα - *Aspidistra elatior* (Πηγή: www.farmlifenursery.com)

Γενικά στοιχεία

Η ασπιδίστρα είναι ένα από τα πιο παλιά και ανθεκτικά φυτά εσωτερικού χώρου, της οικογένειας λειριδών. Κατάγεται από τα δάση της Νότιας Ασίας. Τα φύλλα της είναι λογχοειδή με μακρύ μίσχο και μπορούν να φτάσουν τα 50 εκατοστά. Τα μαβιά άνθη προβάλλουν διακριτικά στη βάση του φυτού (Εικόνα 20). Η παλιά ονομασία ήταν «Φοίνικας του Τσαγκάρη» με το οποίο είναι γνωστό στην Βόρεια Ευρώπη, προέρχεται από το γεγονός ότι το φυτό αυτό άντεχε ακόμη και στο σκοτεινό εργαστήριο του τσαγκάρη.

Απαιτήσεις

Είναι ένα φυτό που δεν έχει πολλές απαιτήσεις, ευδοκμεί σχεδόν παντού, χρειάζεται λίγο φως αλλά μπορεί να αντέξει και στα ρεύματα και στον ξηρό αέρα. Αν και αντέχει στην έκθεση με άμεσο ηλιακό φωτισμό, καλό είναι να αποφεύγεται αφού μπορεί να δημιουργήσει εγκαύματα στα φύλλα. Προτιμάει τις δροσερές θέσεις, αλλά και στην ζέστη δεν έχει κανένα πρόβλημα. Θέλει συχνό καθαρισμό και λίγο πότισμα (1 φορά στις 5 μέρες). Η λίπανση την άνοιξη και το καλοκαίρι βοηθάει πολύ στην υγεία και ζωνρότητα του φυτού. Μεταφυτεύεται κάθε 2-3 χρόνια.

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται την Άνοιξη με προσεκτική διαίρεση ώστε να μην τραυματιστεί το φυτό. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα του φυτού είναι ότι καθαρίζει την ατμόσφαιρα από τον μολυσμένο αέρα.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Είναι φυτό που προσαρμόζεται πολύ εύκολα σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Στους εσωτερικούς χώρους μπορεί να τοποθετηθεί σε μειονεκτικές θέσεις, όπως διαδρόμους με ρεύματα κ.ά., που δεν είναι εύκολο να επιβιώσουν άλλα φυτά. Τα φύλλα της χρησιμοποιούνται για κομμένα φυλλώματα στην ανθοδετική. Ιδανική για δύσκολα σημεία είτε μόνη της αλλά πολλές μαζί είτε σε συνδυασμό με άλλα μικρότερα φυλλώδη.

Επίφυλλο ή φυλλόκακτος - *Eriphyllum oxypetalum*



Εικόνα 21:Επίφυλλο - *Eriphyllum oxypetalum* (Πηγή: www.atheistnexus.org)

Γενικά στοιχεία

Είναι τροπικό φυτό. Αυτά που μοιάζουν με φύλλα είναι στην πραγματικότητα πεπλατυσμένοι βλαστοί. Από αυτούς βγαίνουν τα άνθη και αυτό είναι που έχει δώσει και το όνομά του στο φυτό. Τα φύλλα έχουν την μορφή μικρών σκληρών τριχών. Το επίφυλλο έχει πλούσια ανθοφορία σε εντυπωσιακά χρώματα, άσπρο, κίτρινο, κόκκινο και μωβ (Εικόνα 21). Συνήθως ανθίζει την ημέρα, υπάρχουν όμως είδη που ανθίζουν τη νύχτα. Στα τροπικά δάση μεγαλώνει στις κορυφές των δέντρων. Στις δικές μας περιοχές ταιριάζει υπέροχα σε κρεμαστή γλάστρα.

Απαιτήσεις

Μέρος ζεστό, φωτεινό, ευάερο αλλά προστατευμένο από τον ήλιο, με πολλή υγρασία. Το καλοκαίρι είναι καλά να βρίσκεται έξω, αρκεί να μη βρέχεται. Μην μετακινείτε τη γλάστρα. Από το Νοέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο χρειάζεται ανάπαυση σ' ένα χώρο πιο δροσερό. Θέλει μέτριο πότισμα με ζεστό, μαλακό νερό που θα περιοριστεί το χειμώνα. Η μεταφυτέψι γίνεται μόνο αν είναι ανάγκη σε χώμα με χούμο και τύρφη.

Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός γίνεται με μοσχεύματα αλλά και με σπόρους.

Πόθος - *Epipremnum aureum*



Εικόνα 22: Πόθος - *Epipremnum aureum* (Πηγή: www.dogoquocdat.com)

Γενικά στοιχεία

Κατάγεται από την νοτιοανατολική Ασία και τα νησιά του Σολομώντα αλλά έχει εγκατασταθεί σε τροπικά και υποτροπικά κλίματα σε όλο τον κόσμο.

Είναι αναρριχώμενο φυτό με φύλλα καρδιόσχημα παρόμοια με φιλόδεντρο (*Philodendron scandens oxycardium*) που είναι επίσης γνωστό με το κοινό όνομα πόθος. Οι περισσότερες ποικιλίες έχουν φύλλα με ανοιχτόχρωμες λευκές ή κίτρινες επιφάνειες στον πράσινο φόντο των φύλλων (Εικόνα 22).

Στηρίζονται σε ειδικά στηρίγματα για να δημιουργήσουν κατακόρυφες στήλες ή χρησιμοποιούνται σε συνθέσεις με άλλα φυτά για εσωτερικούς χώρους και κρεμαστά καλάθια.

Τα μητρικά φυτά χρειάζονται τα ανώτερα όρια του φωτισμού ενώ για τον εγκλιματισμό τους και την καλύτερη ποιότητα στους εσωτερικούς χώρους ο φωτισμός πρέπει να είναι κάτω από τα 3000 fc (32 k lux). Φωτισμός κάτω από 1000 fc (11 k lux) έχει σαν αποτέλεσμα να χάσουν τα φύλλα την ποικιλοχρωμία τους. Αντέχει σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών με άριστες από 16 -32 ο C.

Το υπόστρωμα μπορεί να αποτελείται από μόνο από τύρφη ή να είναι μείγματα με φλοιούς, περλίτη και άλλα υλικά.

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα βλαστού ακραία ή ενδιάμεσα 1 ή 2 οφθαλμών.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Είναι από τα πιο κοινά φυτά στους εσωτερικούς χώρους και σχεδόν υπάρχουν σε κάθε μονάδα παραγωγής γλαστρικών.

Συνήθως χρησιμοποιούνται πολλά μαζί σε γλάστρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν κρεμοκλαδή, ενώ στηρίγματα με τύρφη ή βρύα βοηθούν να αναδείξουν τις αναρριχητικές ικανότητες του φυτού.

Συγκόνιο - *Syngonium podophyllum*



Εικόνα 23: Συγκόνιο - *Syngonium podophyllum* (Πηγή: www.davesgarden.com)

Γενικά στοιχεία

Το συγκόνιο είναι ιθαγενές των περιοχών από το Μεξικό έως τον Παναμά. Υπάρχουν 20 περίπου άλλα είδη τα οποία είναι αυτοφυή της κεντρικής Αμερικής.

Είναι φυτό αναρριχώμενο με λεπτό βλαστό και πράσινα ή ανοιχτόχρωμα πράσινα φύλλα με νεύρα που περιβάλλονται από λευκές ή κρεμ κηλίδες διαφόρων σχημάτων ανάλογα με την ποικιλία. Τα νεαρά φύλλα είναι απλά και έχουν σχήμα βέλους όταν όμως ωριμάσουν γίνονται σύνθετα με 3 τουλάχιστον φυλλάρια (Εικόνα 23).

Χρησιμοποιείται για το καλλωπιστικό φύλλωμα του κυρίως σαν φυτό γλάστρας για εσωτερικούς χώρους. Στηρίζονται συνήθως σε (τότεμ) που αποτελούνται από διάφορα υλικά (σωλήνες) με βρύα ή τύρφη ή κοκκοφοίνικα, μεταλλικά στηρίγματα, ξύλα κ. α) για όρθια ανάπτυξη.

Λόγω της κρεμοκλαδούς τάσης τους είναι κατάλληλα για τη χρήση τους σε κρεμαστά καλάθια και εδαφοκαλύψεις σε αίθρια. Είναι δυνατή επίσης η χρήση τους σε συνθέσεις με άλλα φυτά, και σε τερράρια.

Πολλαπλασιασμός

Γίνεται συνήθως με μοσχεύματα βλαστού κορυφής ή ενδιάμεσα, μοσχεύματα οφθαλμού με φύλλο, με σπόρο και in vitro.

Όπως και άλλα είδη της οικογένειας Araceae ενός οφθαλμού με φύλλο και ριζώνουν εύκολα σε διάφορα υποστρώματα ή και σε νερό με ελάχιστη χρήση υδρονέφωσης. Οι νέες και πιο εμπορικές ποικιλίες πολλαπλασιάζονται με in vitro διότι παράγεται γρήγορα άφθονο και πολλαπλασιαστικό υλικό και δημιουργούνται ομοιόμορφα και συμπαγή φυτά.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Χρησιμοποιείται για το καλλωπιστικό φύλλωμα του κυρίως σαν φυτό γλάστρας για εσωτερικούς χώρους. Στηρίζονται συνήθως σε στήλες (τότεμ) που αποτελούνται από διάφορα υλικά (σωλήνες με βρύα ή τύρφη ή κοκκοφοίνικα, μεταλλικά στηρίγματα, ξύλα κ.α.) για όρθια ανάπτυξη.

Λόγω της κρεμοκλαδούς τάσης τους είναι κατάλληλα για την χρήση τους σε κρεμαστά καλάθια και εδαφοκαλύψεις σε αίθρια. Είναι δυνατή επίσης η χρήση τους σε συνθέσεις με άλλα φυτά, και σε τερράρια (terrariums).

Τηλέγραφος
Tradescantia sillamontana
Tradescantia palida
Tradescantia zebrina



Εικόνα 24: Τηλέγραφος άσπρος - *tradescantia sillamontana* (Πηγή: www.plantlust.com)



Εικόνα 25: Τηλέγραφος μωβ - *tradescantia palida* (Πηγή: www.designundersky.com)



Εικόνα 26: Τηλέγραφος ζεμπρίνα - *tradescantia zebrina* (Πηγή: www.plantayflor.blogspot.gr)

Γενικά στοιχεία

Οι διάφοροι τηλέγραφοι ανήκουν στο γένος *Tradescantia*, που περιλαμβάνει δεκάδες είδη, τα οποία κατάγονται από την Αμερική. Πρόκειται για ποώδη πολυετή φυτά με φύλλα λογχοειδή χωρίς μίσχο πάνω σε υδαρείς εύκαμπτους βλαστούς, που έρπουν. Αυτά, ανάλογα με το είδος και την ποικιλία, έχουν πλάτος μέχρι 2,5 cm και μήκος 7-13 cm.

Ο τηλέγραφος δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κλασσικό εμπορικό φυτό, λόγω του εύκολου τρόπου πολλαπλασιασμού του, που για χρόνια διαδίδεται από σπίτι σε σπίτι με την κοπή μικρών βλαστών που ριζώνουν πανεύκολα. Εν τούτοις με βάση κυρίως το γνωστό πράσινο τηλέγραφο (*T. fluminensis*) και τον ερυθροκύανο (*T. zebrina*) (Εικόνα 26), έχουν δημιουργηθεί πολλές αξιόλογες ποικιλίες. Οι ποικιλίες αυτές αναφέρονται κυρίως στην προσθήκη νέων χρωμάτων υπό μορφή λωρίδων πάνω στα φύλλα. Έτσι τα πράσινα φύλλα μπορεί να φέρουν ασημί, λευκές ή ανοιχτοπράσινες λωρίδες, ενώ τα πορφυροκυανά μπορεί να έχουν κίτρινες, λευκές, ασημί ή ανοιχτόχρωμες λωρίδες. Ενδιαφέροντα επίσης είδη είναι τα *T. pallida* (Εικόνα 25) με μεγαλύτερα φύλλα σε πολλές ποικιλίες και *T. albiflora*, που μοιάζει αρκετά με τη *T. fluminensis*.

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με μοσχεύματα, χώρισμα της ρίζας και με σπόρους. Τα μοσχεύματα μπορεί να είναι κορυφής ή ενδιάμεσα και τοποθετούνται 3-5 κατευθείαν στην τελική γλάστρα διότι κατά την μεταφύτευση σπάζουν εύκολα οι βλαστοί. Ριζώνει και διατηρείται και σε βάζο με νερό. Επίσης, καλλιεργείται σε εδαφικό μείγμα με καλή στράγγιση που να διατηρείται υγρό χωρίς να είναι υπερβολικά ποτισμένο. Η υπερβολική ξηρασία έχει ως αποτέλεσμα την ξήρανση των κατώτερων φύλλων.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Έχει καλή προσαρμογή και διατηρείται πολύ στους εσωτερικούς χώρους όπου συνήθως χρησιμοποιείται σε κρεμαστά καλάθια. Είναι κατάλληλο επίσης για εδαφοκαλύψεις σε γλάστρες για εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους εάν οι θερμοκρασίες δεν είναι πολύ χαμηλές.

Είναι εντυπωσιακό φυτό για παράθυρα και χώρους με αρκετό φως σε ζεστό και υγρό περιβάλλον το καλοκαίρι, ενώ αντέχει στο ξηρό περιβάλλον του χειμώνα.

Φίκος
Ficus alli
Ficus benjamina



Εικόνα 27: Φίκος alli - *Ficus alli*
(Πηγή: www.toptropicals.com)



Εικόνα 28: Φίκος μπέντζαμιν - *Ficus benjamina* (Πηγή: www.verdiincontri.com)

Γενικά στοιχεία

Κατάγονται από τις αποτροπικές και υποτροπικές περιοχές του παλαιού κόσμου, κυρίως της νοτιοανατολικής Ασίας και της Αυστραλίας.

Τα είδη που χρησιμοποιούνται στους εσωτερικούς χώρους έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές χρήσεις. Ανάλογα με το μέγεθος και ανάπτυξης των φύλλων. Κάθε είδος και κυρίως κάθε ποικιλία έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά όσο αφορά κυρίως το χρώμα του φυλλώματος και τη μορφή που διαμορφώνεται για την παρουσίαση του στην αγορά.

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζονται με μοσχεύματα βλαστού επάρκεια ή ενδιάμεσα, μοσχεύματα οφθαλμού με ένα φύλλο, εναέριες καταβολάδες και in vitro. Τα μοσχεύματα είναι κύριος επιχειρηματικός τρόπος πολλαπλασιασμού του φίκου.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Συνήθως χρησιμοποιούνται κυρίως ατομικά σε μεγάλες γλάστρες ή σε διάφορους σχηματισμούς (με πλεγμένους κορμούς ή άλλα σχήματα μετά από κούρεμα), αλλά και σε μικρότερες γλάστρες με ελεύθερο σχήμα για την τοποθέτηση τους πάνω σε έπιπλα ή γραφεία.

Συμμετέχουν επίσης στη δημιουργία συνθέσεων και μικρόκηπων σε καλάθια ή πιατέλες με άλλα φυλλώδη ή ανθοφόρα φυτά.

Εκτός από τη χρήση του φίκου στους εσωτερικούς χώρους έχει μεγάλο ενδιαφέρον για τη χώρα μας σαν φυτό αρχιτεκτονικής τοπίου αφού είναι πολλές οι περιοχές που αντέχει και αναπτύσσεται άριστα στους εξωτερικούς χώρους.

Χλωρόφυτο - *Chlorophytum comosum*



Εικόνα 29 : Χλωρόφυτο - *Chlorophytum comosum* (Πηγή: www.elite-pets.narod.ru)

Γενικά στοιχεία

Κατάγεται από τη νότια Αφρική και είναι αναμφίβολα ένα από τα πιο δημοφιλή φυτά εσωτερικού χώρου, λόγω της χαρακτηριστικής του μορφής και της εξαιρετικής αντοχής του σε αντίξοες συνθήκες. Τα φύλλα του είναι μακρόστενα, γραμμικά και μπορούν να ξεπεράσουν τα 40 cm, ξεπηδούν απ' ευθείας από το έδαφος και σχηματίζουν ένα χαρακτηριστικό σιντριβάνι. Τα φύλλα του στην άγρια μορφή του φυτού είναι πράσινα, εν τούτοις οι ποικιλίες με φύλλα, που έχουν κίτρινες ή λευκές λωρίδες, έχουν επικρατήσει και υπάρχει η εντύπωση σε πολλούς ότι αυτά είναι και τα φύλλα του άγριου είδους(Εικόνα 29).

Το φυτό δημιουργεί μικρά, λευκά άνθη πάνω σε μακριούς, λεπτούς σαν σύρμα, βλαστούς, που ξεπηδούν από τη μάζα των φύλλων και μπορούν να ξεπεράσουν τα 80 cm. Μετά την άνθιση πάνω στους βλαστούς δημιουργούνται μικρά φυτά, που μοιάζουν με το μητρικό, και θυμίζουν μικρές αράχνες. Αυτή την περίοδο το φυτό, αποκτά εντυπωσιακή κρεμοκλαδή εμφάνιση, αφού οι λεπτοί βλαστοί, κάτω από το βάρος των μικρών φυτών, γέρνουν προς τα κάτω.

Έχει ρίζες σαρκώδεις και χοντρό ρίζωμα για να αποθηκεύουν νερό για περιόδους ξηρασίας.

Πολλαπλασιασμός

Γίνεται με χώρισμα του ριζώματος (παραφυάδες), στόλωνες και σπόρους.

Ακόμη το ιδανικό υπόστρωμα είναι με καλή στράγγιση και pH 6- 6,5. Χρειάζεται συχνό πότισμα αλλά το υπόστρωμα να μην παραμένει υπερβολικά υγρό. Το νερό και λίπασμα πρέπει να έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε φθόριο, βόριο και νάτριο για να μην προκληθούν τοξικότητες (ξηράνσης κορυφής και περιφέρεια των μέσης και μεγάλης ηλικίας φύλλων). Εάν το υπόστρωμα στεγνώσει μεταξύ δύο ποτισμάτων δημιουργούνται επάκρια καψίματα και περιφερειακός καστανός χρωματισμός στα φύλλα.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Είναι κατάλληλο για εδαφοκαλύψεις σε γλάστρες ή εσωτερικούς κήπους και σε συνθέσεις με άλλα φυτά.

Πλήκτρανθος πράσινος - *Plectranthus australis*



Εικόνα 30: Πλήκτρανθος πράσινος - *Plectranthus australis* (Πηγή: www.flickr.com)

Γενικά στοιχεία

Το γένος περιλαμβάνει περίπου 350 είδη, τα οποία κατάγονται από τις θερμές περιοχές του νότιου ημισφαίριου και ιδιαίτερα από την Αφρική, τη Μαδαγασκάρη, την Ινδία, την Αυστραλία και από τα νησιά του Ειρηνικού.

Τα είδη, που χρησιμοποιούνται σαν φυτά εσωτερικού χώρου έχουν κρεμοκλαδή, έρπουσα ανάπτυξη. Ορισμένα είδη έχουν και διακοσμητικά άνθη, ενώ άλλα χωρίς ιδιαίτερη σημασία. Αυτό, που αλλάζει από είδος σε είδος επίσης, είναι η υφή, το χρώμα και το άρωμα των φύλλων. Κοινό χαρακτηριστικό σχεδόν όλων των ειδών είναι η γρήγορη ανάπτυξη τους και η διατήρηση νεανικής εικόνας για μεγάλο διάστημα.

Το πιο γνωστό στη χώρα μας είδος είναι ο *P. Australis* (Εικόνα 30). Αυτός έχει χοντρά, λεία και γυαλιστερά πράσινα φύλλα με δαντελωτές άκρες, χωρίς άρωμα.

Πολύ γνωστός είναι επίσης ο *P. argentatus*. Αυτός έχει ωοειδή φύλλα, οδοντωτά, με κοντές ασημί τρίχες. Τα άνθη του είναι άσπρα και μπλε.

Γνωστό είδος επίσης είναι και ο *P. madagascariensis 'Variegatus'*. Τα φύλλα του έχουν έντονα άρωμα και φέρουν ακανόνιστα σχέδια σε πράσινο και άσπρο. Με αυτό το είδος μοιάζουν οι *P. fosteri* και *P. amboinicus* αφού έχουν περίπου ίδιους χρωματισμούς και άρωμα στα φύλλα. Οι ποικιλία μορφών συνεχίζεται με τους *P. Oertendahlui* και ο *P. fruticosus*, που έχουν φύλλα με κοκκινωπό χρώμα, ενώ οι διασταυρώσεις, που έχουν δημιουργηθεί προσφέρουν μια μεγάλη γκάμα ποικιλιών

Πολλαπλασιασμός

Πολλαπλασιάζονται με μοσχεύματα βλαστού ακραία ή ενδιάμεσα και σπανιότερα με σπόρους.

Χρήσεις στην κηποτεχνία

Κατάλληλο για κρεμαστά καλάθια και εδαφοκαλύψεις. Καλλιεργείται και στο ύπαιθρο σε ημιεσκιερές θέσεις. Συνήθως πίσω από παράθυρα σε καθιστικά κουζίνες ή μπάνια.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή εγκατάστασης και κλιματικές συνθήκες

Η πειραματική αξιολόγηση υλοποιήθηκε στο ισόγειο χώρο του κτηρίου του τμήματος Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου που βρίσκεται στην τεχνόπολη (campus) του ΤΕΙ Ηπείρου, στους Κωστακικούς Άρτας.

Ο νομός Άρτας βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Ελλάδας και ανήκει γεωγραφικά και διοικητικά στην Ήπειρο, καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα της Ηπείρου (Εικόνα 31).



Εικόνα 31 : Χάρτης νομού Άρτας

Η τεχνόπολη (campus) του ΤΕΙ Ηπείρου, στους Κωστακικούς Άρτας. Η τεχνόπολη έχει μια δομημένη κεντρική περιοχή έκτασης περίπου σαράντα στρεμμάτων, με μέσο υψόμετρο +10,5m, ενώ οι συντεταγμένες κέντρου της εν λόγω περιοχής σε ΕΓΣΑ'87 είναι οι εξής: $X=235.743,575$ $Y=4.334.481,659$.



Θέση πειραματικής
διάταξης



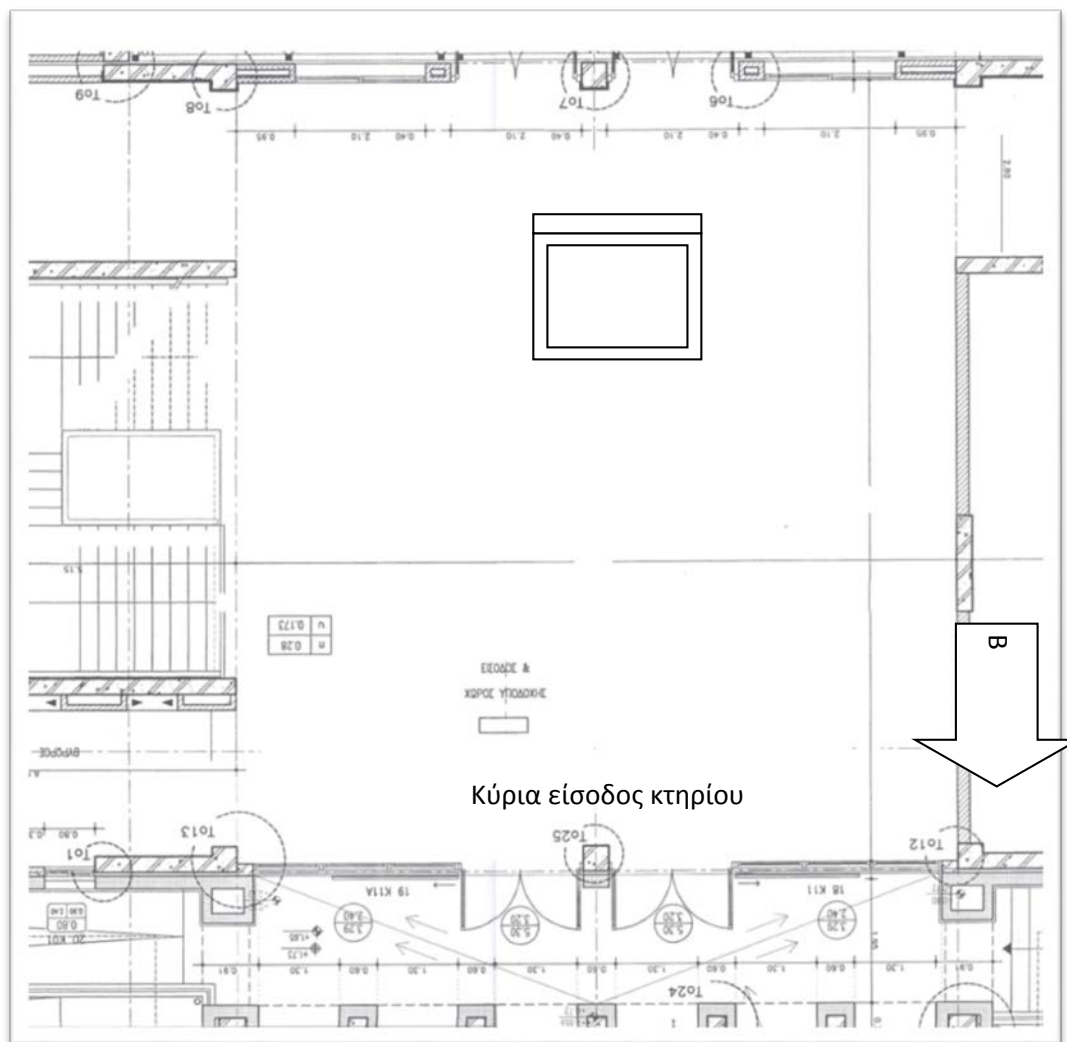
Εικόνα 32: Επάνω: δορυφορική εικόνα της Τεχνόπολης του ΤΕΙ Ηπείρου στους Κώστακιους Άρτας (Πηγή: Google Earth 2014), κάτω: κύρια όψη κτηρίου ΑΑΤ.

Μετεωρολογικά-Κλιματικά δεδομένα

Η Άρτα χαρακτηρίζεται από το ήπιο Μεσογειακό κλίμα με ήπιους χειμώνες και θερμοκρασίες που σπάνια κατεβαίνουν κάτω από το μηδέν, ενώ τα καλοκαίρια παρουσιάζουν υψηλές θερμοκρασίες με σπάνιες βροχοπτώσεις.

Θέση κατασκευής

Ο κήπος είναι τοποθετημένος ελεύθερα στην αίθουσα εισόδου του κτηρίου ΑΑΤ του τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων του ΤΕΙ Ηπείρου (Εικόνα 33). Το κτήριο βρίσκεται στην Τεχνόπολη Κωστακίων του ΤΕΙ Ηπείρου στην Άρτα. Η αίθουσα δεν κλιματίζεται αλλά τόσο ο νότιος όσο και βόρειος τοίχος της καταλαμβάνονται σε μεγάλο ποσοστό από παράθυρα χωρίς κάποιο μηχανισμό σκίασης.



Εικόνα 33: Κάτοψη και όψη της κατασκευής ανάρτησης των πειραματικών κατακόρυφων

Μεταχειρίσεις

Αξιολογήθηκαν 4 μεταχειρίσεις (χωρίς επαναλήψεις):

- SFabric: Φύτευση σε ειδικό ύφασμα με νότιο προσανατολισμό.
- NFabric: Φύτευση σε ειδικό ύφασμα με βόρειο προσανατολισμό.
- STube: Φύτευση σε πλαστικούς σωληνωτούς φορείς με νότιο προσανατολισμό.
- NTube: Φύτευση σε πλαστικούς σωληνωτούς φορείς με βόρειο προσανατολισμό.

Σχεδιασμός και κατασκευή υδροπονικού κάθετου κήπου στην είσοδο του κτιρίου ΑΑΤ ΤΕΙ Ηπείρου

Ο κήπος αναρτάται σε μεταλλικό πλαίσιο διαστάσεων 2x2m, του οποίου ο οριζόντιος άξονας έχει προσανατολισμός Α-Δ. Η κάθε μία πλευρά του πλαισίου είναι χωρισμένη κατά μήκος σε δύο περιοχές διαστάσεων 2x1m. Η μία περιοχή έχει νότιο και άλλη βόρειο προσανατολισμό.



Εικόνα 34: Βάψιμο του μεταλλικού πλαισίου με μίνιο



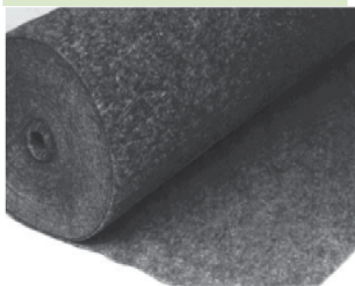
Εικόνα 35: Με το τελικό χρώμα (η κατασκευή βάφτηκε με αντιοξειδωτικό αστάρι (μίνιο) και στην συνέχεια με χρώμα για να παρακολουθούμε την ανάπτυξη των φυτών)

Ειδικό ύφασμα, Zinco TSM32

Ουσιαστικά είναι ένα ύφασμα προστασίας με χρήση σε εφαρμογές οροφόκηπων.

Χαρακτηριστικά

- Υψηλή μηχανική αντοχή
- Συμβατό με ασφαλτικά υλικά και πολυστερίνη
- Υψηλή αντοχή στη θερμότητα
- Βιολογικά ουδέτερο
- Μεγάλη διάρκεια γήρανσης
- Ικανότητα αποθήκευσης νερού και θρεπτικών ουσιών
- Κατασκευασμένο από ανακυκλωμένες ίνες
- Το υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας πληροί το πρότυπο DIN 18 195-5



Υπόστρωμα από πολυεστέρα, με συνθετικές ίνες για τη δημιουργία στρώσης προστασίας κάτω από στέγες με χαλίκι και φυτεμένα δώματα εκτατικού τύπου.

Παράδειγμα Εφαρμογής σε Δώμα Εκτατικού Τύπου



- 1 Φυτικό υλικό
- 2 Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτικού υλικού
- 3 Διηθητικό φύλλο SF
- 4 Αποστραγγιστικό σύστημα FD 25
- 5 Υπόστρωμα προστασίας TSM 32
- 6 Ειδική αντιριζική μεμβράνη στεγάνωσης

Περιγραφή Προϊόντος

Διαχωριστικό υπόστρωμα προστασίας, πάχους 3 mm, βάρους 320 g, από πολυεστέρα υψηλής ποιότητας από ανακυκλωμένες συνθετικές ίνες που δεν αλλοιώνονται, υψηλής μηχανικής αντοχής (κατηγορία αντοχής 3).

Αποθήκευση και εγκατάσταση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Τεχνικές Προδιαγραφές

Υπόστρωμα προστασίας TSM 32

Συνθετικό υπόστρωμα προστασίας από πολυεστερικές ίνες

Πάχος	3 mm
Βάρος	320 g/m ²
Χρώμα	γκρι
Δυνατότητα αποθήκευσης νερού	3 l/m ²
Κατηγορία αντοχής	3
Κατηγορία δομικού υλικού	B2
Σημείο τήξης	260° C
Διαστάσεις	πλάτος ρολού 2 m μήκος ρολού 50 m 10 m

Εικόνα 36: Χαρακτηριστικά του υφάσματος («τσόχας») που χρησιμοποιήθηκε

Περλίτης (Υδροπονικό υπόστρωμα - χαρακτηριστικά)



Εικόνα 37: Περλίτης (Πηγή: www.palagkas.gr)

Ο υδροπονικός περλίτης προέρχεται από επεξεργασία του ορυκτού περλίτη που είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα το οποίο παράγεται και στη χώρα μας (στη Μήλο). Σαν υλικό είναι χημικά αδρανές και το pH είναι ουδέτερο ($\text{pH}=7$). Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η 0-5mm.

Όσο αφορά την τσόχα, η φύτευση έγινε μετά την τοποθέτηση της στο μεταλλικό πλαίσιο.



Εικόνα 38: Τοποθέτηση «τσόχας»

Σε κάθε ένα από τα 4 συστήματα (2 από κάθε είδος) υπήρχαν 40 θέσεις φυτεύσεις. Όλες οι θέσεις φύτευσης, και στα δύο συστήματα, ήταν γεμισμένες με περλίτη υδροπονίας 0-5mm. Σε κάθε θέση αντιστοιχούσαν 1,9 L υποστρώματος. Μετά από δέκα μέρες, απομακρύνθηκε ο περλίτης από την τσόχα, για να παρατηρηθεί η συμπεριφορά των φυτών χωρίς την χρήση υποστρώματος.



Εικόνα 39: Διαδικασία αφαίρεσης περλίτη

Σε κάθε μία από τις όψεις του πλαισίου ήταν τοποθετημένα:

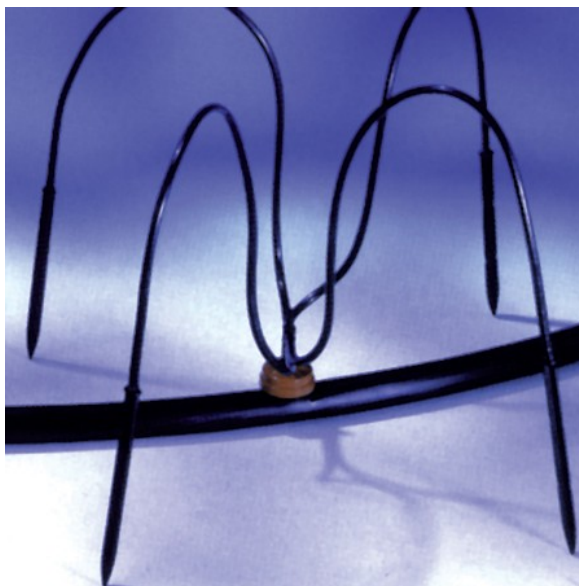
- ένα σύστημα (Fabric) με δύο φύλλα από ειδικό ύφασμα (Zinco TSM32) το οποίο είναι ραμμένο με πετονιά έτσι ώστε να σχηματίζει 10 σειρές από 4 τσέπες η κάθε μία. Τα φύλλα ήταν στηριγμένα με μεταλλικές οριζόντιες λάμες βιδωμένες στο μεταλλικό πλαίσιο.
- ένα σύστημα (Tube) με σωληνωτούς φυτευτικούς φορείς (PVC Ø100) μήκους 1m, με 4 θέσεις φύτευσης ομοιόμορφα κατανεμημένες θέσης ο καθένας, βιδωτές τάπες σε κάθε πλευρά και έξοδο στράγγισης Ø20 στο χαμηλό μέρος της μίας τάπας. 10 τέτοιοι φυτευτικοί φορείς είναι τοποθετημένοι καθ' ύψος, με κλίση 2%, σε κάθε πλευρά. Για την στήριξη των φορέων χρησιμοποιήθηκαν βάσεις υδρορροής (2 ανά φυτευτικό φορέα).

Πίσω από τα συστήματα ήταν τοποθετημένο πλαστικό φύλλο ώστε να μην παρουσιαστούν προβλήματα από υγρασία στο μεταλλικό πλαίσιο.

Το αρδευτικό σύστημα για κάθε ένα από τα 4 συστήματα αποτελείται από σωλήνα PE 6ATM Ø20 τοποθετημένο κατακόρυφα σε μία πλευρά. Σε κάθε σωλήνα είχαν συνδεθεί 10 καρφωτοί αυτορυθμιζόμενοι σταλάκτες 8lph (NaaDan), σε κάθε έναν από τους οποίους συνδέονταν με μακαρόνι Ø5 (κάθε ένα από τα μακαρόνια είχε διαφορετικό μήκος: 0,3, 0,6, 0,9 και 1,2m), 4 λόγχες υδροπονίας παροχής 2lph η κάθε μία. Σε κάθε θέση φύτευσης τοποθετήθηκε από μία λόγχη.



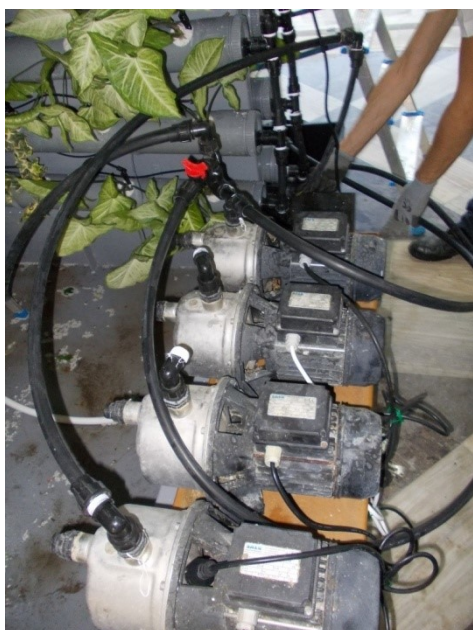
Εικόνα 40: Διάταξη αρδευτικού συστήματος



Εικόνα 41: Μακαρόνια και λόγχες

Σε όλες τις μεταχειρίσεις χρησιμοποιήθηκε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Σε κάθε μεταχείριση:

- το θρεπτικό διάλυμα ήταν αποθηκευμένο σε παραλληλεπίπεδη πλαστική, ανοικτή δεξαμενή 40 L (0,3m x 0,4x0,4m βάση)
- μία ηλεκτρική αντλία (SAER, μοντέλο M/99 AQ με χαρακτηριστικά: $P=0,75Kw$ $Q=0-3,5 m^3 h^{-1}$, $H=4,8-25m$) συνδεδεμένη σε ένα απλό χρονομετρικό διακόπτη υλοποιούσε το πρόγραμμα άρδευσης (συχνότητα – διάρκεια) αναρροφώντας θρεπτικό διάλυμα από την δεξαμενή μέσω σωλήνα με φίλτρο στη ελεύθερη άκρη του.
- η απορροή κατέληγε στην δεξαμενή και για τη συγκέντρωση της απορροής στο σύστημα με τους σωληνωτούς αγωγούς οι έξοδοι των φυτευτικών φορέων συνδέονταν σε κοινή κατεβασιά Ø20 ενώ στο σύστημα με το ειδικό ύφασμα υπήρχε μία υδρορροή με κλίση 2% στο κάτω μέρος του υφάσματος.



Εικόνα 42: Σύστημα με αντλίες



Εικόνα 43: Δεξαμενή με θρεπτικό διάλυμα

Θρεπτικό διάλυμα

Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος ήταν η ακόλουθη (Tsirogiannis κ.α., 2014): EC 1.90 dS/m, pH 5.60, K 7.00 mM, Ca 3.35 mM, Mg 1.55 mM, $\text{NH}_4\text{-N}$ 1.10 mM, SO_4^{2-} 1.60 mM, $\text{NO}_3\text{-N}$ 12.90 mM, H_2PO_4^- 1.20 mmol L⁻¹, Fe 20 μmol L⁻¹, Mn 10 μmol L⁻¹, Zn 5 μmol L⁻¹, Cu 0.70 μmol L⁻¹, B 25 μmol L⁻¹, Mo 0.50 μmol L⁻¹.

Στην αρχή της περιόδου αξιολόγησης, όλες οι δεξαμενές γέμισαν με θρεπτικό διάλυμα, ενώ κάθε 2-5 ημέρες γινόταν αναπλήρωση του θρεπτικού διαλύματος που καταναλωνόταν από τα φυτά με νέο.

Ακόμη όταν οι τιμές pH περνούσαν το 6,5 ή έπεφταν από το 5,5 κ οι τιμές E.C. περνούσαν το 2 ή έπεφταν από το 1 αντίστοιχα γινόταν πλήρης αντικατάσταση του θρεπτικού.

Φυτικό υλικό

Όλες οι μεταχειρίσεις (NFabric, SFabric, NTube, STube) είχαν το ίδιο φυτικό υλικό. Η προετοιμασία των φυτών είχε ξεκινήσει ένα με δύο μήνες πιο πριν στο θερμοκήπιο υδροπονίας. Φυτεύτηκαν 25 μοσχεύματα κορυφής για κάθε φυτό σε περίπτωση που υπάρξουν απώλειες αλλά και για την διαδικασία φωτογράφισης και ζύγισης 3 δειγμάτων από κάθε είδος βλαστού-ρίζας για να συγκριθούν τα δεδομένα, που θα προκύψουν από την ίδια διαδικασία που θα επαναληφθεί όταν βγει ο εσωτερικός κάθετος κήπος για να γίνει σύγκριση της ανάπτυξης των φυτών. Επιπλέον, όταν τα φυτά ήταν πλέον “έτοιμα” (είχαν το κατάλληλο μέγεθος και ριζικό σύστημα) τα φυτέψαμε στους 20 φυτευτικούς φορείς σε διάταξη ίδια με την θέση τους στο μεταλλικό πλαίσιο.



Εικόνα 44: Τοποθέτηση περλίτη σε σωλήνες



Εικόνα 45: Τα φυτά βρίσκονται στην τελική τους θέση

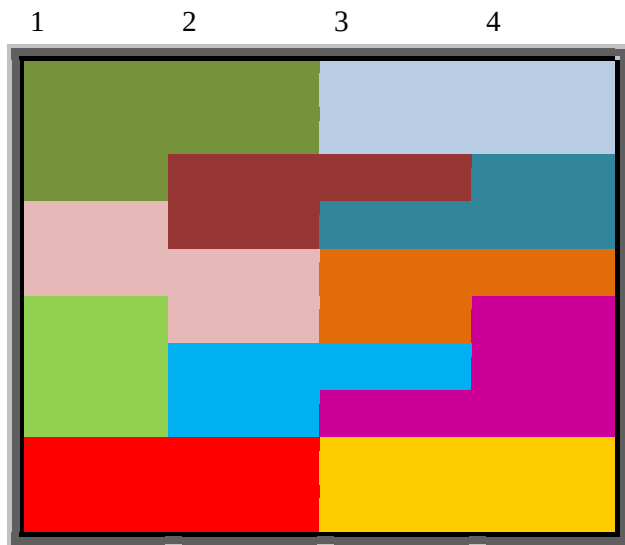


Εικόνα 46: Διαδικασία φύτευσης



Εικόνα 47: Οι σωλήνες σε διάταξη φύτευσης στους πάγκους του θερμοκηπίου

Σχέδιο φύτευσης εσωτερικού κάθετου κήπου



1		ΑΣΠΙΔΙΣΤΡΑ
2		ΕΠΙΦΥΛΛΟ
3		ΠΛΗΚΤΡΑΝΘΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΣ
4		ΠΟΘΟΣ
5		ΣΥΓΚΟΝΙΟ
6		ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΠΡΑΣΙΝΟΣ (ΧΝΟΥΔΙ)
7		ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΖΕΜΠΡΙΝΑ
8		ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΚΟΚΚΙΝΟΣ
9		ΦΙΚΟΣ Alli
10		ΦΙΚΟΣ ΜΠΕΝΖΑΜΙΝ
11		ΧΛΩΡΟΦΥΤΟ

Εικόνα 35: Φυτικό υλικό και η διάταξη αυτού.

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά φυτικού υλικού.

		Απαιτήσεις Περιβάλλοντος				
		Ένταση Φωτισμού				
Λατινική Ονομασία	Ελληνική Ονομασία	Χαμηλή	Μέση	Υψηλή	Θερμοκρασία	Σχετ.Υγρασία
<i>Aspidistra elatior</i>	Ασπιδίστρα	X	X	X	Χαμηλή-Μέση	Μέση
<i>Epiphyllum oxypetalum</i>	Επίφυλλο ή Φυλλόκακτος			X	Μέση	Μέση
<i>Epipremnum aureum</i>	Πόθος		X	X	Υψηλή	Μέση
<i>Syngonium podophyllum</i>	Συγκόνιο		X	X	Μέση-Υψηλή	Μέση
<i>Tradescantia sillamontana</i>	Τηλέγραφος Άσπρος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή-Υψηλή
<i>Tradescantia palida</i>	Τηλέγραφος Μωβ		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή-Υψηλή
<i>Tradescantia zebrina</i>	Τηλέγραφος Ζεμπρίνα		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή-Υψηλή
<i>Ficus alli</i>	Φίκος Alli		X		Μέση	Μέση-Υψηλή
<i>Ficus benjamina</i>	Φίκος Μπένζαμιν		X		Μέση	Μέση-Υψηλή
<i>Chlorophytum comosum</i>	Χλωρόφυτο		X	X	Χαμηλή-Μέση	Μέση
<i>Plectranthus australis</i>	Πλήκτρανθος πράσινος			X	Μέση-Υψηλή	Μέση-Υψηλή

Πρόγραμμα άρδευσης

Εφαρμόστηκαν δύο προγράμματα άρδευσης τα οποία παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν:

1ο	ΑΠΟ 5/11/2014			
Ποτίσματα	Sfabric	Nfabric	Stube	Ntube
1	7:30-7:45	8:00-8:15	7:00-7:15	7:15-7:30
2	9:45-10:15	10:15-10:45	10:45-11:00	11:00-11:15
3	11:15-11:45	11:45-12:15	13:45-14:00	13:00-13:15
4	12:45-13:15	13:15-13:45	16:45-17:00	16:00-16:15
5	14:15-14:45	14:45-15:15		
6	15:45-16:15	16:15-16:45		
7	17:15-17:45	17:45-18:15		

2ο	ΑΠΟ 12/11/2014			
Ποτίσματα	Sfabric	Nfabric	Stube	Ntube
1	7:30-7:45	7:45-8:00	7:00-7:15	7:15-7:30
2	8:15-8:30	8:30-8:45	11:00-11:15	11:45-12:00
3	9:00-9:15	9:15-9:30	14:45-15:00	15:30-15:45
4	9:45-10:00	10:00-10:15	17:00-17:15	17:45-18:00
5	10:30-10:45	10:45-11:00		
6	11:15-11:30	11:30-11:45		
7	12:00-12:15	12:15-12:30		
8	12:45-13:00	13:00-13:15		
9	13:30-13:45	13:45-14:00		
10	14:15-14:30	14:30-14:45		
11	15:00-15:15	15:15-15:30		
12	15:45-16:00	16:00-16:15		
13	16:30-16:45	16:45-17:00		
14	17:15-17:30	17:30-17:45		
15	18:00-18:15	18:15-18:30		
16	18:45-19:00	19:00-19:15		

3ο ΑΠΟ
2/12/2014

Ποτίσματα	Sfabric	Nfabric	Stube	Ntube
1	7:30-7:45	7:45-8:00	7:00-7:15	7:15-7:30
2	8:15-8:30	8:30-8:45	11:00-11:15	11:45-12:00
3	9:00-9:15	9:15-9:30	14:45-15:00	15:30-15:45
4	9:45-10:00	10:00-10:15		
5	10:30-10:45	10:45-11:00		
6	11:15-11:30	11:30-11:45		
7	12:00-12:15	12:15-12:30		
8	12:45-13:00	13:00-13:15		
9	13:30-13:45	13:45-14:00		
10	14:15-14:30	14:30-14:45		
11	15:00-15:15	15:15-15:30		
12	15:45-16:00	16:00-16:15		
13	16:30-16:45	16:45-17:00		
14	17:15-17:30	17:30-17:45		
15	18:00-18:15	18:15-18:30		

4ο ΑΠΟ
14/1/2015

Ποτίσματα	Sfabric	Nfabric	Stube	Ntube
1	7:30-7:45	7:45-8:00	12:30-12:45	13:15-13:30
2	8:15-8:30	8:30-8:45		
3	9:00-9:15	10:00-10:15		
4	10:30-10:45	10:45-11:00		
5	11:15-11:30	12:15-12:30		
6	12:45-13:00	13:00-13:15		
7	13:30-13:45	14:30-14:45		
8	15:00-15:15	15:15-15:30		
9	15:45-16:00	16:00-16:15		
10	16:30-16:45	17:30-17:45		
11	17:15-17:30	18:15-18:30		

Η εφαρμογή των προγραμμάτων έγινε με χρήση απλών χρονοδιακοπών (ένας για κάθε μεταχείριση).



Εικόνα 48: Χρονοδιακόπτης (Πηγή: www.tatsis-electronics.gr)

Μετρήσεις και όργανα μέτρησης

Κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης γινόντουσαν οι ακόλουθες μετρήσεις:

1. Θερμοκρασία, υγρασία και ηλιακή ακτινοβολία εκτός του κτηρίου (μετεωρολογικός σταθμός θερμοκηπίου TEI).
2. Θερμοκρασία και υγρασία εσωτερικού χώρου (με χρήση ενός αισθητήρα T/RH της Onset).
3. Υγρασία υποστρώματος (με χρήση αισθητήρων ec5 της Decagon και αυτόματη καταγραφή ανά 10min σε data logger EM50)
4. Στάθμη θρεπτικού διαλύματος στις δεξαμενές (χειρονακτικά, ανά ημέρα).
5. pH και EC θρεπτικού διαλύματος στις δεξαμενές (χειρονακτικά, ανά ημέρα).
6. Ένταση φωτισμού στο εσωτερικό του χώρου, με χρήση πυρανόμετρου SKS100 της Skye τοποθετημένο σε επίπεδο παράλληλο με αυτό το φυτεμένου τοίχου (οι μετρήσεις λαμβάνοντας χειρονακτικά με πολύμετρο ανά 15min).
7. Φωτογράφιση ανά εβδομάδα για ένδειξη ανάπτυξης.
8. Μετρήσεις φυλλικής επιφάνειας στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης.
9. Μετρήσεις βάρους φυτών στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης.



Εικόνα 49: Όργανο μέτρησης pH και EC (Hanna instruments) (Πηγή: www.hannagreece.gr)



Εικόνα 50: Πυρανόμετρο (Skye SKS 100)
(Πηγή: www.halmstad.se)



Εικόνα 51: Πυρανόμετρο απλό (Πηγή: www.ioffer.com)



Εικόνα 52: Καταγραφικό με αισθητήρες θερμοκρασίας υγρασίας (Onset HOBO) (Πηγή: www.envcoglobal.com)



Εικόνα 53: Αισθητήρας ec5 της Decagon
(Πηγή: www.decagon.com)



Εικόνα 54: Em 50 Data Logger (Πηγή: www.decagon.com)

Αποτελέσματα

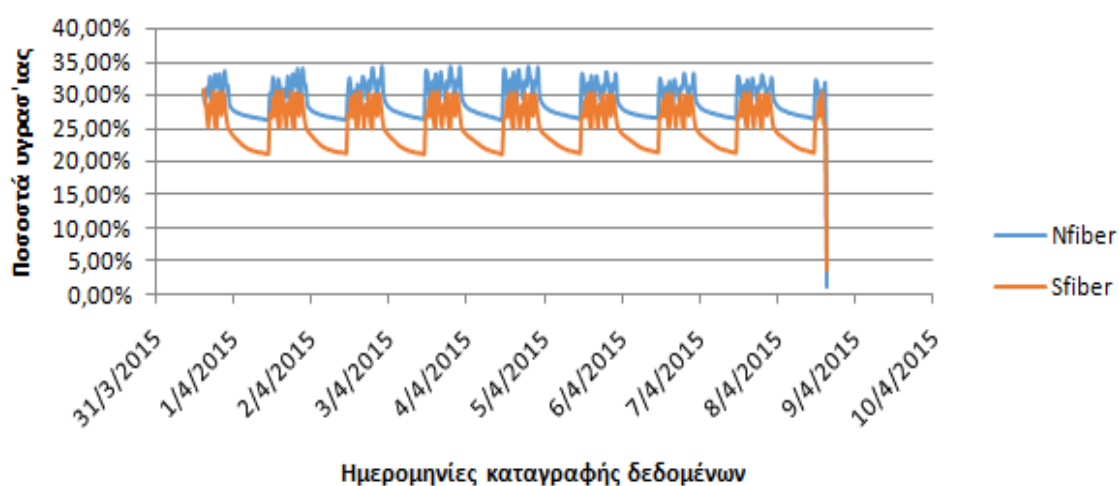
Συμβολισμοί:

- N: North / Βόρειος προσανατολισμός, S: South / Νότιος προσανατολισμός
- Fiber: Τσόχα, Tube: κύλινδροι με περλίτη.

Οι μέσες τιμές συνοδεύονται σε όλο το κείμενο από το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα.

Στα Διαγράμματα 1 - 3 παρουσιάζονται τα επίπεδα υγρασίας για τα συστήματα, για κάθε ένα από τα συστήματα και για για κάθε προσανατολισμό.

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται η υγρασία για την τσόχα. Η απότομη πτώση – μηδενισμός- μετά από δέκα ημέρες, όταν απομακρύνθηκε ο περλίτης από την τσόχα, για να παρατηρηθεί η συμπεριφορά των φυτών χωρίς την χρήση υποστρώματος, οφείλεται στην αδυναμία των αισθητήρων υγρασίας να μετρήσουν υπό τέτοιες συνθήκες (Διάγραμμα 2).



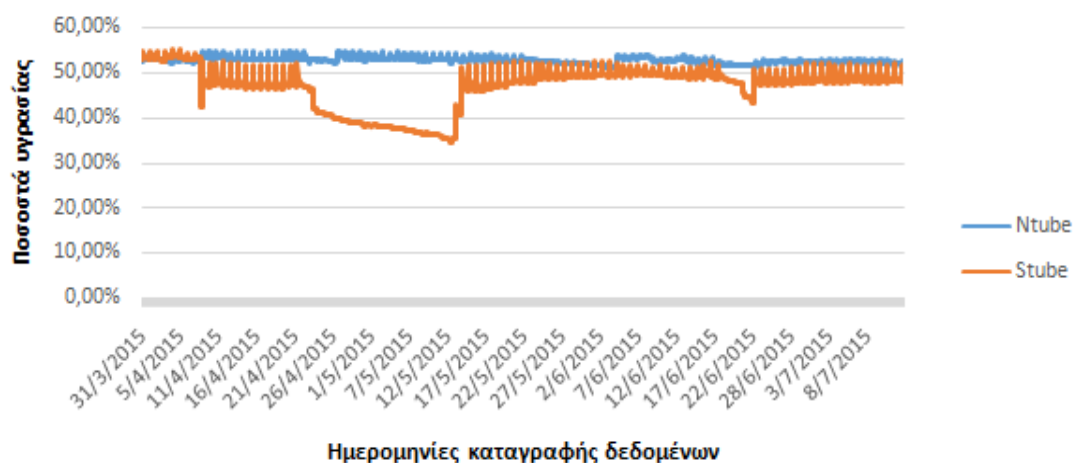
Διάγραμμα 1 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με την τσόχα.



Διάγραμμα 2 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με την τσόχα αφού αφαιρέθηκε ο περλίτης

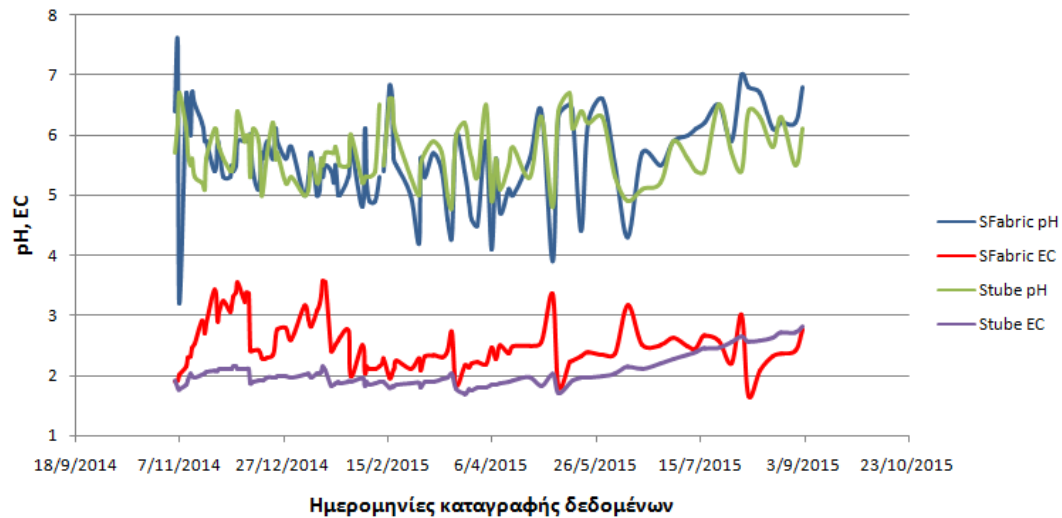
Το σύστημα STube, το οποίο όπως φαίνεται και στην συνέχεια έδωσε την καλύτερη ανάπτυξη φυτών, είχε και τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό και όπως βλέπουμε στο Διάγραμμα 3.

Γενικά στο σύστημα με σωλήνες η υγρασία διατηρήθηκε σε πολύ καλά επίπεδα. Η πτώση υγρασίας στο STube από 21/4 έως 12/5 ωφελείται σε βλάβη του συστήματος.

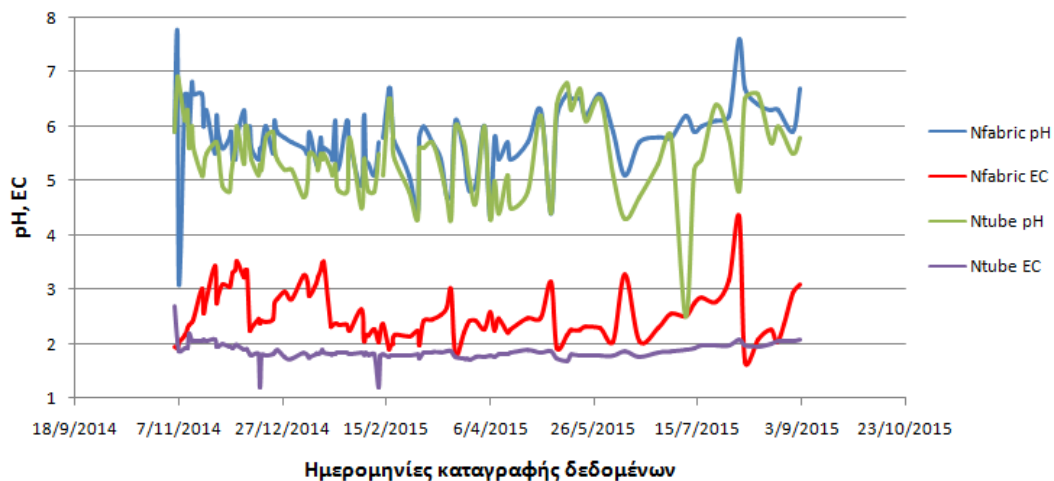


Διάγραμμα 3 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος για το σύστημα με τους σωλήνες.

Στο Διάγραμμα 4 και στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζεται η διακύμανση pH και EC στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Στο σύστημα με τους σωλήνες στο νότιο και στον βόρειο προσανατολισμό, η κατανάλωση νερού οδηγούσε στην προσθήκη μεγαλύτερου όγκου νέου θρεπτικού με αποτέλεσμα η EC να διατηρείται γενικά σε χαμηλότερα επίπεδα.

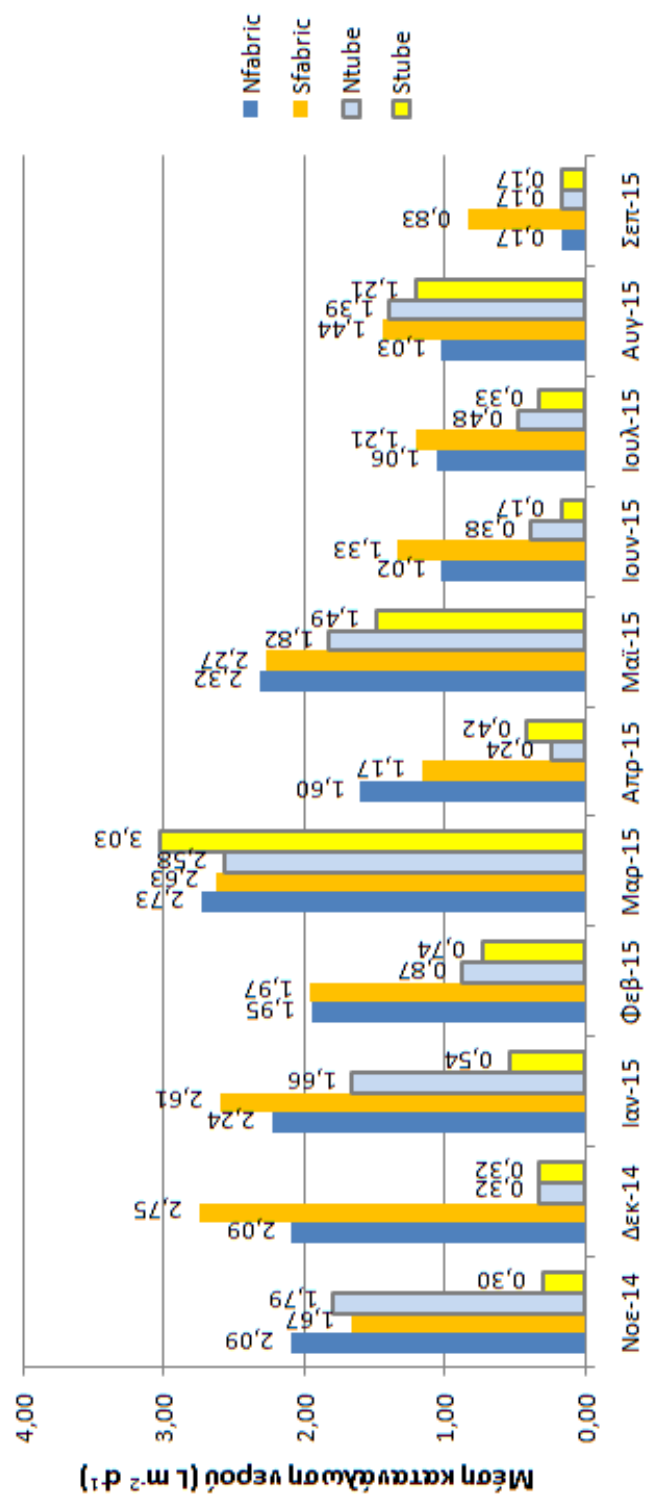


Διάγραμμα 4 Διακύμανση pH και EC στις μεταχειρίσεις με νότιο προσανατολισμό.



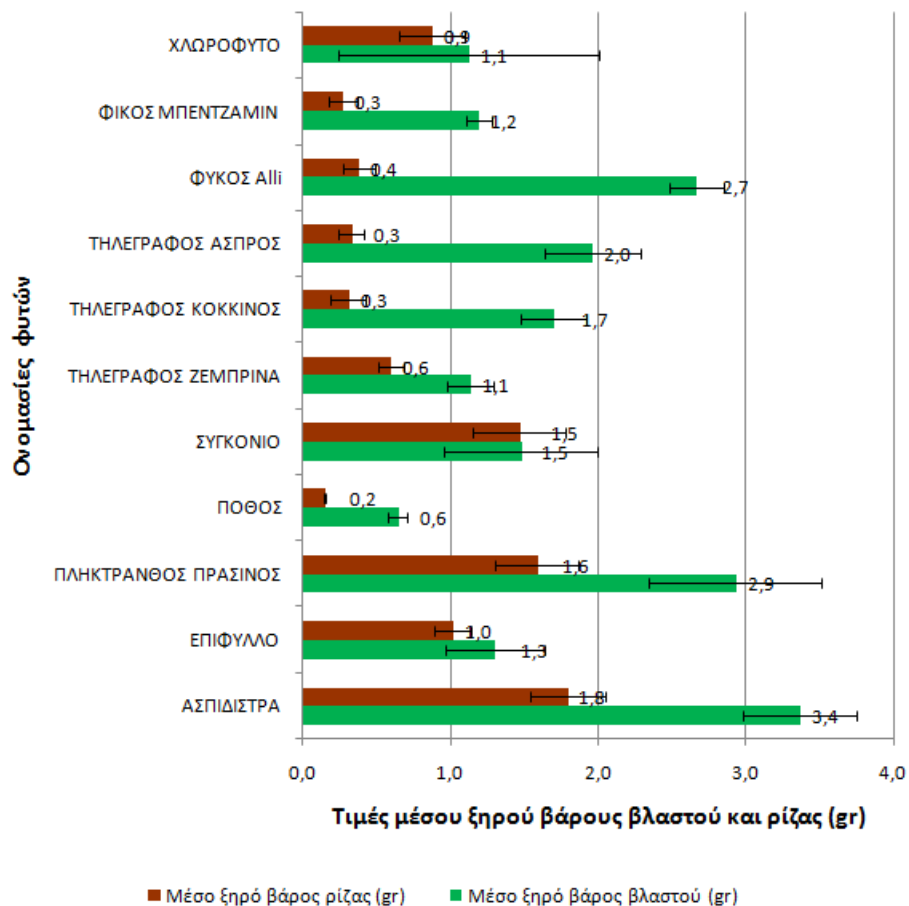
Διάγραμμα 5 Διακύμανση pH και EC στις μεταχειρίσεις με βόρειο προσανατολισμό.

Στο Διάγραμμα 6 παρουσιάζεται η ημερήσια κατανάλωση νερού από τα διάφορα συστήματα σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας τοίχου που καλύπτει.

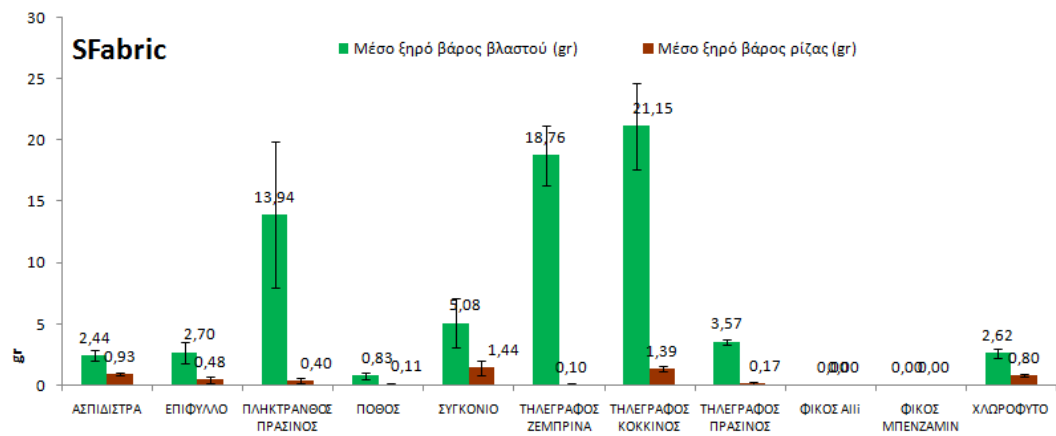


Διάγραμμα 6 Μέση κατανάλωση νερού.

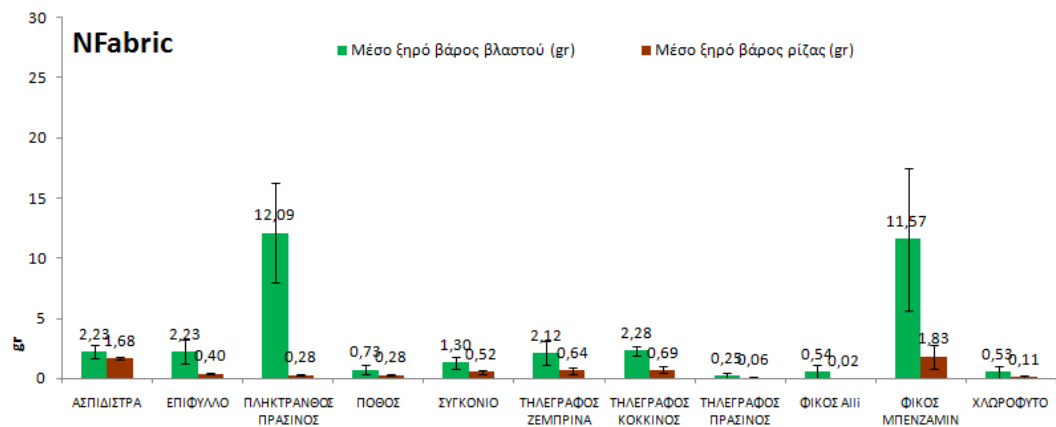
Στο Διάγραμμα 7 παρουσιάζονται οι μετρήσεις ξηρού βάρους ρίζας και υπέργειου τμήματος των φυτών στην αρχή της περιόδου αξιολόγησης, ενώ στα Διαγράμματα 8-11 παρουσιάζονται οι αντίστοιχες μετρήσεις ανά σύστημα και προσανατολισμό στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης.



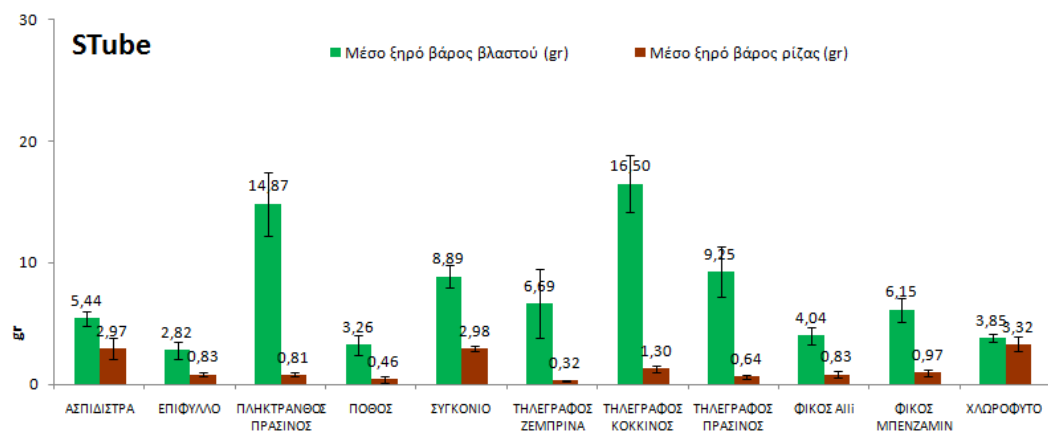
Διάγραμμα 7 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού κατά τη φύτευση (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).



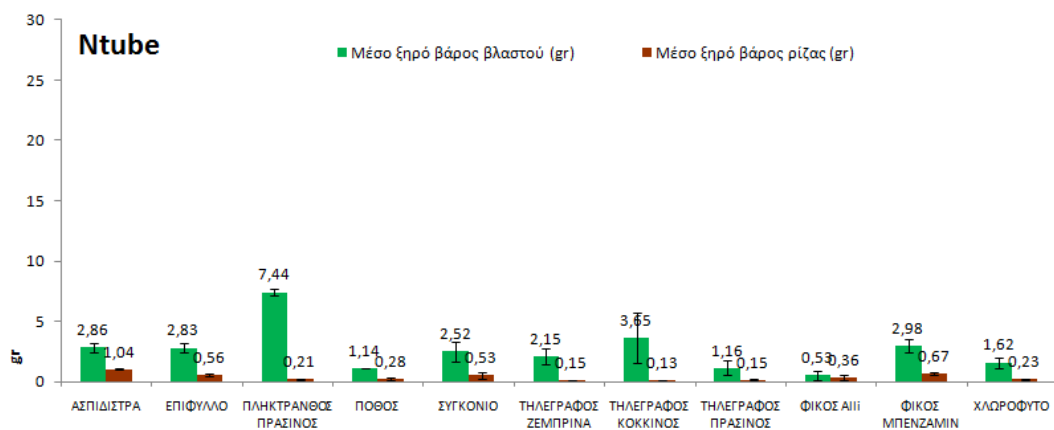
Διάγραμμα 8 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα με νότιο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).



Διάγραμμα 9 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα με βόρειο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).

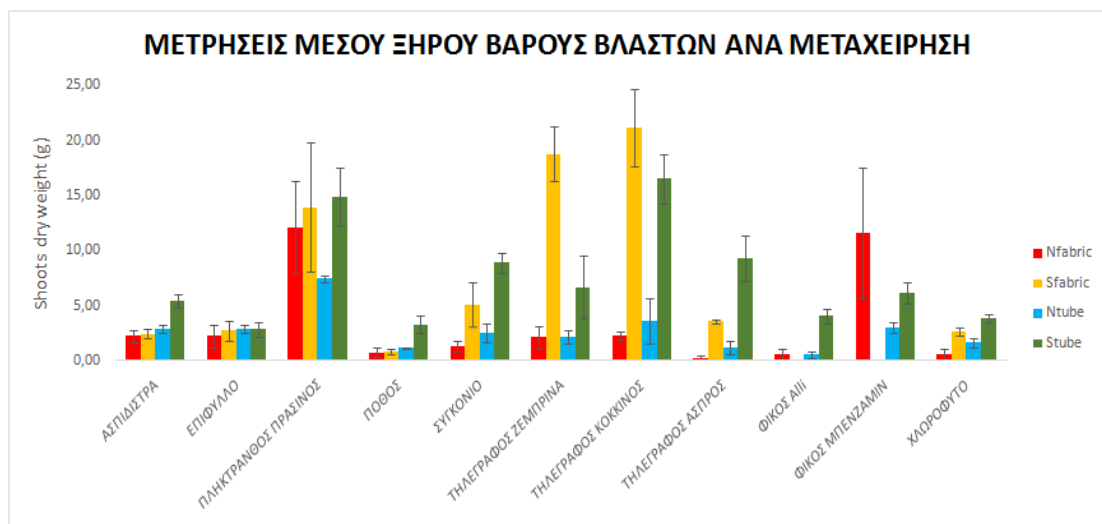


Διάγραμμα 10 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες με νότιο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)



Διάγραμμα 11 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες με βόρειο προσανατολισμό (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).

Στο Διάγραμμα 12 παρουσιάζονται οι μετρήσεις μέσου ξηρού βάρους υπέργειου τμήματος των φυτών στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης.



Διάγραμμα 12 Μέσο ξηρό βάρος βλαστού στο τέλος της περιόδου και για τα 4 συστήματα (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).

Φυλλική επιφάνεια

Επειδή πολλά από τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν είχαν μικρά φύλλα για την εκτίμηση της φυλλικής επιφάνειας χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη προσέγγιση:

- έγινε σάρωση πολλών φύλλων κάθε φυτού μαζί επί επιφάνειας γνωστού εμβαδού (Εικόνα 55) και μετρήθηκε το ποσοστό μαύρων pixels. Έτσι υπολογίστηκε το εμβαδόν της κάθε τέτοιας ομάδας φύλλων.
- ζυγίστηκε η κάθε ομάδα φύλλων
- βρέθηκε σχέση μεταξύ βάρους δείγματος φύλλων και αναμενόμενης φυλλικής επιφάνειας για κάθε φυτό.



Εικόνα 55: Σάρωση ομάδας φύλλων Τηλέγραφου ζεμπρίνα.

Οι γραμμικές σχέσεις εκτίμησης της φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με το βάρος των φύλλων των διαφόρων φυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια (LA η επιφάνεια φύλλων σε cm² και B βάρος δείγματος σε gr):

Εξίσωση 1 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Ασπιδίστρα - *Aspidistra elatior*

$$LA = 22,64 \cdot B - 391,9 \quad (R^2 = 0,999)$$

Εξίσωση 2 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Επίφυλλο - *Epiphyllum oxypetalum*

$$LA = 2,987 \cdot B + 10,74 \quad (R^2 = 0,524)$$

Εξίσωση 3 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Πλήκτρανθο πράσινο - *Plectranthus australis*

$$LA = 6,473 \cdot B - 53,29 \quad (R^2 = 0,937)$$

Εξίσωση 4 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Πόθο - *Epipremnum aureum*

$$LA = -0,452 \cdot B + 72,05 \quad (R^2 = 0,190)$$

Εξίσωση 5 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Συγκόνιο - *Syngonium podophyllum*

$$LA = 22,38 \cdot B - 474,7 \quad (R^2 = 0,774)$$

Εξίσωση 6 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο ζεμπρίνα - *Tradescantia zebrina*

$$LA = 13,64 \cdot B - 83,36 \quad (R^2 = 0,631)$$

Εξίσωση 7 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο κόκκινος - *Tradescantia palida*

$$LA = 4,235 \cdot B + 127,3 \quad (R^2 = 0,749)$$

Εξίσωση 8 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Τηλέγραφο πράσινος - *Tradescantia sillamontana*

$$LA = 6,860 \cdot B - 13,62 \quad (R^2 = 0,806)$$

Εξίσωση 9 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Φίκο *alli* - *Ficus alli*

$$LA = 26,16 \cdot B - 32,95 \quad (R^2 = 0,984)$$

Εξίσωση 10 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Φίκο *benjamin* - *Ficus benjamina*

$$LA = 13,57 \cdot B - 189,8 \quad (R^2 = 0,947)$$

Εξίσωση 11 Γραμμική παρεμβολή για εκτίμηση φυλλικής επιφάνειας για Χλωρόφυτο - *Chlorophytum comosum*

$$LA = 9,007 \cdot B - 195,3 \quad (R^2 = 0,999)$$

Συμπεράσματα

Από την μελέτη των 4 συστημάτων στο κατακόρυφο σύστημα φύτευσης φάνηκε ότι το σύστημα των σωλήνων στην νότια πλευρά (Stube) έδωσε την καλύτερη ανάπτυξη φυτών απ' όλα, σε αντίθεση με το βόρειο τμήμα της τσόχας (Nfabric) που υπήρχαν οι περισσότερες απώλειες.

Από τα φυτά την καλύτερη συμπεριφορά είχε ο *Plectranthus australis* (Πλήκτρανθος πράσινος) που δεν υπήρχαν απώλειες σε καμία από τις τέσσερις μεταχειρίσεις, σε αντίθεση με τον *Ficus alli* (Φίκος Alli) που είχε τις περισσότερες απώλειες.

Ο προσανατολισμός έπαιξε τον βασικότερο παράγοντα για την ανάπτυξη των φυτών και αυτό μπορεί να λυθεί με κάποιο τεχνητό φωτισμό.

Ένα από τα προβλήματα ήταν η διαδικασία παραγωγής θρεπτικού διαλύματος που λύνετε με την εισαγωγή αυτοματισμού.

Η εισαγωγή αυτοματοποιημένου συστήματος άρδευσης είναι απαραίτητη γιατί στο παρόν πείραμα γινόταν με απλά ρολόγια.

Τέλος οι πληροφορίες για την μέση κατανάλωση των φυτών αλλά κ για την ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας τους μπορούν να βοηθήσουν στο να γίνουν μελλοντικά τέτοιες κατασκευές. Οι πληροφορίες αυτές είναι πολύ χρήσιμες για υπολογισμό αναμενόμενων επιπτώσεων από φυτεμένες επιφάνειες σε εσωτερικούς χώρους μια και η έκταση της φυλλικής επιφάνειας σχετίζεται άμεσα με την αλληλεπίδραση των φυτών με τον αέρα και τα συστατικά του (χημικές ουσίες, υγρασίας κοκ).

Βιβλιογραφία

Eco garden, 23 Ιουνίου 2014. Άρθρο: “Κάθετοι κήποι” (www.ecogarden.gr)

Heffernan S., 2013. The Ultimate Guide To Living Green Walls for Ambius, Enhancing Interior Landscapes, since 1963.

Tsirogiannis I.L., Karras G., Lambraki E., Varras G., Savvas D., Castellano S., 2014. Evaluation of a Plastic Tube Based Hydroponic System for Horizontal and Vertical Green Surfaces on Buildings. 29th ISHS/IHC, Brisbane Australia, 16-23 August 2014.

Zinco / e-green, 2013. Τεχνικό φυλλάδιο: Υπόστρωμα προστασίας TSM32

Αντωνιδάκη- Γιατρομανωλάκη Α., 2012. Φυτά γλάστρας για εσωτερικούς χώρους. Εκδότης Γιατρομανωλάκη Α. Ηράκλειο Κρήτης.

Γκόλτσιου Α., 2011. Πράσινοι Τοίχοι - Κάθετοι Κήποι, 7 Δεκεμβρίου 2011, για το e-περιοδικό αρχιτεκτονικής, (www.greekarchitects.gr)

ΕΛΟΤ, 2009. Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή 1501-10-06-10-00: 2009 Συντήρηση φυτών εσωτερικών χώρων (Indoor plants tending)

Θεριός Ι.Ν., 2005. Ανόργανη θρέψη και λιπάσματα. Εκδόσεις Α.Δ.Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη.

Καρράς Γ., 2014. Γλαστρικά φυτά. Διδακτικές σημειώσεις. ΤΕΙ Ηπείρου. Α.Α.Τ. Άρτα.

Κατσουλάκου Σ., 2014. Κατακόρυφες φυτεύσεις σε εσωτερικούς χώρους, αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων. Πτυχιακή. ΤΕΙ Ηπείρου. Α.Α.Τ. Άρτα.

Σάββας Δ., 2003. Γενική Ανθοκομία Υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Έμβρυο.

Ψαριανού Α., 2015. Άρθρο: “Κάθετοι κήποι και εφαρμογές” (www.georhythmiki.gr).

Πηγές Internet

www.retail-square.com

www.greenroofs.com

www.buildingdesignindex.co.uk

www.3dweldmesh.com

www.inhabitat.com

www.landscapeonline.com

www.biotopefl.com

www.tournesolsiteworks.com

www.hydroponicsinformatiowordpress.com

www.ergatex.com

www.kalliergo.gr

www.palagkas.gr

www.real.gr

www.shopclues.com

www.grhydro.blog.spot.com

www.panagrotiki.gr

www.ecogarden.gr

www.farmalifenursery.com

www.atheistnexus.org

www.dogoquocdat.com

www.davesgarden.com

www.plantlust.com

www.designundersky.com

www.plantayflor.blogspot.gr

www.toptropicals.com

www.verdiincontri.com

www.elite-pets.narod.ru

www.davesgarden.gr

www.flickr.com

www.tatsis-electronics.gr

www.hannagreece.gr

www.halmstad.se

www.ioffer.com

www.envcoglobal.com

www.licor.com

www.decagon.com