

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων / Κατ. Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Πτυχιακή εργασία

Κατακόρυφες φυτεύσεις σε εσωτερικούς χώρους Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων



Κατσουλάκου Σταυρούλα

Άρτα 2014

«Τα φύκια και οι κληματίδες μεγάλωναν σε άκαμπτη γραμμή, ανάλογα με το βαθμό της πυκνότητας που είχε το στοιχείο που τα γεννούσε. Στέκονταν όλα τους ασάλευτα. Κι όταν τ' απομάκρυνες με το χέρι, ξαναπαίρνανε μεμιάς την προηγούμενη θέση τους. Εδώ πέρα βασίλευε η κάθετη γραμμή.»

(Ιούλιος Βερν, 1959, *20.000 Λεύγες κάτω από τη θάλασσα*).

Εκπαιδευτικό ίδρυμα:	Τ.Ε.Ι. Ηπείρου
Τμήμα:	Τεχνολόγων Γεωπόνων Κατ. Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου
Τίτλος:	Κατακόρυφες φυτεύσεις σε εσωτερικούς χώρους Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων
Σπουδαστές:	Κατσουλάκου Σταυρούλα
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:	Καρράς Γεώργιος Καθηγητής Τσιρογιάννης Γιάννης Επίκουρος Καθηγητής
Περιοχή:	ΑΡΤΑ
Έτος:	2014

Εικόνα εξωφύλλου: <http://www.livingwallart.com/category/living-wall-products/>

Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες στους καθηγητές μου για τις πολύτιμες συμβουλές τους σε όλα τα στάδια της πτυχιακής εργασίας, στον κ. Τσιρογιάννη Ιωάννη και στον κ. Καρρά Γεώργιο.

Ευχαριστώ όλους τους συναδέλφους μου, που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και ιδιαίτερα τη Λαμπράκη Ελένη, για την πολύτιμη βοήθεια της στο στήσιμο και την υλοποίηση του και τη Μπακέα Μαρία, για την συνδρομή της.

Ευχαριστώ επίσης τον Θεοχάρη Κωνσταντίνο, που με άντεξε όλη αυτή την περίοδο και κυρίως είμαι ευγνώμων στη μητέρα μου, για την υπομονή και την υποστήριξη της όλα αυτά τα χρόνια.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή	6
Ανασκόπηση σχετικά με φυτεύσεις εκτός εδάφους	8
Το σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου και τα φυτά εσωτερικού χώρου	8
Κατηγορίες κάθετων κήπων	11
Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθετων κήπων	14
Μειονεκτήματα των κάθετων κήπων	16
Περί Υδροπονίας	16
Συστήματα χωρίς υπόστρωμα	17
Συστήματα με υπόστρωμα	17
Θρεπτικά συστατικά	18
Πράσινο στο γκρι - Φυτά κατάλληλα για εσωτερικό κάθετο κήπο	21
Διαχείριση φυτεύσεων εσωτερικού χώρου	27
Πειραματική αξιολόγηση	28
Γεωγραφική θέση	28
Μετεωρολογικά - Κλιματικά δεδομένα	29
Υλικά και μέθοδοι	31
Μεταχειρίσεις	32
Κατασκευές	32
Ειδικό ύφασμα, Zinco TSM32	32
Υπόστρωμα, περλίτης υδροπονίας	33
Θρεπτικό διάλυμα	39
Φυτικό υλικό	39
Το πρόγραμμα άρδευσης	55
Μετρήσεις και όργανα μέτρησης	56
Στατιστική επεξεργασία	58
Αποτελέσματα	59
Φυλλική επιφάνεια	69
Συμπεράσματα	71
Βιβλιογραφία	72
Παράρτημα Ι - Φωτισμός	74

Εικόνες

Εικόνα 1 Σύνδρομο άρρωστου κτιρίου (αριστερά McDowell, 2000; δεξιά Conlin και Carey, 2000).....	9
Εικόνα 2 Melia Varadero-Lobby (Building Interior)	11
Εικόνα 3 Singapore Changi airport (Crooked Brains)	13
Εικόνα 4 Patrick Blanc's home (Inspiration Green).....	15
Εικόνα 5 Γραφείο στο Hong-Kong (Wikipedia).....	21
Εικόνα 6 Πράσινος τοίχος στο υποκατάστημα της ΕΤΕ στο The Mall Athens (έργο της Vita Verde: http://www.vitaverde.gr/en/projects/vertical-garden-nbg-athens/)	22
Εικόνα 7 Μετακινούμενος κατακόρυφος κήπος στην υποδοχή συνεδριακού χώρου (IHC 2014, Brisbane AUS, PLANTUP)	23
Εικόνα 8 Σύστημα σε ύψος με τσέπες (Vertical urban greening) αριστερά, κάθετος εσωτερικός κήπος σε εστιατόριο (Handing Botanicals blog) δεξιά.....	27
Εικόνα 9 Χάρτης νομού Άρτας (πηγή: www.hellogreece.gr)	28
Εικόνα 10 Επάνω: δορυφορική εικόνα της Τεχνόπολης του ΤΕΙ Ηπείρου στους Κωστακικούς Άρτας (πηγή: GoogleEarth, 2014), κάτω: κύρια όψη κτηρίου ΑΑΤ.....	29
Εικόνα 11 Κλιματικές τιμές θερμοκρασίες και υγρασίας στην περιοχή (ΕΜΥ, 2014)	30
Εικόνα 12 Κάτοψη και όψη της κατασκευής ανάρτησης των πειραματικών κατακόρυφων κήπων	31
Εικόνα 13 βήψιμο του μεταλλικού πλαισίου με μίνιο αριστερά κ με το τελικό χρώμα δεξιά.....	32
Εικόνα 14 Τεχνικές προδιαγραφές υποστρώματος Zinco TSM32 (Zinco / e-green).....	33
Εικόνα 15 Περίληψη (Weed-Ellas, 2014)	33
Εικόνα 16 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας περιλίτη 0-5mm (10cm = 1kPa), με τις κόκκινες κατακόρυφες γραμμές σημειώνονται τα όρια του εύκολα διαθέσιμου νερού (Milks κ.α., 1989 και Al Naddaaf κ.α., 2011).....	34
Εικόνα 17 Γέμισμα τσόχας με περιλίτη	35
Εικόνα 18 Τοποθέτηση της τσόχας στο μεταλλικό πλαίσιο αριστερά κ πλαστικό φύλλο δεξιά	35
Εικόνα 19 Διάταξη αρδευτικού συστήματος (αριστερά) και σταλάκτης με μακαρόνια και λόγχες υδροπονίας (δεξιά).....	36
Εικόνα 20 Σύστημα με αντλίες αριστερά κ δεξαμενή με το θρεπτικό διάλυμα.....	37
Εικόνα 21 Εργασίες στο σύστημα, έλεγχος αρδευτικού κ γέμισμα με περιλίτη την μπροστινή πλευρά της τσόχας	38
Εικόνα 22 Αμέσως μετά την κατασκευή του συστήματος (20/9/2013)	38
Εικόνα 23 Ζύγιση βλαστού κ ρίζας των φυτών	39
Εικόνα 24 Φύτευση των φυτών στην τελική τους θέση αριστερά κ σωλήνες σε διάταξη φύτευσης στους πάγκους του θερμοκηπίου.....	40
Εικόνα 25 Φυτικό υλικό και διάταξη αυτού	40
Εικόνα 26 Hedera helix (Crocus gardening webside of the year 2014)	41
Εικόνα 27 Hedera helix σε κρεμαστό καλάθι (Tropicopia Pro).....	43
Εικόνα 28 Plectranthus australis σε κρεμαστό καλάθι (OnlinePlantGuide.com 2007-2013).....	44
Εικόνα 29 Plectranthus australis σε εσωτερικό σπιτιού (Garden.in 2014)	45
Εικόνα 30 Euphorbia pulcherrima (FloraXchange.nl)	46
Εικόνα 31 Euphorbia pulcherrima σε κρεμαστό καλάθι (professorspride.com)	48
Εικόνα 32 Syngonium podophyllum (wisdom-earth.com).....	48
Εικόνα 33 Syngonium podophyllum (HousePlantsGuru)	50
Εικόνα 34 Tradescantia pallid (imgkid.com).....	50
Εικόνα 35 Tradescantia zebrina (ivynettle.wordpress.com)	51
Εικόνα 36 Tradescantia sillamontana (Far Reaches Farm)	52
Εικόνα 37 Chlorophytum comosum (Wikipedia)	52
Εικόνα 38 Chlorophytum comosum (houselogic.com).....	54
Εικόνα 39 Χρονοδιακόπτης	55

Εικόνα 40 Όργανο μέτρησης pH και EC (Hanna Instruments).....	57
Εικόνα 41 Πυρανόμετρο (Skye SKS100) και απλό πολύμετρο.....	57
Εικόνα 42 Καταγραφικό με αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας (Onset, HOBO).....	57
Εικόνα 43 Αισθητήρας ec5 της Decagon και Em50 Data Logger	58
Εικόνα 44 Εξωτερικές κλιματικές συνθήκες.....	59
Εικόνα 45 Θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα εσωτερικού χώρου (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)	60
Εικόνα 46 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας (Wm^{-2}) σε επίπεδο παράλληλο με αυτό το φυτεμένου τοίχου, στο εσωτερικό του χώρου.....	62
Εικόνα 47 Ενέργεια από τον ήλιο σε επίπεδο παράλληλο με αυτό το φυτεμένου τοίχου ($Wh m^{-2}$), στο εσωτερικό του χώρου.....	62
Εικόνα 48 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου αξιολόγησης.....	63
Εικόνα 49 Διακύμανση pH και EC στις τέσσερις μεταχειρίσεις.....	64
Εικόνα 50 Μέση κατανάλωση νερού	65
Εικόνα 51 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού κατά τη φύτευση (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).....	66
Εικόνα 52 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)	67
Εικόνα 53 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα).....	68
Εικόνα 54 Σάρωση ομάδας φύλλων κισσού.....	69
Εικόνα 55 Ένταση ηλιακού φωτός και ορατό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας.....	74

Πίνακες

Πίνακας 1 Φυτά εσωτερικού χώρου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθετους κήπους	24
Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά φυτικού υλικού.....	41
Πίνακας 3 Αρχικό πρόγραμμα άρδευσης κάθετου εσωτερικού κήπου	55
Πίνακας 4 Τελικό πρόγραμμα άρδευσης κάθετου εσωτερικού κήπου.....	56

Εισαγωγή

Ανέκαθεν ο άνθρωπος έβρισκε στα φυτά και στα λουλούδια στοιχεία απαραίτητα για την υγεία του και την επιβίωση του. Αλλά με το πέρασμα του χρόνου, η αχαλίνωτη αστικοποίηση των περιοχών, που θέλει να κατοικήσει τον οδήγησε να τα απομακρύνει από το περιβάλλον και να ξεχάσει την ευεργετική επίδρασή που μπορούν να του ασκήσουν. Τα τελευταία χρόνια γίνεται και στη χώρα μας μια προσπάθεια να φυτευτούν δώματα, τaráτσες, βεράντες για να δημιουργηθούν χώροι πρασίνου στις πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, ξενοδοχεία, μονοκατοικίες και κέντρα εμπορίου. Με τον εσωτερικό χώρο όμως αυτών τι γίνεται;

Καθημερινά ο άνθρωπος μολύνει και η μόλυνση αυτή είναι διπλή. Η πρώτη είναι ανθρώπινη, αναπόφευκτη και αναγκαστικά αποδεκτή. Κάθε μέρα για να αναπνεύσουμε, εισπνέουμε 600 λίτρα οξυγόνο και εκπνέουμε 500 λίτρα διοξείδιο του άνθρακα. Η δεύτερη είναι υλική, παραδεδεγμένη, πιο ύπουλη και αφανής, συνίσταται στην εκπομπή πολλαπλών ρύπων, οι οποίοι κρύβονται στις μπογιές, στις ταπετσαρίες, στις μοκέτες, στα βερνίκια, στις κόλλες κλπ. Τα αποτελέσματα αυτής της μόλυνσης στα παιδιά, τους ενήλικες και στους ηλικιωμένους είναι αναρίθμητα: πονοκέφαλοι, κόπωση, αϋπνία, αλλεργίες, ρινίτιδα, φαρυγγίτιδα κλπ.

Αυτή η πτυχιακή έγινε για να αποδειχτεί, ότι πέρα από την καλλωπιστική αξία που έχουν τα φυτά και από την γενική άποψη όλων ότι «τα φυτά κάνουν καλό, παράγουν O_2 », είναι ιδιαίτερα χρήσιμα, 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, ακόμα και να σώσουν ζωές, μειώνοντας δραστικά το επίπεδο άγχους και παράλληλα απορροφώντας τη μόλυνση στον αέρα, απορροφώντας χημικές πτητικές ουσίες, γνωστές με το όνομα ΠΟΕ (πτητικές οργανικές ενώσεις).

Το παρόν πείραμα ασχολήθηκε με φυτά εσωτερικού χώρου και εστίασε σε μια συγκεκριμένη ομάδα, τα air-filtering plants. Πέρα από την ομορφιά και την δροσιά, που μπορούν να προσφέρουν, καθαρίζουν και φιλτράρουν την φορτισμένη ατμόσφαιρα που έχουν τα σύγχρονα σπίτια από του αέριους ρύπους.

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).

Παρουσιάζεται η σχετική διάταξη, που εγκαταστάθηκε στο ισόγειο του κτηρίου ΑΑΤ στο ΤΕΙ Ηπείρου και γίνεται αξιολόγηση δύο υδροπονικών συστημάτων

(φύτευση σε ειδική τσόχα και φύτευση σε κοίλους κυλινδρικούς φυτευτικούς φορείς με περλίτη).

Η αξιολόγηση αφορούσε 8 φυτικά είδη και αναφέρεται σε δύο επίπεδα έκθεσης στο φως.

Ανασκόπηση σχετικά με φυτεύσεις εκτός εδάφους

Από την αρχαιότητα έως σήμερα η δημιουργία κήπων εκτός εδάφους απασχόλησε τον άνθρωπο. Την τρίτη χιλιετηρίδα π.Χ., δημιουργούνται στην Μεσοποταμία τα Ζιγκουράτ, που αφορούν ψηλούς τεχνητούς λόφους, με αναβαθμίδες φυτεμένες με δένδρα, πάνω στις οποίες ανεγείρονται ναοί. Οι πιο γνωστοί και θαυμαστοί κήποι είναι οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, έκτασης 15 στρεμμάτων, που χαρακτηρίστηκαν σαν ένα από τα Επτά Θαύματα του Κόσμου. Κατασκευάστηκαν μεταξύ 604 και 562 π.Χ. από τον Ναβουχοδονόσορα τον Β΄. Λέγετε ότι ήταν κατασκευασμένοι σε σχήμα πυραμίδας με ορθογώνια ή τετράγωνη βάση πλευράς 120-120 μ. περίπου και ύψος 90 μέτρων. Η πυραμίδα έφερε αναβαθμίδες, που στηρίχθηκαν για πρώτη φορά σε αψίδες. Σε κάθε αναβαθμίδα φυτεύτηκαν θάμνοι, δένδρα και λουλούδια.

Στην Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία η τέχνη της διαμόρφωσης και φύτευσης του τοπίου που ονόμαζαν *Ar Toriara* περιλάμβανε 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} αι. ο Γάλλος αρχιτέκτονας Hector Horeau, γνωστός για τις μεταλλικές του κατασκευές, πειραματίζεται με τη 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, ήταν ο Stanley Hart White, Καθηγητής αρχιτεκτονικής τοπίου στο Πανεπιστήμιο του Illinois παντετάρισε το πρώτο σύστημα πράσινου τοίχου το 1938 (Botanical Bricks). Στα τέλη της δεκαετίας 1980 ο ερευνητής στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών του Παρισιού Patrick Blanc, χρησιμοποιώντας την τεχνογνωσία της υδροπονίας άρχισε να κατασκευάζει τους πρώτους κάθετους κήπους. Το παράδειγμά του έχουν ακολουθήσει έκτοτε και πολλοί άλλοι από την Αμερική, την Ευρώπη και την Ιαπωνία.

Το σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου και τα φυτά εσωτερικού χώρου

Σήμερα ζούμε σε ένα κόσμο, όπου η ρύπανση φτάνει και στις πιο απομακρυσμένες γωνιές του πλανήτη. Αυτό είναι αρκετό για να κάνει τον κόσμο να θέλει να τρέξει και να κρυφτεί στο σπίτι του. Ωστόσο αυτό μπορεί να μην είναι η καλύτερη ιδέα, σύμφωνα με σύγχρονες επιστημονικές έρευνες ο

εσωτερικός χώρος μπορεί να είναι μέχρι και δέκα φορές πιο μολυσμένος από το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο μέσος άνθρωπος ξοδεύει πάνω από το 90% του χρόνου του σε εσωτερικούς χώρους, βομβαρδιζόμενος συνεχώς από τη ρύπανση του αέρα των εσωτερικών χώρων.



Εικόνα 1 Σύνδρομο άρρωστου κτιρίου (αριστερά McDowell, 2000; δεξιά Conlin και Carey, 2000)

Ο όρος «άρρωστο κτίριο», (Sick building Syndrome) χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τα νεόκτιστα κτίρια, που δεν προορίζονται για βιομηχανική χρήση, αλλά για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης». «Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων. Ο όρος «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» χρησιμοποιείται για να εκφράσει την κακή κατάσταση της υγείας τουλάχιστον του 50% των ενοίκων, η οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα ενοχλήματα, που αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου

Οι κυριότερες παθήσεις που προκαλούνται από την παραμονή για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ένα άρρωστο κτίριο προκαλεί:

- ρινίτιδες (αλλεργικές ή μη αλλεργικές)
- ιγμορίτιδες
- ωτίτιδες
- επιπεφυκίτιδες
- πνευμονίες

- δερματίτιδες (εκζέματα)
- παθήσεις του πεπτικού συστήματος
- νεοπλασίες
- παθήσεις του ήπατος
- παθήσεις των νεφρών
- παθήσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος

Κρυμμένοι ρύποι και χημικά στους χώρους εργασίας, σε σχολεία ακόμα και σε νοσοκομεία, επιβαρύνουν καθημερινά την υγεία των ανθρώπων και ευθύνονται για μια σειρά ασθενειών και θανάτων. Οι επιστήμονες κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου και επισημαίνουν ότι εκτός από την ατμοσφαιρική ρύπανση, η δημόσια υγεία απειλείται από πλήθος αόρατων κινδύνων και στους κλειστούς χώρους στους οποίους υπολογίζεται ότι περνάμε το 80% της ζωής μας.

Πιο συγκεκριμένα: **Φορμαλδεΰδη** : Άχρωμο αέριο που βρίσκεται σε έπιπλα, ντουλάπια , οικοδομικά υλικά ,μπογιές ,κόλλες , συνθετικά υφάσματα, κουρτίνες, μονωτικά υλικά και διάφορα είδη οικιακής χρήσης. Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο.

Ξυλόλιο : Χρησιμοποιείται ως διαλύτης σε χρώματα , βερνίκια. Οι ατμοί του προκαλούν πονοκέφαλο , ζάλη, ερεθισμό του δέρματος.

Τολουόλιο: Χρησιμοποιείται σε χρώματα και ως διαλύτης. Οι ατμοί του μπορεί να προκαλέσουν πονοκεφάλους , ναυτίες , υπνηλία.

Βενζόλιο: Υπάρχει σε κόλλες , μελάνια, πλαστικά. Η εισπνοή του μπορεί να προκαλέσει υπνηλία , ζάλη , ταχυκαρδία, απώλεια αισθήσεων.

Μονοξείδιο του άνθρακα : Συσσωρεύεται στο σπίτι μας κυρίως από το κάπνισμα και από κάθε διαδικασία άμεσης καύσης.

Αιωρούμενα σωματίδια: Υπολογίστηκε ότι κατά τη διάρκεια τηγανίσματος , η συγκέντρωση μικροσωματιδίων με διάμετρο 2,5 μικρομέτρων αυξάνεται από 30 έως 90 φορές.

Το σύστημα του κλιματισμού σε ένα νέο κτίριο, στην ιδανική περίπτωση, πρέπει να σχεδιαστεί από αρχιτέκτονα μαζί με μηχανολόγο μηχανικό και σύμβουλο κλιματισμού ή υπηρεσιών κτιρίου – παρά από ένα συγκρότημα επιχειρήσεων των ενδιαφερομένων συμβαλλόμενων μερών, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού υπηρεσιών κλιματισμού των κατασκευαστών που παρέχουν “δωρεάν σχεδιαστικές υπηρεσίες”. Προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στην υγεία και την άνεση παρά στο κόστος.

Αυτό όμως δεν είναι η μόνη λύση, ο πράσινος τοίχος θα βοηθήσει να βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα σε οποιοδήποτε περιβάλλον γιατί λειτουργεί ως βιοφίλτρο.

Η τοποθέτηση «πράσινου τοίχου» σε περιβάλλον εργασίας μπορεί να αυξήσει την παραγωγικότητα των εργαζομένων, μελέτες έχουν δείξει ότι ακόμα κ βλέποντας τη φύση στο εργασιακό περιβάλλον μπορεί να αυξηθεί η παραγωγικότητα κ η γενική υγεία του συνόλου.

Η εγκατάσταση του σε ένα καίριο σημείο του χώρου εργασίας στέλνει ένα μήνυμα στους εργαζομένους ότι η εταιρεία ασχολείται με την βελτίωση και την δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος.

Κατηγορίες κάθετων κήπων.



Εικόνα 2 Melia Varadero-Lobby (Building Interior)

Οι δύο βασικές κατηγορίες πράσινων τοίχων είναι:

- Οι «πράσινες προσόψεις»
- Οι «ζωντανοί τοίχοι»
- «Φυτικοί τοίχοι τοπίου»

Οι «**πράσινες προσόψεις**» είναι οι πράσινοι τοίχοι στους οποίους αναπτύσσονται, μέσω σχεδιασμένων υποστηρικτικών δομών, αναρριχώμενα φυτά ή φυτά που έχουν την ικανότητα να κρέμονται. Οι ρίζες των φυτών βρίσκονται είτε στις βάσεις των δομών αυτών, είτε στο έδαφος, είτε στις στέγες, είτε ενδιάμεσα στους τοίχους σε ειδικές γλάστρες. Για να επιτευχθεί πλήρης κάλυψη του τοίχου απαιτούνται τρία έως πέντε χρόνια. Οι πράσινες

προσόψεις μπορούν να στηριχθούν σε ήδη υπάρχοντες τοίχους ή μπορούν να υπάρξουν και ως μεμονωμένες κατασκευές, όπως φράχτες ή κολώνες.

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Κάθετος κήπος με σύστημα δίχτυ (cable and wire-rope net systems)
- Κάθετος κήπος με συρμάτινο πλέγμα (modular trellis panel system)

Οι «ζωντανοί τοίχοι» αποτελούνται από βλαστημένα πάνελ, κάθετες ενότητες ή φυτεμένες επιφάνειες που εφαρμόζονται κάθετα σε τοίχο ή πλαίσιο. Τα πάνελ αυτά μπορεί να είναι κατασκευασμένα από πλαστικό, διογκωμένη πολυστερίνη, συνθετικό ύφασμα, πηλό, μέταλλο ή σκυρόδεμα και είναι ικανά να υποστηρίξουν μεγάλη ποσότητα και ποικιλία φυτικών ειδών. Τα φυτά τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται είναι εδαφοκαλυπτικά, φτέρες, πολυετή λουλούδια, χαμηλοί θάμνοι κ.τ.λ. Λόγω αυτής της ποικιλομορφίας αλλά και της πυκνότητας χρειάζονται πιο εντατική συντήρηση συγκριτικά με τις «πράσινες προσόψεις».

Οι «ζωντανοί τοίχοι» διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- «Φυτικός τοίχος χαλί»
- «Ζωντανός τοίχος με ενότητες»
- «Τοίχος βιοφίλτρο»

Ο «φυτικός τοίχος χαλί» είναι δημιούργημα του Patrick Blanc. Αποτελείται από δύο στρώσεις συνθετικού υλικού με «τσέπες» μέσα στις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά, προσλαμβάνοντας τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά από θρεπτικό υδατικό διάλυμα. Είναι και αυτό ένα υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας, δηλαδή ένα σύστημα όπου δεν χρησιμοποιείται καθόλου χώμα αλλά μόνο νερό εμπλουτισμένο με τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά. Αυτός ο τύπος κάθετου τοίχου είναι σήμερα και ο πιο δημοφιλής και ο πιο εντυπωσιακός.

Ο «ζωντανός τοίχος με ενότητες» δημιουργείται με τη χρήση τετράγωνων ή ορθογώνιων πάνελ με υπόστρωμα το οποίο διαφέρει ανάλογα με το είδος του φυτού που χρησιμοποιείται. Τα φυτά προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά από το υπόστρωμα αυτό, ενώ η άρδευση παρέχεται σε διάφορα επίπεδα κατά μήκος του πάνελ και με τη βαρύτητα κινείται μέσα στο υπόστρωμα.



Εικόνα 3 Singapore Changi airport (Crooked Brains)

Ο «φυτικός τοίχος βιοφίλτρο» αποτελεί μέρος της υποδομής ενός κτιρίου και έχει σχεδιαστεί για να φιλτράρει τον αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Το υδροπονικό σύστημα που διαθέτει επαναχρησιμοποιεί το νερό με τη βοήθεια ενός συλλέκτη στο πάνω μέρος και μιας υδρορροής στο κάτω μέρος του συστήματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μεταξύ των δύο στρώσεων του συνθετικού υφάσματος. Αυτές οι στρώσεις έχουν την ικανότητα να υποστηρίξουν την πυκνή μάζα των ριζών και να ευνοούν την ανάπτυξη ορισμένων μικροβίων ρίζας τα οποία έχουν την ιδιότητα να συγκρατούν τις αερομεταφερόμενες πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs), ενώ τα φύλλα του φυτού απορροφούν το μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα. Με αυτόν τον τρόπο παράγεται καθαρός αέρας ο οποίος μεταφέρεται μέσω του συστήματος και διανέμεται εντός του κτιρίου μέσω ενός ανεμιστήρα.

Οι «φυτικοί τοίχοι τοπίου» είναι η εξέλιξη των αναχωμάτων. Η βασική διαφορά με τους υπόλοιπους τοίχους είναι ότι συνήθως έχουν κλίση και χρησιμοποιούνται κυρίως στη μείωση του θορύβου και τη σταθεροποίηση της κλίσης του εδάφους. Συνήθως είναι δομημένοι από πλαστικό ή σκυρόδεμα και διαθέτουν χώρο για το καλλιεργητικό μέσο και το φυτικό υλικό.

Ο πιο εντυπωσιακός τοίχος τοπίου είναι αυτός που δημιουργήθηκε στην Ίμπιθα με σκοπό να αποτελέσει ένα «φράγμα ήχου» μεταξύ των υπαίθριων κέντρων διασκέδασης και των κατοικιών. Τα φυτά μεγαλώνοντας απορροφούν ήχους και κραδασμούς.

Παρόλα αυτά η κατασκευή ενός πράσινου τοίχου δεν είναι απλή υπόθεση, γι' αυτό δε θα πρέπει να παραλειφθούν παράμετροι οι οποίες θα οδηγήσουν στην επιτυχία ή μη της εγκατάστασης. Βασική προϋπόθεση είναι η καλή κατάσταση του κτιρίου, η μελέτη των καταλληλότερων φυτικών ειδών ανάλογα με το κλίμα της περιοχής και του προσανατολισμού της επιφάνειας, που θέλουμε να καλύψουμε και η μελέτη σχετικά με την ποσότητα του νερού και του λιπάσματος που θα χρησιμοποιείται. Λόγω του αρκετά υψηλού κόστους οι πράσινοι τοίχοι θα πρέπει να κατασκευάζονται μόνο από ειδικούς. Παρόλα αυτά επειδή έχουν εκφραστεί ενστάσεις από μηχανικούς ως προς τις επιπτώσεις που έχουν οι κάθετοι κήποι στα κτίρια, θα ήταν ωφέλιμη η μελέτη και η επίβλεψη του έργου από μηχανικό.

Στην Ελλάδα ευδοκιμούν πολλά είδη που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε κάθετη φύτευση. Για ηλιόλουστες θέσεις κατάλληλα είδη είναι η βερβερίδα, ο κισσός, το γεράνι, το έρπον δενδρολίβανο, το κυδωνίαστρο, η λαντάνα, το έρπον τεύκριο, κ.λπ. Αναρριχώμενα με γρήγορη ανάπτυξη ιδανικά για πράσινους τοίχους είναι η βουκαμβίλια, το αγιόκλημα, το πολύγωνο, το ρυγχόσπερμα, η γλυτσίνια, κ.ά.

Μία τόσο πρωτοποριακή ιδέα θα μπορούσε να βρει πρόσφορο έδαφος και στη χώρα μας και ειδικά στα μεγάλα αστικά κέντρα. Είναι καιρός να δοκιμάσουμε κάτι μοντέρνο και προπαντός καλαίσθητο που θα βοηθήσει τις άχαρες τσιμεντουπόλεις να αποκτήσουν μια πιο «ανθρώπινη» εικόνα (Πισιμίσση, 2012).

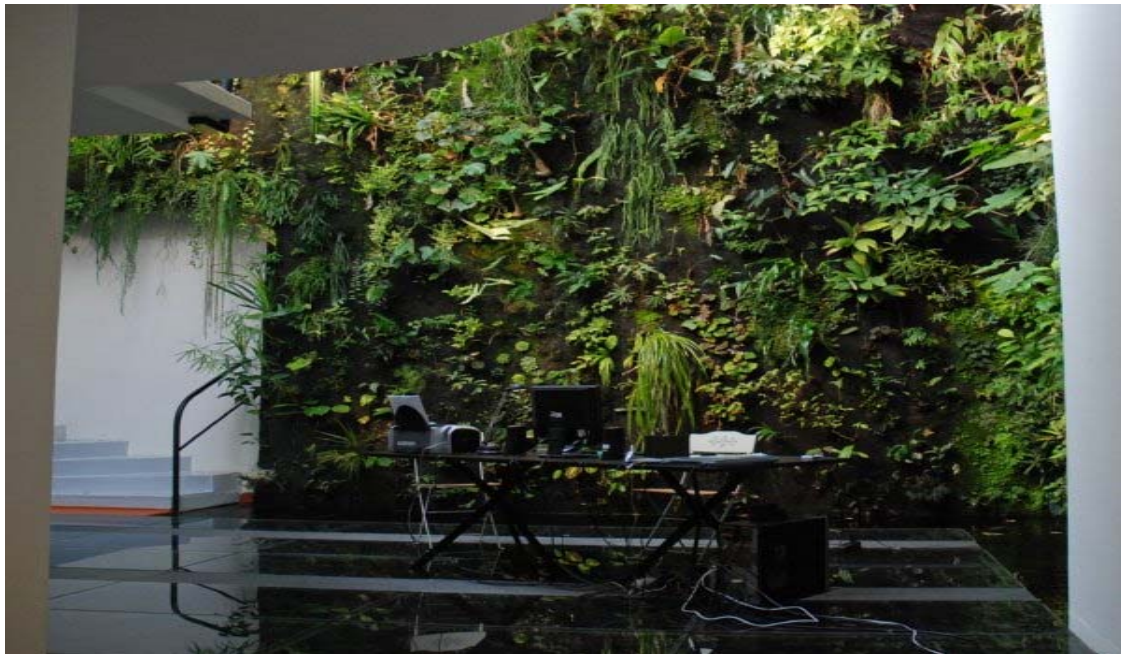
Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθετων κήπων

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, Haron, 2007)
- 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 Hoyaño 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% κ.α.

- 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 τουλουόλιου, αιθυλοβενζολίου κι άλλων επιβλαβών ενώσεων (Darlington, 2001).
- 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 (Loh, 2008).
- συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της ρύπανσης, απορροφώντας τις ρυπαντικές ουσίες
- μειώνουν την αντανακλώμενη θερμότητα



Εικόνα 4 Patrick Blanc's home (Inspiration Green)

Μειονεκτήματα των κάθετων κήπων

Σύμφωνα με τους επαγγελματίες του χώρου (Ψαριανού, 2009):

- **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 ταρατσόκηπος.
- **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.

Περί Υδροπονίας

Η καλλιέργεια των φυτών μπορεί να γίνεται στο έδαφος (εδαφοπονία), στο νερό (υδροπονία) ή στον αέρα (αεροπονία). Γενικότερα ο όρος υδροπονία χρησιμοποιείται όταν η καλλιέργεια δεν γίνεται στο παραδοσιακό έδαφος. Η καλλιέργεια στο έδαφος προσφέρει στήριξη των φυτών, συγκράτηση νερού, και προσφορά των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων από το ίδιο το έδαφος. Η συνεχής χρήση του εδάφους σε εντατική μορφή και με το ίδιο είδος φυτού, όπως συμβαίνει στα θερμοκήπια, αλλά και πολλές φορές στις υπαίθριες καλλιέργειες, οδήγησε σε παθογενείς καταστάσεις και έλλειψη των περισσότερων από τα αναγκαία θρεπτικά στοιχεία. Αυτό οδήγησε στην ανάγκη για καθιέρωση των δαπανηρών και επιβλαβών για το περιβάλλον απολυμάνσεων του εδάφους αλλά και σε συστήματα πλήρους τροφοδοσίας θρεπτικών στοιχείων και ρύθμισης οξύτητας, τα λεγόμενα συστήματα υδρολιπάνσεων (fertigation), από απλά μέχρι σύνθετα. Έτσι προοδευτικά βρέθηκε το έδαφος να χρησιμοποιείται κυρίως για την στήριξη των φυτών και σαν δεξαμενή ύδατος ενώ πρακτικά είναι ασύμφορη η συχνή αλλαγή του έναντι της δαπάνης απολύμανσης. Έτσι φτάσαμε σταδιακά στη χρήση του εδάφους για τις λειτουργίες που μπορούν να προσφέρουν πολλά άλλα τεχνητά ή φυσικά υλικά, τα λεγόμενα υποστρώματα, και τα οποία προσφέρουν καλύτερα χαρακτηριστικά στις λειτουργίες αυτές χωρίς να χρειάζονται απολύμανση διότι η αλλαγή τους είναι εύκολη και χαμηλού κόστους.

Επί πλέον έγινε αρκετή έρευνα για τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών και αναπτύχθηκε η τεχνολογία που μπορεί να την εξασφαλίσει με ακρίβεια. Η υδροπονία σήμερα απαντιέται σε ποικιλία μορφών, από οργανικά υποστρώματα, αδρανή φυσικά ή τεχνητά υποστρώματα μέχρι παντελή έλλειψη υποστρώματος (σε λεπτό φιλμ νερού).

Συστήματα χωρίς υπόστρωμα

Στα συστήματα αυτά οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Τα πιο γνωστά συστήματα αυτής της μορφής είναι το NFT και η επιπλέουσα υδροπονία. Στο NFT (Nutrient Film Technique) οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους μέσα στα οποία ρέει το θρεπτικό διάλυμα.

Τα κανάλια του NFT είναι συνήθως υπενδεδυμένα με ειδικό πλαστικό, με άσπρο χρώμα εξωτερικά και μαύρο εσωτερικά.

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 μπορεί να ενταχθεί και η αεροπονία όπου τα φυτά τοποθετούνται σε τρυπιτά γλαστράκια με τις ρίζες τους να αναπτύσσονται στο διάκενο. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις ρίζες υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων. Ο ψεκασμός πρέπει να γίνεται σε συνθήκες σκοταδιού για την αποφυγή δημιουργίας αλγών.

Συστήματα με υπόστρωμα

Τα υποστρώματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι πορώδη υλικά που δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα και χρησιμοποιούνται για να υποκαταστήσουν το έδαφος ως μέσου 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.

Διάφοροι τύποι υποστρωμάτων είναι:

- **Πετροβάμβακας** (rockwool, stonewool)
- **Ελαφρόπετρα** (pumice)
- **Κοκοφοίνικας** (cocosoil, cocopeat)
- **Περλίτης** (perlite)

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 : $1,4 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \text{ ppm (parts per million CaCO}_3\text{)}$ ή

Αμερικανικοί Βαθμοί: $2 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \text{ ppm (parts per million CaCO}_3\text{)}$

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

Θρεπτικά συστατικά

Ο πειραματισμός με τα θρεπτικά συστατικά των φυτών ξεκινά πάνω από τριακόσια χρόνια πριν. Ένας Άγγλος επιστήμονας ο John Woodward, πειραματίστηκε με τα θρεπτικά συστατικά των φυτών. Ήθελε να ξέρει εάν τα φυτά λαμβάνουν θρεπτικά συστατικά απ 'το χώμα ή το νερό. Ξεκίνησε με φυτά στο νερό αργά πρόσθετε χώμα στο νερό καθημερινά. Ανακάλυψε ότι τα φυτά βελτιώνονται σε μέγεθος και υγεία. Συμπέρανε ότι ήταν το χώμα και το νερό το οποίο διοχετεύουν θρεπτικά συστατικά στο νερό. Ωστόσο, οι ανακαλύψεις του αντικρούστηκαν απ 'τους παραγωγούς.

Οι παραγωγοί πίστευαν ότι μόνο το χώμα μπορεί να προσφέρει σταθερότητα για τα φυτά να ριζώσουν σ' αυτό. Η πεποίθηση αυτή βασίστηκε στη εμπειρία τους σε περιόδους ξηρασίας. Χωρίς νερό οι σοδιές καταστρέφονταν όσο πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά το χώμα ήταν. Αυτή ήταν η αρχή για πολλούς πειραματισμούς στην θρέψη των φυτών. Ανακαλύψεις και νέες μεγάλες εκπλήξεις ακολούθησαν τις ανακαλύψεις του Woodward, οδηγώντας σε αυτό που αναγνωρίζουμε σαν την "επιστήμη της Υδροπονίας".

Σήμερα πολλές απ 'τις διαφορετικές μεθόδους της υδροπονικής κηπουρικής έρχονται απ 'τις ιδέες του Δρ. Gericke (1940), ένας ειδικός της φυτολογίας στο πανεπιστήμιο Davis της Καλιφόρνια. Ο Δρ. Gericke έγινε διάσημος με την παραγωγή φυτών τομάτας 7,5m ψηλά με την μέθοδο της κηπουρικής χωρίς χώμα, στην πραγματικότητα ήταν το άτομο το οποίο ονόμασε υδροπονία την επιστήμη της καλλιέργειας χωρίς χώμα.



Εικόνα 5 Τα θρεπτικά στοιχεία (Γεωπονικό κέντρο Αθηνών)

Η υδροπονία δηλαδή, μεγαλώνοντας και καλλιεργώντας φυτά χωρίς χώμα υπάρχει από τους αρχαίους πολιτισμούς. Οι Αιγύπτιοι, μέλη ινδιάνικων φυλών και οι Ίνκας, οι Ατζέκοι και οι Βαβυλώνιοι είναι παραδείγματα αρχαίων πολιτισμών με πρακτική υδροπονική κηπουρική χωρίς να έχει η λέξη Υδροπονία ανακαλυφθεί. Αν και πολλοί από εμάς σκέφτονται την Υδροπονία σαν μια νέα μέθοδο στην καλλιέργεια, οι πρόγονοι μας στις προσπάθειες τους πάντα να βελτιώνουν τη τεχνολογία στην αγροτική τέχνη έχουν ήδη δουλέψει και μάθει την υδροπονική καλλιέργεια.

Το 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.

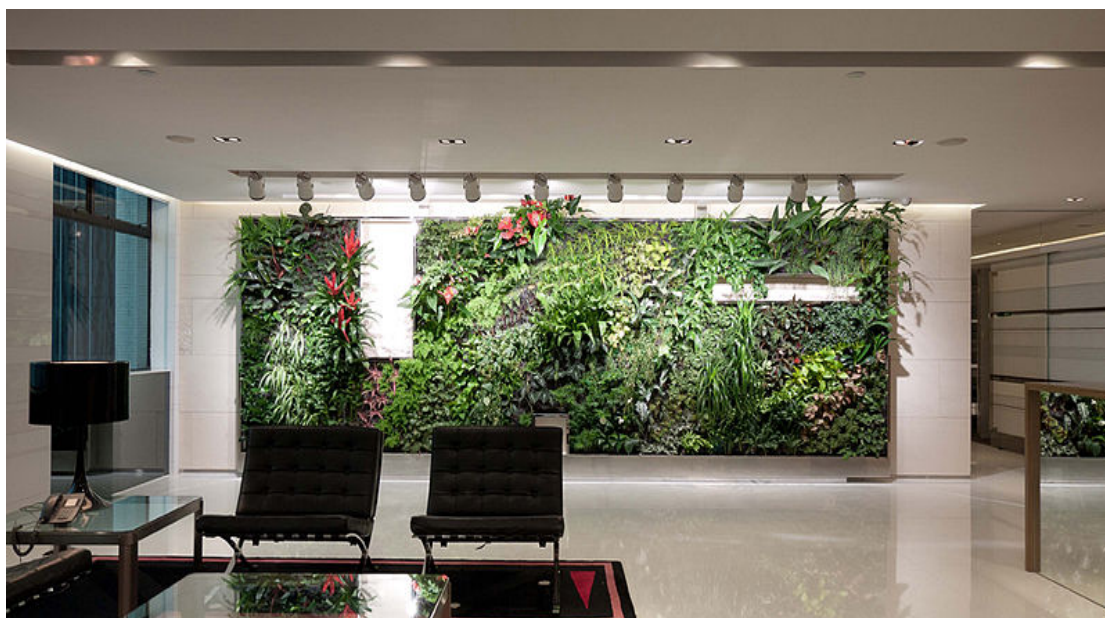
Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες σύμφωνα με τις ποσότητες που χρειάζονται τα φυτά. Τα μακροστοιχεία είναι το Άζωτο (N), ο Φώσφορος (P), το Κάλιο (K), το Ασβέστιο (Ca), το Μαγνήσιο (Mg) και το Θείο (S). Από αυτά, το Άζωτο, ο Φώσφορος και το Κάλιο είναι τα πρωτεύοντα 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).

Αναλυτικότερα :

- **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.

Πράσινο στο γκρι - Φυτά κατάλληλα για εσωτερικό κάθετο κήπο

Τα φυτά, ανάλογα με το περιβάλλον του τόπου καταγωγής τους, μπορούν να επιβιώσουν εντός μικρότερων ή μεγαλύτερων ορίων θερμοκρασίας και ακτινοβολίας. Τα περισσότερα φυτά εσωτερικού χώρου, που κατάγονται από θερμές περιοχές, επιβιώνουν σε μικρότερα περιβαλλοντικά όρια σε σχέση με φυτά άλλων περιοχών, όπως για παράδειγμα από αυτά της εύκρατης ζώνης. Τα όρια αυτά στην πράξη αφορούν κυρίως τη θερμοκρασία του αέρα. Η θερμοκρασία του εδάφους συνήθως δεν αποτελεί πρόβλημα. Ο λόγος είναι, ότι με τις συνηθισμένες συνθήκες, που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους και με δεδομένη τη σχετική σταθερότητά του εδάφους σε διακυμάνσεις θερμοκρασιών του περιβάλλοντος, το μίγμα μέσα στις γλάστρες διατηρείται κατά κανόνα μεταξύ 16 και 28°C. Εντός του ορίου αυτού εξασφαλίζεται τόσο η απρόσκοπτη επιμήκυνση του ριζικού συστήματος, όσο και η απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων.



Εικόνα 5 Γραφείο στο Hong-Kong (Wikipedia)



Εικόνα 6 Πράσινος τοίχος στο υποκατάστημα της ΕΤΕ στο The Mall Athens (έργο της Vita Verde: <http://www.vitaverde.gr/en/projects/vertical-garden-nbg-athens/>)



Εικόνα 7 Μετακινούμενος κατακόρυφος κήπος στην υποδοχή συνεδριακού χώρου (IHC 2014, Brisbane AUS, PLANTUP)

Πίνακας 1 Φυτά εσωτερικού χώρου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθετους κήπους

Λατινική ονομασία	Ελληνική ονομασία	Απαιτήσεις περιβάλλοντος				
		Ένταση φωτισμού			Θερμοκρασία	Σχετική υγρασία
		Χαμηλή	Μέση	Υψηλή		
<i>Aeschynanthus</i> sp.	Αισχύνανθος			X	Μέση-υψηλή	Υψηλή
<i>Aglaonema</i> sp.	Αγλαόνημα	X	X		Υψηλή	Μέση
<i>Alocasia x amazonica</i>	Αλοκάσια		X	X	Μέση-υψηλή	Υψηλή
<i>Anthurium</i> sp.	Ανθούριο			X	Υψηλή	Υψηλή
<i>Aspidistra elatior</i>	Ασπιδίστρα	X	X	X	Χαμηλή-μέση	Μέση
<i>Begonia</i> Rex Cultorum	Βεγόνια			X	Υψηλή	Μέση
<i>Bromeliads</i>	ΒΡΟΜΕΛΙΕΣ			X	Υψηλή	Μέση
<i>Caladium</i> sp.	Καλάδιο		X	X	Υψηλή	Υψηλή
<i>Chlorophytum comosum</i>	Χλωρόφυτο		X	X	Χαμηλή - μέση	Μέση
<i>Codiaeum variegatum</i>	Κρότωνα			X	Υψηλή	Υψηλή
<i>Dieffenbachia</i> sp.	Διφφενμπάχια		X	X	Υψηλή	Υψηλή
<i>Dracaena</i> sp	Δράκαινα		X	X	Υψηλή	Μέση
<i>Epipremnum aureum</i>	Πόθος		X	X	Υψηλή	Μέση - Υψηλή
<i>Fatsia japonica</i>	Αράλια ή Φάτσια		X	X	Χαμηλή - μέση	Μέση

Λατινική ονομασία	Ελληνική ονομασία	Απαιτήσεις περιβάλλοντος				
		Ένταση φωτισμού			Θερμοκρασία	Σχετική υγρασία
		Χαμηλή	Μέση	Υψηλή		
<i>Ferns</i>	ΦΤΕΡΕΣ		X		Μέση	Μέση-υψηλή
<i>Ficus</i> sp	Φίκοι		X	X	Μέση-υψηλή	Μέση
<i>Hedera helix</i>	Κισσός		X	X	Χαμηλή- μέση	Μέση
<i>Maranta leuconeura</i>	Μαράντα		X		Μέση - υψηλή	Υψηλή
<i>Monstera deliciosa</i>	Μονστέρα		X	X	Μέση-υψηλή	Μέση
<i>Philodendron</i> sp.	Φιλόδενδρο		X	X	Υψηλή	Μέση
<i>Pilea</i> sp.	Πιλέα		X	X	Μέση-υψηλή	Υψηλή
<i>Plectranthus</i> sp.	Πλήκτρανθος			X	Μέση-υψηλή	Μέση-υψηλή
<i>Sansevieria trifasciata</i>	Σανσεβιέρια	X	X	X	Υψηλή	Χαμηλή
<i>Schefflera</i> sp.	Σεφλέρα		X	X	Υψηλή	Μέση
<i>Soleirolia soleirolii</i>	Σολεϊρόλια			X	Υψηλή	Υψηλή
<i>Spathiphyllum</i> sp.	Σπαθίφυλλο		X	X	Μέση-υψηλή	Μέση
<i>Syngonium podophyllum</i>	Συγκόνιο		X	X	Μέση-υψηλή	Μέση-υψηλή
<i>Tradescantia</i> sp.	Τηλέγραφος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή - υψηλή
<i>Zamioculcas zamifolia</i>	Ζαμιοκούλκας	X	X	X	Υψηλή	Υψηλή

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.

- 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%



Εικόνα 8 Σύστημα σε ύφασμα με τσέπες (Vertical urban greening) αριστερά, κάθετος εσωτερικός κήπος σε εστιατόριο (Hanging Botanicals blog) δεξιά.

Αντίθετα τα φυτά επηρεάζονται άμεσα από τη θερμοκρασία του αέρα, αφού αυτή επιδρά σε όλες τις βιοχημικές αντιδράσεις και καθορίζει αποφασιστικά την διατήρηση και ανάπτυξη τους. Στη συνέχεια αναφέρεται συνοπτικά η επίδραση αυτής στις βασικές λειτουργίες των φυτών ώστε να κατανοηθούν τόσο οι απαραίτητες έννοιες, όσο και οι απαραίτητοι χειρισμοί για την απρόσκοπτη διατήρησή τους.

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.

Πειραματική αξιολόγηση

Γεωγραφική θέση

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 9).



Εικόνα 9 Χάρτης νομού Άρτας (πηγή: www.hellogreece.gr)

Η τεχνόπολη (campus) του ΤΕΙ Ηπείρου, στους Κωστακικούς Άρτας (Εικόνα 10). 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: $X= 235.743,575$ $Y= 4.334.481,659$.



Εικόνα 10 Επάνω: δορυφορική εικόνα της Τεχνόπολης του ΤΕΙ Ηπείρου στους Κωστακιούς Άρτας (πηγή: GoogleEarth, 2014), κάτω: κύρια όψη κτηρίου ΑΑΤ

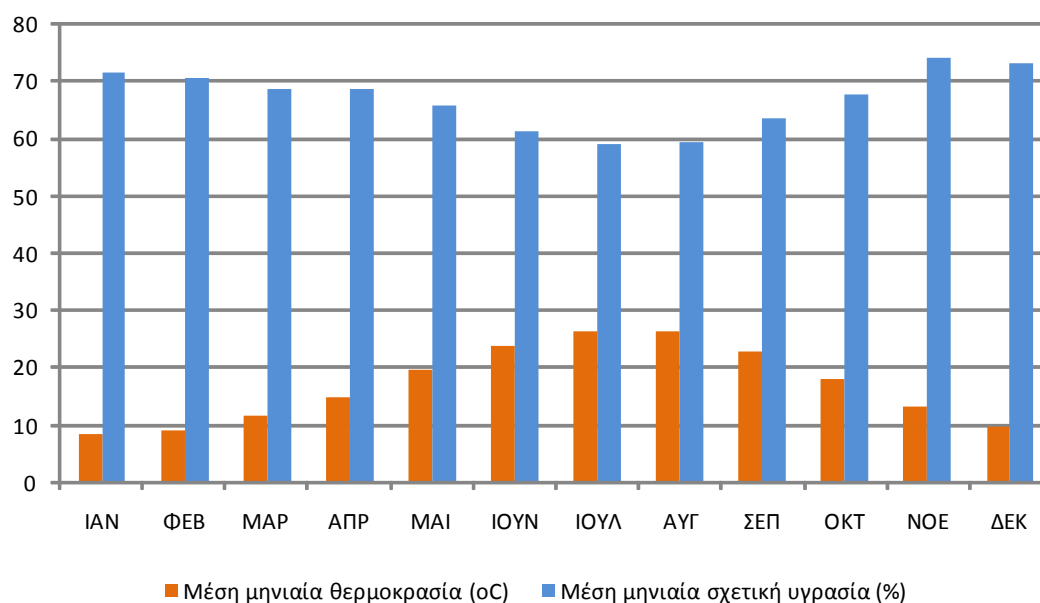
Μετεωρολογικά - Κλιματικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά στοιχεία, που παρουσιάζονται προέρχονται από την ΕΜΥ (2014) αφορούν τα έτη 1976-1997. Το κλίμα της περιοχής της Άρτας, με ξηρό θέρος, υγρό αλλά όχι ψυχρό χειμώνα χαρακτηρίζεται σαν ήπιο μεσογειακού τύπου.

Τα κλιματικά στοιχεία μιας περιοχής παρουσιάζουν πάντοτε διακυμάνσεις μέσα στον χρόνο, κατά τις οποίες φθάνουν σε απόλυτα μέγιστες και απόλυτα ελάχιστες τιμές. Είναι φυσικό όμως ότι, για να πλησιάζουν τις πραγματικές τιμές, μέσα στις οποίες διακυμαίνεται το στοιχείο αυτό, απαιτείται σειρά μακράς χρονικής περιόδου κλιματικών παρατηρήσεων. Η γνώση των απόλυτα μέγιστων και ελάχιστων τιμών της θερμοκρασίας έχει μεγάλη σημασία, τόσο από κλιματικής άποψης, όσο και από πρακτικής εφαρμογής.

Η ηλιοφάνεια φθάνει περίπου τις 2500 ώρες το χρόνο. Ο μέσος ετήσιος αριθμός ημερών ηλιοφάνειας ανέρχεται σε 121,1 ημέρες. Απόλυτα ελάχιστες θερμοκρασίες σημειώνονται συνήθως τον Ιανουάριο και οι απόλυτα μέγιστες ξηροθερμικούς μήνες, δηλαδή τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.

Οι βροχές στην περιοχή διακρίνονται από άνιση κατανομή στην διάρκεια του έτους, χαρακτηριστικό εξάλλου του Μεσογειακού κλίματος. Έτσι διαμορφώνονται δύο τελείως διαφορετικές περίοδοι, μια πολύομβρη από τα μέσα του φθινοπώρου μέχρι τα μέσα της άνοιξης και μια σχεδόν άνομβρη το θέρος.



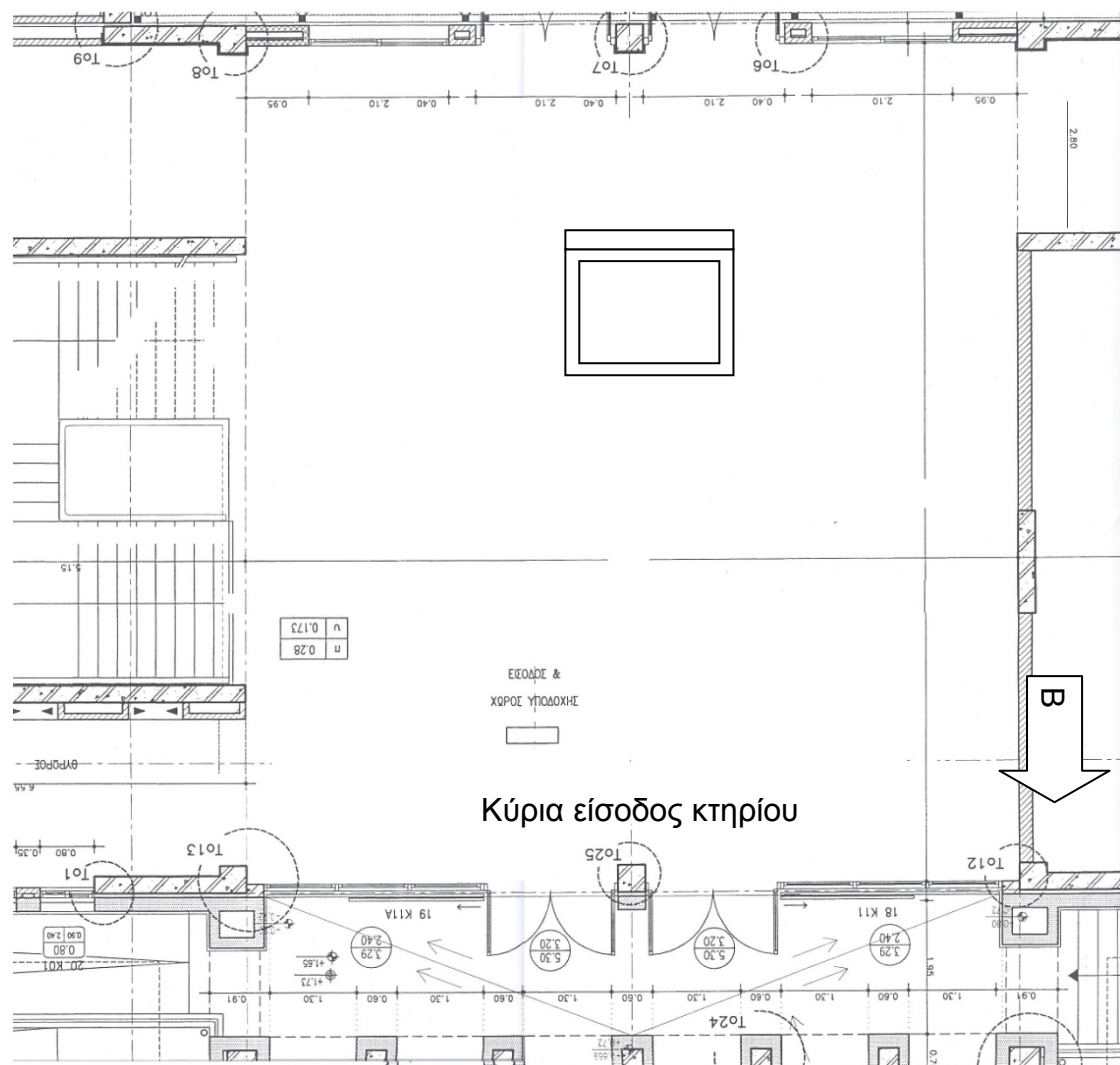
Εικόνα 11 Κλιματικές τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας στην περιοχή (EMY, 2014)

Σε γενικές γραμμές η ετήσια πορεία της σχετικής υγρασίας ακολουθεί την ετήσια πορεία των βροχών και είναι αντίστροφη σχεδόν με την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας. Το μέγιστο σημειώνεται συνήθως κατά το Νοέμβριο και τον Δεκέμβριο που επικρατούν υψηλές βροχοπτώσεις και νότιοι άνεμοι. Το ελάχιστο σημειώνεται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Από τον Ιανουάριο η σχετική υγρασία αρχίζει προοδευτική ελάττωση, η οποία γίνεται αλματώδης στο δίμηνο Μαΐου και Ιουνίου, και λαμβάνει τις μικρότερες τιμές

τον Ιούλιο και τον Αύγουστο. Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος διαφέρουν ελάχιστα και από το Σεπτέμβριο αρχίζει αλματώδης άνοδος μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου. Κατά το Δεκέμβριο υπάρχει ελαφρά κάμψη της τιμής της υγρασίας και από τον Ιανουάριο αρχίζει προοδευτικά η ελάττωση.

Υλικά και μέθοδοι

Ο κήπος είναι τοποθετημένος ελεύθερα στην αίθουσα εισόδου του κτηρίου ΑΑΤ του τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων του ΤΕΙ Ηπείρου. 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 12 Κάτοψη και όψη της κατασκευής ανάρτησης των πειραματικών κατακόρυφων κήπων

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

Κατασκευές

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 12).



Εικόνα 13 βάψιμο του μεταλλικού πλαισίου με μίνιο αριστερά κ με το τελικό χρώμα δεξιά

Η κατασκευή βάφτηκε με αντιοξειδωτικό αστάρι (μίνιο) κ στη συνέχεια με χρώμα γκρι για να παρακολουθούμε την ανάπτυξη των φυτών.

Ειδικό ύφασμα, Zinco TSM32

Ουσιαστικά είναι ένα ύφασμα προστασίας με χρήση σε εφαρμογές οροφόκηπων. Στην Εικόνα 14 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος.



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

Τεχνικές Προδιαγραφές

Υπόστρωμα προστασίας TSM 32

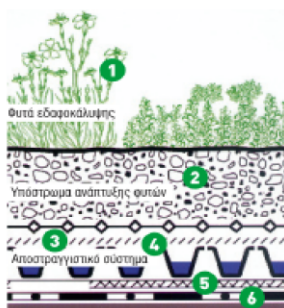
Συνθετικό υπόστρωμα προστασίας από πολυεστερικές ίνες

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

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

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.

Εικόνα 14 Τεχνικές προδιαγραφές υποστρώματος Zinco TSM32 (Zinco / e-green)

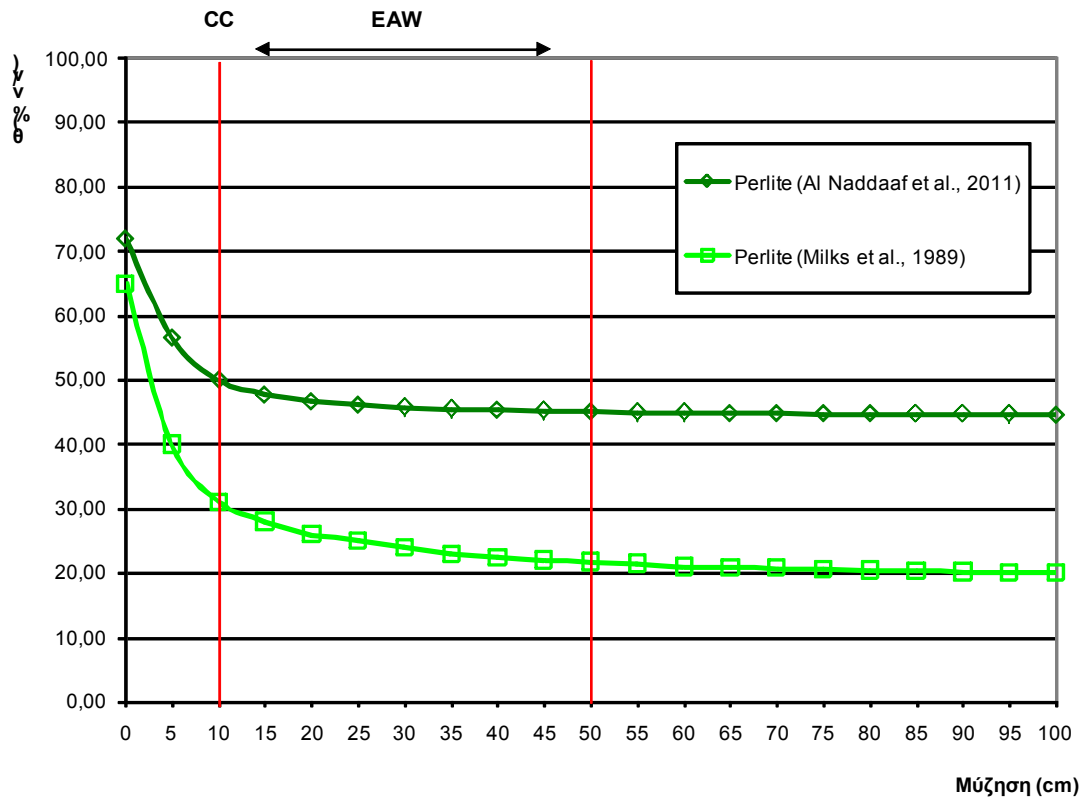
Υπόστρωμα, περλίτης υδροπονίας



Εικόνα 15 Περλίτης (Weed-Ellas, 2014)

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 (PH=7). Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε η 0-5mm, η χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας του οποίου παρουσιάζεται στην Εικόνα 16.



Εικόνα 16 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας περλίτη 0-5mm (10cm = 1kPa), με τις κόκκινες κατακόρυφες γραμμές σημειώνονται τα όρια του εύκολα διαθέσιμου νερού (Milks κ.α., 1989 και Al Naddaaf κ.α., 2011).

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



Εικόνα 17 Γέμισμα τσόχας με περλίτη

Σε κάθε ένα από τα 4 συστήματα (2 από κάθε είδος) υπήρχαν 40 θέσεις φύτευσης. Όλες οι θέσεις φύτευσης, και στα δύο συστήματα, ήταν γεμισμένες με περλίτη υδροπονίας 0-5mm. Σε κάθε θέση αντιστοιχούσαν 1,9 L υποστρώματος.



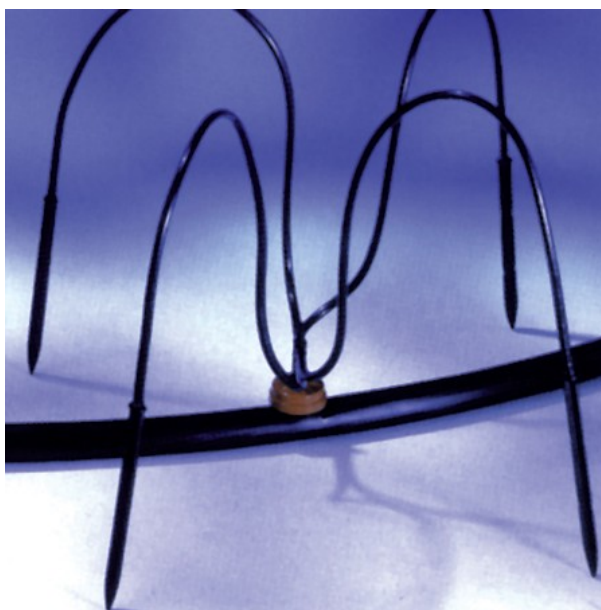
Εικόνα 18 Τοποθέτηση της τσόχας στο μεταλλικό πλαίσιο αριστερά κ πλαστικό φύλλο δεξιά

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.

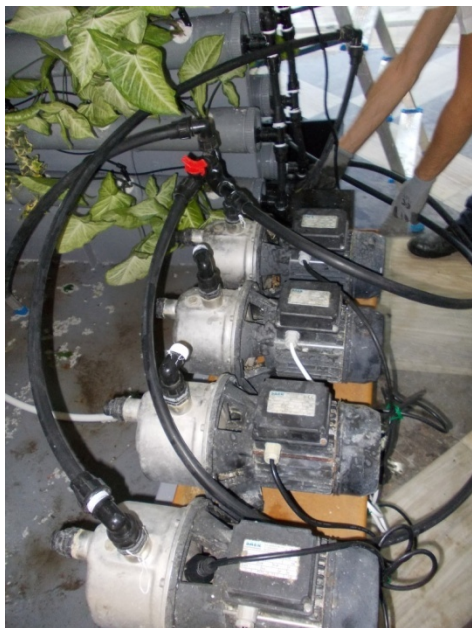
Το αρδευτικό σύστημα για κάθε ένα από τα 4 συστήματα αποτελείται σωλήνα PE 6ATM Ø20 τοποθετημένο κατακόρυφα σε μία πλευρά. Σε κάθε σωλήνα είχαν συνδεθεί 10 καρφωτοί αυτορυθμιζόμενοι σταλάκτες 8lph (NaanDan), σε κάθε έναν από τους οποίους συνδέονταν με μακαρόνι Ø5 (κάθε ένα από τα μακαρόνια είχε διαφορετικό μήκος: 0,3, 0,6, 0,9 και 1,2m), 4 λόγχες υδροπονίας παροχής 2lph η κάθε μία (Εικόνα 19). Σε κάθε θέση φύτευσης τοποθετήθηκε από μία λόγχη.



Εικόνα 19 Διάταξη αρδευτικού συστήματος (αριστερά) και σταλάκτης με μακαρόνια και λόγχες υδροπονίας (δεξιά)

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: $P=0,75kW$ $Q=0-3,5 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, $H=4,8-25m$) 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,



Εικόνα 20 Σύστημα με αντλίες αριστερά κ δεξαμενή με το θρεπτικό διάλυμα

- η απορροή κατέληγε στην δεξαμενή (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 21 Εργασίες στο σύστημα, έλεγχος αρδευτικού κ γέμισμα με περλίτη την μπροστινή πλευρά της τσόχας



Εικόνα 22 Αμέσως μετά την κατασκευή του συστήματος (20/9/2013)

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 $\mu\text{mol L}^{-1}$, Mn 10 $\mu\text{mol L}^{-1}$, Zn 5 $\mu\text{mol L}^{-1}$, Cu 0.70 $\mu\text{mol L}^{-1}$, B 25 $\mu\text{mol L}^{-1}$, Mo 0.50 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

Στην αρχή της περιόδου αξιολόγησης, όλες οι δεξαμενές γέμισαν με θρεπτικό διάλυμα, ενώ κάθε 3 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

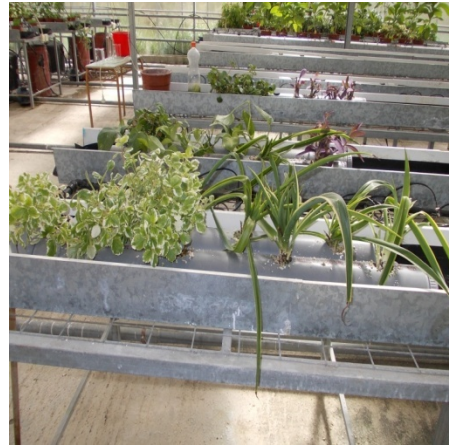
Όλες οι μεταχειρίσεις (NFabric, SFabric, NTube, STube) είχαν το ίδιο φυτικό υλικό (Εικόνα 25, Πίνακας 2).



Εικόνα 23 Ζύγιση βλαστού κ ρίζας των φυτών

Η προετοιμασία των φυτών είχε ξεκινήσει 3 μήνες πριν στο θερμοκήπιο της 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 επαναληφτεί όταν βγει ο εσωτερικός κάθετος κήπος για να γίνει σύγκριση της ανάπτυξης των φυτών.

Χωρίστηκαν οι πάγκοι στο θερμοκήπιο έτσι ώστε να μοιάζει με τον κάθετο. Τοποθετήσαμε τους 20 φυτευτικούς φορείς σε διάταξη ίδια με την θέση τους στο μεταλλικό πλαίσιο. Η φύτευση των φυτών έγινε όταν αυτά είχαν αποκτήσει το κατάλληλο μέγεθος κ ριζικό σύστημα 2 μέρες πριν την τοποθέτηση των σωλήνων στην μεταλλική κατασκευή.



Εικόνα 24 Φύτευση των φυτών στην τελική τους θέση αριστερά κ σωλήνες σε διάταξη φύτευσης στους πάγκους του θερμοκηπίου

	Φύτευση φυτικού υλικού	
1	Τηλέγραφος	Χλωρόφυτο comosum
2	Zebrina	
3	Πόθος	
4		
5	Πλήκτρανθος	Τηλέγραφος Pallida (Κόκκινος)
6		
7	Τηλέγραφος	Συγκόνιο rodophyllum
8	Sillamontana	
9		
10	Κισσός	

Εικόνα 25 Φυτικό υλικό και διάταξη αυτού

Πίνακας 2 Χαρακτηριστικά φυτικού υλικού

Λατινική ονομασία	Ελληνική ονομασία	Απαιτήσεις περιβάλλοντος				
		Ένταση φωτισμού			Θερμοκρασία	Σχετική υγρασία
		Χαμηλή	Μέση	Υψηλή		
<i>Chlorophytum comosum</i>	Χλωρόφυτο		X	X	Χαμηλή - μέση	Μέση
<i>Epipremnum aureum</i>	Πόθος		X	X	Υψηλή	Μέση - Υψηλή
<i>Hedera helix</i>	Κισσός		X	X	Χαμηλή- μέση	Μέση
<i>Plectranthus australis</i>	Πλήκτρανθος			X	Μέση-υψηλή	Μέση-υψηλή
<i>Plectranthus madagascariensis</i>	Πλήκτρανθος			X	Μέση-υψηλή	Μέση-υψηλή
<i>Syngonium podophyllum</i>	Συγκόνιο		X	X	Μέση-υψηλή	Μέση-υψηλή
<i>Tradescantia pallida</i>	Τηλέγραφος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή – υψηλή
<i>Tradescantia sillamontana</i>	Τηλέγραφος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή – υψηλή
<i>Tradescantia zebrina</i>	Τηλέγραφος		X	X	Χαμηλή	Χαμηλή – υψηλή

Κισσός (*Hedera helix* - Araliaceae)

English Ivy

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το γένος περιλαμβάνει 5 είδη εκ των οποίων το *H. helix* είναι το πιο δημοφιλές. Το είδος αυτό είναι αυτοφυές στη χώρα μας αλλά και στην Ευρώπη, Ασία και Αφρική. Ο κισσός είναι φυτό αναρριχώμενο. Προσκολλάται στα υποστηρίγματα με τη βοήθεια των απτικών ριζών του, που φυτρώνουν πάνω στο βλαστό. Αναπτύσσει μακριά στελέχη με φτωχή διακλάδωση. Τα φύλλα του είναι το κύριο



Εικόνα 26 *Hedera helix* (Crocus gardening webside of the year 2014)

διακοσμητικό του στοιχείο. Το σχήμα και το χρώμα τους άλλωστε είναι το κριτήριο της κατάταξης των ποικιλιών του, που είναι πάνω από 100, σε διάφορες ομάδες. Αυτά μπορεί να είναι μεγάλα ή μικρά, να έχουν τρεις ή πέντε λοβούς, να είναι ακέραια σε σχήμα καρδιάς ή στρογγυλά, επίπεδα ή κυματιστά. Το χρώμα τους μπορεί να είναι πράσινο σε διάφορες αποχρώσεις ή πράσινο με λευκές νευρώσεις. Είναι δυνατόν επίσης να φέρουν

ακανόνιστα σχέδια κίτρινου ή λευκού χρώματος πάνω στο πράσινο. Γενικά υπάρχουν αμέτρητοι συνδυασμοί σχήματος και χρώματος φύλλων.

Ορισμένες φορές στο ίδιο φυτό είναι δυνατόν να υπάρχουν δύο σχήματα φύλλων ή εντελώς ξαφνικά μια πολύχρωμη ποικιλία να αναπτύξει βλαστούς πράσινους. Το τελευταίο εξαρτάται από τη σταθερότητα κάθε ποικιλίας.

Εκτός από τον *H. helix* (Εικόνα 26) γνωστός στη χώρα μας είναι και ο *H. canariensis* και μάλιστα η χρωματιστή ποικιλία του με τα λευκά και πράσινα φύλλα, τα οποία δεν έχουν λοβούς. Ο κισσός αυτός κατάγεται από τα Κανάρια νησιά και δεν χρησιμοποιείται στο εσωτερικό περιβάλλον.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Προσαρμόζεται εξ' ίσου καλά σε φωτεινές τοποθεσίες ή σε αυτές με μέτριο φωτισμό. Ιδανικός είναι πάνω από 1500 lux. Ένδειξη για την καταλληλότητα του φωτισμού είναι ο μη αποχρωματισμός των φύλλων των πανασέ ποικιλιών. Αν γίνονται πράσινα τότε ο φωτισμός είναι χαμηλός. Οι χρωματισμοί επανέρχονται σε κανονικό για το φυτό φωτισμό.

Θερμοκρασία: Ο κισσός είναι ένα από τα πιο σκληρά φυτά εσωτερικού χώρου και μπορεί να αντέξει σε θερμοκρασίες γύρω από το 0°C. Γενικά αναπτύσσεται σε χαμηλές και μέσες θερμοκρασίες στο εσωτερικό περιβάλλον

Σχετική Υγρασία: Προτιμά μέση σχετική υγρασία.

Φροντίδες: Ο κισσός δεν έχει ιδιαίτερες δυσκολίες. Προτιμά μίγμα με αναλογίες περλίτη και τύρφη 1:1 και με pH γύρω στο 6,0.

Μεταξύ των ποτισμάτων το έδαφος θα πρέπει να στεγνώνει στο μεγαλύτερο μέρος του.

Η λίπανση γίνεται κάθε μήνα την περίοδο της ανάπτυξης με υδατοδιαλυτό λίπασμα και με αναλογία των βασικών στοιχείων 3-1-2 ή 2-1-2.

Όπως αναφέρθηκε σε κάποιες πολύχρωμες ποικιλίες μπορεί ξαφνικά να αναπτύσσονται βλαστοί με πράσινα φύλλα. Σε αυτές τις περιπτώσεις αρκεί η κοπή αυτού του βλαστού, ώστε να μην αλλοιωθεί η εικόνα του φυτού.

Αν επιζητείται πυκνότερη κόμη το κορφολόγημα βοηθά να αναπτυχθούν περισσότεροι πλάγιοι βλαστοί.

Αν και σπάνια προσβάλλεται από ασθένειες και εχθρούς εν τούτοις έχουν αναφερθεί από τις βακτηριακές ασθένειες η ξανθομονάς, από τις μυκητολογικές ο βοτρυτής η ριζοκτόνια και η φυτόφθορα. Οι κυριότεροι εχθροί του είναι οι μελίγκρες, τα διάφορα κοκκοειδή και οι θρίπες.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με μοσχεύματα κορυφής ή βλαστού. Αν ο κισσός χρησιμοποιείται για εδαφοκάλυψη πολύ εύκολα αναπτύσσει νέες ρίζες από το βλαστό, που ακουμπά στο έδαφος. Το κομμάτι αυτό μπορεί να αποκοπεί και να μεταφυτευτεί. Για να υπάρχει ικανοποιητικό αποτέλεσμα σε κάθε γλάστρα 12άρα πρέπει να φυτεύονται περίπου πέντε φυτά

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Ο κισσός είναι ένα χρήσιμο φυτό. Μπορεί να δώσει λύσεις σε απλά προβλήματα, όπως είναι η κάλυψη της επιφάνειας των φυτοδοχείων στη βάση



Εικόνα 27 Hedera helix σε κρεμαστό καλάθι (Tropicopia Pro)

μεγαλύτερων φυτών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κρεμοκλαδή του ανάπτυξη ή να αναρριχηθεί σε υποστηρίγματα και να δημιουργήσει πράσινες ή πολύχρωμες στήλες ανάλογα το φύλλωμά του. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση που ο κισσός προσαρμόζεται σε συρμάτινα πλαίσια διαφόρων σχημάτων και δημιουργεί πράσινα γλυπτά. Αυτά μπορεί να είναι απλά, όπως στην, ή πολύπλοκα, όπως η φόρμα ενός ποδηλάτου, μιας φιγούρας ζώου, (topiary figures) κλπ. Πολλοί επίσης, όταν τα φυτά είναι σε μικρή ηλικία τα στηρίζουν σε μια κατακόρυφη βέργα, η οποία αφαιρείται όταν ξυλοποιούνται οι βλαστοί. Αποφυλλώνονται στο κάτω μέρος και με την κατάλληλο κορφολόγημα σχηματίζουν μικρά ή μεγαλύτερα εντυπωσιακά δένδρακια.

Από τις πλέον συνηθισμένες τους χρήσεις είναι η συμμετοχή τους σε συνθέσεις με άλλα φυτά σε αβαθή πιάτα ή σε άλλα διακοσμητικά σκεύη.

Ο κισσός ανήκει στα φυτά που απορροφούν και διασπούν τους βλαβερούς αέριους ρύπους που ελευθερώνονται από τα χρησιμοποιούμενα υλικά στις σύγχρονες κατοικίες.

Στη χρήση του στον εσωτερικό χώρο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ο κισσός είναι δηλητηριώδες φυτό γι' αυτό χρειάζεται προσοχή στους χώρους όπου υπάρχουν παιδιά. Αν μασηθούν τα φύλλα του προκαλούν σε όλη τη στοματική κοιλότητα έντονο αίσθημα καψίματος. Επικίνδυνο είναι μόνο σε μεγάλες ποσότητες. Ο χυμός αν έρθει σε επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει οξύ ερεθισμό.

Πλήκτρανθος (Plectranthus - Lamiaceae)

Plectranthus

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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.



Εικόνα 28 Plectranthus australis
σε κρεμαστό καλάθι
(OnlinePlantGuide.com 2007-
2013)

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 28). 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. Oertendahlii* και ο *P. fruticosus*, που έχουν φύλλα με κοκκινωπό χρώμα, ενώ οι διασταυρώσεις, που έχουν δημιουργηθεί προσφέρουν μια μεγάλη γκάμα ποικιλιών

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Αντέχει σε διαφορετικές εντάσεις φωτός, μάλιστα σε ήπια κλίματα μπορεί να τοποθετηθεί και σε εξωτερικό μέρος σε ημισκιά. Στον εσωτερικό χώρο προτιμά πάντως υψηλό φωτισμό, αν και ορισμένα είδη προσαρμόζονται και σε μέσο φωτισμό.

Θερμοκρασία: Αναπτύσσεται απρόσκοπτα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Έτσι θερμοκρασία που κυμαίνεται από 10-18⁰C το βράδυ και 18-30⁰C την ημέρα δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα. Κάτω από 10⁰C όμως το φυτό υποφέρει.

Σχετική υγρασία: Πότισμα: Το φυτό απαιτεί τακτικά ποτίσματα και δεν αφήνουμε ποτέ το έδαφος στεγνό.

Λοιπές φροντίδες. Τα ποτίσματα πρέπει να είναι συχνά. Μεταξύ των ποτισμάτων η επιφάνεια του μίγματος θα πρέπει να παραμένει σχετικά νοτερή το καλοκαίρι και να στεγνώνει ελαφρά το χειμώνα. Σε καμιά περίπτωση όμως δεν πρέπει το νερό να λιμνάζει στο μίγμα. Αυτό αν αποτελείται από ίσες ποσότητες τύρφης και περλίτη με pH 6-6,5 είναι ικανοποιητικό.

Η λίπανση με γίνεται κάθε μήνα με υδατοδιαλυτό λίπασμα και με αναλογία των βασικών στοιχείων 1-1-1 ή 2-1-2.

Μετά από παρέλευση κάποιου χρόνου η μεγάλη ανάπτυξη των βλαστών δίνει όψη γερασμένη και αντιαισθητική σε πολλά είδη. Χωρίς δισταγμό θα πρέπει να τοποθετούνται 3-5 μοσχεύματα κορυφής σε μια γλάστρα, ανάλογα με τη διάμετρο της και να δημιουργείται ένα νέο γλαστρικό φυτό.

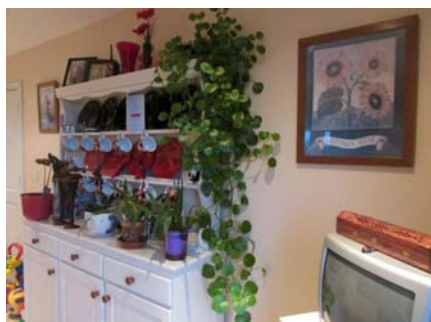
Οι πλήκτρανθοι είναι εύκολα φυτά και δεν έχουν σοβαρούς εχθρούς ή ασθένειες.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Οι πλήκτρανθοι ανήκουν στην κατηγορία των εύκολων φυτών εσωτερικού χώρου.

Πολλαπλασιάζονται πολύ εύκολα με μοσχεύματα κορυφής, ακόμα και αν τοποθετηθούν σε σκέτο νερό.

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ



Εικόνα 29 Plectranthus australis σε εσωτερικό σπιτιού (Garden.in 2014)

μπάνια.

Σχεδόν όλοι οι πλήκτρανθοι χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε κρεμαστά καλάθια και μερικές φορές για εδαφοκάλυψη σε συνδυασμό με υψηλότερα φυτά, που βρίσκονται στο ίδιο φυτοδοχείο.

Ενδιαφέρουσα χρήση είναι η ταυτόχρονη φύτευση πολλών ειδών, διαφορετικού χρώματος και υφής φύλων και η τοποθέτηση του ή των φυτοδοχείων πίσω από παράθυρα σε καθιστικά κουζίνες ή

Πόθος (*Epipremnum pinnatum*, *Epipremnum aureum*, *Scindapsus aureus* *Raphidophora aurea* - *Araceae*)

Pothos, Golden pothos, Devil's ivy

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ο πόθος κατάγεται από τα νησιά του Σολομώντα. Αν και υπάρχει σχετική σύγχυση γύρω από την βοτανική του



Εικόνα 30 *Epipremnum aureum* (FloraXchange.nl)

ταξινόμηση, σήμερα οι περισσότερες γνωστές ποικιλίες ανήκουν στο *Epipremnum pinnatum* και *Epipremnum aureum* (Εικόνα 30) και *Scindapsus pictus*. Τα είδη του γένους *Epipremnum* έχουν φύλλα καρδιάσχημα γυαλιστερά με ακανόνιστες κρεμ λωρίδες, σαν νερά μαρμάρου, ενώ του γένους *Scindapsus* έχουν το ίδιο σχήμα φύλλων, αλλά είναι

βαθύτερου χρωματισμού και αντί για «νερά», έχει ακανόνιστες ανοιχτόχρωμες κηλίδες. Στη χώρα μας είναι γνωστές ποικιλίες από το

πρώτο γένος. Ο πόθος είναι αναρριχώμενο φυτό με αραιή διακλάδωση και μπορεί οι βλαστοί του να φτάσουν πολλά μέτρα. Πολλοί το θεωρούν το κορυφαίο φυτό εσωτερικού χώρου γιατί είναι και εύκολο στη διατήρηση και ιδιαίτερα όμορφο.

Εύκολα αναπτύσσει εναέριες ρίζες, οι οποίες μπορούν να ριζώσουν αν βρουν κατάλληλο υπόστρωμα. Συνήθως ριζώνει πάνω στα ειδικά στηρίγματα από βρύα, που χρησιμοποιούνται για την αναρρίχηση των φυτών.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Αν και μπορεί να διατηρηθεί σε χαμηλό φωτισμό, εν τούτοις σταδιακά τα φύλλα χάνουν τη στιλπνότητά τους και τους έντονους χρωματισμούς τους. Για το λόγο αυτό πρέπει να τοποθετείται σε διάχυτο μέσο ή υψηλό φωτισμό.

Θερμοκρασία: Προτιμά υψηλή θερμοκρασία αν και σε μέση δεν έχει ιδιαίτερα πρόβλημα. Πάντως είναι από τα λίγα φυτά που αντέχουν σε θερμοκρασίες πάνω από 35°C.

Σχετική Υγρασία: Σε υψηλές θερμοκρασίες η υψηλή σχετική υγρασία είναι απαραίτητη. Αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι γύρω στους 20°C, τότε αρκεί και μέση σχετική υγρασία.

Φροντίδες: Εύκολο φυτό. Το κλειδί για την επιτυχία είναι το πότισμα και ένα καλό μίγμα, που δεν νεροκρατάει και εξασφαλίζει καλό αερισμό. Ο πόθος υποφέρει αν το ριζικό του σύστημα παραμένει σε υγρό έδαφος. Ίσα μέρη τύρφης, περλίτη και χοντρόκοκκων υλικών (κομμάτια φλοιών για παράδειγμα) είναι ιδανικό.

Πριν από κάθε πότισμα η επιφάνεια του μίγματος θα πρέπει να στεγνώνει, ενώ το χειμώνα το μίγμα θα πρέπει να στεγνώνει σχεδόν σε όλο το βάθος του. Εννοείται ότι το πιατάκι κάτω από τη γλάστρα πρέπει να αδειάζει οπωσδήποτε. Όταν το φυτό χρησιμοποιείται σαν αναρριχώμενο πάνω σε στήλες με βρύα, καλό είναι να βρέχονται και αυτά για να ευνοείται η αγκίστρωση των εναέριων ριζών μέσα σε αυτά.

Με την πάροδο του χρόνου οι βλαστοί γίνονται πολύ μακριοί και το φυτό χάνει τη συμπαγή μορφή του. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορούν να κοπούν οι βλαστοί στα 5-10 cm από τη βάση και θα δημιουργηθεί άμεσα νέα βλάστηση.

Έχει μικρό σχετικά ριζικό σύστημα και προσαρμόζεται σε μικρή γλάστρα σε σχέση με την ανάπτυξή του, για το λόγο αυτό αλλαγή γλάστρας γίνεται σπάνια. Μεγάλη γλάστρα εξ' άλλου, αφήνει αναξιοποίητο μεγάλο όγκο μίγματος, το οποίο παραμένει υγρό και δημιουργεί προβλήματα στο ριζικό σύστημα.

Η λίπανση γίνεται με υδατοδιαλυτό λίπασμα με αναλογία των βασικών στοιχείων 3-1-2 ή 3-1-3

Ο κυριότερος εχθρός του είναι ο αλευρώδης. Πρόβλημα αποτελούν οι διάφοροι μύκητες εδάφους, που αναπτύσσονται σε υγρό περιβάλλον και προκαλούν το σάπισμα της ρίζας.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Πολλαπλασιάζεται πανεύκολα με μοσχεύματα βλαστού και κορυφής. Η καλύτερη εποχή είναι η άνοιξη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα τμήματα, που κόπηκαν με το κλάδεμα. Τοποθετούνται σε νέα γλάστρα πολλά μαζί, ώστε να δημιουργηθεί μια συμπαγή και πυκνή μάζα από φυτά.

Ο πόθος ριζώνει πολύ εύκολα, αρκεί τα τμήματα του φυτού να τοποθετηθούν και σε ένα βάζο με νερό και θα αναπτύξουν εύκολα νέα ρίζες.

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Ο πόθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους στο εσωτερικό περιβάλλον, αρκεί να υπάρχουν αρκετά φυτά στη γλάστρα, για να δίνουν όγκο, λόγω του ότι το φυτό δεν διακλαδίζεται εύκολα.

Μικρά σχετικά φυτά, μπορούν να στολίσουν τραπεζάκια σαλονιών ή το μπουφέ. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν κρεμοκλαδές ή σαν αναρριχώμενο πάνω σε ειδικές στήλες καλυμμένες με βρύα.

Σαν αναρριχώμενο επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε γυμνούς κορμούς δένδρων, όπως οι φοίνικες, ή σαν φυτό χαμηλού ύψους ή εδαφοκάλυψη σε μεγάλα φυτοδοχεία, που φιλοξενούν υψηλά φυτά.



Εικόνα 31 *Epipremnum aureum* σε κρεμαστό καλάθι (professorspride.com)

Ο πόθος είναι από τα πιο χρήσιμα φυτά στον εσωτερικό χώρο, αφού απορροφά και διασπά αέριους ρύπους όπως η φορμαλδεΐδη, το βενζένιο, το τριχλωροαιθυλένιο, το μονοξειδίο του άνθρακα και το ξυλένιο. Είναι όμως και σχετικά επικίνδυνο για τα μικρά παιδιά φυτό. Αν καταναλωθεί προκαλεί διάρροια, ενώ προκαλεί και αίσθημα καψίματος στη στοματική κοιλότητα. Ο χυμός του αν πέσει στο δέρμα μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδες. Σοβαρά επικίνδυνο μόνο σε μεγάλες ποσότητες.

Συνγκόνιο (*Syngonium podophyllum* - Araceae)

Arrowhead Vine, Goose Foot

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το γένος κατάγεται από την τροπική Κεντρική και Νότια Αμερική και περιλαμβάνει πάνω από τριάντα είδη αναρριχόμενων φυτών. Το κυριότερο είδος από το οποίο προέρχονται οι περισσότερες ποικιλίες είναι το *Syngonium podophyllum*. Όταν το φυτό είναι σε νεαρή ηλικία το χρώμα των φύλλων είναι ανοικτό πράσινο και κατά μήκος των νευρώσεων λαμβάνει σχεδόν λευκό χρώμα σε έκταση και σχέδιο, που εξαρτάται



Εικόνα 32 *podophyllum* (wisdom-earth.com)

Syngonium (wisdom-earth.com)

από την ποικιλία. Το σχήμα τους μοιάζει με αιχμή δόρατος και μπορούν να φτάσουν σε μήκος τα 30 cm. Καθώς το φυτό ωριμάζει τα φύλλα αλλάζουν χρώμα και γίνονται πράσινα,

ενώ το σχήμα τους μεταβάλλεται και γίνονται με λοβούς. Στον εσωτερικό χώρο όμως το φυτό σπάνια ξεπερνά το στάδιο της νεότητας και γι' αυτό άλλωστε ανθίζει σπανιότατα. Στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης το φυτό λαμβάνει σχεδόν θαμνώδη μορφή και αργότερα λαμβάνει την κανονική αναρριχώμενη μορφή του, όπου αναπτύσσονται στους λεπτούς βλαστούς του

και οι εναέριες ρίζες του. Σε αυτό το στάδιο η στήριξη είναι απαραίτητη. Με βάση το *Synghonium podophyllum* έχουν δημιουργηθεί πολλά υβρίδια όπου το «κλασσικό» χρώμα των φύλλων του φυτού έχει δώσει τη θέση του σε διαφορετικούς χρωματισμούς.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Προτιμά τοποθεσίες με μέσο και υψηλό φωτισμό. Ο ήλιος δεν πρέπει να πέφτει απ' ευθείας στα φύλλα του.

Θερμοκρασία: Προτιμά θερμοκρασία που κυμαίνεται από 15-17⁰C το βράδυ και 20-21⁰C την ημέρα. Προσαρμόζεται όμως και σε υψηλότερες.

Σχετική Υγρασία: Όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία του χώρου, τόσο μεγαλύτερη σχετική υγρασία απαιτείται. Στη θερμοκρασία, που προτιμά, η ιδανική είναι γύρω στο 40% .

Φροντίδες: Δεν θεωρείται δύσκολο φυτό.

Μεταξύ των ποτισμάτων το έδαφος θα πρέπει να στεγνώνει ελαφρά.

Μίγμα με ίσα μέρη περλίτη και τύρφης είναι ιδανικό. Αν όπως η αναρριχόμενη μορφή του έχει μεγάλο ύψος καλό είναι να αντικατασταθεί μέρος του περλίτη με άμμο για περισσότερη ευστάθεια. Η λίπανση γίνεται κάθε μήνα την περίοδο της ανάπτυξης με αναλογία 2-1-2 των βασικών στοιχείων.

Όπως αναφέρθηκε μετά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης, που είναι θαμνώδες, το φυτό λαμβάνει την αναρριχόμενη μορφή του. Με αυτή τη μορφή κυκλοφορούν στην αγορά, όπου η στήριξη επιτυγχάνεται σε ειδικό στύλο καλυμμένο με βρύα. Συχνή διαβροχή του στηρίγματος βοηθά την είσοδο των εναέριων ριζών στο στρώμα των βρύων και βοηθά ακόμα περισσότερο στη στήριξη του φυτού.

Αν αποκτήσουν οι βλαστοί υπερβολικό μήκος, μπορεί να κοπούν στο επιθυμητό σημείο και από αυτούς να δημιουργηθούν νέα φυτά, αφού ο πολλαπλασιασμός είναι πολύ εύκολος.

Προσβάλλεται από κοκκοειδή και θρίπες, ενώ σε πολύ υψηλή σχετική υγρασία, χαμηλές θερμοκρασίες και υπερβολικό πότισμα, παρουσιάζονται σήψεις των ριζών (*Pythium*).

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Πολλαπλασιάζεται εύκολα με μόσχευμα κορυφής, βλαστού ή μάτι-φύλλο. Τεμάχια βλαστού επίσης, αν τοποθετηθούν στο νερό αποκτούν ρίζες.

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Σαν αναρριχώμενο μπορεί να δημιουργήσει πανέμορφες φυτοστήλες και να χρησιμοποιηθεί σαν φυτό πατώματος. Πολλές στήλες μαζί και σχετικά κοντά η μια στην άλλη μπορούν να διαχωρίσουν λειτουργικά το χώρο.



Εικόνα 33 *Symplocos podophyllum*
(HousePlantsGuru)

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σαν φυτό εδαφοκάλυψης είτε μόνο του, είτε σε μεγάλα φυτοδοχεία στη βάση υψηλότερων φυτών.

Σε νεαρή ηλικία, πριν αναπτυχθεί η αναρριχώμενη μορφή του, μπορεί να γίνει και κατάλληλο φυτό για κρεμαστά καλάθια.

Μικρά φυτά συνγκόνιου χρησιμοποιούνται σε τερράρια ή σε μικτές συνθέσεις σε δίσκους ή σε άλλα

διακοσμητικά σκεύη.

Όλα τα μέρη του φυτού μπορούν να προκαλέσουν ήπια στομαχική αδιαθεσία αν καταναλωθούν. Ο χυμός του επίσης αν έρθει σε επαφή με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό.

Τηλέγραφος (*Tradescantia* - Commelinaceae)

Spiderwort, Wandering Jew

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



Εικόνα 34 *Tradescantia pallid* (imgkid.com)

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 35, έχουν δημιουργηθεί πολλές αξιολογες 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 ανοικτοπράσινες λωρίδες, ενώ τα

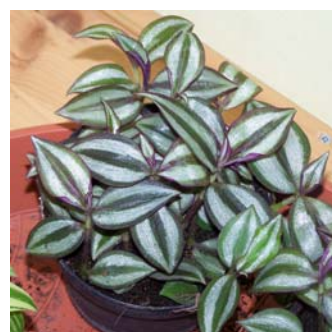
πορφυροκυανά μπορεί να έχουν κίτρινες, λευκές, ασημί ή ανοικτόχρωμες λωρίδες.

Ενδιαφέροντα επίσης είδη είναι τα *T. pallida* (Εικόνα 34) με μεγαλύτερα φύλλα σε πολλές ποικιλίες και *T. albiflora*, που μοιάζει αρκετά με τη *T. fluminensis*.

Τα φυτά κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορούν να εμφανίσουν χαρακτηριστικά άνθη με τρία πέταλα. Σε γενικές γραμμές όμως δεν θεωρούνται ιδιαίτερα διακοσμητικά.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Οι ποικιλίες με πολύχρωμα φύλλα καλό είναι να τοποθετούνται σε πολύ φωτεινό μέρος, αφού η μειωμένη ένταση φωτισμού «ξεθωριάζει» τα χρώματα. Οι μονόχρωμες ποικιλίες δεν έχουν κανένα πρόβλημα και σε μέτριο φωτισμό. **Θερμοκρασία:** Μπορεί να θεωρηθεί φυτό χαμηλών θερμοκρασιών (Ημέρα: 10-15°C και νύκτα: 7-12°C). Προσαρμόζεται



όμως χωρίς κανένα πρόβλημα και σε υψηλές θερμοκρασίες αρκεί να μη του λείπει το νερό.

Εικόνα 35 *Tradescantia zebrina*
(ivynettle.wordpress.com)

Σχετική Υγρασία: Προσαρμόζεται τόσο σε χαμηλή όσο και υψηλή σχετική υγρασία.

Φροντίδες: Εύκολο φυτό χωρίς προβλήματα, αρκεί να ποτίζεται κανονικά την περίοδο της ανάπτυξης και λιγότερο το χειμώνα. Μεταξύ των ποτισμάτων το έδαφος ή επιφάνεια του μίγματος θα πρέπει να στεγνώνει ελαφρά.

Το φυτό αυξάνεται γρήγορα γι' αυτό την περίοδο της ανάπτυξης η λίπανση με αναλογία των βασικών στοιχείων 1-1-1 πρέπει να γίνεται κάθε μήνα από Μάρτιο έως Σεπτέμβριο.

Αναπτύσσεται ταχύτερα όταν το ριζικό σύστημα είναι περιορισμένο γι' αυτό δεν απαιτεί συχνή αλλαγή γλάστρας.

Για την καλύτερη εμφάνιση του τηλέγραφου, καλό είναι να κορφολογείται τακτικά για να δημιουργείται πιο φουντωτό και συμπαγές σχήμα.

Αυστηρό κλάδεμα απαιτείται σε παλιά φυτά, όπου η βάση των βλαστών γίνεται σταδιακά άφυλλη και ασχημαίνει το φυτό.

Δεν έχει σοβαρούς εχθρούς ή ασθένειες.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Ίσως το πιο εύκολο φυτό στον πολλαπλασιασμό. Αρκεί να κοπεί ένα μίσχευμα κορυφής και να τοποθετηθεί στο νερό. Αμέσως ριζοβολά και μπορεί να μεταφυτευτεί σε οποιαδήποτε γλάστρα.

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ



Εικόνα 36 Tradescantia sillamontana (Far Reaches Farm)

Χρησιμοποιείται κυρίως για εδαφοκάλυψη μεγάλων φυτοδοχείων, στη βάση υψηλότερων φυτών ή σαν βασικό στοιχείο κρεμοκλαδών συνθέσεων.

Οι πολλές ποικιλίες του μπορούν να αποτελέσουν αφορμή για συνθέσεις μόνο από τηλέγραφο, άλλωστε η μεγάλη προσαρμοστικότητά του και η αντοχή του στο εσωτερικό περιβάλλον αποτελεί ένα ακόμα λόγο για δημιουργηθεί κάτι τέτοιο.

Ο χυμός του πιθανόν σε μερικά άτομα να προκαλέσει κοκκινίλα στο δέρμα και ερεθισμό. Σε κάθε περίπτωση δεν αναφέρεται σαν σοβαρό πρόβλημα .

Χλωρόφυτο (Chlorophytum comosum - Liliaceae)

Spider plant

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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.



Εικόνα 37 Chlorophytum comosum (Wikipedia)

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.

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.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Φως: Προτιμά μέσο έως υψηλό φωτισμό. Η δημιουργία ελάχιστων ανθοφόρων βλαστών και λίγων μικρών φυτών είναι ένδειξη χαμηλής έντασης φωτισμού.

Θερμοκρασία: Φυτό χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας αν και δεν έχει ιδιαίτερα προβλήματα σε υψηλότερες. Από τα λίγα φυτά εσωτερικού χώρου, που αντέχει σε θερμοκρασίες μεταξύ 2-5⁰C

Σχετική Υγρασία: Η μέση Σ.Υ. είναι ιδανική για το φυτό. Αν όμως η θερμοκρασία περιβάλλοντος φτάσει κοντά στους 30⁰C, καλό είναι να υπάρχει υψηλή. Σε χαμηλή Σ.Υ. οι άκρες των φύλλων γίνονται καφέ.

Φροντίδες: Χωρίς αμφιβολία είναι ένα από τα ευκολότερα φυτά εσωτερικού χώρου, αφού απαιτεί ελάχιστες φροντίδες και σαν μόνη απαίτηση έχει την καθαρότητα του νερού του ποτίσματος από χλώριο ή φθόριο, γιατί είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο. Για το λόγο αυτό καλό είναι να ποτίζεται με αποσταγμένο νερό.

Το πότισμα θα πρέπει να γίνεται μόλις η επιφάνεια του μίγματος στεγνώσει. Δικαιολογείται επίσης και μικρή καθυστέρηση, αφού οι σαρκώδεις ρίζες του μπορούν να το τροφοδοτήσουν προσωρινά με νερό.

Το κλασσικό εδαφικό μίγμα με περλίτη και τύρφη θεωρείται ικανοποιητικό. Σε καμιά περίπτωση το μίγμα δεν πρέπει να νεροκρατάει. Αν το ριζικό σύστημα παραμένει σε υγρό έδαφος οι άκρες των φύλλων γίνονται καφέ, όπως και στη χαμηλή Σ.Υ.

Δεν είναι καθόλου απαιτητικό σε λίπανση. Μάλιστα αν το φυτό δείχνει υγιές καλό είναι να μην λιπανθεί. Κανονικά θέλει λίπανση κάθε 2-3 μήνες την περίοδο της ανάπτυξης. Υπερβολική λίπανση δημιουργεί καψίματα στις άκρες των φύλλων.

Οι κυριότεροι εχθροί του είναι ο τετράνυχος, και οι αλευρώδεις.

ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΣ

Το πιο εύκολο ίσως φυτό εσωτερικού χώρου στον πολλαπλασιασμό, αφού αποκοπή και φύτευση των μικρών φυτών δίνουν άμεσα νέα φυτά. Για εξασφαλισμένη επιτυχία, μπορεί το νεαρό φυτό να φυτευτεί σε γλαστράκι και να διατηρεί τη σύνθεση του με το μητρικό φυτό μέσω του βλαστού, μέχρι να ριζώσει.

Πολλαπλασιάζεται επίσης και με διαίρεση όταν η τούφα γίνει αρκετά συμπαγής.

ΧΡΗΣΗ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Το χλωρόφυτο είναι από τα πιο χρήσιμα φυτά στον εσωτερικό χώρο, αφού απορροφά και διασπά αέριους ρύπους όπως η φορμαλδεΐδη, το βενζένιο, και το ξυλένιο. Για το λόγο αυτό συνιστάται ιδιαίτερα σε χώρους εργασίας, όπου αφθονούν τα υλικά, που απελευθερώνουν τους παραπάνω ρύπους. Επίσης διασπά και το μονοξείδιο του άνθρακα.

Όταν έχει τη μορφή του σιντριβανιού μπορεί να διακοσμήσει τραπέζια ή άλλα έπιπλα αν τοποθετηθεί επάνω τους.



Η κρεμοκλαδή μορφή του δημιουργεί θαυμάσια κρεμαστά καλάθια. Επίσης φυτά με αυτή τη μορφή, αν τοποθετηθούν σε ειδικές κατασκευές το ένα πάνω από το άλλο, δημιουργούν

Εικόνα 38 *Chlorophytum comosum*
(houselogic.com)

εντυπωσιακές φυτοστήλες.

Τα χλωρόφυτα επίσης μπορούν να «γεμίσουν» τη βάση υψηλότερων φυτών, που αφήνουν το κάτω μέρος γυμνό όπως φοίνικες, σεφλέρες διαμορφωμένες σε δένδρα, φίκι, κλπ.

Το πρόγραμμα άρδευσης

Εφαρμόστηκαν δύο προγράμματα άρδευσης τα οποία παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν Πίνακας 3 και

Πίνακας 4).



Εικόνα 39 Χρονοδιακόπτης

Πίνακας 3 Αρχικό πρόγραμμα άρδευσης κάθετου εσωτερικού κήπου

Ποτίσματα	SFabric	NFabric	STube	NTube
1	5:30-6:15	6:00-6:45	8:00-8:15	7:30-7:45
2	9:00-9:30	9:30-10:00	10:30-10:45	10:00-10:15
3	9:45-10:15	10:15-10:45	11:30-11:45	11:00-11:15
4	10:30-11:00	11:00-11:30	12:45-13:00	12:15-12:30
5	11:15-11:45	11:45-12:15	13:45-14:00	13:00-13:15
6	12:00-12:30	12:30-13:00	16:45-15:00	16:00-16:15
7	12:45-13:15	13:15-13:45	19:00-19:15	18:30-18:45
8	13:30-14:00	14:00-14:30		
9	14:15-14:45	14:45-15:15		
10	15:00-15:30	15:30-16:00		
11	15:45-16:15	16:15-16:45		
12	16:30-17:00	17:00-17:30		
13	17:15-17:45	17:45-18:15		
14	18:00-18:30	18:30-19:00		
15	18:45-19:15	19:15-19:45		
16	19:30-20:00	20:00-20:30		

Πίνακας 4 Τελικό πρόγραμμα άρδευσης κάθετου εσωτερικού κήπου

Ποτίσματα	SFabric	NFabric	NTube	STube
1	7:30-7:45	8:00-8:15	7:00-7:15	7:15-7:00
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	16:45-15:00	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		

Η εφαρμογή των προγραμμάτων έγινε με χρήση απλών χρονοδιακοπών (ένας για κάθε μεταχείριση, Εικόνα 39).

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 datalogger 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 40 Όργανο μέτρησης pH και EC (Hanna Instruments)



Εικόνα 41 Πυρανόμετρο (Skye SKS100) και απλό πολύμετρο



Εικόνα 42 Καταγραφικό με αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας (Onset, HOBO)



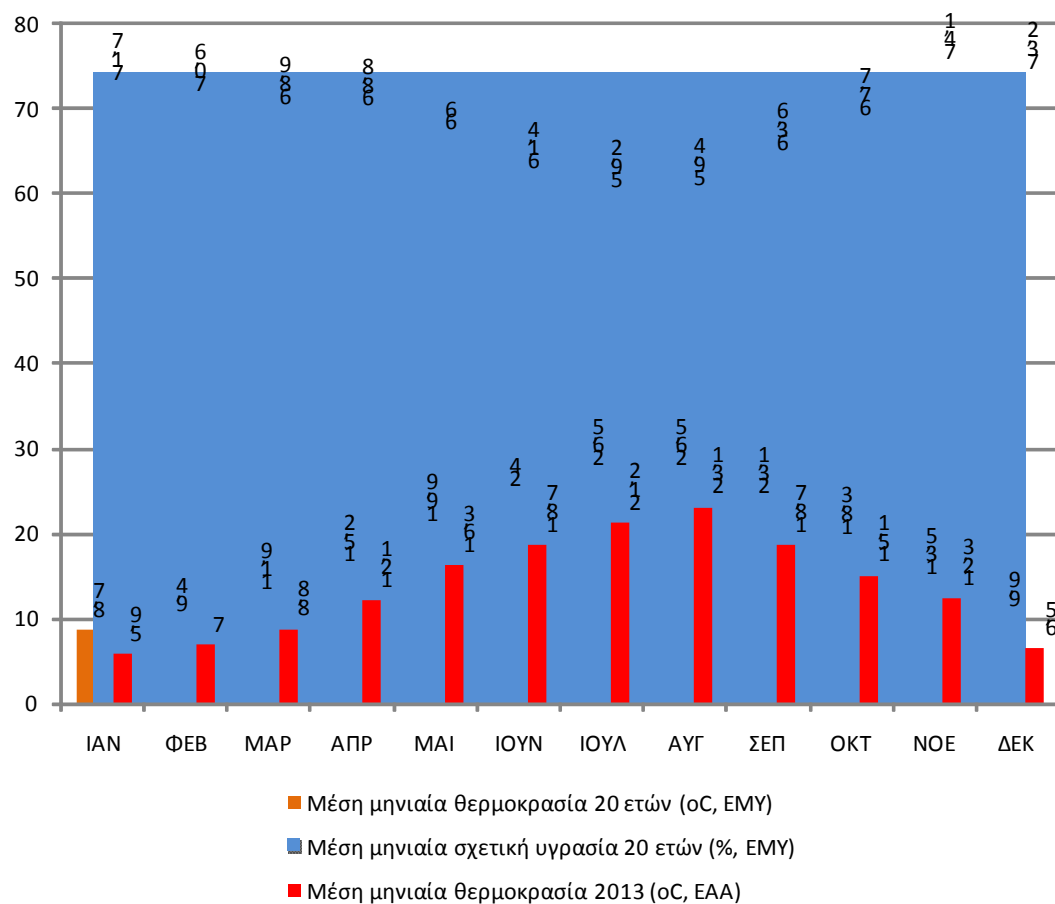
Εικόνα 43 Αισθητήρας ec5 της Decagon και Em50 Data Logger

Στατιστική επεξεργασία

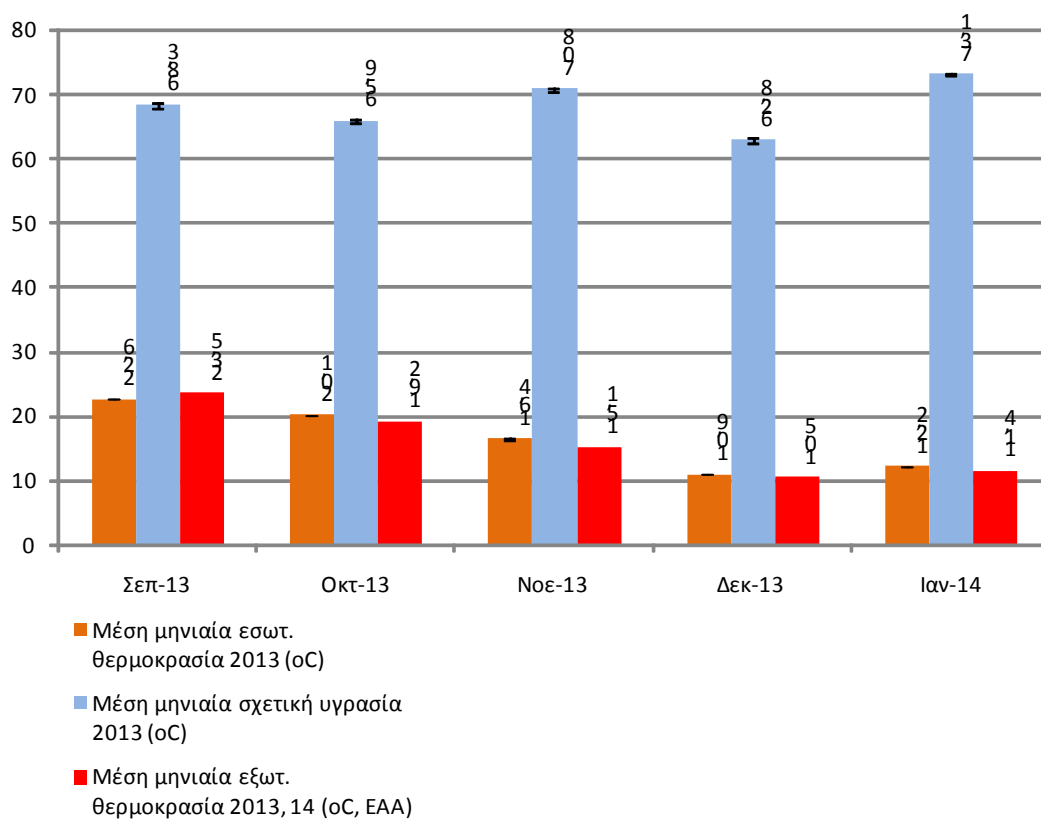
Οι μέσες τιμές συνοδεύονται σε όλο το κείμενο από το αντίστοιχο τυπικό σφάλμα.

Αποτελέσματα

Στην Εικόνα 46 παρουσιάζεται η εξωτερική θερμοκρασία κατά το 2013 καθώς και τα γενικά κλιματικά δεδομένα της περιοχής όσο αφορά την θερμοκρασία και την υγρασία. Εικόνα 45 παρουσιάζονται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στον εσωτερικό χώρο καθώς και η αντίστοιχη εξωτερική θερμοκρασία.

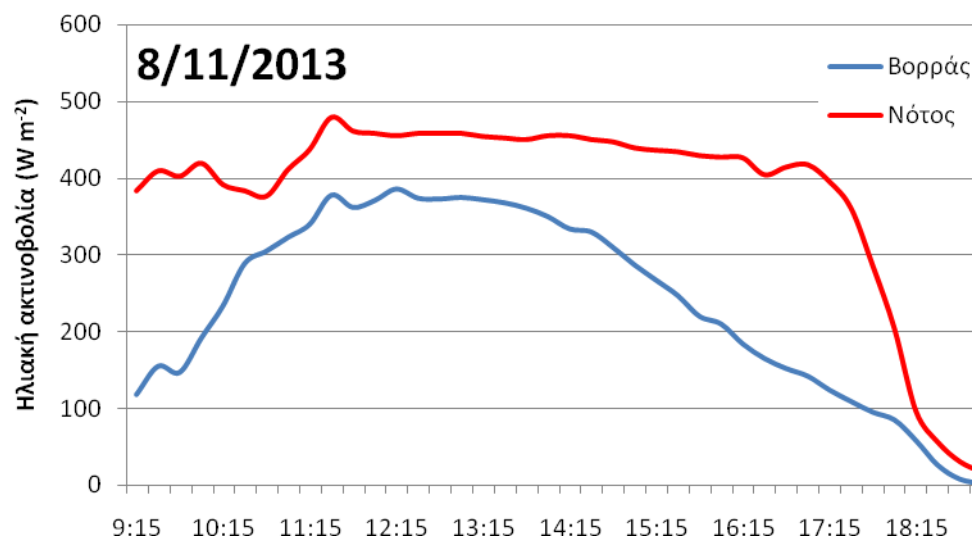
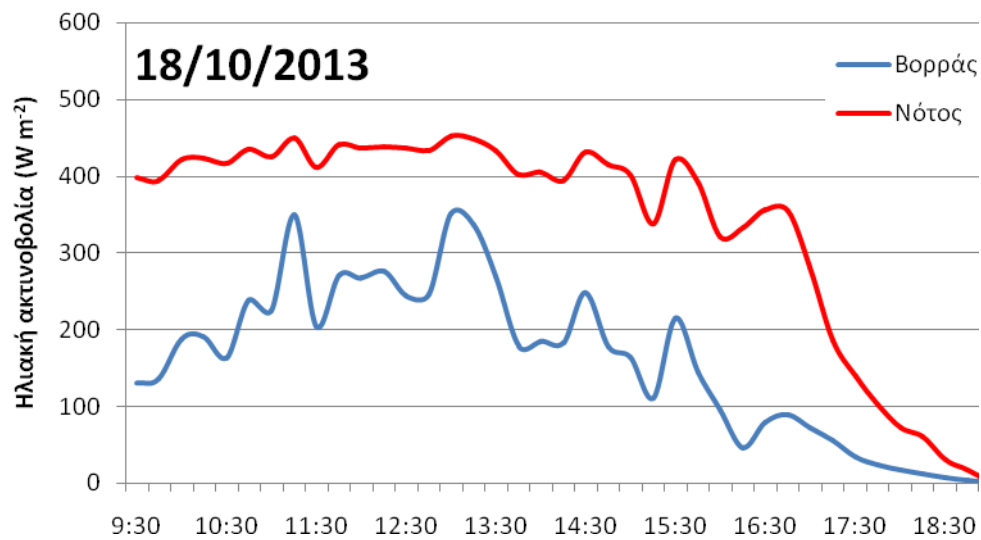
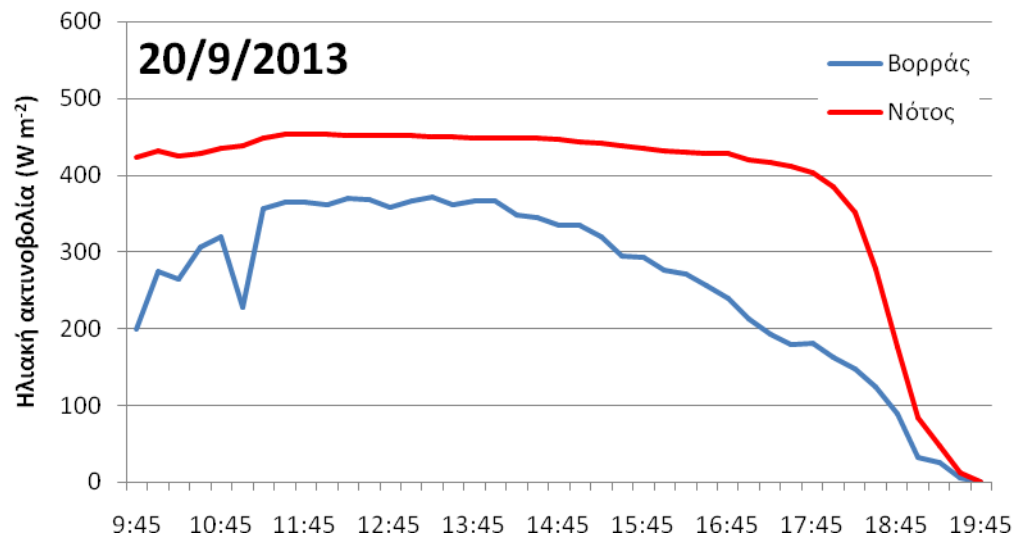


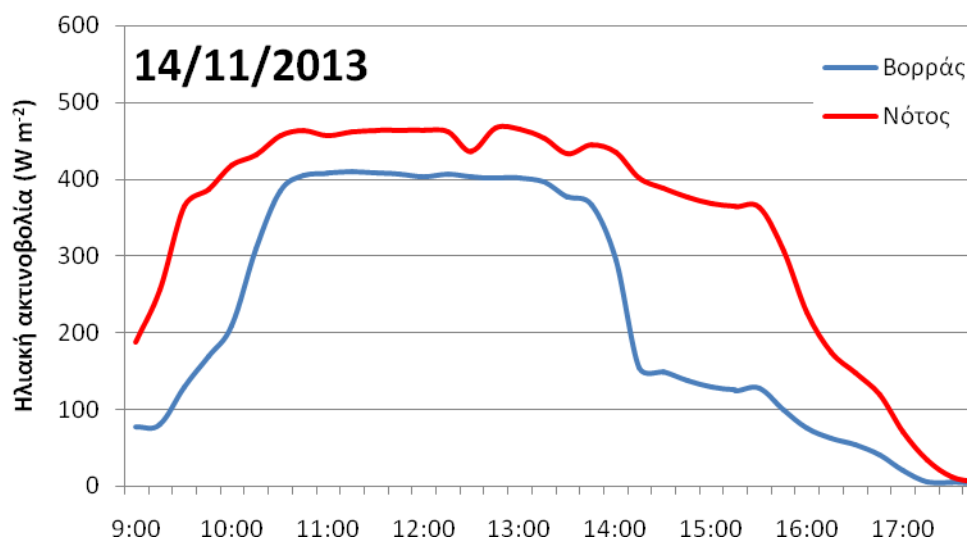
Εικόνα 44 Εξωτερικές κλιματικές συνθήκες



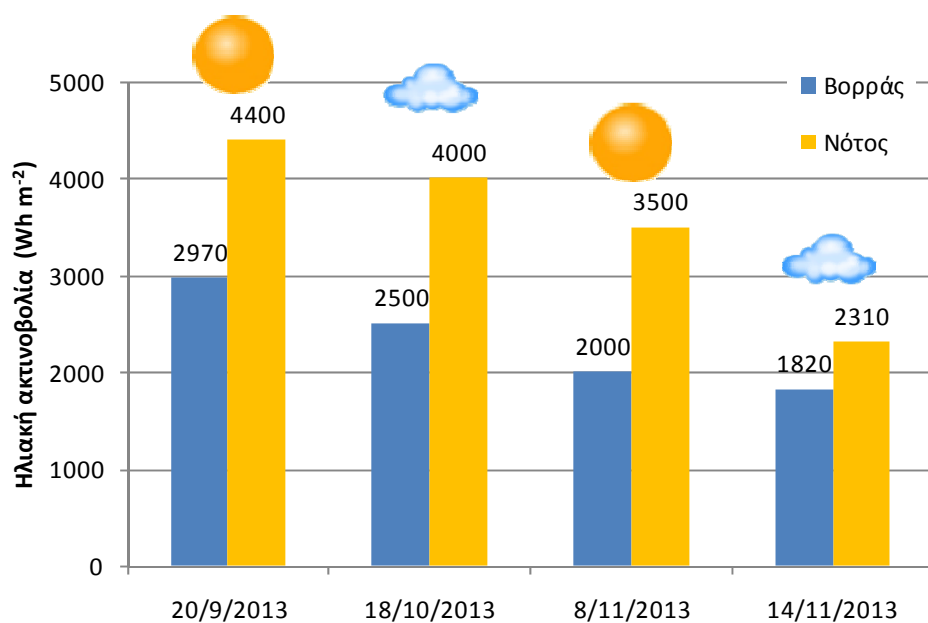
Εικόνα 45 Θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα εσωτερικού χώρου (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)

Στην Εικόνα 46 και στην Εικόνα 47 παρουσιάζονται οι διαφοροποιήσεις όσο αφορά τον φωτισμό στις δύο πλευρές του φυτεμένου τοίχου κατά τις ημέρες μετρήσεων. Ο φωτισμός στην πλευρά του φυτεμένου τοίχου με βόρειο προσανατολισμό είναι κατά μέσο όρο 34% ($\pm 5\%$) μειωμένος σε σχέση με αυτόν που δέχεται η πλευρά με νότιο προσανατολισμό.



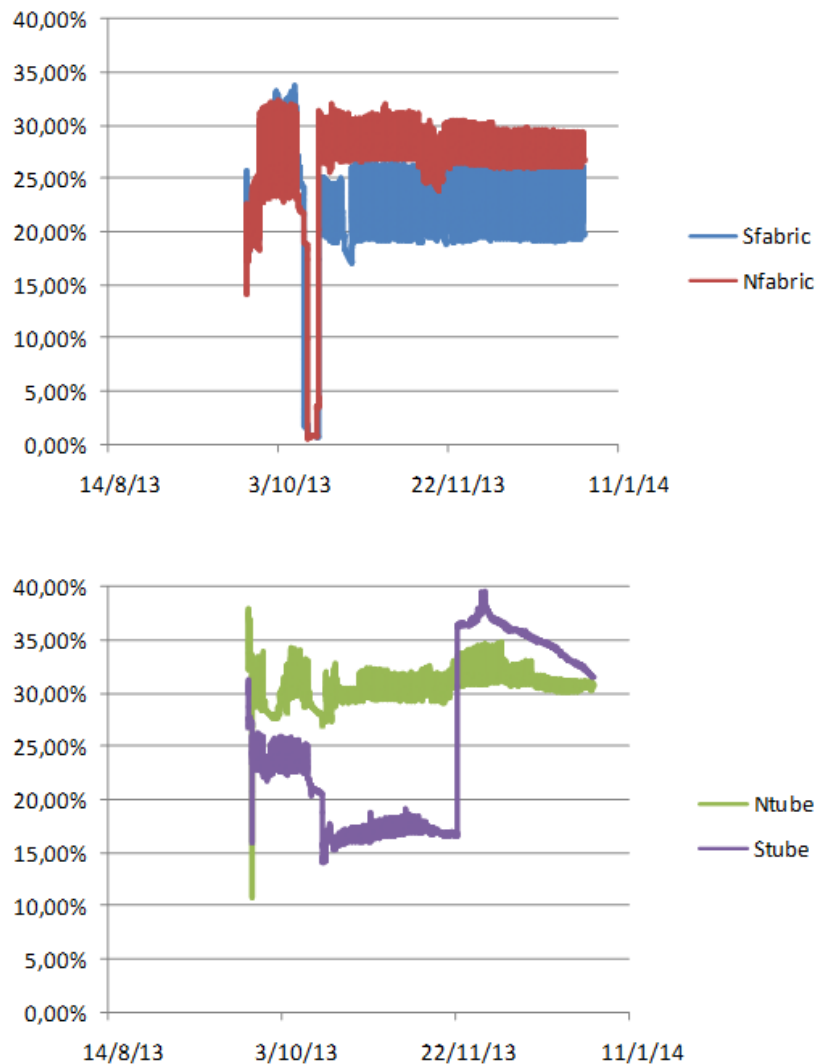


Εικόνα 46 Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας (Wm^{-2}) σε επίπεδο παράλληλο με αυτό το φυτεμένου τοίχου, στο εσωτερικό του χώρου



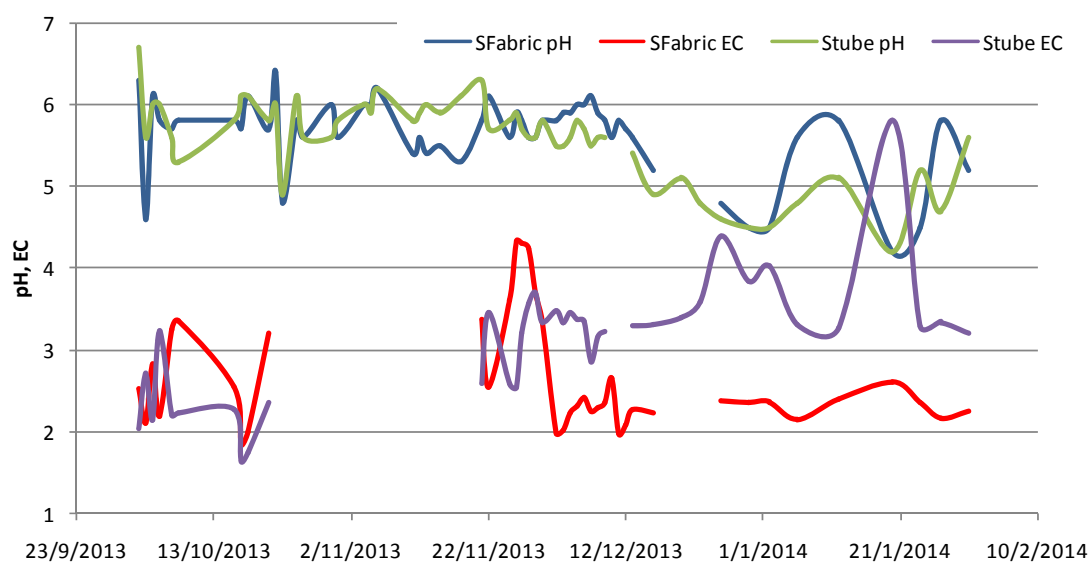
Εικόνα 47 Ενέργεια από τον ήλιο σε επίπεδο παράλληλο με αυτό το φυτεμένου τοίχου (Wh m^{-2}), στο εσωτερικό του χώρου

Στην Εικόνα 48 παρουσιάζονται τα επίπεδα υγρασίας για τα δύο συστήματα, για κάθε προσανατολισμό. Όπως φαινόταν από την Εικόνα 16, ο στόχος ήταν η διατήρηση της υγρασίας μεταξύ 20 και 30% (επίπεδα εύκολα διαθέσιμου νερού). Το σύστημα STube, το οποίο όπως φαίνεται και στην συνέχεια έδωσε την καλύτερη ανάπτυξη φυτών, είχε και τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό και για το λόγο αυτό η υγρασία ήταν πάντα λίγο χαμηλότερη (έπρεπε να λαμβάνει περισσότερο νερό).

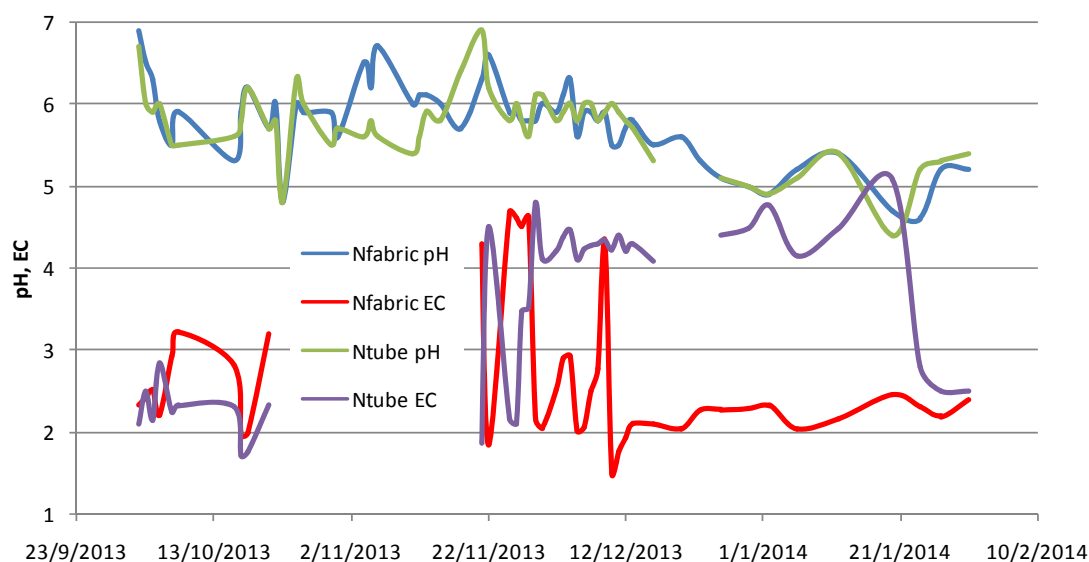


Εικόνα 48 Επίπεδα υγρασίας υποστρώματος κατά τη διάρκεια της περιόδου αξιολόγησης

Στην Εικόνα 49 παρουσιάζεται η διακύμανση pH και EC στις τέσσερις μεταχειρίσεις. Από 22/10 έως 18/11 ένα πρόβλημα στο όργανο μέτρησης EC δεν επέτρεψε τη λήψη δεδομένων. Στο νότιο προσανατολισμό, η μεγάλη κατανάλωση νερού οδηγούσε στην προσθήκη μεγαλύτερου όγκου νέου θρεπτικού με αποτέλεσμα η EC να διατηρείται γενικά σε χαμηλότερα επίπεδα.

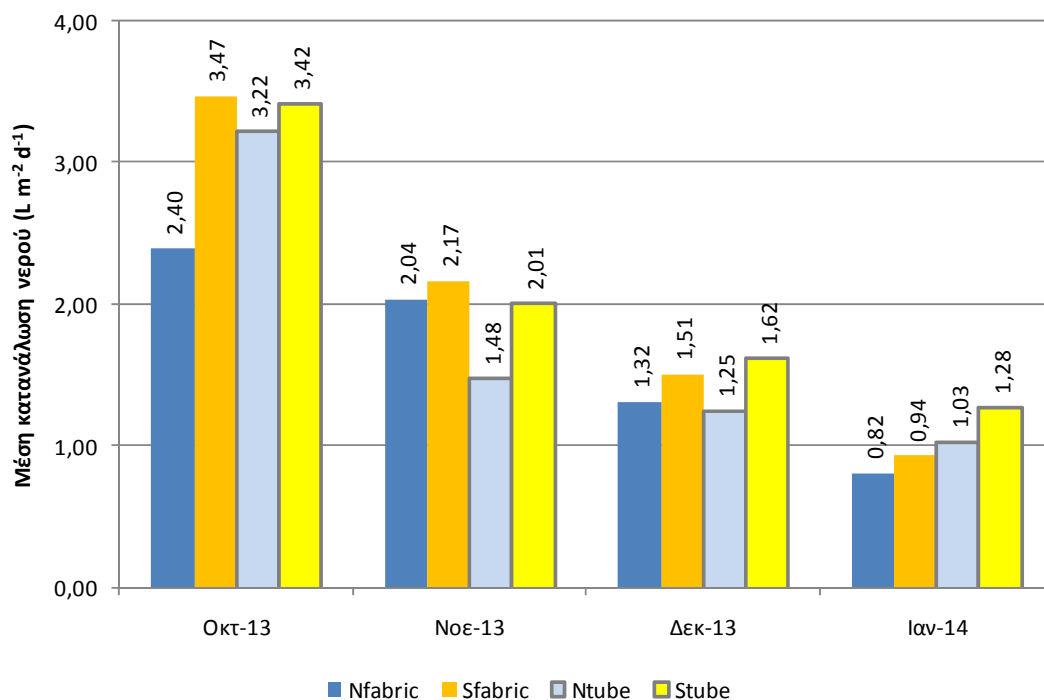


S (νότιος προσανατολισμός)



N (βόρειος προσανατολισμός)

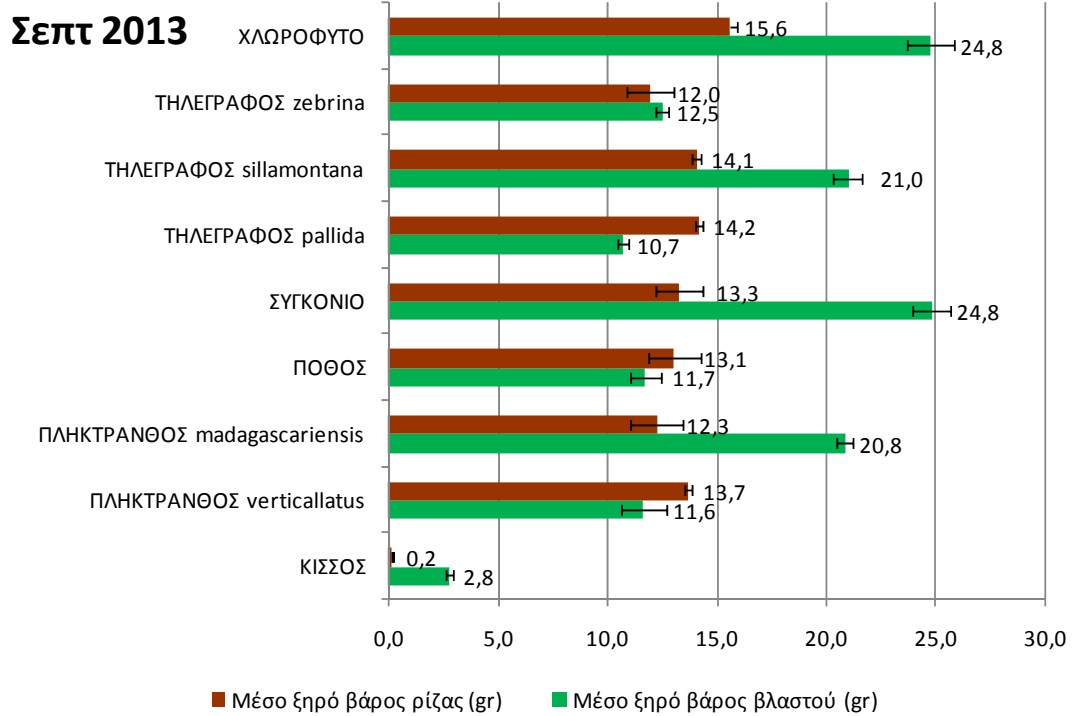
Εικόνα 49 Διακύμανση pH και EC στις τέσσερις μεταχειρίσεις



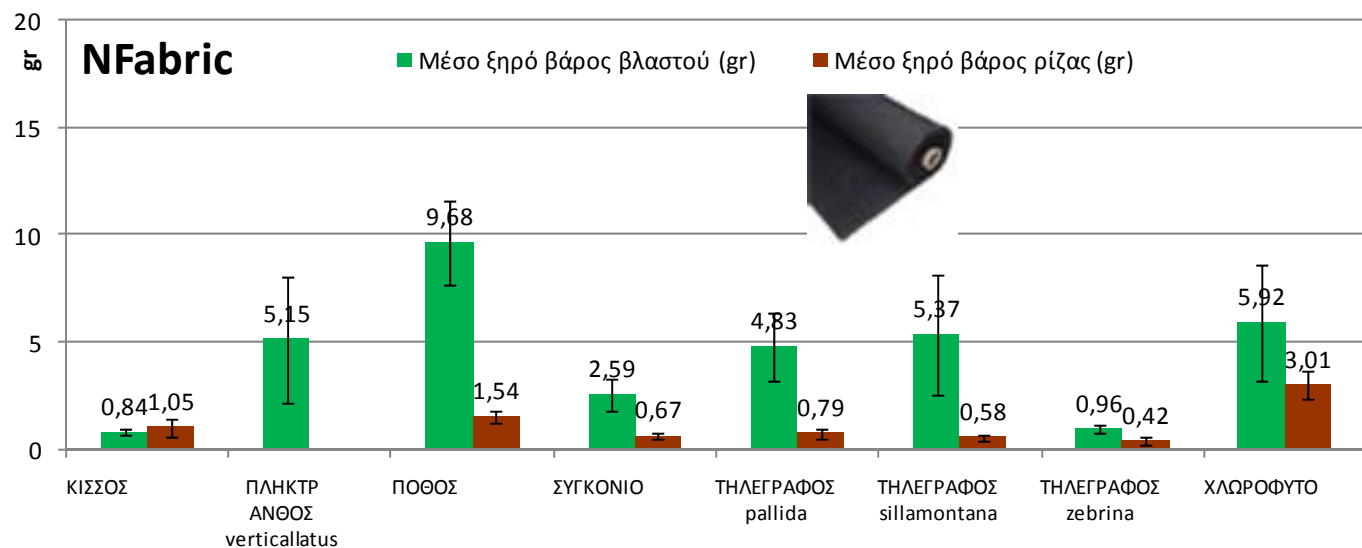
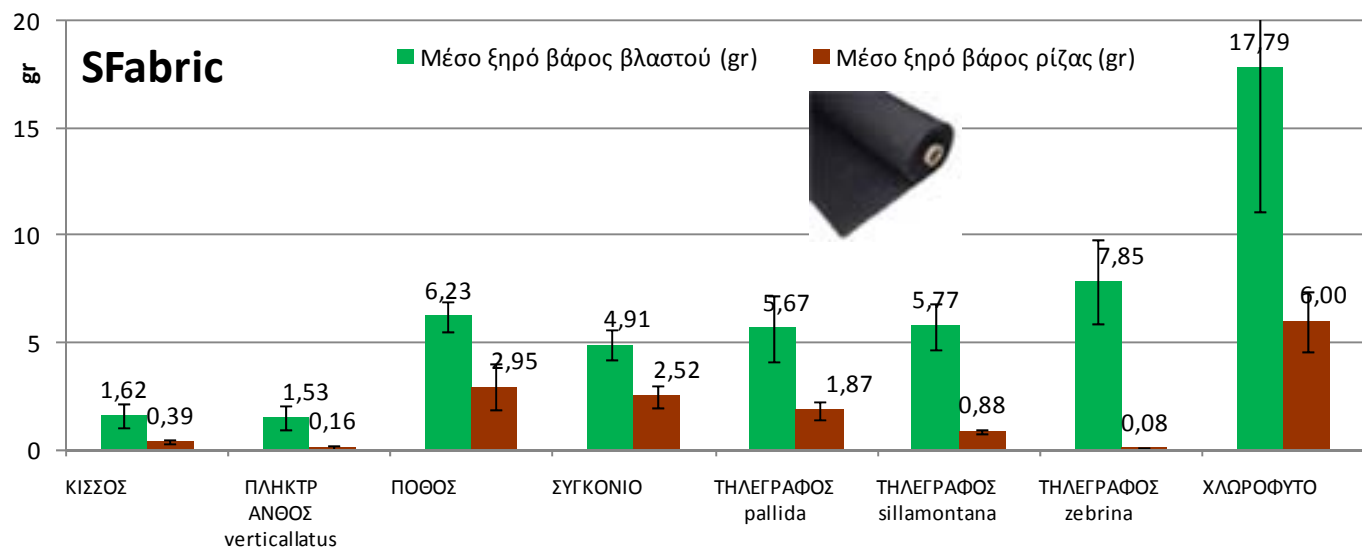
Εικόνα 50 Μέση κατανάλωση νερού

Στην Εικόνα 50 παρουσιάζεται η ημερήσια κατανάλωση νερού από τα διάφορα συστήματα σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας τοίχου που καλύπτει.

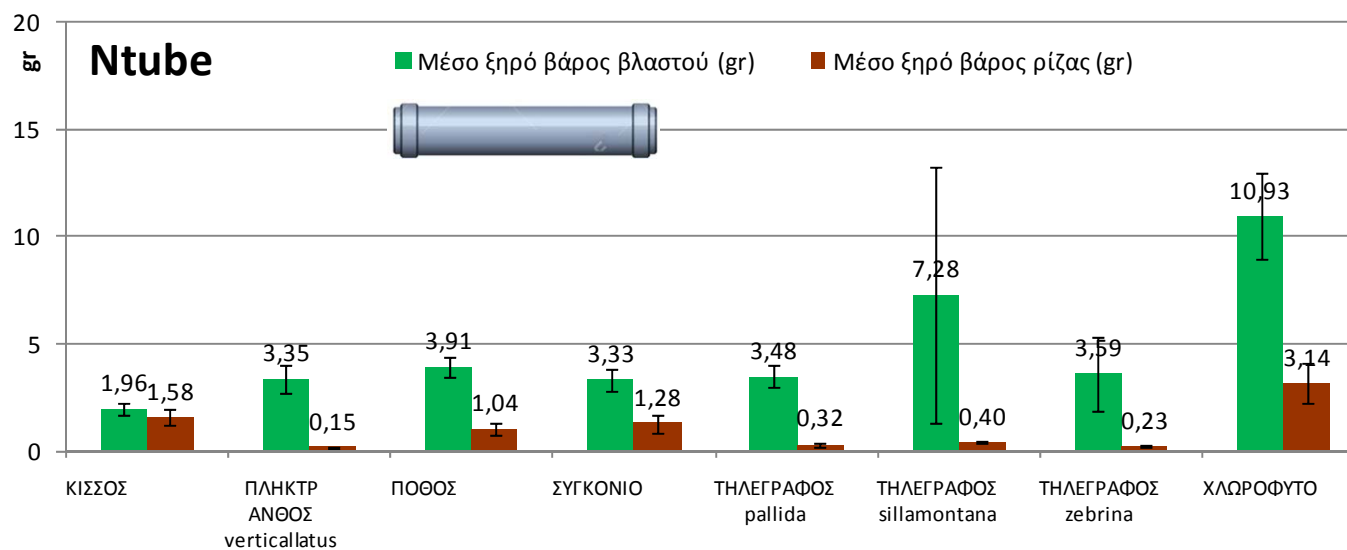
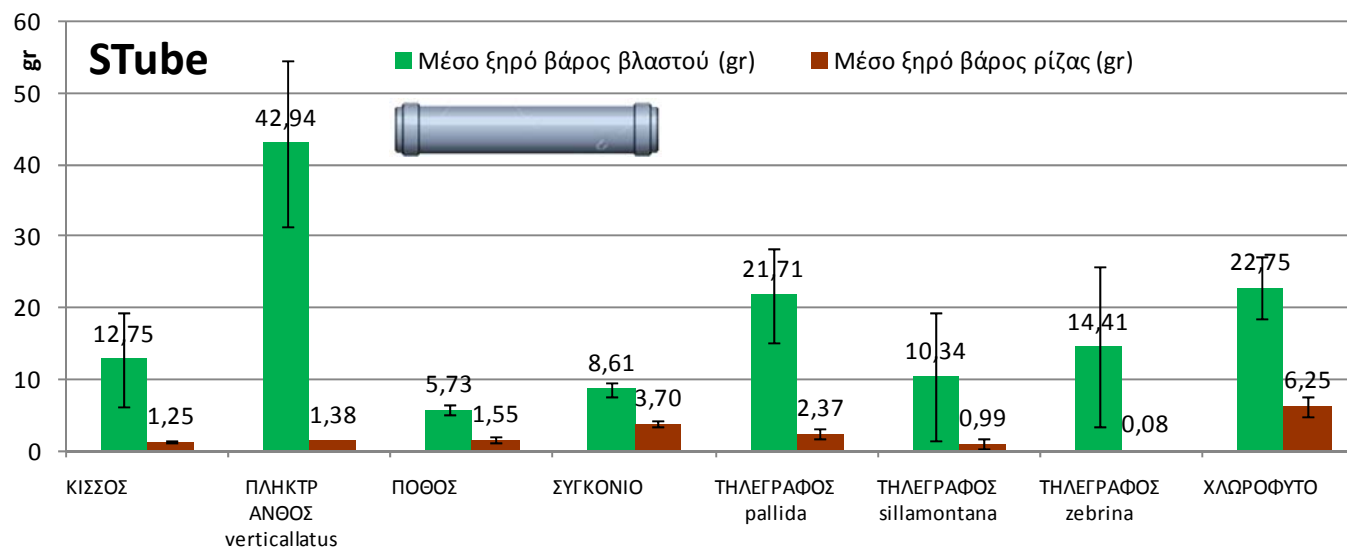
Στην Εικόνα 51 παρουσιάζονται οι μετρήσεις βάρους ρίζας και υπέργειου τμήματος των φυτών στην αρχή της περιόδου αξιολόγησης, ενώ στις Εικόνα 52 και Εικόνα 53 παρουσιάζονται οι αντίστοιχες μετρήσεις ανά σύστημα και προσανατολισμό στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης.



Εικόνα 51 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού κατά τη φύτευση (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)



Εικόνα 52 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με τσόχα (οι μικρές γραμμές αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα)



Εικόνα 53 Μέσο ξηρό βάρος ρίζας και βλαστού στο τέλος της περιόδου για το σύστημα με σωλήνες (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 μέθοδος:

- έγινε σάρωση πολλών φύλλων κάθε φυτού μαζί επί επιφάνειας γνωστού εμβαδού (Εικόνα 54) 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 54 Σάρωση ομάδας φύλλων κισσού

Οι γραμμικές σχέσεις εκτίμησης της φυλλικής επιφάνειας σε σχέση με το βάρος των φύλλων των διαφόρων φυτών παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Κισσός – *Hedera helix*: $LA = 31,51 \cdot B$ ($R^2 = 0,987$)
- Πλήκτρανος – *Plectranthus verticillatus*: $LA = 20,21 \cdot B$ ($R^2 = 0,966$)
- Πόθος - *Epipremnum aureum*: $LA = 32,445 \cdot B$ ($R^2 = 0,997$)
- Συγκόνιο - *Syngonium podophyllum*: $LA = 53,329 \cdot B$ ($R^2 = 0,985$)
- Τηλέγραφος – *Tradescantia pallida*: $LA = 15,472 \cdot B$ ($R^2 = 0,988$)
- Τηλέγραφος – *Tradescantia sillamontana*: $LA = 16,919 \cdot B$ ($R^2 = 0,952$)
- Τηλέγραφος – *Tradescantia zebrina*: $LA = 28,176 \cdot B$ ($R^2 = 0,958$)
- Χλωρόφυτο - *Chlorophytum comosum*: $LA = 17,841 \cdot B$ ($R^2 = 0,972$)

όπου LA: επιφάνεια φύλλων σε cm^2 και B βάρος δείγματος σε gr.

Συμπεράσματα

Από την μελέτη των 4 συστημάτων στον 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 (N fabric) που υπήρχαν οι περισσότερες απώλειες.

Από τα φυτά την καλύτερη συμπεριφορά είχε ο *Tradescantia zebrina* (Τηλέγραφος) που δεν υπήρχαν απώλειες σε καμία από τις τέσσερις μεταχειρίσεις, σε αντίθεση με τον *Plectranthus australis* (Πλήκτρανθος) που είχε τις περισσότερες απώλειες.

Ο προσανατολισμός έπαιξε τον βασικότερο παράγοντα για την ανάπτυξη των φυτών, 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

Al Naddaf O., Livieratos I., Stamatakis A., Tsirogiannis I., Gizas G., and D. Savvas, 2011. Hydraulic properties of composted pig manure used as sole substrate or in mixture with perlite and their impact on agronomic performance of cucumber. *Scientia Horticulturae*, 129(1): 135-141

Conlin M. και Carey J., 2000. Is Your Office Killing You? Sick buildings are seething with molds, monoxide--and worse. *Businessweek* June , 2000 issue (http://www.businessweek.com/2000/00_23/b3684001.htm)

Darlington A., Dat J. and Dixon M., 2001. The Biofiltration of Indoor Air: Air Flux and Temperature Influences the Removal of Toluene, Ethylbenzene and Xylene. *Environmental Sciences Technology* 35(1):240-246

Gericke W.F., 1940. *The complete guide to Soil less gardening*, Prentice-Hall, Inc.

Indoor Air Quality, 2009. *Green over Grey - Living Walls and Design Inc.*

Milks, R.R.; Fonteno, W.C.; Larson, R.A., 1989. Hydrology of horticultural substrates. I. Mathematical models for moisture characteristics of horticultural container media. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 114(1): 48-52.

Sean Heffernan, June 5, 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 (to be published in ISHS, *Acta Horticulturae*).

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

Γκόλτσιου Αικατερίνη, 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)

Ζερβού Α. κ Αθανασάκης Δ., 2014. Ο κήπος είχε την δική του ιστορία, 20 Ιανουαρίου 2014, για Shoegazing City.

Πεπονάκης Κωνσταντίνος, 2012. Άρθρο: Εισαγωγή στην υδροπονία (<http://www.kpeponakis.gr/arthra-1/eisagoge-sten-ydroponia>)

Πισιμίσση Ελένη, 2012. Κάθετοι κήποι – Ομορφότερες πόλεις, 19 Οκτωβρίου 2012, για Οίκopress , Ηλεκτρονική Εφημερίδα για την Περιφέρεια Αττικής κ το Περιβάλλον (<http://oikopress.gr/index.php/2012-09-24-13-17-36/47-2012-10-18-14-31-49>)

Πολίτης Μιχάλης. Οι Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας, για Valentine Floral Creations.

Σάββας Δημήτριος, 2012. Παρουσίαση σχετικά με Θρεπτικά Διαλύματα (www.ekk.aua.gr/seminar/seminar02.pdf).

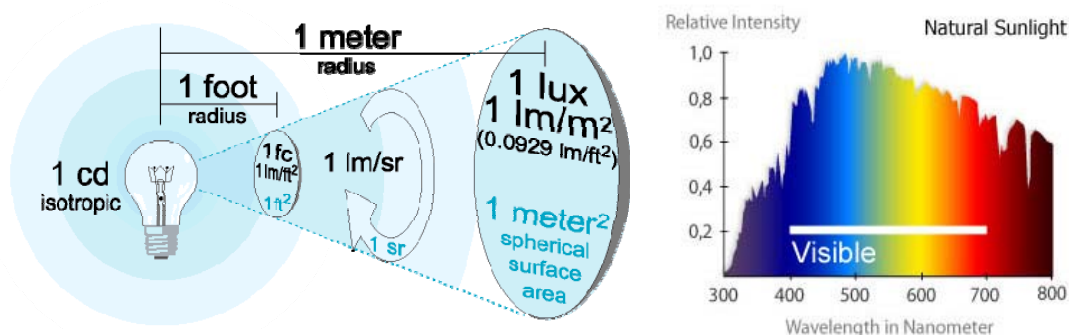
Ψαριανού, 2009. Κάθετοι κήποι και εφαρμογές ([σύνδεσμος](#))

Παράρτημα Ι - Φωτισμός

Για την ένταση της φωτεινής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται πρακτικά 2 μονάδες μέτρησης, το lux και το watt m^{-2} . Την ένταση σε watt m^{-2} μπορούμε να την μετρήσουμε κατευθείαν με ειδικά όργανα (ονομάζονται πυρανόμετρα και μετρούν σε διάφορα εύρη μηκών κύματος). Τα lux αναφέρονται μόνο στο ορατό τμήμα του φάσματος.

Η ένταση μιας φωτεινής πηγής μετράται στο σύστημα SI με την μονάδα candela (σύμβολο Cd). Ιστορικά η candela έχει ορισθεί ως η αίσθηση φωτεινότητας που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο μάτι όταν κοιτά ένα “πρότυπο” κερί, από απόσταση 1m.

Κάθε σημείο της επιφάνειας σφαίρας ακτίνας 1m γύρω από πηγή φωτισμού φωτοβολίας 1Cd, φωτίζεται με ένταση 1 lux.



Εικόνα 55 Ένταση ηλιακού φωτός και ορατό τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας

Τόσο η Cd, όσο και το lux αναφέρονται σε πηγή:

- σημειακής διάστασης (κάτι που δεν αποτελεί πρόβλημα αν αναφερόμαστε στον ήλιο, οποίος μπορεί να θεωρηθεί ως σημειακή πηγή που εκπέμπει ισότροπα) και
- μονοχρωματικής ακτινοβολίας (κάτι που αποτελεί πρόβλημα γιατί ο ήλιος δεν εκπέμπει μονοχρωματικά).

Ο ορισμός του lux έχει γίνει με την παραδοχή ότι το μήκος κύματος (λ) της πηγής φωτισμού είναι 555nm (πράσινο χρώμα, εκεί που υπάρχει η μέγιστη απόκριση του ματιού). Στα υπόλοιπα μήκη κύματος η Cd θα αντιστοιχεί σε λιγότερα lux διότι η απόκριση του ανθρώπινου ματιού είναι μικρότερη. Μην ξεχνάμε ότι όλη αυτή η κλίμακα μέτρησης είναι εμπειρική και στηρίζεται στην αντίληψη φωτός για ένα κερί από το ανθρώπινο μάτι.

Και στις δύο μονάδες, οι μετρήσεις είναι διαφορετικές για τα μήκη κύματος που συνιστούν το φως. Αυτό δημιουργεί πρόβλημα στην μετατροπή και γενικότερα στην αίσθηση αντιστοιχίας μεταξύ lux και watt m^{-2} . Όταν αναφερόμαστε σε μια πηγή τα συνολικά lux ή watt m^{-2} προέρχονται από όλα τα μήκη κύματος λ της πηγής, την συνολική ένταση. Για την μετατροπή από

luxσε watt/m²πρέπει ληφθεί υπόψη η κατανομή της ενέργειας της φωτεινής πηγής στα διάφορα μήκη κύματος. Για το λόγο αυτό δεν μπορούμε να συγκρίνουμε κατευθείαν πηγές φωτός που διαφέρουν ως προς την κατανομή αυτή (π.χ. ήλιο και λάμπες).

Για να δοθεί μία αίσθηση της έντασης φωτισμού, στην Ελλάδα, μία ηλιόλουστη καλοκαιρινή ημέρα, το μεσημέρι η ηλιακή ακτινοβολία έχει ένταση περίπου 900-1000 w m⁻² και αυτό αντιστοιχεί περίπου σε 150.000 lux.

Σύμφωνα με το The Engineering Toolbox (http://www.engineeringtoolbox.com/light-level-rooms-d_708.html), το συνιστώμενο επίπεδο φωτισμού για διάφορους εσωτερικούς χώρους είναι:

- οικίες, αποθήκες κλπ: 150 lux
- χώροι για απλές εργασίες γραφείου, τάξεις: 250 lux
- καλά φωτιζόμενοι χώροι εργασίας, εργαστήρια, βιβλιοθήκες: 500 lux
- χώροι για δύσκολες εργασίες γραφείου π.χ. σχεδιαστήρια κλπ: 1000 lux