

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων, Κατ. Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Πτυχιακή εργασία

Αξιολόγηση αστικών λιβαδιών ως εναλλακτικών φυτών εδαφοκάλυψης καθώς και παθητικών συστημάτων άρδευσης σε Μεσογειακό κλίμα



ΜΠΑΡΔΑΚΗ ΑΓΑΘΗ - ΜΠΙΛΙΡΗ ΣΩΤΗΡΙΑ - ΠΡΕΠΠΑ ΕΥΣΤΡΑΤΙΑ /ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΑΡΤΑ 2015

Εκπαιδευτικό ίδρυμα:	Τ.Ε.Ι. Ηπείρου
Τμήμα:	Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου
Τίτλος:	Αξιολόγηση αστικών λιβαδιών ως εναλλακτικών φυτών εδαφοκάλυψης καθώς και παθητικών συστημάτων άρδευσης σε Μεσογειακό κλίμα
Σπουδάστριες:	Μπαρδάκη Αγάθη - Μπιλίρη Σωτηρία – Πρέππα Ευστρατία-Κωσταντίνα .
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ:	Τσιρογιάννης Ιωάννης Επίκουρος Καθηγητής, Τμ. Τεχν. Γεωπόνων ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
Τόπος:	ΑΡΤΑ
Έτος:	2015

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε ολόψυχα τον καθηγητή μας κ. Καρρά Γεώργιο για την συνεργασία, την υπομονή που έδειξε κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας, όπως και την βοήθεια του να κατανοήσουμε την λειτουργία παθητικών συστημάτων άρδευσης, χρήση & λειτουργία αστικών λιβαδιών ως εναλλακτικά φυτά εδαφοκάλυψης.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΛΙΒΑΔΙΑ.....	11
Λίγα λόγια για την ξηρασία	15
Εξοικονόμηση νερού (στον αγροτικό τομέα).....	18
Αστικά λιβάδια	20
Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αστικών λιβαδιών	24
10 λόγοι που συναινούν για την αντικατάσταση του χλοοτάπητα από ένα λιβάδι	25
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΦΥΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ	27
Υλικά και μέθοδοι.....	27
Γεωγραφική θέση	27
Κλιματικά στοιχεία	28
Έδαφος	30
Φυτικό υλικό / μεταχειρίσεις.....	31
Συστήματα μέτρησης παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος και υγρασίας εδάφους.....	36
Μέτρηση παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος	36
Εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής	36
Μέτρηση υγρασίας εδάφους.....	37
Ισοζύγιο υγρασίας εδάφους	38
Μεταβολή συνθηκών εναέριου περιβάλλοντος και υγρασίας υποστρώματος κατά την περίοδο αξιολόγησης	39
Καλλιεργητικά ημερολόγια	42
Μετά τη σπορά των μειγμάτων έγινε χρονική καταγραφή της βλάστησης του κάθε είδους των μειγμάτων που σπάρθηκαν. Όταν τα φυτά έφτασαν στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης, ξεκίνησε και η χρονική καταγραφή της ανθοφορίας του κάθε είδους. Με αυτό το τρόπο δημιουργήθηκε ένα αντίστοιχο ημερολόγιο βλάστησης και άνθησης στις συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες για τα μείγματα αυτά (Πίνακας 2).	42
Λιβάδι 1ου χρόνου.....	42
Λιβάδι 2 ^{ου} χρόνου	50

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	54
Υλικά και μέθοδοι.....	54
Αποτελέσματα	58
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΑΡΤΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΣΕ ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΑΙ ΚΟΜΒΟΥΣ	61
Εκτίμηση αναγκών φυτών σε νερό και άρδευση	61
Υπόθεση που θα μελετηθεί.....	62
Περιοχή ενδιαφέροντος.....	62
Μετεωρολογικά στοιχεία	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	70
Τοπίο και βιοποικιλότητα	70
Αστικό τοπίο και πράσινο	70
Ανάπτυξη λιβαδιών στο πλαίσιο του αστικού πράσινου	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ/ΠΗΓΕΣ	73

Εικόνες

Εικόνα 1 Περιοχές του πλανήτη με μεσογειακό κλίμα (πηγή: Wikipedia)	12
Εικόνα 2 Ζώνες ανθεκτικότητας φυτών στην Ελλάδα (πηγή: Ερασιτέχνης Κηπουρός, 10/2012).....	14
Εικόνα 3 Rangó, μία ταινία με κεντρικό θέμα την αξία του νερού.....	15
Εικόνα 4 Ζωή μέσα στην ξηρασία	17
Εικόνα 5 «Χρυσό Ολυμπιακό Λιβάδι» Λονδίνο.	20
Εικόνα 6 Αστικό λιβάδι, Parc de la Villette, Paris, Γαλλία, 2011.....	20
Εικόνα 7 Αστικό λιβάδι σε νησί εθνικής οδού, Interstate 40 Johnson County, ΗΠΑ	21
Εικόνα 8 Λιβάδι στο T.E.I. Ηπείρου (2015)	22
Εικόνα 9 Αστικά λιβάδια στην Θεσσαλονίκη (κήπος πριν το Μακεδονία Palace (επάνω) και Κήπος των εποχών (κάτω), Μάιος 2015).....	23
Εικόνα 10 Λιβάδι στο T.E.I. Ηπείρου (Μάιος 2015).....	24
Εικόνα 11 Χάρτης νομού Άρτας (πηγή:www.hellogreece.gr/ipiros/arta_hotels.html).....	27

Εικόνα 12 Γενική κατοψη της περιοχής μελετης (πηγή: Google EARTH, 2015)	28
Εικόνα 13 Ομβροθερμικό διάγραμμα Άρτας	30
Εικόνα 14 Τριγωνικό διάγραμμα για την μηχανική σύσταση του εδάφους (με κύκλο σημειώνεται η θέση που αντιστοιχεί στο έδαφος που χρησιμοποιήθηκε)	31
Εικόνα 15 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας για το έδαφος που χρησιμοποιήθηκε	31
Εικόνα 16 Μείγμα Provence (φυλλάδιο παραγωγού: Phytochem, http://www.phytosem.com/)	32
Εικόνα 17 Τα πειραματικά παρτέρια Α, Β(1,2,3), Γ (από αριστερά προς τα δεξιά) αμέσως μετά τη σπορά	33
Εικόνα 18 Τα πειραματικά παρτέρια Α, Β(1,2,3), Γ (από αριστερά προς τα δεξιά) 5 μήνες μετά τη σπορά	33
Εικόνα 19 Γενική διάταξη πειράματος	35
Εικόνα 20 Μετεωρολογικός σταθμός θερμοκηπίου υδροπονίας TEI	36
Εικόνα 21 Αισθητήρας ec5 και η σχετική περιοχή δείγματος	37
Εικόνα 22 Καταγραφικό (data logger) Decagon em50 με 4 αισθητήρες συνδεδεμένους	38
Εικόνα 23 Ισοζύγιο εδαφικής υγρασίας (Allen κ.α., 1998)	39
Εικόνα 24 Μεταβολή βασικών παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης	40
Εικόνα 25 Μεταβολή υγρασίας εδάφους (% v/v, μέση τιμή) κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης	41
Εικόνα 26 <i>Legousia speculum 1, Echium vulgare 2, Elchscholzia californica 3, Leucanthemum vulgare 4.</i>	43
Εικόνα 27 <i>Centaurea cyanus 1, Linum bienne 2, Glebionis segetum 3, Glebionis coronaria 4.</i>	43
Εικόνα 28 <i>Dianthus carthusianorum 1, Cicorium intybus 2, Phacelia tanacetifolia 3, Scabiosa maritime 4</i>	44
Εικόνα 29 <i>Psoralea bituminosa 1, Papaver rhoeas 2, Malva moscata 3, Linum grandiflorum 4.</i>	44

Εικόνα 30 <i>Anthyllis vulneraria</i> 1, <i>Agrostemma githago</i> 2, <i>Ammi majus</i> 3, <i>Borago officinalis</i> 4.	45
Εικόνα 31 <i>Silene vulgaris</i> 1, <i>Melilotus alba</i> 2, <i>Scabiosa atropurpurea</i> 3, <i>Nigella damascena sativa</i> 4	45
Εικόνα 32 Λιβάδι 2 ^{ου} χρόνου.....	53
Εικόνα 33 Περίοδος καρποφορίας	53
Εικόνα 34 Περίοδος άνθησης.....	53
Εικόνα 35 Τοποθέτηση κεραμικών δοχείων στο έδαφος	55
Εικόνα 36 Γλάστρες και αισθητήρες υγρασίας	56
Εικόνα 37 Αισθητήρας ec5 και η σχετική περιοχή δείγματος	57
Εικόνα 38 Τοποθέτηση δοχείων και αισθητήρων μέτρησης υγρασίας (θέσεις και βάθη αισθητήρων φαίνονται στην κάτοψη).....	58
Εικόνα 39 Γραφική απεικόνιση της μέγιστης ημερήσιας ηλ. ακτινοβολίας, της υγρασίας του εδάφους, του ύψους της βροχής, και του ύψους της στάθμης στις δύο γλάστρες.....	59
Εικόνα 40 Θέση της Άρτας και χάρτης του Δήμου Αρταίων	63
Εικόνα 41 Περιοχή μελέτης, περιφερειακή οδός πόλης Άρτας (σημεία 1 έως 7)	63
Εικόνα 42 Χαρακτηριστικές όψεις της διαδρομής: περιοχή λίμνης και ΚΤΕΛ (σημείο 2), περιοχή κάστρου (σημείο 3) και περιοχή γέφυρας Αράχθου (σημείο 6).....	64
Εικόνα 43 Άρδευση χλοοτάπητα στην περιοχή μελέτης.....	65

Πίνακας 1 Σύνθεση μειγμάτων Pelouse και Provence	34
Πίνακας 2 Καλλιεργητικό ημερολόγιο για τα πειραματικά τεμάχια Α,Β,Γ. Με ροζ χρώμα συμβολίζεται η περίοδος άνθησης και με πράσινο χρώμα η περίοδος βλάστησης.....	46
Πίνακας 3 Ημερολόγιο άνθησης για το λιβάδι 2 ^{ου} χρόνου.....	50
Πίνακας 4 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με βάση της μέθοδο Haargreaves - Samani (Allen κ.α., 1989).....	68
Πίνακας 5 Υπολογισμός κόστους συντήρησης χλοοτάπητα για την περιοχή μελέτης (γ τρίμ 2012, τιμές σε €, χωρίς ΦΠΑ που προβλέπεται για εργασίες).....	69
Πίνακας 6 Υπολογισμός κόστους συντήρησης λιβαδιού για την περιοχή μελέτης (γ τρίμ 2012, τιμές σε €, χωρίς ΦΠΑ που προβλέπεται για εργασίες).....	69

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η γεωργία είναι ο κύριος χρήστης νερού, με συμμετοχή που ανέρχεται στο 70% σε παγκόσμιο επίπεδο, πάνω από 80% στις περισσότερες χώρες της Μεσογείου και μεταξύ 75% και 80% στην Ελλάδα. Έχει κατά συνέπεια ιδιαίτερη βαρύτητα η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης που διαμορφώνει αυτό το επίπεδο ζήτησης και η διερεύνηση δυνατοτήτων εξοικονόμησης νερού μέσα από κατάλληλες ενέργειες και επεμβάσεις. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας γίνεται :

1. Καταγραφή των παραμέτρων που επηρεάζουν τις ανάγκες των έργων πράσινου σε νερό, την αποτελεσματική χρήση του νερού, την οικονομική ανταπόδοση που φέρνει η καλή άρδευση στην κηποτεχνία και στον σχεδιασμό έργων πρασίνου.
2. Αναφορά των εργαλείων ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθούν, δηλαδή ο προσδιορισμός των αναγκών σε νερό που χρειάζεται και αξιοποιεί μια μία φύτευση σύμφωνα με το είδος των φυτών που συμμετέχουν σε αυτή, τον τύπο εδάφους και κλίματος, τη μέθοδο άρδευσης που εφαρμόζεται, την συνολική έκταση του χώρου πράσινου καθώς και την κοινωνικοοικονομική κατάσταση του ιδιοκτήτη.
3. Εισαγωγή τρόπων βελτίωσης της χρήσης του νερού στους βασικούς στόχους σχεδιασμού των έργων πρασίνου, επιλέγοντας φυτά που έχουν εγκλιματιστεί ανά περιοχή ή άλλα με μικρότερη κατανάλωση νερού.
4. Αναφορά τρόπων αποτίμησης και βελτίωσης της εξέλιξης και της προώθησης στην αγορά φιλικότερων προς το περιβάλλον συστημάτων άρδευσης, έτσι ώστε να καθιερωθούν στρατηγικές που θα βελτιώσουν το κέρδος που μας αποφέρει το νερό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αστικά λιβάδια συμπεριλαμβάνονται στις σύγχρονες προτάσεις της αρχιτεκτονικής τοπίου για τη δημιουργία καλαίσθητων εκτεταμένων φυτεμένων εκτάσεων με ποώδη φυτά εντός ή περί του αστικού ιστού. Τα αστικά λιβάδια αντικαθιστούν σε ένα βαθμό το χλοοτάπητα ενώ έχουν το πλεονέκτημα των πολύ λιγότερων απαιτήσεων σε συντήρηση και εισροές (θρέψη, άρδευση, φυτοπροστατευτικά κλπ).

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής έγιναν τα ακόλουθα:

- αξιολόγηση μείγματος σπόρων φυτών της Μεσογειακής χλωρίδας ως προς την δυνατότητα δημιουργίας αστικών λιβαδιών που δεν θα αρδεύονται και θα μπορούν να αντικαταστήσουν στο πλαίσιο συγκεκριμένων εφαρμογών (π.χ. φυτεύσεις κόμβων, νησίδων, πρανών) τον χλοοτάπητα
- αξιολόγηση παθητικών συστημάτων άρδευσης που θα αξιοποιούν μόνο το νερό της βροχής
- μελέτη περίπτωσης για την πόλη της Άρτας σχετικά με τα αναμενόμενα οφέλη από την αντικατάσταση του χλοοτάπητα σε νησίδες και κόμβους (μείωση κατανάλωσης νερού, λιπασμάτων καθώς και αναγκών συντήρησης - εργατικών)

Η αξιολόγηση έγινε κατά την περίοδο από Οκτώβριο 2014 έως Μάιο 2015 στις εγκαταστάσεις του ΤΕΙ Ηπείρου στους Κωστακιούς Άρτας.

Η αξιολόγηση του μείγματος σπόρων αφορούσε:

- Καλλιεργητικό ημερολόγιο (φύτευση, ποσότητες, ανάγκη για αρδεύσεις, καλλιεργητικά, αστοχίες, κόστος, ανάγκη σε εργασία κοκ)
- Μετρήσεις παραμέτρων κλίματος καθώς και εδαφικής υγρασίας
- Δεδομένα ανάπτυξης (πυκνότητα κάλυψης (με φωτογραφίες) και οπτική αξιολόγηση)

Η αξιολόγηση των παθητικών συστημάτων άρδευσης αφορούσε την μέτρηση υγρασίας γύρω από ειδικά πήλινα δοχεία που τοποθετούνται εντός του εδάφους και λειτουργούν τόσο ως ταμιευτήρες νερού το οποίο διαχέεται προς το έδαφος που τα περιβάλλει όταν η υγρασία σε αυτό είναι χαμηλή, όσο και αποστραγγιστικά όταν η υγρασία στο έδαφος είναι μεγάλη και υπάρχει διαθέσιμος χώρος για αποθήκευση νερού στα δοχεία.

Η μελέτη περίπτωσης αφορούσε την εκτίμηση των ωφελειών που θα προέκυπταν εάν ο χλοοτάπητας στις νησίδες της περιφερειακής οδού της πόλης της Άρτας αντικαθίστονταν από αστικά λιβάδια. Στο πλαίσιο της εκτίμησης χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές εικόνες, επιτόπιες παρατηρήσεις των σχετικών χώρων εντός του Δ.Δ. Άρτας του Δήμου Αρταίων, τιμές εξατμισοδιαπνοής με βάση τα ιστορικά κλιματικά στοιχεία της ΕΜΥ για την περιοχή, πληροφορίες από σχετικούς κανονισμούς του ΕΛΟΤ καθώς και σχετικές τιμές από τα Αναλυικά Τιμολόγια Έργων Πράσινου της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΛΙΒΑΔΙΑ

Σύμφωνα με τον ευρέως αποδεκτό ορισμό της Σύμβασης για το Ευρωπαϊκό Τοπίο (European Landscape Convention-CETS No. 176), “τοπίο σημαίνει μία περιοχή, όπως γίνεται αντιληπτή από ανθρώπους, της οποίας ο χαρακτήρας είναι το αποτέλεσμα της δράσης και αλληλεπίδρασης των φυσικών ή και ανθρώπινων παραγόντων”. Τα τοπία που έχουν στοιχεία τα οποία συνδέονται με τα λιβάδια και τη χρήση τους ονομάζονται λιβαδικά. Τα λιβαδικά τοπία συνιστούν κατάλληλους βιότοπους για την άγρια πανίδα, προσφέρουν δυνατότητες για αναψυχή και τουρισμό, ρυθμίζουν την υδατική ισορροπία και την παραγωγή νερού και αποτρέπουν την διάβρωση του εδάφους. Επιπλέον, τα λιβαδικά τοπία συνθέτονται από ποικιλία φυσικών, γεωμορφολογικών, βιολογικών και πολιτισμικών χαρακτηριστικών, τα οποία είναι άρρηκτα συνυφασμένα μεταξύ τους, δημιουργούν ένα ενιαίο και μοναδικό, δυναμικά εξελισσόμενο σύνολο. Τελευταία, αναγνωρίζεται η συνεισφορά τους σε θεμελιώδεις υπηρεσίες περιβάλλοντος, όπως είναι η δέσμευση και αποθήκευση του άνθρακα, η διατήρηση της βιοποικιλότητας και η ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων.

Το λιβαδικό τοπίο σχετίζεται με την ιστορία, τη θρησκεία, τη λαογραφία, τα δρώμενα κ.λπ., μέσα στο συνολικό πλαίσιο της εξέλιξης του πολιτισμού ενός τόπου στην πάροδο του χρόνου. Αποτελεί την «περγαμηνή» για τη γραφή των πράξεων και των δραστηριοτήτων του ανθρώπου σε «συνεργασία» με τα βιοτικά και αβιοτικά στοιχεία των λιβαδιών και παρουσιάζει μια αισθητική και πολιτισμική αξία της οποίας η παράδοση φτάνει βαθιά στο χρόνο.

Κατά τη διαχείριση του λιβαδικού τοπίου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η σχέση τους με άλλους πόρους και χρήσεις γης, όπως είναι τα δάση, οι εθνικοί δρυμοί, οι ζώνες ειδικής προστασίας και οι γεωργικές καλλιέργειες. Μία τέτοια ολοκληρωμένη διαχείριση των λιβαδικών τοπίων μίας περιοχής συμβάλλει στην ανάπτυξη της και εξυπηρετεί τις υλικές και άυλες ανάγκες των κατοίκων της.

Η ύπαρξη πρασίνου μέσα στις πόλεις είναι ιδιαίτερα σημαντική. Το αστικό πράσινο, ως στοιχείο του αστικού τοπίου, προσδιορίζει την εικόνα που εμφανίζει κάθε πόλη, μαζί με τα κτήρια, τους δρόμους, τα πάρκα, τους ελεύθερους χώρους συνεισφέρει σημαντικά στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Η πράσινη αστική υποδομή βελτιώνει το μικροκλίμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στην πόλη και επηρεάζει θετικά την ψυχική και φυσική κατάσταση των κατοίκων. Δίνουν ένα αίσθημα ασφάλειας και συνδέουν τον άνθρωπο με τη φύση.

Το κλίμα μίας περιοχής αποτελεί τον βασικό παράγοντα σχετικά με τις δυνατότητες φύτευσης. Το ετήσιο ύψος βροχής και η χρονική και χωρική κατανομή του αποτελούν θεμελιώδη κλιματικά χαρακτηριστικά που διαφέρουν σημαντικά στις διάφορες περιοχές της γης. Με βάση τα ιδιαίτερα αυτά χαρακτηριστικά έχουν κατά κανόνα προσαρμοστεί η τοπική χλωρίδα και πανίδα και διαμορφωθεί οι σχετικές με το νερό ανθρώπινες δραστηριότητες.



Εικόνα 1 Περιοχές του πλανήτη με μεσογειακό κλίμα (πηγή: Wikipedia)

Η χρονική κατανομή της βροχής είναι εξίσου σημαντική με την ποσότητα για την ανάπτυξη της βλάστησης. Για παράδειγμα υπάρχουν περιοχές κοντά στον ισημερινό, όπου επικρατεί μια διαχωρισμένη ξηρή περίοδος μεγαλύτερη των δύο μηνών, όταν οι περιοχές αυτές είναι κάτω από την επίδραση των υποτροπικών αντικυκλώνων. Αν και το ετήσιο ύψος βροχής είναι μεγαλύτερο των 1000 mm, δεν συντηρείται το τροπικό δάσος που απαιτεί βροχόπτωση όλο το έτος, αλλά επικρατεί υψηλό σκληρό χορτάρι Σαβάνας με διασκορπισμένα, χαμηλά φυλλοβόλα δένδρα, ανθεκτικά σε αυτή την ολιγόμηνη "ξηρασία".

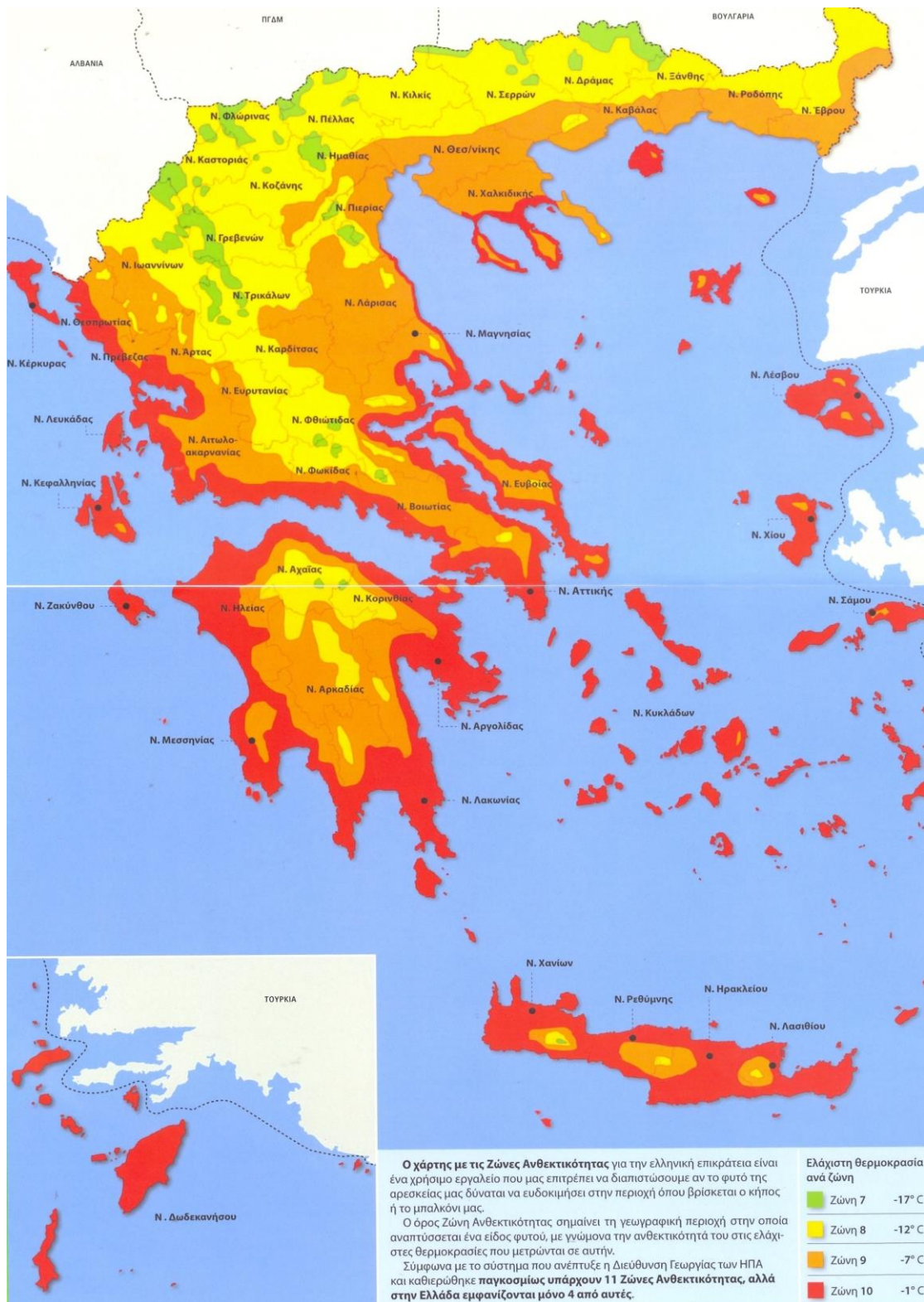
Η διαθεσιμότητα του εδαφικού νερού αναφέρεται στην ικανότητα ενός εδάφους να διατηρεί το νερό διαθέσιμο για τα φυτά μετά από φυσική (βροχή) ή τεχνητή (άρδευση) διαβροχή. Η υγρασία του εδάφους επηρεάζει μία σειρά από οικολογικούς παράγοντες του εδάφους όπως θερμοκρασία, παρουσία αέρα, συγκέντρωση τοξικών ουσιών, δραστηριότητα των μικροοργανισμών και δυνατότητα πρόσληψης των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Η έλλειψη υγρασίας περιορίζει την ανάπτυξη των φυτών περισσότερο από κάθε άλλο οικολογικό παράγοντα.

Σε περιοχές με ξηρό κλίμα η διατήρηση του πράσινου στην πόλη παρουσιάζει προβλήματα και πολλές φορές αποτελεί πρόκληση. Γενικά στα έργα πράσινου, ο παράγοντας ξηρασία θεωρείται περιοριστικός. Σύμφωνα με τον Φιλιππί (2008) όλοι μας έχουμε επηρεαστεί από το πρωτότυπο των κήπων στα εύκρατα κλίματα, όπου καταπράσινοι θάμνοι και πλούσια πολυετή φυτά περιβάλλουν ένα τέλειο χλοοτάπητα. Λόγω της πεποίθησης ότι όσο πιο ξηρό είναι το κλίμα τόσο δυσκολότερη μοιάζει η δημιουργία ενός κήπου, σαν να επρόκειτο για ένα διαρκή αγώνα ενάντια σε εχθρικό περιβάλλον. Εν τούτης, η ξηρασία προσφέρει εξαιρετικές δυνατότητες κηπουρικής. Παραδόξως, στην Αγγλία, χάρη στην μακράιωση ενασχόληση με τους κήπους και στην έρευνα γύρω από τα φυτά, έχουν συγκεντρωθεί οι μεγαλύτερες συλλογές ανθεκτικών στην ξηρασία ειδών. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα, τα ξηρόφυτα, που αντιμετωπίζονται σαν να ήταν σπάνια συλλεκτικά κομμάτια, καλλιεργούνται σε βραχόκηπους ώστε να επιτυγχάνεται απόλυτη αποστράγγιση, μάλιστα συχνά καλλιεργούνται σε θερμοκήπια, για να προστατευτούν από την υπερβολική χειμερινή υγρασία.

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στην Μεσογειακή λεκάνη, ψηλά βουνά, απόκρημνες ακτές, μικρές νησίδες ή μεγάλα οροπέδια με στέπες- οι περιοχές γύρο από την Μεσόγειο μοιάζουν με ένα πραγματικό μωσαϊκό εδαφών και μικροκλιμάτων, όπου η βιοποικιλία είναι μοναδική. Το Μεσογειακό κλίμα συνέβαλε στην σταδιακή προσαρμογή των φυτών στην ξηρασία. Αυτή η εξέλιξη που συνδέεται με την καθοριστική επίδραση του ανθρώπου και των δραστηριοτήτων του, έχει την αφετηρία της στην τελευταία περίοδο των παγετώνων, ενώ το αποτέλεσμα της ήταν ο εμπλουτισμός της χλωρίδας στην Λεκάνη της Μεσογείου.

Κάποια από τα φυτά που επιλέχθηκαν είναι ήδη προσαρμοσμένα στην περιοχή, άλλα πάλι έχοντας καταγωγή από άλλες χώρες με παραπλήσιες ιδιότητες στο καιρό σε σχέση πάντα με το Ελληνικό κράτος μπορούν πολύ εύκολα να προσαρμοστούν.

Με άλλα λόγια, έχουμε εδώ, μπροστά στην πόρτα μας, ένα εκπληκτικό απόθεμα φυτών για τους κήπους μας. Οι ρίζες των φυτών μεσογειακού κλίματος μεγαλώνουν στην διάρκεια του φθινοπώρου, το χειμώνα και των αρχών της άνοιξης, όταν οι συνθήκες υγρασίας του εδάφους είναι ευνοϊκές. Όσο πιο άνυδρο είναι το περιβάλλον τόσο περισσότερο έχουν τα φυτά την τάση να αναπτύσσουν στρατηγικές προσαρμογής στη ξηρασία.



Εικόνα 2 Ζώνες ανθεκτικότητας φυτών στην Ελλάδα (πηγή: Ερασιτέχνης Κηπουρός, 10/2012)

Το να γνωρίζουμε το ετήσιο μέσο όρο βροχοπτώσεων μιας περιοχής δεν αρκεί για να προσδιορίσουμε την ξηρασία. Η ξηρασία έγινε για πολύ καιρό

αντικείμενο μελέτης τον περασμένο αιώνα από τους φυτογεωγράφους, όπως ο Γκόσεν και ο Έμπεργκερ, οι οποίοι κατάφεραν να ορίσουν τις κλιματικές συνθήκες που συνιστούν τη βάση για το υδατικό έλλειμμα των φυτών. Διάφοροι δείκτες δημιουργήθηκαν μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς των φυτών σε πολλούς κήπους γύρο από τη Μεσόγειο, καθώς και με την μελέτη των φυτικών κοινοτήτων στις περιοχές με μεσογειακό κλίμα σε όλο τον κόσμο.

Λίγα λόγια για την ξηρασία

Ο όρος ξηρασία χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια μακρά χρονική περίοδο, όπου η παρουσία του γλυκού νερού σε μια γεωγραφική περιοχή είναι σημαντικά μικρότερη από την αναμενόμενη, όπως αυτή έχει προσδιοριστεί με βάση το κλιματικό καθεστώς αλλά και τις απαιτήσεις νερού για την κάλυψη των τοπικών αναγκών. Η πραγματοποίηση της ξηρασίας εξαρτάται από την αλληλεπίδραση ενός φυσικού φαινομένου (λιγότερη βροχή από την αναμενόμενη και κατά συνέπεια μικρότερη παρουσία νερού) με τη λειτουργία των υδατικών συστημάτων από τον άνθρωπο, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις σε νερό.

Τα τελευταία χρόνια είναι τόσο έντονο το θέμα της ξηρασίας ιδιαίτερα για ορισμένες περιοχές του πλανήτη που αποτελεί ακόμη και κεντρικό θέμα ταινιών για παιδιά. (Εικόνα 3).



Εικόνα 3 Rango, μία ταινία με κεντρικό θέμα την αξία του νερού

Η ξηρασία είναι φαινόμενο που μπορεί να συμβεί σχεδόν σε όλες τις κλιματικές ζώνες της γης, αλλά τα χαρακτηριστικά του διαφέρουν σημαντικά από τη μία περιοχή στην άλλη. Η πραγματοποίηση μετεωρολογικής ξηρασίας

(μείωση της βροχόπτωσης) δεν σημαίνει απαραίτητα και την εμφάνιση ελλείμματος υδατικών πόρων σε μια περιοχή. Αυτό εξαρτάται από τους παραμέτρους εκτίμησης της ξηρασίας, οι οποίοι είναι:

1. τα χαρακτηριστικά της βροχόπτωσης (που τελικά πραγματοποιείται)
2. τα χαρακτηριστικά της δυνητικής εξατμισοδιαπνοής
3. τα χαρακτηριστικά της περιοχής (γεωμορφολογία, ταμιευτήρες)
4. τη διαχείριση των υδατικών συστημάτων
5. άλλες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές παραμέτρους.

Ένας κήπος που δεν χρειάζεται πότισμα, αυτό είναι ένα όνειρο για όλους εκείνους που επιθυμούν να εναρμονίσουν τον κήπο τους με το περιβάλλον, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στη διαφύλαξη ενός πολυτίμου φυσικού πόρου όπως το νερό. Το όνειρο αυτό δεν είναι καθόλου δύσκολο να πραγματοποιηθεί. Η ξηρασία είναι συνηθισμένο φαινόμενο σε πολλές περιοχές του πλανήτη, αλλά και νέο δεδομένο για άλλες, καθώς συνδέεται με την υπερθέρμανση του κλίματος, μπορεί αν αποτελέσει ουσιαστικό πλεονέκτημα για όσους ασχολούνται με την κηπευτική. Η ξηρασία μπορεί να προσφέρει εξαιρετικές δυνατότητες κηπουρικής.

Το κυριότερο πρόβλημα για όσους ασχολούνται με την κηπευτική είναι η ξηρασία. Το νερό για τα φυτά αποτελεί έναν πολύτιμο πόρο, ενώ οι περιορισμοί του θα μπορούσε κανείς να πει ότι θα έφταναν έναν άνυδρο κήπο να μοιάζει με ένα προβληματικό περιβάλλον, όσο πιο ξηρό είναι το κλίμα τόσο δυσκολότερη μοιάζει η δημιουργία ενός κήπου, σαν να επρόκειτο για έναν μακρύ αγώνα ενάντια σε εχθρικό περιβάλλον. Πράγμα που δεν αληθεύει διότι η δημιουργία του είναι υλοποιήσιμη τόσο που μπορεί να φτάσει σε μεγάλη ικανοποίηση. Παρόλα αυτά η ξηρασία προσφέρει εξαιρετικές δυνατότητες κηπουρικής. Στην πραγματικότητα όσοι ασχολούνται με την κηπευτική αγνοούν την ποικιλομορφία του περιβάλλοντος, τον πλούτο της χλωρίδας και την ομορφιά των τοπίων των ξηρών περιοχών του πλανήτη.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι για να επιβιώσουν σε δύσκολο περιβάλλον, τα ξηρόφυτα αναγκάστηκαν να αναπτύξουν επιμέρους χαρακτηριστικά κατά την διάρκεια της εξέλιξης τους. Διαφοροποιήθηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό, προσαρμοζόμενα στις εκάστοτε συνθήκες ως προς το έδαφος, τον προσανατολισμό, το υψόμετρο ή το γεωγραφικό πλάτος. Σημειωτέον η ξηρασία αντί να περιορίσει την χλωρίδα συνέβαλε εδώ και χιλιετίες στο να εμπλουτιστεί η φυτική βιοποικιλία στις περιοχές με μεσογειακό κλίμα. Αυτή η ποικιλομορφία αποτελεί ανεξάντλητη πηγή για τους κήπους. Υπάρχουν επίσης πολύ ενδιαφέροντα φυτά για τον άνυδρο κήπο προερχόμενα από ενδιάμεσες ζώνες, γειτονικές των περιοχών με μεσογειακό κλίμα.

Οι ελάχιστες γνώσεις που περιορίζουν έναν τέτοιο κήπο, συνήθως αφορούν τα φυτά και τις κατάλληλες τεχνικές τους. Γιατί το πραγματικό πρόβλημα δεν είναι τόσο η ξηρασία, όσο οι κατάλληλες προσπάθειες που μπορούν να συντονιστούν και να δημιουργήσουν έναν πρωτότυπο κήπο. Συχνά, ο λάθος τρόπος άρδευσης περιορίζει περισσότερο από ότι η ξηρασία την γκάμα των φυτών στους μεσογειακούς κήπους. Πολλά φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία είναι πολύ εύκολο να καλλιεργηθούν όταν σεβόμαστε τις συνθήκες ανάπτυξης στους τόπους προέλευσης τους.



Εικόνα 4 Ζωή μέσα στην ξηρασία

Φυσικά αυτό προϋποθέτει για τους κήπους που ήδη έχουμε- ότι θα προσαρμόσουμε σταδιακά τα φυτά μας από τώρα που αρχίζουν τα πολλά ποτίσματα ή ακόμα ότι θα είμαστε διατεθειμένοι να «χάσουμε» κάποια φυτά που δεν θα τα καταφέρουν. Έτσι, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι τα φυτά προσαρμόζονται στην ξηρασία αναπτύσσοντας το ριζικό τους σύστημα σε βάθος και όχι επιφανειακά, όπως αντίθετα κάνουν όταν βρίσκουν άφθονο αρδευτικό νερό. Θα πρέπει, λοιπόν, να φροντίσουμε να δημιουργηθεί γύρω από το κάθε δέντρο-φυτό μας ένας μεγάλος λάκκος ποτίσματος που να συγκρατεί σημαντική ποσότητα νερού, ώστε το φυτό να ποτίζεται σε βάθος και με αυτόν τον τρόπο να το βοηθήσουμε να αναπτύξει βαθύ ριζικό σύστημα. Σταδιακά αραιώνουμε χρονικά τα ποτίσματα, αλλά αυξάνουμε την ποσότητα του νερού (όπως περιγράψαμε παραπάνω). Θα διαπιστώσουμε ότι ειδικά τα φυτά που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία θα αρχίσουν να προσαρμόζονται.

Τα πιο ανθεκτικά στην ξηρασία φυτά. τα οποία είναι σκόπιμο να μην τα φυτέψουμε ακόμα, αλλά στα τέλη του φθινοπώρου, ώστε να εκμεταλλευτούν τις χειμωνιάτικες βροχές για να εγκατασταθούν ικανοποιητικά- είναι:

- Δέντρα και θάμνοι: ελιά, ξυλοκερατιά (χαρουπιά), μυρτιά, δάφνη, πικροδάφνη, κουμαριά, σχοίνος, βιβούρνο, ελαίαγνος, τεύκριο.
- Φοινικοειδή δέντρα: φοίνικες και τσίκας.
- Αρωματικά φυτά: δεντρολίβανο, ρίγανη, θυμάρι, λεβάντα/λεβαντίνη, φασκόμηλο.
- Κάκτοι και παχύφυτα: αθάνατος και αλόη.

Τα ακόλουθα φυτά με βάση τον Φιλιππί (2008) είναι ανθεκτικά στη ξηρασία, και το πείραμα μας είναι βασισμένο σε αυτά (αρωματικά, πολυετή και ετήσια): σάλβια, εσχόλτσια, κεντρανθός ή ανάλατος, ανθύλλις, αντίρρινο ή σκυλάκι, αχιλλειά.

Εξοικονόμηση νερού (στον αγροτικό τομέα)

Στην προκειμένη φάση είναι χρήσιμο να αναφερθούν δράσεις/προσπάθειες προστασίας και εξοικονόμησης του νερού, κυρίως στον αγροτικό και κτηνοτροφικό τομέα, όπου έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια.

Σύμφωνα με τις πληροφορίες που διαθέτει στην ιστοσελίδα του το εκπαιδευτικό πρόγραμμα WaterSave (MEDSOS, 2015) ο αγροτικός και δευτερευόντως ο κτηνοτροφικός τομέας απορροφούν το 30-87% των ποσοτήτων νερού που καταναλώνονται, για την καλλιέργεια προϊόντων για οικιακή χρήση, προμήθεια της αγοράς, εξαγωγές και μεταποίηση. Σε κάποιες χώρες υπάρχουν ορισμένες πολιτικές που ενθαρρύνουν μεθόδους άρδευσης που περιορίζουν τη σπατάλη νερού.

Σημαντικό ρόλο παίζει η εκπαίδευση των καλλιεργητών στην εξοικονόμηση νερού, για παράδειγμα σχετικά με το πότε πρέπει να ξεκινά ή να σταματά η άρδευση, τη ρύθμιση της ποσότητας νερού που χρησιμοποιείται ανάλογα με τις βροχοπτώσεις, το είδος της καλλιέργειας ή της καλλιεργήσιμης γης. Ο ρόλος της άρδευσης διαφέρει ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή. Στις νότιες χώρες της Ευρώπης όλο και περισσότερο αρδεύονται καλλιέργειες (ακόμα και είδη όπως οι ελιές, οι συκιές, τα αμπέλια που δεν συνηθίζονταν να είναι ποτιστικά) σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, ενώ στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη η άρδευση χρησιμοποιείται για τη διατήρηση της παραγωγής σε θερινές περιόδους ξηρασίας.

Στην Ελλάδα, περίπου το 80% της κατανάλωσης νερού προορίζεται για άρδευση. Από αυτή την ποσότητα ένα μεγάλο ποσοστό μέχρι και 50% του μεταφερόμενου νερού - χάνεται λόγω της κακής κατάστασης των αρδευτικών

δικτύων ή των ακατάλληλων τεχνικών! Την κατάσταση έρχεται να επιβαρύνει το γεγονός ότι πολλές άνυδρες καλλιέργειες έχουν αντικατασταθεί από υδροφόρα είδη, όπως τις σύγχρονες ποικιλίες βαμβακιού, τα εσπεριδοειδή κ.άα. Στον κάμπο της Θεσσαλίας, για παράδειγμα, την περίοδο 1984-1996 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις βαμβακιού υπερδιπλασιάστηκαν αντικαθιστώντας ξερικές καλλιέργειες κυρίως σκληρού σίτου.

Για την εξοικονόμηση νερού στη γεωργία μπορούν να εφαρμοστούν τα εξής μέτρα:

- Αποφυγή καλλιεργειών που απαιτούν μεγάλες απαιτήσεις σε νερό, όπως είναι το βαμβάκι.
- Άρδευση καλλιεργειών με σύγχρονα συστήματα άρδευσης, με ιδιαίτερη προτίμηση στη χρησιμοποίηση συστήματος άρδευσης με σταγόνες ακόμη και για τις δενδρώδεις καλλιέργειες.
- Τακτικός έλεγχος και συντήρηση του αρδευτικού εξοπλισμού για μείωση των απωλειών νερού στο ελάχιστο δυνατό.
- Χρήση ωραρίων άρδευσης με βάση τις πραγματικές ανάγκες σε νερό των διαφόρων καλλιεργειών για αποφυγή σπατάλης.
- Χρήση οργάνων μέτρησης εδαφικής υγρασίας για καθορισμό του χρόνου και της ποσότητας άρδευσης, ώστε να απογεύεται η σπατάλη νερού.
- Αποφυγή άρδευσης όταν φυσούν ισχυροί άνεμοι και όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, παράγοντες που υποβοηθούν στην εξάτμιση του νερού. Καλό είναι η άρδευση να γίνεται τις νυκτερινές ή δροσερές ώρες για να αποφεύγεται η έντονη εξάτμιση νερού.
- Χρήση εδαφοκάλυψης με πλαστικό ώστε να εμποδίζονται οι απώλειες νερού από εξάτμιση και η βλάστηση ζιζανίων.
- Συλλογή και αξιοποίηση του νερού της βροχής όπου είναι δυνατόν.
- Αξιοποίηση ανακυκλωμένου νερού που παράγεται από τους βιολογικούς καθαρισμούς και επαναχρησιμοποίηση για άρδευση.
- Εφαρμογή αυστηρού κλαδέματος με στόχο τη μείωση της παραγωγής και κατ' επέκταση τη μείωση των αναγκών σε νερό, χωρίς όμως επιπτώσεις στην ποιότητα των προϊόντων.
- Αντικατάσταση ηλικιωμένων δέντρων (όπου μπορεί να εφαρμοστεί) με στόχο την ανανέωσή τους και την αλλαγή ποικιλίας.
- Συστηματική καταπολέμηση ζιζανίων, για την αποφυγή κατανάλωσης νερού από αυτά και επομένως εξοικονόμησή του πόρου για τις φυτείες.
- Αραίωμα καρπού για τη μείωση της παραγόμενης ποσότητας προϊόντων, βελτίωση της ποιότητάς τους αλλά και εξοικονόμηση νερού.
- Περιορισμός λίπανσης (ιδιαίτερα της αζωτούχας), που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της καρποφορίας και της επιφάνειας των φύλλων των φυτών με αποτέλεσμα την μικρότερη κατανάλωση νερού.
- Η μελέτη της μετατροπής των ανοικτών αρδευτικών δικτύων σε κλειστά υπό πίεση.
- Ο προγραμματισμός των αρδεύσεων με βάση τις συνθήκες κάθε περιοχής και τις ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών.

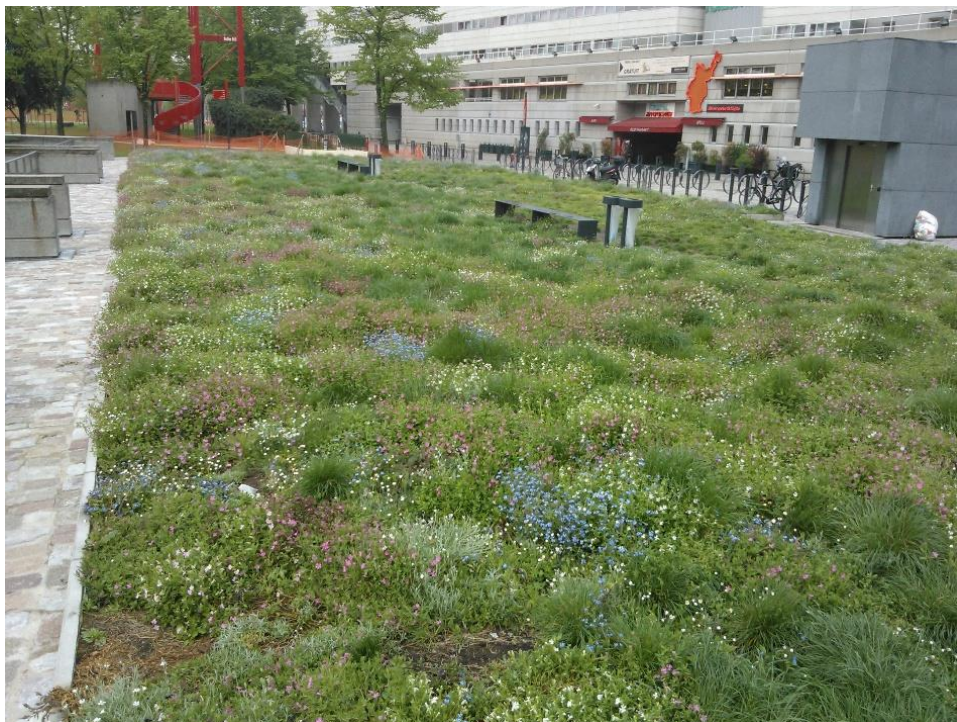
- Η ενημέρωση των αγροτών για τις ανάγκες σε νερό, η καθοδήγησή τους στην πράξη με πιλοτικές εφαρμογές, αλλά και η ενίσχυσή τους για εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων.

Αστικά Λιβάδια

Μια από τις αυξανόμενες απαιτήσεις των πόλεων είναι και η παρουσία πρασίνου, έτσι δημιουργήθηκαν τα αστικά λιβάδια όπου η παρουσία τους και η διαχείρισή τους είναι αισθητή από τα αρχαία χρόνια.



Εικόνα 5 «Χρυσό Ολυμπιακό Λιβάδι» Λονδίνο.



Εικόνα 6 Αστικό λιβάδι, Parc de la Villette, Paris, Γαλλία, 2011



Εικόνα 7 Αστικό λιβάδι σε νησίδα εθνικής οδού, Interstate 40 Johnson County, ΗΠΑ

Το 2011, οι κήποι επίδειξης του Chelsea Flower Show περιλαμβάνουν και τον RBC New Wild Garden (Νέος Φυσικός Κήπος) ο οποίος έχει ως χορηγούς την Royal Bank of Canada σε συνεργασία με την Landscape Agency (Alexander, 2011). Στον επιδεικτικό αυτό κήπο, ο οποίος έχει σχεδιαστεί από τον Δρ. Nigel Dunnett -έναν από τους κορυφαίους πρωτοπόρους φυτοκόμους της εποχής μας- συνδυάζονται δύο σημαντικές θεματολογίες των τελευταίων 100 ετών της κηποτεχνίας: το κίνημα των έργων τέχνης και των κατασκευών (arts and crafts movement) και το φυσικό κήπο (wild garden). Ο Δρ. Dunnett εργάζεται στο Πανεπιστήμιο του Sheffield και διευθύνει το Green Roof Centre, το οποίο είναι μεταξύ των κορυφαίων όσο αφορά τις πράσινες οροφές και τα αστικά λιβάδια. Γύρω στο 2005, όταν ο ίδιος χρησιμοποίησε πρώτος τον όρο "αστικά λιβάδια" (urban meadows), πολλοί ήταν περιφρονητικοί γι' αυτό, διότι δεν μπορούσαν να πιστέψουν ότι μια λωρίδα από παπαρούνες ανάμεσα σε πολυκατοικίες θα μπορούσε να αντικαταστήσει τα εκατομμύρια στρέμματα λιβαδιών όπου είχαν χαθεί. Σύμφωνα με τα λεγόμενα του Dunnett, τα αστικά λιβάδια είναι κοινωνικά και περιβαλλοντικά βιώσιμα. Είναι κάτι που παρασύρει τους ανθρώπους σε ένα "φανταστικό" θέαμα. Οι περαστικοί μπορούν να πάρουν λουλούδια για να τα σπείρουν στον δικό τους κήπο. Ο Dunnett έχει επεκτείνει μέχρι και σήμερα αυτή την ιδέα για τον 21^ο αιώνα, λέγοντας «Ανανεώνουμε τον άγριο κήπο και τον τοποθετούμε σε ένα αστικό περιβάλλον».

Ένα λιβάδι είναι ένα πεδίο με φυσικά χόρτα και μητρικά αγριολούλουδα. Τα λιβάδια δημιουργούνται εκεί που το δάσος έχει ανοίξει από πυρκαγιές, πλημμύρες ή γεωργικές δραστηριότητες. Τέτοιου είδους φυτά είναι τα πρώτα που εμφανίζονται σε τέτοιες περιοχές, όπως εγκαταλελειμμένα χωράφια, όπου το έδαφος έχει διαταραχθεί. Όμως τα λιβάδια είναι μια προσωρινή

οικολογική κοινότητα. Και έτσι η δημιουργία ενός δάσους επιτυγχάνετε χωρίς καμία παρέμβαση λόγω της φυσικής εξέλιξης.

Στο νοσοκομείο Stafford πριν 2 χρόνια, η διοίκηση αποφάσισε την φύτευση σε ανθεκτικά χόρτα και αγριολούλουδα (Umble, 2011) με τον σκοπό να δημιουργήσουν ένα χώρο για την ανάπαυση των ασθενών, τους επισκέπτες και το προσωπικό για να μην χρειάζονται τα φυτά συνέχεια πότισμα, κούρεμα και λίπανση. Μετά τα 3 χρόνια από το ξεκίνημα αυτής της φύτευσης, τα χόρτα και τα αγριολούλουδα αυτά έχουν γίνει ένα επιδεικτικό και αξιοθαύμαστο θέμα. Όταν ο Jensen επανεξέτασε το νοσοκομείο για να ελέγξει το λιβάδι, ήταν ευχαριστημένος με αυτό που είδε, λέγοντας «Είναι ένα πολύ όμορφο περιβάλλον για τους ασθενείς».

Με τα αστικά αυτά λιβάδια ο Jane Memmott, Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο του Bristol (Perrone, 2014), εξετάζει και ανακαλύπτει ότι με αυτόν τον τρόπο τα επικοινωνιακά έντομα οδηγούνται στην πόλη για να βρούνε νέκταρ.

Άλλοι πάλι, όπως ο Allen Bryan (Umble, 2011), ιδιοκτήτης του νοσοκομείου Stafford, αναφέρουν ότι υπήρχαν κάποια γυμνά κομμάτια κατά τα δύο πρώτα έτη, που αυτό είχε μια αρνητική αισθητική.



Εικόνα 8 Λιβάδι στο T.E.I. Ηπείρου (2015)

Στην χώρα μας, ο δήμος Θεσσαλονίκης, υιοθέτησε ένα μοντέλο που λειτουργεί σε πολλές σύγχρονες μεγαλουπόλεις, τη δημιουργία ξεχωριστών

αστικών λιβαδιών, που αποτυπώθηκε σε μελέτη και βραβεύτηκε από το Ελληνικό Ινστιτούτο Αρχιτεκτονικής ως το καλύτερο δημόσιο έργο της τετραετίας 2004-2008 (Δημοσιογραφικό Συγκρότημα, 2014), καθώς και από τον οργανισμό Ecocities το 2007 και συμμετοχή στην Μπιενάλε Αρχιτεκτονικής Τοπίου της Βαρκελώνης το 2010. Σε ορισμένους από τους κήπους της σύνθεσης αυτής χρησιμοποιούνται αστικά λιβάδια (Εικόνα 9).



Εικόνα 9 Αστικά λιβάδια στην Θεσσαλονίκη (κήπος πριν το Μακεδονία Palace (επάνω) και Κήπος των εποχών (κάτω), Μάιος 2015)

Σε αυτό φυτεύτηκαν αγριολούλουδα, ανθεκτικά ξηρόφυτα, αρωματικά βότανα και άλλα σπάνια ενδημικά φυτά. Το γεγονός αυτό οδηγεί στη λιγότερο τακτική και αυστηρή κλάδευση των φυτών, όπως αυτή εφαρμόζεται από τον δήμο

Θεσσαλονίκης στα υπόλοιπα πάρκα και κήπους της δικαιοδοσίας του (Δημοσιογραφικό Συγκρότημα, 2014). Με την έλλειψη του φυσικού τοπίου, οι πόλεις αναζητούν σήμερα οάσεις και διεξόδους σε χώρους χαμηλής έντασης, περιπάτου, παιχνιδιού, εκπαίδευσης, πολιτισμού και αναψυχής. Ένας τέτοιος χώρος είναι και ο Κήπος των Εποχών, που προσθέτει στο αστικό τοπίο μια νότα ελληνικού αγροτικού και δασικού τοπίου. Η στόχευση και η λειτουργία του είναι αισθητική και εκπαιδευτική. Συνεχίζουν την προσπάθεια για να κάνουν πιο πράσινη την καθημερινότητα της πόλης, ακολουθώντας παραδείγματα που ούτως ή άλλως υπάρχουν και λειτουργούν με επιτυχία σε πόλεις του εξωτερικού.



Εικόνα 10 Λιβάδι στο Τ.Ε.Ι. Ηπείρου (Μάιος 2015)

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αστικών λιβαδιών

Πλεονεκτήματα λιβαδιών

- Ενίσχυση του οικοσυστήματος
- Εξοικονόμηση νερού
- Αισθητική απόδοση όλο τον χρόνο
- Ενίσχυση της αισθητικής

- Βελτίωση της ατμόσφαιρας
- Χαμηλό κόστος συντήρησης
- Απαλλαγμένο από χημικά

Μειονεκτήματα

- Προέλευση εντόμων
- Δύσκολη πρόσβαση μέσα στο λιβάδι

10 λόγοι που συναινούν για την αντικατάσταση του χλοοτάπητα από ένα λιβάδι

1. Στα λιβάδια δεν γίνεται χρήση χημικών φυτοφαρμάκων / ζιζανιοκτόνων και λιπασμάτων. Η εξάλειψη των τοξικών χημικών ουσιών προστατεύει ωφέλιμους οργανισμούς του εδάφους που υποστηρίζουν το οικοσύστημα, τα φυτά, τα ζώα που ζουν εκεί, τους ανθρώπους και τα κατοικίδια ζώα που επισκέπτονται ένα τέτοιο χώρο.
2. Τα λιβάδια απαιτούν ελάχιστη διαταραχή γιατί θεωρείται μητρικό τοπίο.
3. Τα λιβάδια είναι ανώτερα του γκαζόν μιας και το δεύτερο πρέπει να θερίζεται ενώ επιπλέον είναι και οικότοποι που σφύζουν από ζωή και αποτελούν το σπίτι για πολλά είδη όπου τα περισσότερα είναι ιθαγενή φυτά, έντομα και ζώα .
4. Αν καταστραφεί ένα λιβάδι μια φορά μεταξύ Νοεμβρίου και Απριλίου, αυτό μπορεί να συνεχίσει να διατηρείτε.
5. Τα λιβάδια ευδοκιμούν, χρησιμοποιώντας τα απόβλητά τους για την οικοδόμηση της οργανικής ύλης του εδάφους που τρέφει τη ζωή.
6. Τα λιβάδια παρέχουν όλο το χρόνο κάλυψη και τροφή για τα έντομα και τα άγρια ζώα.
7. Έλεγχος της διάβρωσης. Σε αντίθεση με τον χλοοτάπητα που δρα ως πράσινο σκυρόδεμα, στην πολυπλοκότητα και διάφορα υψών. Τα φυτά των λιβαδιών εμποδίζουν τα ορμητικά νερά των βροχοπτώσεων στην επιφάνεια του εδάφους ώστε να μην επέλθει διάβρωση. Επιπλέον, τα βαθιά συστήματα ρίζας προκαλούν την σταθεροποίηση του εδάφους.
8. Βιοαποκατάσταση. Τα λιβάδια παρέχουν ένα πλέγμα από μικροοργανισμούς, μύκητες, πράσινα φυτά ή τα ένζυμα τους που

μπορούν να αποκαταστήσουν το φυσικό περιβάλλον όπου μεταβάλλεται από τις προσμείξεις στην αρχική του κατάσταση.

9. Χαμηλό κόστος συντήρησης. Μόλις συσταθεί, τα λιβάδια δεν χρειάζονται πότισμα, θέλουν ελάχιστο κούρεμα και καμία λίπανση.
10. Η συνεχής μεταβαλλόμενη ομορφιά των λιβαδιών προκαλεί μια αίσθηση γαλήνης και ηρεμίας, ενώ η δραστηριότητα των κατοίκων της, παρέχει ατέλειωτη απόλαυση.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ ΣΠΟΡΩΝ ΦΥΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΗΣ ΧΛΩΡΙΔΑΣ

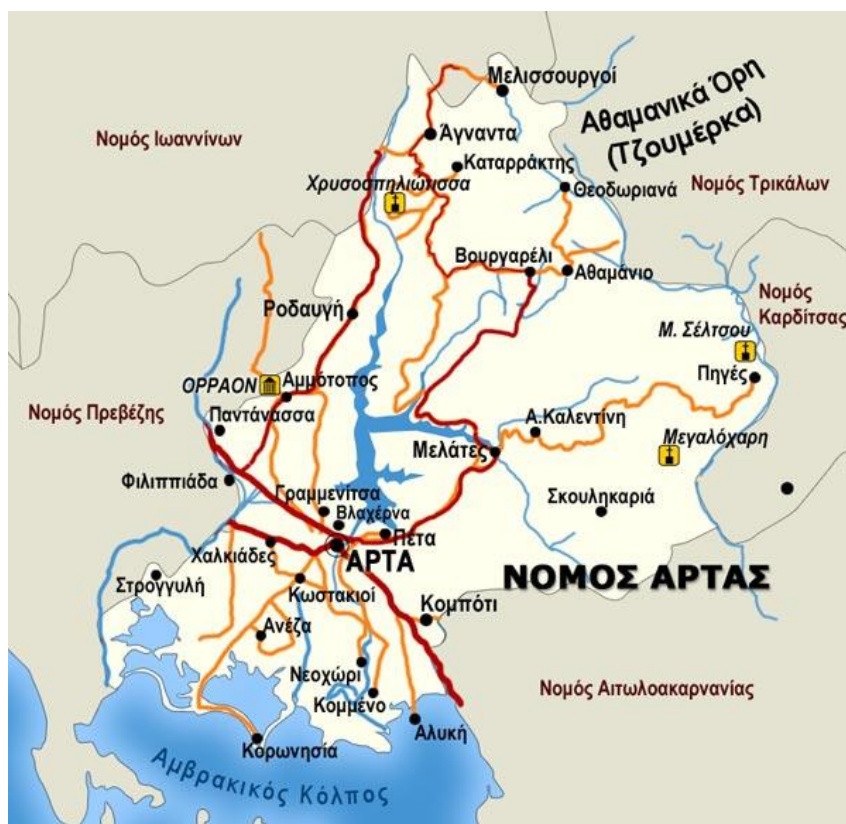
Αυτό το τμήμα της πτυχιακής αφορά αξιολόγηση μειγμάτων σπόρων μεσογειακών φυτών ως προς την δυνατότητα δημιουργίας αστικών λιβαδιών και ως προς τη δυνατότητά τους να αντικαταστήσουν στο πλαίσιο συγκεκριμένων εφαρμογών (π.χ. φυτεύσεις κόμβων, νησίδων, πρανών) τον χλοοτάπητα. Τα αστικά αυτά λιβάδια αναμένεται να έχουν πολύ μικρότερες ανάγκες σε φροντίδα αλλά και μικρότερες απαιτήσεις σε εισροές όπως νερό, λιπάσματα κλπ.

Υλικά και μέθοδοι

Γεωγραφική θέση

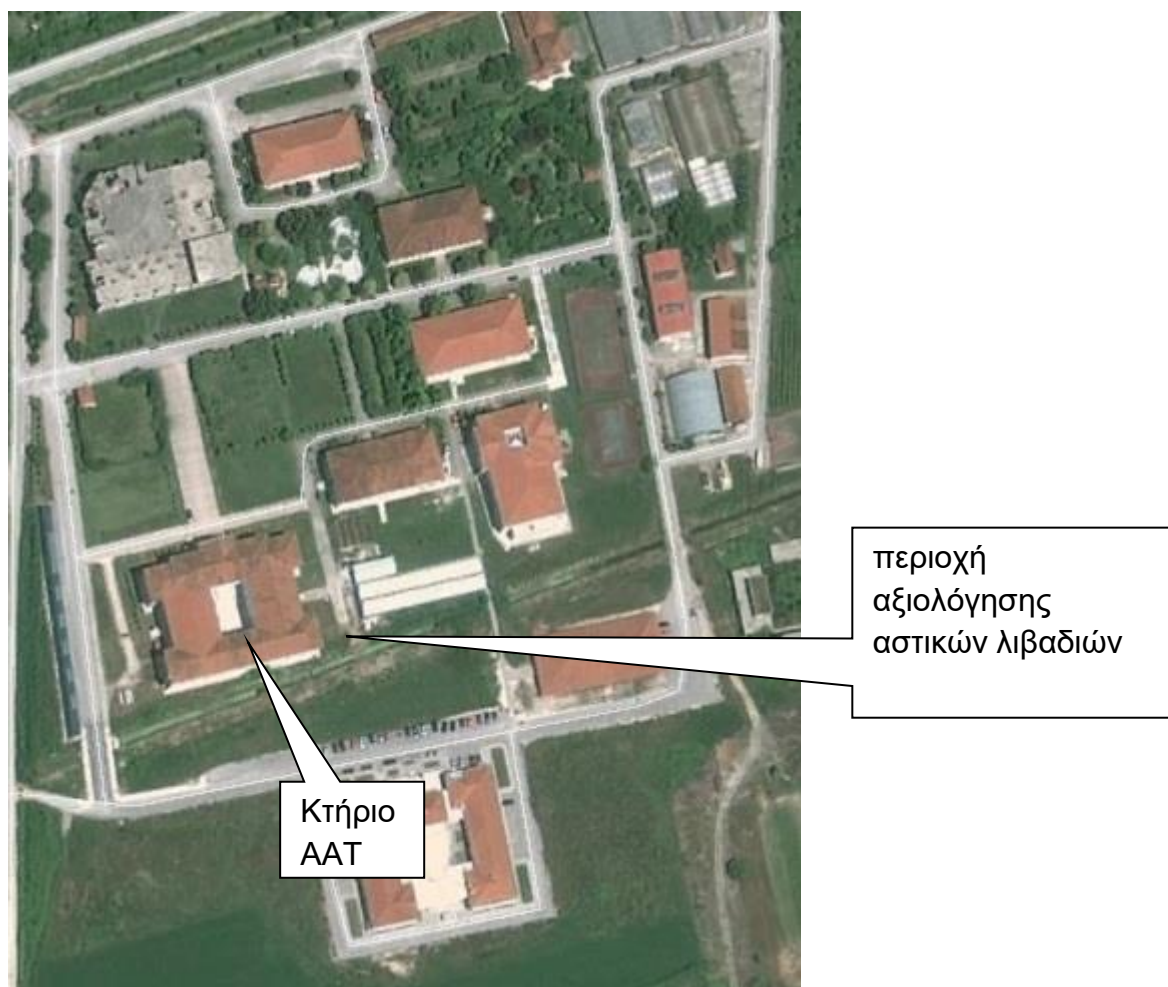
Η πειραματική αξιολόγηση υλοποιήθηκε στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου του τμήματος Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου που βρίσκεται στην τεχνόπολη (campus) του ΤΕΙ Ηπείρου, στους Κωστακικούς Άρτας.

Ο νομός Άρτας βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα της Ελλάδας και ανήκει γεωγραφικά και διοικητικά στην Ήπειρο, καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα της Ηπείρου (Εικόνα 11).



Εικόνα 11 Χάρτης νομού Άρτας (πηγή: www.hellogreece.gr/ipiros/arta_hotels.html)

Η τεχνόπολη (campus) του ΤΕΙ Ηπείρου, στους Κωστακικούς Άρτας (Εικόνα 12). 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 12 Γενική κατοψη της περιοχής μελετης (πηγή: Google EARTH, 2015)

Κλιματικά στοιχεία

Τα μετεωρολογικά στοιχεία που παρουσιάζονται προέρχονται από την ΕΜΥ (2015) 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 2.500 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 τους ξηροθερμικούς μήνες, δηλαδή τον Ιούλιο και τον Αύγουστο.

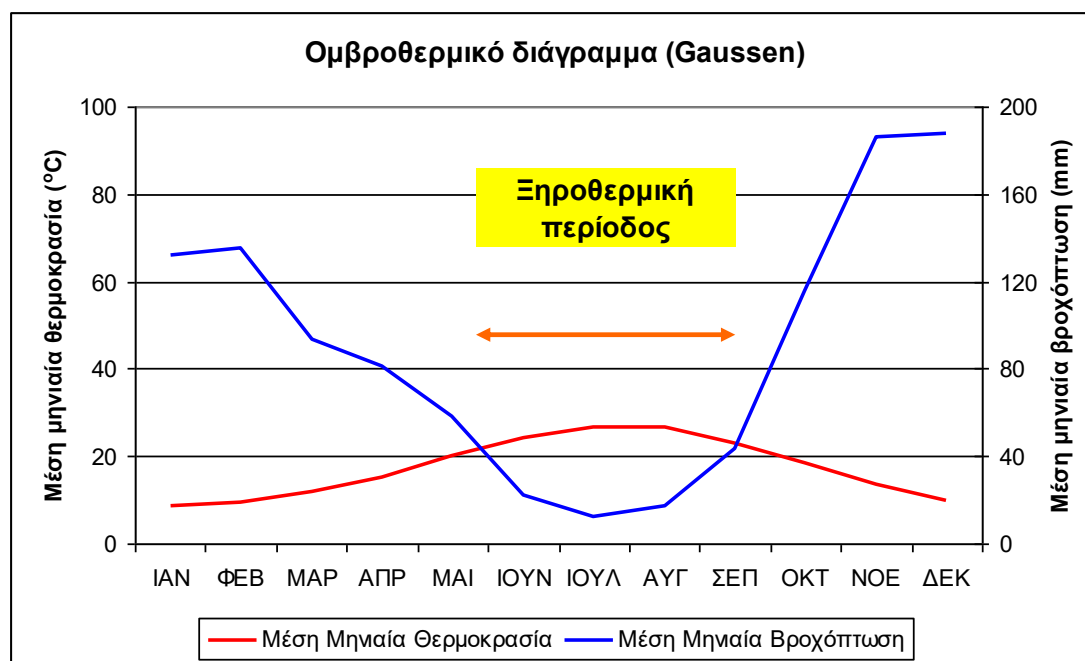
Σε γενικές γραμμές η ετήσια πορεία της σχετικής υγρασίας ακολουθεί την ετήσια πορεία των βροχών και είναι αντίστροφη σχεδόν με την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας και της ηλιοφάνειας. Οι βροχές στην περιοχή διακρίνονται από άνιση κατανομή στην διάρκεια του έτους, χαρακτηριστικό εξάλλου του Μεσογειακού 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. Οι πρώτες βροχές συμβαίνουν συνήθως στα μέσα Σεπτεμβρίου ή αργότερα, στα νότια πεδινά. Συνήθως ακολουθεί μια μικρή περίοδος με ηλιόλουστες και σχετικά ζεστές φθινοπωρινές ημέρες, το γνωστό μικρό καλοκαιράκι και από τα μέσα σχεδόν του Οκτωβρίου αρχίζουν οι έντονες και παρατεταμένες βροχές, που διατηρούνται μέχρι τα μέσα της άνοιξης σχεδόν. Από τον Οκτώβριο και μέχρι τον Ιανουάριο οι βροχές είναι άφθονες.

Όσο αφορά τη σχετική υγρασία, 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. Το φαινόμενο δροσιάς παρατηρείται συνήθως την άνοιξη και στις αρχές φθινοπώρου, ενώ της πάχνης από τα μέσα φθινοπώρου μέχρι την αρχή της άνοιξης και ειδικότερα κατά τις πρωινές ώρες. Η ομίχλη παρουσιάζεται συνήθως τους φθινοπωρινούς και χειμερινούς μήνες και κυρίως τις νυχτερινές και πρωινές ώρες.

Ολικοί παγετοί δεν παρατηρούνται στην περιοχή παρά μόνο μερικοί που διαρκούν λίγες ώρες και εμφανίζονται από τον Νοέμβριο μέχρι τον Μάρτιο και κυρίως τον Ιανουάριο με Φεβρουάριο. Οι ημέρες παγετού το χρόνο ανέχονται σε 12,4 κατά μέσω όρο. Ζημιές από παγετούς παρατηρούνται μόνο στα εσπεριδοειδή για τα οποία λαμβάνονται μέτρα προστασίας. Χαλαζόπτωση παρατηρείται σπανίως κατά φθινοπωρινούς μήνες, είναι μικρής διάρκειας και με κόκκους μικρής διαμέτρου.

Στην περιοχή επικρατούν βορειοανατολικοί άνεμοι και η ένταση τους κυμαίνεται από 4,6 μέχρι και 6,5 Beaufort (ΕΜΥ, 2015).

Με βάση τα δεδομένα της ΕΜΥ μπορούμε να σχεδιάσουμε το ομβροθερμικό διάγραμμα από το οποίο προκύπτει ότι η ξηροθερμική εκτείνεται από Μάιο έως Σεπτέμβριο (Εικόνα 13).

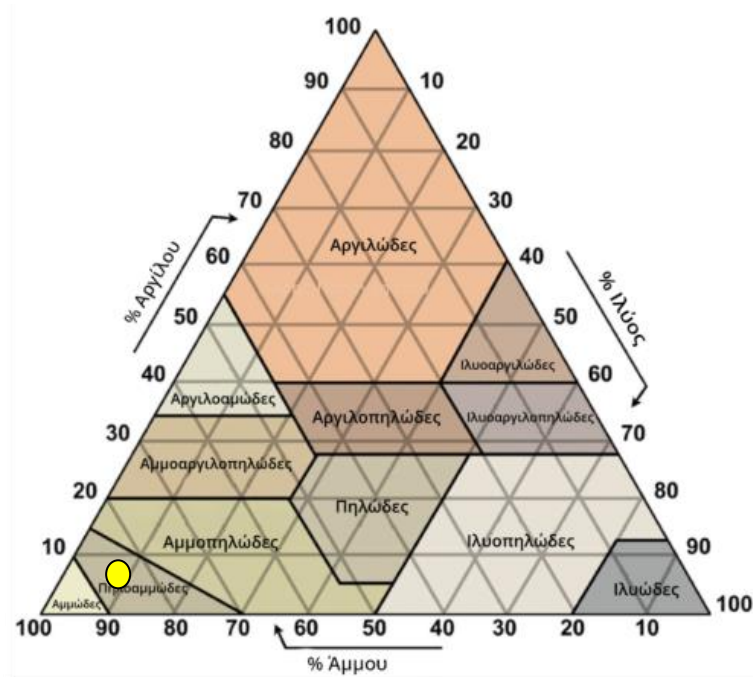


Εικόνα 13 Ομβροθερμικό διάγραμμα Άρτας

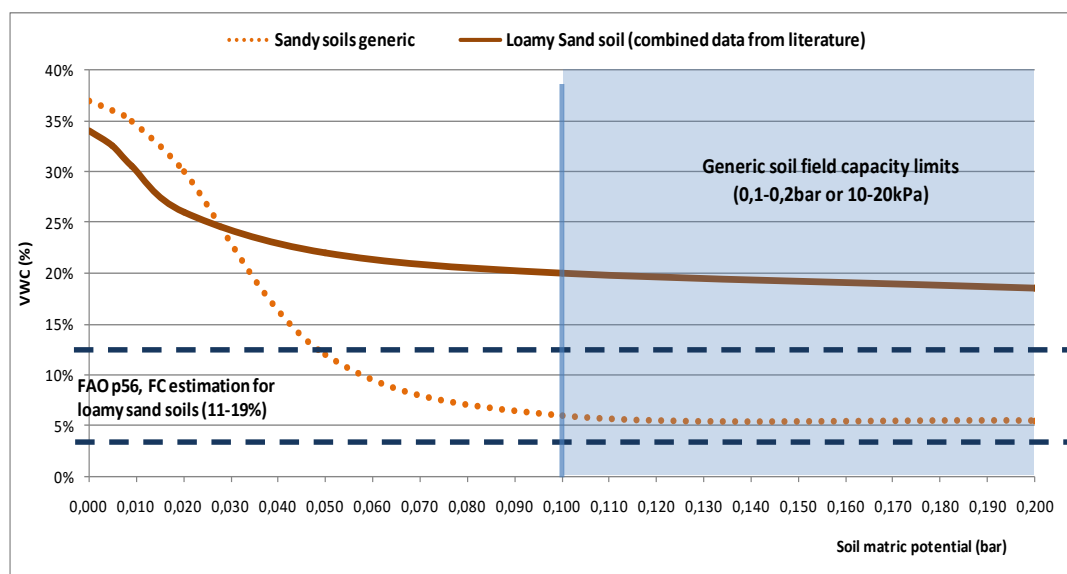
Έδαφος

Η ανάλυση που έγινε στο έδαφος που χρησιμοποιήθηκε έδειξε ότι ανήκει στην κατηγορία πηλοαμμώδες. Για τέτοια εδάφη οι γενικές ιδιότητες που σχετίζονται με το νερό είναι (Allen κ.α., 1998):

- Υδατοικανότητα: 15%
- Σημείο μάρανσης: 6%
- Διαθέσιμη υγρασία εδάφους: 9%
- Τελική ταχύτητα διήθησης: 23 mm h⁻¹



Εικόνα 14 Τριγωνικό διάγραμμα για την μηχανική σύσταση του εδάφους (με κύκλο σημειώνεται η θέση που αντιστοιχεί στο έδαφος που χρησιμοποιήθηκε)



Εικόνα 15 Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας για το έδαφος που χρησιμοποιήθηκε

Φυτικό υλικό / μεταχειρίσεις

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν άγρια ξηροφυτικά φυτά της μεσογειακής χλωρίδας. Στα πειραματικά μας παρτέρια (Α, Β και Γ) σπάρθηκε μείγμα σπόρων φυτών λειβαδιού, Pelouse και Provence. Η σύσταση των μειγμάτων αυτών φαίνεται στο

Πίνακας 1

Κάθε παρτέρι ήταν μια ξύλινη κατασκευή που περιείχε το πηλοαμώδες έδαφος που αναφέρθηκε. Το παρτέρι Α είχε μέγεθος επιφάνειας 6,25 m². Το παρτέρι Β είχε επιφάνεια 12 m², χωρισμένο σε τρία κομμάτια (1, 2, 3) όπου κάθε κομμάτι είχε επιφάνεια 4 m². Όμοίως, το παρτέρι Γ είχε έκταση επιφάνειας 4,5 m².

Το μίγμα φυτών Pelouse σπάρθηκε στα παρτέρια Α, Β1, Β3 ενώ το μίγμα φυτών Provence σπάρθηκε στα Β2 και Γ (Εικόνα 17). Μεταξύ της ημέρας σποράς και της περιόδου αξιολόγησης της άνθησης των φυτών πέρασαν περίπου 5 μήνες έως ότου τα πρώτα φυτά έλθουν σε πλήρη ανθοφορία. Πραγματοποιήθηκε καταγραφή των φυτών που τελικά βλάστησαν και άνθησαν καθώς και της εποχής άνθησης κάθε είδους των μειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και δημιουργήθηκε σχετικό ημερολόγιο.

Επιπλέον αξιολογήθηκε ένα ήδη υπάρχον φυτεμένο λιβάδι, ως προς την εποχή άνθησης των φυτών του. Συγκεκριμένα, το πειραματικό αυτό τεμάχιο έκτασης 12 m² είχε φυτευτεί από τη περσινή χρονιά με μίγμα φυτών λιβαδιού Pelouse και Provence και βρίσκεται στο ίδιο χώρο του ΤΕΙ Ηπείρου. Ομοίως πραγματοποιήθηκε και εκεί καταγραφή της εποχής άνθησης των φυτών και δημιουργήθηκε σχετικό ημερολόγιο(Πίνακας 2).



Εικόνα 16 Μείγμα Provence (φυλλάδιο παραγωγού: Phytochem, <http://www.phytosem.com/>)



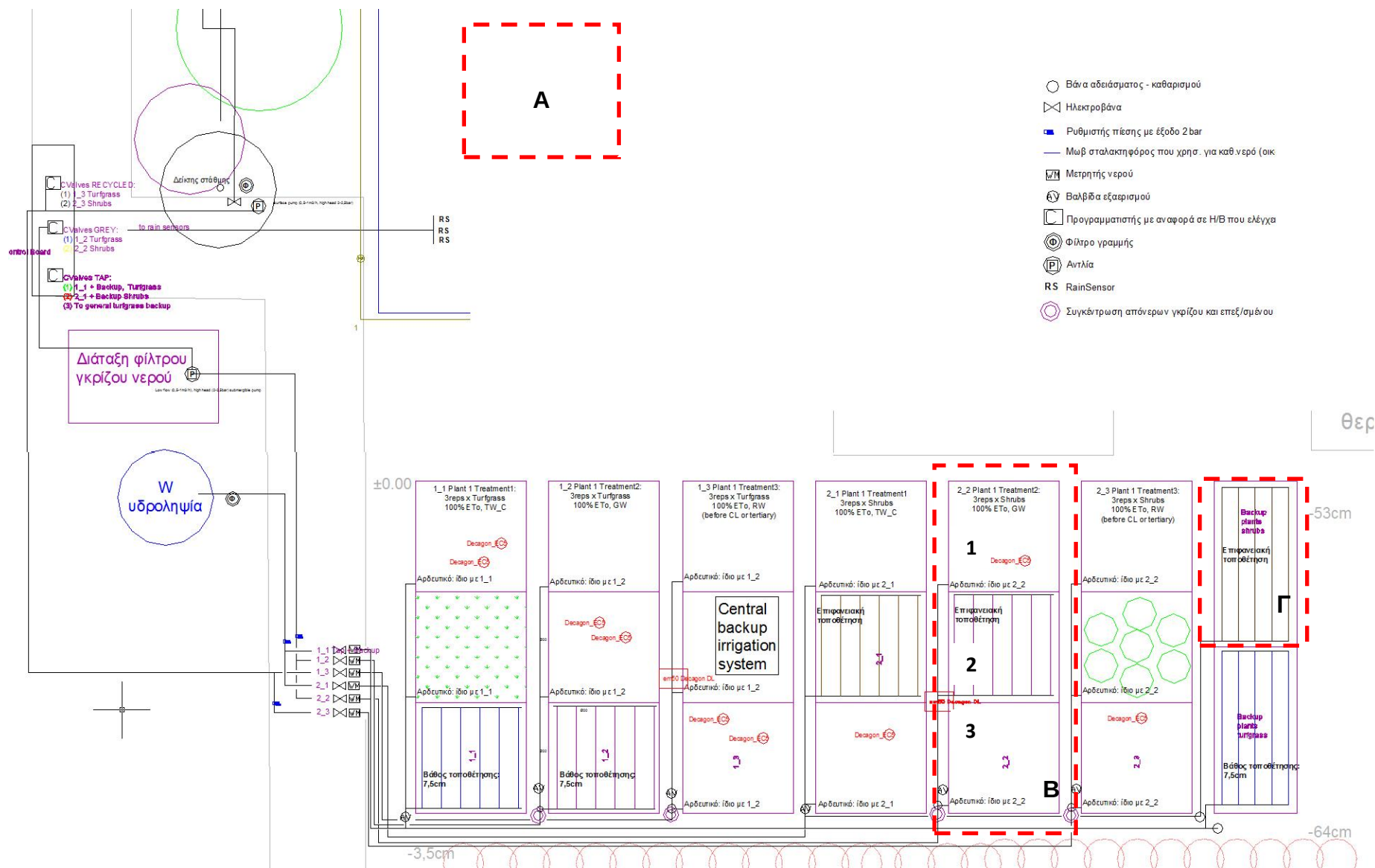
Εικόνα 17 Τα πειραματικά παρτέρια Α, Β(1,2,3), Γ (από αριστερά προς τα δεξιά) αμέσως μετά τη σπορά



Εικόνα 18 Τα πειραματικά παρτέρια Α, Β(1,2,3), Γ (από αριστερά προς τα δεξιά) 5 μήνες μετά τη σπορά

Πίνακας 1 Σύνθεση μειγμάτων Pelouse και Provence

Μείγμα Provence	Μείγμα Pelouse	
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	<i>Melilotus alba</i>
<i>Alyssum maritimum</i>	<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Anthemis maritima</i>	<i>Sinapis alba</i>	<i>Nigella damascena</i>
<i>Anthemis tinctoria</i>	<i>Onobrychis viciifolia</i>	<i>Papaver rhoeas sauvage</i>
<i>Anthyllis vulneraria</i>	<i>Trifolium incarnatum</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Centaurea cyanus</i>	<i>Vicia villosa</i>	<i>Scabiosa atropurpurea</i>
<i>Centranthus ruber</i>	<i>Achillea millefolium</i>	<i>Silene vulgaris</i>
<i>Cerastium biebersteinii</i>	<i>Agrostemma githago</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Cheiranthus cheiri</i>	<i>Ammi majus</i>	
<i>Chrysanthemum segetum</i>	<i>Borago officinalis</i>	
<i>Dianthus carthusianorum</i>	<i>Centaurea cyanus</i>	
<i>Galium verum</i>	<i>Cephalaria leucantha</i>	
<i>Gypsophila repens</i>	<i>Cichorium intybus</i>	
<i>Helianthemum appeninum</i>	<i>Consolida regalis</i>	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	<i>Daucus carota sauvage</i>	
<i>Linum perenne</i>	<i>Echium vulgare</i>	
<i>Linum grandiflorum</i>	<i>Eschscholzia californica</i>	
<i>Malva moschata</i>	<i>Galium verum</i>	
<i>Nigella sativa</i>	<i>Glaucium flavum</i>	
<i>Psoralea bituminosa</i>	<i>Glebionis coronaria</i>	
<i>Saponaria ocymoides</i>	<i>Glebionis segetum</i>	
<i>Scabiosa maritima</i>	<i>Legousia,speculum veneris</i>	
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	
	<i>Linum bienne/perenne</i>	
	<i>Linum grandiflorum/rubrum</i>	
	<i>Lobularia maritima</i>	
	<i>Matricaria perforata</i>	
	<i>Matricaria recutita</i>	



Εικόνα 19 Γενική διάταξη πειράματος

Συστήματα μέτρησης παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος και υγρασίας εδάφους

Μέτρηση παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος

Για τις μετρήσεις του εναέριου περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του θερμοκηπίου υδροπονίας που βρίσκεται δίπλα στο χώρο όπου έγιναν οι αξιολογήσεις. Ο σταθμός διαθέτει πυρανόμετρο, θερμόμετρο, υγρασιόμετρο, ανεμόμετρο και βροχόμετρο (Εικόνα 20). Οι παράμετροι καταγράφονταν ανά 30min.



Εικόνα 20 Μετεωρολογικός σταθμός θερμοκηπίου υδροπονίας ΤΕΙ

Εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής

Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς είναι όπως είναι γνωστό ένας σύνθετος κλιματικός παράγοντας. Για την εκτίμησή της έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι. Στη συγκεκριμένη περίπτωση για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Hargreaves - Samani (Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε., Allen κ.α., 1998). Η μέθοδος αυτή προτείνεται για χρήση όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία, την σχετική υγρασία, την ταχύτητα του ανέμου και θα πρέπει αυτά να εκτιμηθούν μέσω υπολογιστικών προσεγγίσεων και θα πρέπει να διορθώνεται ανάλογα με τις συνθήκες ανέμου που επικρατούν στην περιοχή εφαρμογής ώστε να βελτιώνεται το αποτέλεσμα που δίνει.

Εξίσωση 1 Μέθοδος Hargreaves για την εκτίμηση της ETo

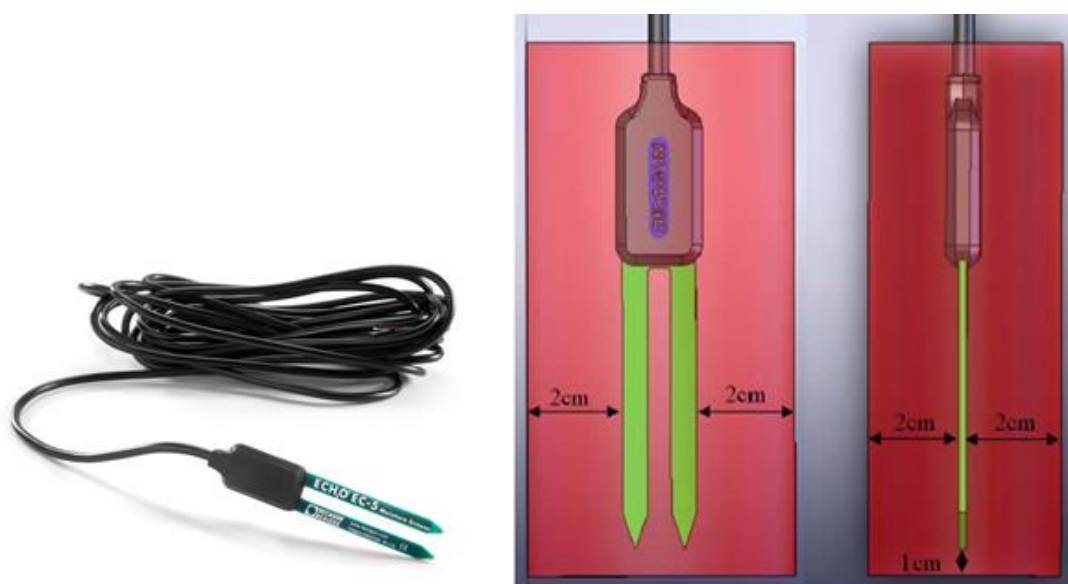
$$ETo = 0,0023 \times (T_{mean} + 17,8) \times (T_{max} - T_{min})^{0.5} \times Ra$$

όπου ETo και Ra σε mm day⁻¹ και T σε °C

Μέτρηση υγρασίας εδάφους

Χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες EC5 (Decagon devices, USA, Εικόνα 21). Είναι ένα όργανο μέτρησης διηλεκτρικής μέτρησης (τεχνολογίας Frequency Domain (FD) και ειδικότερα Frequency Domain Reflectometry (FDR)) το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για την μέτρηση της περιεχομένου υγρασίας σε εδάφη. Ο όγκος μέτρησης του οργάνου είναι αρκετά μεγάλος, της τάξης των 181 cm³. Σύμφωνα με την Decagon η χρήση των γενικών μοντέλων για ανόργανα και οργανικά εδάφη με τα οποία είναι εξ' αρχής εφοδιασμένο το σύστημα μέτρησης (πολυώνυμα 2^{ου} βαθμού) δίνει ακρίβεια της τάξης του $\pm 0,03$ με $\pm 0,03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ για εδάφη. Η βαθμονόμηση για το κάθε συγκεκριμένο υπόστρωμα μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια έως και τα επίπεδα του $\pm 0,01$ με $\pm 0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Η ανάλυση των μετρήσεων είναι 0,1 VWC% για ανόργανα εδάφη το δε εύρος μέτρησης είναι από 0-100% VWC.

Οι αισθητήρες ήταν συνδεδεμένοι σε καταγραφικό Decagon Em50. Ο Em50 μπορεί να δεχθεί έως και 5 αισθητήρες. Λειτουργεί με απλές αλκαλικές μπαταρίες, οι οποίες διαρκούν έως και 6 – 10 μήνες. Συνοδεύεται από λογισμικό προγραμματισμού και μεταφοράς των μετρήσεων VP-3 (Εικόνα 22).



Εικόνα 21 Αισθητήρας ec5 και η σχετική περιοχή δείγματος



Εικόνα 22 Καταγραφικό (data logger) Decagon em50 με 4 αισθητήρες συνδεδεμένους

Ισοζύγιο υγρασίας εδάφους

Το ισοζύγιο μάζας όσο αφορά την άρδευση – ισοζύγιο υγρασίας εδάφους- δίνεται από τη σχέση που ακολουθεί (Allen κ.α., 1998; Costello κ.α., 2000):

Εξίσωση 2 Ισοζύγιο υγρασίας εδάφους

$$ET = I + R + CR - RO - DP \pm \Delta SF \pm \Delta SW$$

όπου (όλα σε mm):

ET εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ($ET_c = K_c \cdot ET_o$) ή τοπίου ($ET_L = K_L \cdot ET_o = (k_s \cdot k_d \cdot k_{mc}) \cdot ET_o$) όπου ET_o η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς και K_c ο φυτικός συντελεστής και k_s , k_d , k_{mc} οι συντελεστές κατηγορίας φυτών, πυκνότητας φύτευσης και μικροκλίματος αντίστοιχα

I Άρδευση

R Βροχόπτωση

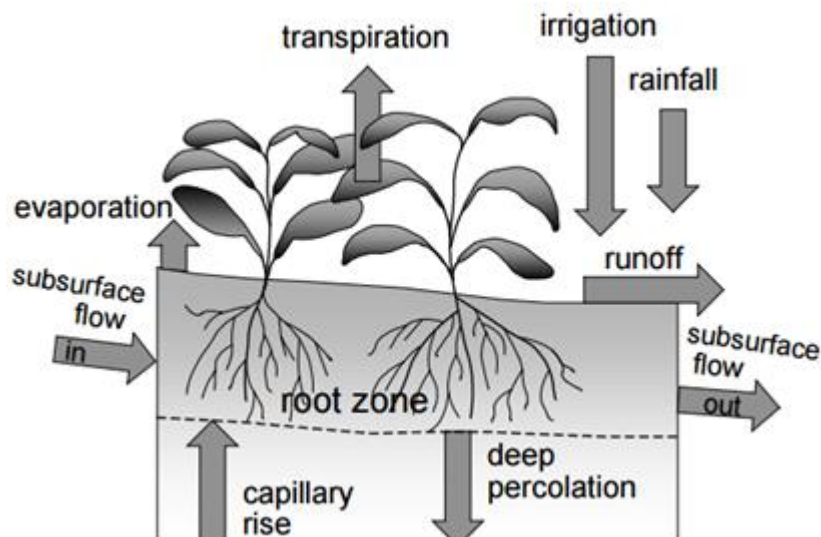
CR ανερχόμενο νερό από αβαθή υδάτινο ορίζοντα

RO επιφανειακή απορροή

DP βαθιά διήθηση

ΔSF οριζόντια μεταφορά από υπόγεια ροή

ΔSW μεταβολή υγρασίας εδάφους



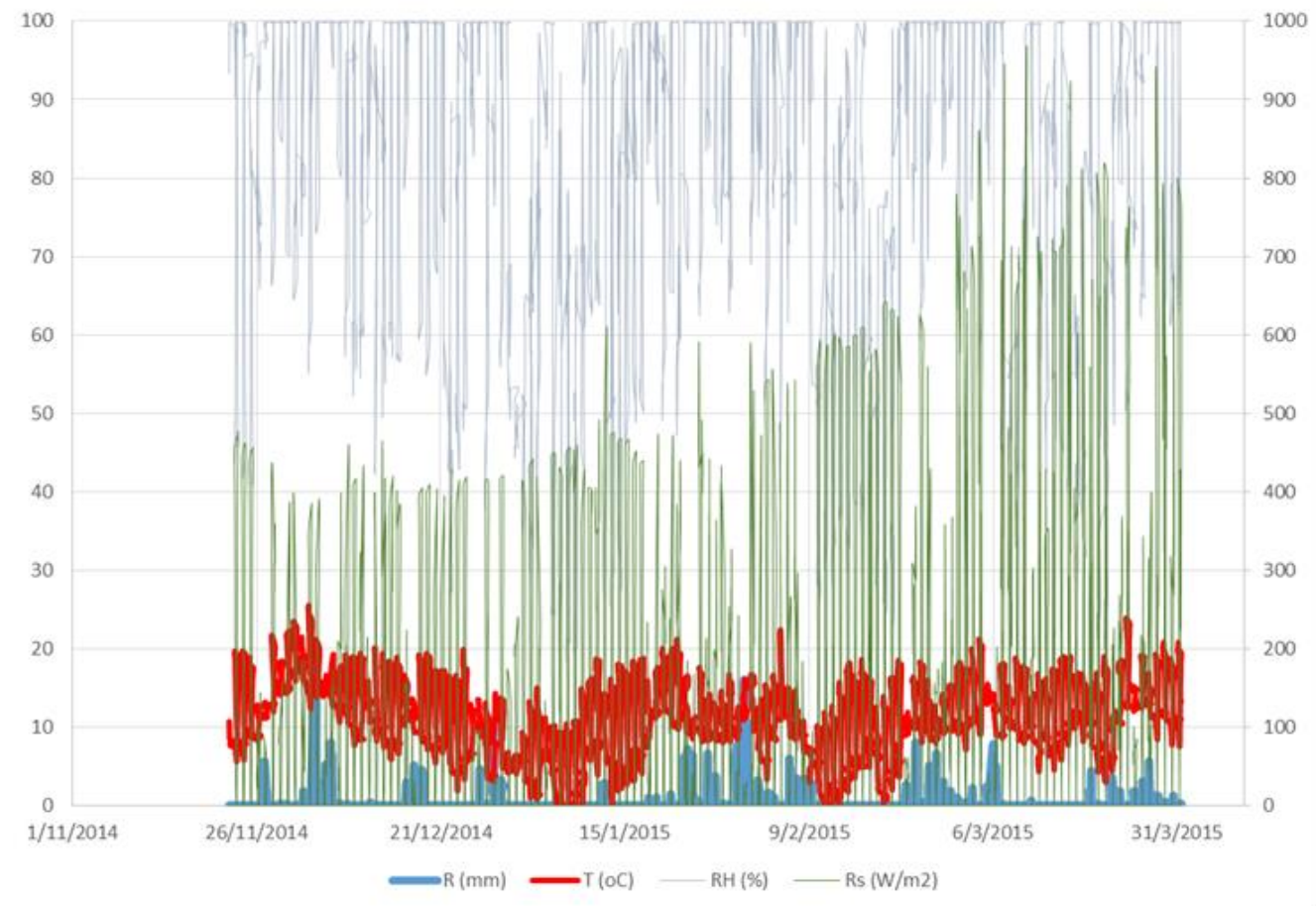
Εικόνα 23 Ισοζύγιο εδαφικής υγρασίας (Allen κ.α., 1998)

Στην υπό μελέτη περίπτωση μπορούμε να εκτιμήσουμε την ΕΤο από τις μετρήσεις παραμέτρων αέριου περιβάλλοντος, η άρδευση είναι πρακτικά 0, υπάρχουν μετρήσεις R από τις οποίες θα εκτιμηθεί η ενεργός βροχόπτωση και έτσι τα RO, DP μπορούν να θεωρηθούν 0. Το ΔSF είναι και αυτό 0. Τέλος υπάρχουν μετρήσεις εδαφικής υγρασίας, έτσι μπορεί να εκτιμηθεί η ΔSW.

Επομένως το ισοζύγιο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του φυτικού συντελεστή του λιβαδιού.

Μεταβολή συνθηκών εναέριου περιβάλλοντος και υγρασίας υποστρώματος κατά την περίοδο αξιολόγησης

Στην Εικόνα 24 παρουσιάζεται η μεταβολή των βασικών παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος (ηλιακή ενέργεια, θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα καθώς και βροχόπτωση) κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης, ενώ στην Εικόνα 25 παρουσιάζεται η μεταβολή της υγρασίας εδάφους κατά το ίδιο διάστημα. Σημειώνεται ότι πρακτικά δεν έγινε άρδευση.



Εικόνα 24 Μεταβολή βασικών παραμέτρων εναέριου περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης



Εικόνα 25 Μεταβολή υγρασίας εδάφους (% v/v, μέση τιμή) κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης

Καλλιεργητικά ημερολόγια

Μετά τη σπορά των μειγμάτων έγινε χρονική καταγραφή της βλάστησης του κάθε είδους των μειγμάτων που σπάρθηκαν. Όταν τα φυτά έφτασαν στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης, ξεκίνησε και η χρονική καταγραφή της ανθοφορίας του κάθε είδους. Με αυτό το τρόπο δημιουργήθηκε ένα αντίστοιχο ημερολόγιο βλάστησης και άνθησης στις συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες για τα μείγματα αυτά (**Πίνακας 2**).

Λιβάδι 1ου χρόνου

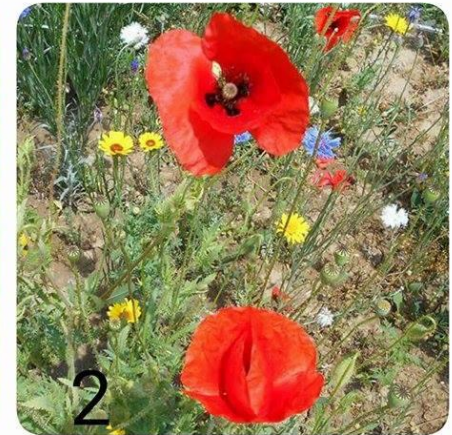
Πίνακας 2 Αντίστοιχη χρονική καταγραφή έγινε και στο λιβάδι 2^{ου} χρόνου και δημιουργήθηκε ένα ημερολόγιο άνθησης (Πίνακας 3).

Ακολουθούν ενδεικτικές εικόνες των φυτών ανθισμένα των πειραματικών παρτεριών.



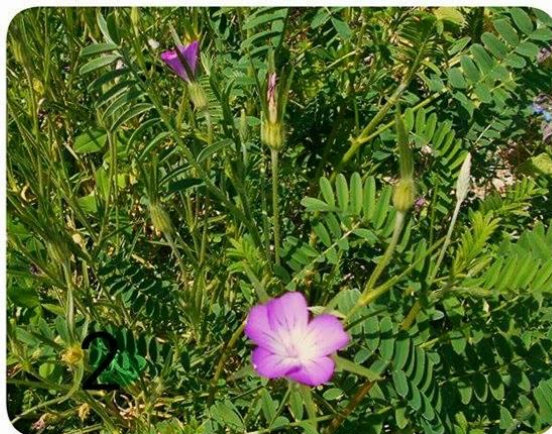
Εικόνα 26 *Legousia speculum* 1, *Echium vulgare* 2, *Elchscholzia californica* 3, *Leucanthemum vulgare* 4.

Εικόνα 27 *Centaurea cyanus* 1, *Linum bienne* 2, *Glebionis segetum* 3, *Glebionis coronaria* 4.



Εικόνα 28 *Dianthus carthusianorum* 1, *Cicorium intybus* 2, *Phacelia tanacetifolia* 3, *Scabiosa maritime* 4

Εικόνα 29 *Psoralea bituminosa* 1, *Papaver rhoeas* 2, *Malva moscata* 3, *Linum grandiflorum* 4.



Εικόνα 30 *Anthyllis vulneraria* 1, *Agrostemma githago* 2, *Ammi majus* 3, *Borago officinalis* 4.

Εικόνα 31 *Silene vulgaris* 1, *Melilotus alba* 2, *Scabiosa atropurpurea* 3, *Nigella damascena sativa* 4

Λιβάδι 1ου χρόνου

Πίνακας 2 Καλλιεργητικό ημερολόγιο για τα πειραματικά τεμάχια Α,Β,Γ. Με ροζ χρώμα συμβολίζεται η περίοδος άνθησης και με πράσινο χρώμα η περίοδος βλάστησης

Φυτό / Μείγμα	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος
	Σπορά 21/10 (Συνοδευόμενη με πότισμα)							
PELOUSE	Βλάστηση 29- 30/10							
<i>Phacelia tanacetifolia</i>						20		
<i>Linum usitatissimum</i>								
<i>Sinapis alba</i>								
<i>Onobrychis viciifolia</i>								
<i>Trifolium incarnatum</i>								
<i>Vicia villosa</i>								
<i>Achillea millefolium</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Agrostemma githago</i>								
<i>Ammi majus</i>								
<i>Borago officinalis</i>								
<i>Centaurea cyanus</i>								

Φυτό / Μείγμα	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος
<i>Cephalaria leucantha</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Cichorium intybus</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Consolida regalis</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Daucus carota sauvage</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Echium vulgare</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Eschscholzia californica</i>								
<i>Galium verum</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Glaucium flavum</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Glebionis coronaria</i>								
<i>Glebionis segetum</i>								
<i>Legousia,speculum veneris</i>								
<i>Leucanthemum vulgare</i>				25				
<i>Linum bienne/perenne</i>								
<i>Linum grandiflorum/rubrum</i>								
<i>Lobularia maritima</i>								
<i>Matricaria perforata</i>								
<i>Matricaria recutita</i>								
<i>Melilotus alba</i>	Δεν υπάρχει							

Φυτό / Μείγμα	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος
<i>Melilotus officinalis</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Nigella damascena</i>								
<i>Papaver rhoeas sauvage</i>								
<i>Sanguisorba minor</i>								
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Silene vulgaris</i>								
<i>Verbascum thapsus</i>								
PROVENCE								
<i>Achillea millefolium</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Alyssum maritimum</i>								
<i>Anthemis maritima</i>								
<i>Anthemis tinctoria</i>								
<i>Anthyllis vulneraria</i>								
<i>Centaurea cyanus</i>								
<i>Centranthus ruber</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Cerastium biebersteinii</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Cheiranthus cheiri</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Chrysanthemum segetum</i>								

Φυτό / Μείγμα	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος
<i>Dianthus carthusianorum</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Galium verum</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Gypsophila repens</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Helianthemum appeninum</i>								
<i>Leucanthemum vulgare</i>								
<i>Linum perenne</i>								
<i>Linum grandiflorum</i>								
<i>Malva moschata</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Nigella sativa</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Psoralea bituminosa</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Saponaria ocymoïdes</i>	Δεν υπάρχει							
<i>Scabiosa maritima</i>	Δεν υπάρχει							

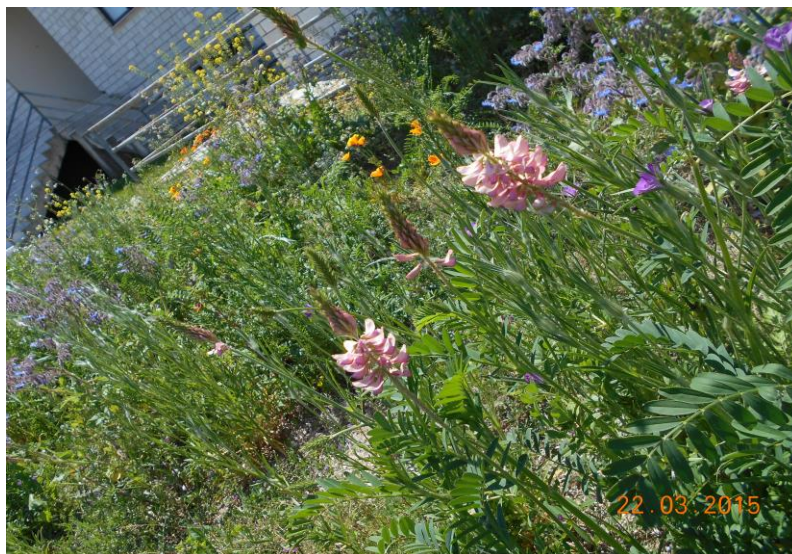
Λιβάδι 2^{ου} χρόνου

Πίνακας 3 Ημερολόγιο άνθησης για το λιβάδι 2^{ου} χρόνου.

Φυτικό είδος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
<i>Phacelia tanacetifolia</i>					
<i>Linum usitatissimum</i>					
<i>Sinapis alba</i>	25				
<i>Onobrychis viciifolia</i>					
<i>Trifolium incarnatum</i>					
<i>Vicia villosa</i>					
<i>Achillea millefolium</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Agrostemma githago</i>					
<i>Ammi majus</i>					
<i>Borago officinalis</i>				15	
<i>Centaurea cyanus</i>					
<i>Cephalaria leucantha</i>					
<i>Cichorium intybus</i>					
<i>Consolida regalis</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Daucus carota sauvage</i>					
<i>Echium vulgare</i>					
<i>Eschscholzia californica</i>					
<i>Galium verum</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Glaucium flavum</i>	25	18			
<i>Glebionis coronaria</i>					
<i>Glebionis segetum</i>					
<i>Legousia, speculum veneris</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Leucanthemum vulgare</i>		20			

Φυτικό είδος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
<i>Linum bienne/perenne</i>					
<i>Linum grandiflorum/rubrum</i>					
<i>Lobularia maritima</i>					
<i>Matricaria perforata</i>					
<i>Matricaria recutita</i>					
<i>Melilotus alba</i>					
<i>Melilotus officinalis</i>					
<i>Nigella damascena</i>					
<i>Papaver rhoeas sauvage</i>					
<i>Sanguisorba minor</i>					
<i>Scabiosa atropurpurea</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Silene vulgaris</i>				20	
<i>Verbascum thapsus</i>					
<i>Achillea millefolium</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Alyssum maritimum</i>					
<i>Anthemis maritima</i>					
<i>Anthemis tinctoria</i>					
<i>Anthyllis vulneraria</i>					
<i>Centaurea cyanus</i>					
<i>Centranthus ruber</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Cerastium biebersteinii</i>					
<i>Cheiranthus cheiri</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Chrysanthemum segetum</i>					
<i>Dianthus carthusianorum</i>					
<i>Galium verum</i>	Δεν υπάρχει				

Φυτικό είδος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος
<i>Gypsophila repens</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Helianthemum appeninum</i>					
<i>Leucanthemum vulgare</i>					
<i>Linum perenne</i>					
<i>Linum grandiflorum</i>					
<i>Malva moschata</i>					
<i>Nigella sativa</i>	Δεν υπάρχει				
<i>Psoralea bituminosa</i>					
<i>Saponaria ocymoïdes</i>					
<i>Scabiosa maritima</i>					



Εικόνα 32 Λιβάδι 2^{ου} χρόνου

Ένα τέτοιο λιβάδι μπορεί να διατηρηθεί ανθισμένο τους περισσότερους μήνες του χρόνου παρατηρήθηκε όμως ότι σε κάποιες χρονικές περιόδους η όψη του λιβαδιού δεν είναι πάντα η επιθυμητή. Τη περίοδο της καρποφορίας (Εικόνα 33) τα άνθη και μαραίνονται και το λιβάδι δεν είναι το ίδιο όμορφο όπως τη περίοδο της ανθοφορίας (Εικόνα 34).



Εικόνα 33 Περίοδος καρποφορίας



Εικόνα 34 Περίοδος άνθησης

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Η μελέτη αυτή έγινε για να δοκιμαστεί ένα παθητικό σύστημα άρδευσης με υπόγειες γλάστρες οι οποίες γεμίζουν νερό και το διαχέουν σταδιακά στο περιβάλλοντα χώρο. Αυτό που διερευνήθηκε είναι εάν οι γλάστρες αυτές λειτουργούν και σαν σύστημα στράγγισης με αποτέλεσμα το πλεονάζον νερό του εδάφους να κινείται αντίθετα, προς το εσωτερικό της γλάστρας. Λήφθηκε υπόψη η υγρασία του εδάφους και οι κλιματικές συνθήκες (ποσότητα βροχής, ένταση ηλ. ακτινοβολίας).

Υλικά και μεθοδοι

Τα κεραμικά δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι χειροποίητα και κατασκευάζονται από φυσικά υλικά με παραδοσιακό τρόπο και με σεβασμό στο περιβάλλον. Είναι φτιαγμένα από ειδική τερακόττα, πορώδες υλικό που επιτρέπει τη κινήση του νερού και από και προς το εσωτερικό της γλάστρας. Τις γλαστρες αυτές τις προμηθευτήκαμε απο την εταιρία Slow Water Irrigazione Sostenibile (www.slowwater.it).

Οι γλάστρες αυτές αφού πλυθούν με νερό, τοποθετούνται υπόγεια με το στόμιο τους περίπου 5cm πάνω από την επιφάνεια του εδάφους (Εικόνα 35). Το κάθε άνοιγμα κλείνει με κάποιο διαθέσιμο καπάκι. Κατά τη χρήση τους ως μέσο άρδευσης, τα δοχεία αυτά γεμίζουν με νερό το οποίο αποδεσμεύουν σταδιακά διατηρώντας την υγρασία του εδάφους γύρω από αυτά σε ικανοποιητικά για τα φυτά επίπεδα. Έχει βρεθεί ότι μπορούν να λειτουργήσουν ως ένα ικανοποιητικό σύστημα άρδευσης χρησιμοποιώντας ως πηγή νερού το νερό της βροχής και να γεμίζουν με αυτό.

Τα δοχεία αυτά μπορούν να λειτουργήσουν και σα σύστημα στράγγισης στη περίπτωση που το έδαφος περιέχει πλεονάζον νερό, καθώς τότε νερό μπορεί να εισέλθει στο εσωτερικό της γλάστρας.

Έχει διαπιστωθεί ότι η σωστή χρήση των κεραμικών γλαστρών μπορεί να εξοικονομήσει έως και 70% νερό χωρίς καθόλου απώλειες.



Εικόνα 35 Τοποθέτηση κεραμικών δοχείων στο έδαφος

Οι γλάστρες αυτού του τύπου, τοποθετήθηκαν στον χώρο του Τ.Ε.Ι., στο υπο μέτρηση σημείο. Οι διαστάσεις αυτών των δοχείων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: 9lt. χωρητικότητα, διάμετρος 25 cm και ύψος 30 cm.

Δημιουργήθηκαν δύο ανοίγματα στο έδαφος όπου τοποθετήθηκαν οι δυο γλάστρες των οποίων το στόμιο εξέιχε 1-2 πόντους απο την επιφάνεια του εδάφους. Τοποθετήθηκαν η μια δίπλα στην άλλη με προσανατολισμό Βορρά-Νότο (γλάστρα Ν - γλάστρα S) και στο στόμιο της κάθε μιας τοποθετήθηκε φίλτρο φτιαγμένο απο χαλίκι κλεισμένο σε δίχτυ, ώστε να κλείνει το άνοιγμα. Στο περιβάλλοντα χώρο γύρω απο τις γλάστρες τοποθετήθηκαν αισθητήρες υγρασίας με τους οποίους έγινε η καταγραφή της εδαφικής υγρασίας (Εικόνα 36).



Εικόνα 36 Γλάστρες και αισθητήρες υγρασίας

Χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας EC5 (Decagon devices, USA). Είναι ένα όργανο μέτρησης διηλεκτρικής μέτρησης (τεχνολογίας Frequency Domain (FD) και ειδικότερα Frequency Domain Reflectometry (FDR)) το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως για την μέτρηση της περιεχομένου υγρασίας σε εδάφη. Ο όγκος μέτρησης του οργάνου είναι αρκετά μεγάλος, της τάξης των 181 cm³. Σύμφωνα με την Decagon η χρήση των γενικών μοντέλων για ανόργανα και οργανικά εδάφη με τα οποία είναι εξ' αρχής εφοδιασμένο το

σύστημα μέτρησης (πολυώνυμα 2^{ου} βαθμού) δίνει ακρίβεια της τάξης του $\pm 0,03$ με $\pm 0,03 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ για εδάφη. Η βαθμονόμηση για το κάθε συγκεκριμένο υπόστρωμα μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια έως και τα επίπεδα του $\pm 0,01$ με $\pm 0,02 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Η ανάλυση των μετρήσεων είναι 0,1 VWC% για ανόργανα εδάφη το δε εύρος μέτρησης είναι από 0-100% VWC.

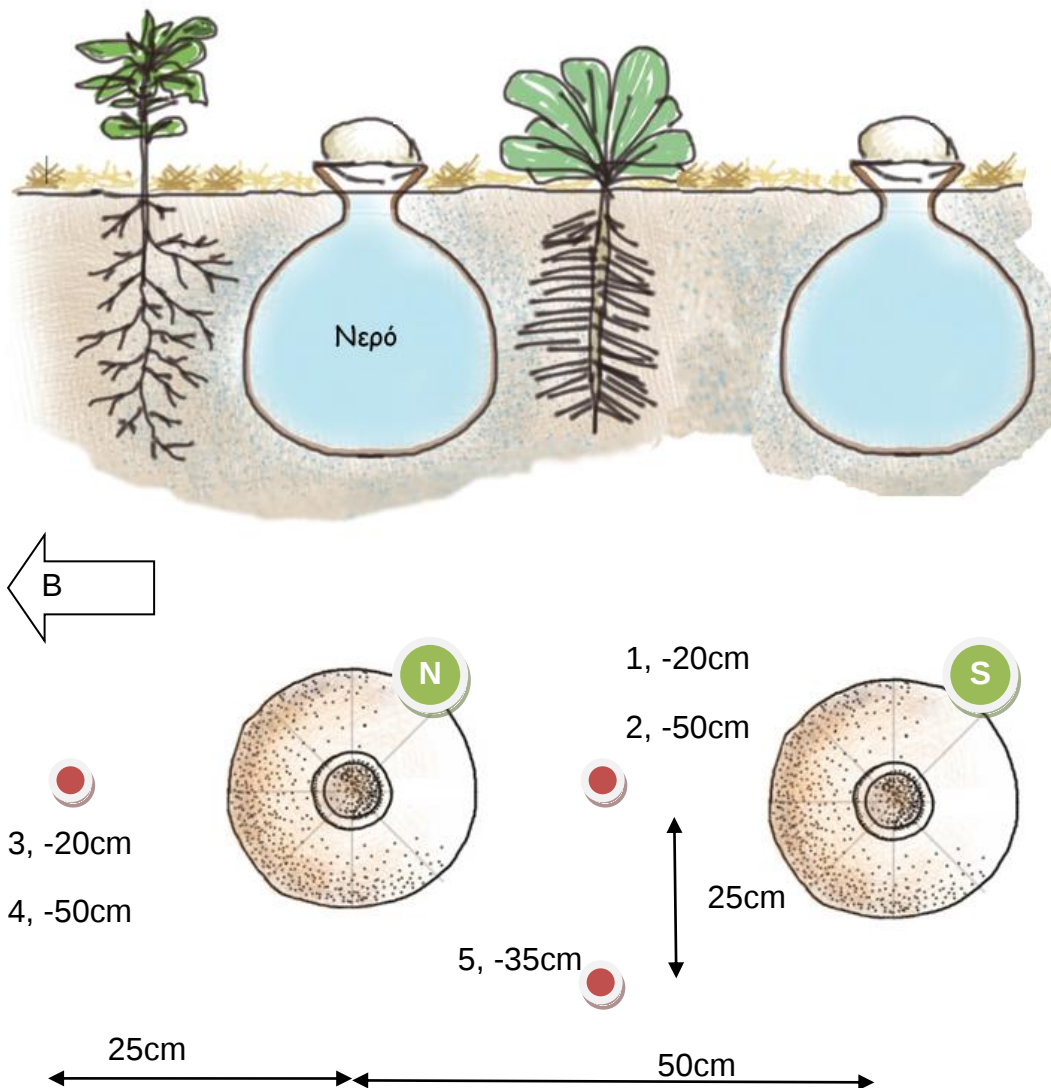


Εικόνα 37 Αισθητήρας ec5 και η σχετική περιοχή δείγματος

Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν κατακόρυφα στο έδαφος και ήταν συνδεδεμένοι σε καταγραφικό Decagon Em50. Ο Em50 μπορεί να δεχθεί έως και 5 αισθητήρες. Λειτουργεί με απλές αλκαλικές μπαταρίες, οι οποίες διαρκούν έως και 6 – 10 μήνες. Η μέτρηση της στάθμης του νερού στο εσωτερικό των γλαστρών γινόταν 3 φορές την εβδομάδα.

Όπως φαίνεται και στην απεικόνιση της Εικόνα 38 τοποθετήθηκαν συνολικά 5 αισθητήρες υγρασίας εδάφους σε δύο διαφορετικά βάθη. Ανάμεσα απο τα δοχεία τοποθετήθηκαν 2 αισθητήρες σε βάθη 20 cm και 50 cm αντίστοιχα (θέση 1,2). Όμοια σε απόσταση 25 cm από το δοχείο N και 75 cm από το δοχείο S τοποθετήθηκαν δύο αισθητήρες σε βάθη 20 cm και 50 cm αντίστοιχα (θέση 2,4). Τέλος, σε απόσταση 25 cm από το μέσο των δοχείων τοποθετήθηκε ένας αισθητήρας σε βάθος 35 cm (θέση 5).

Επιπλέον, για όλες τις μέρες καταγραφής, μετρήθηκε η μέγιστη ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία καθώς και το ύψος βροχής.

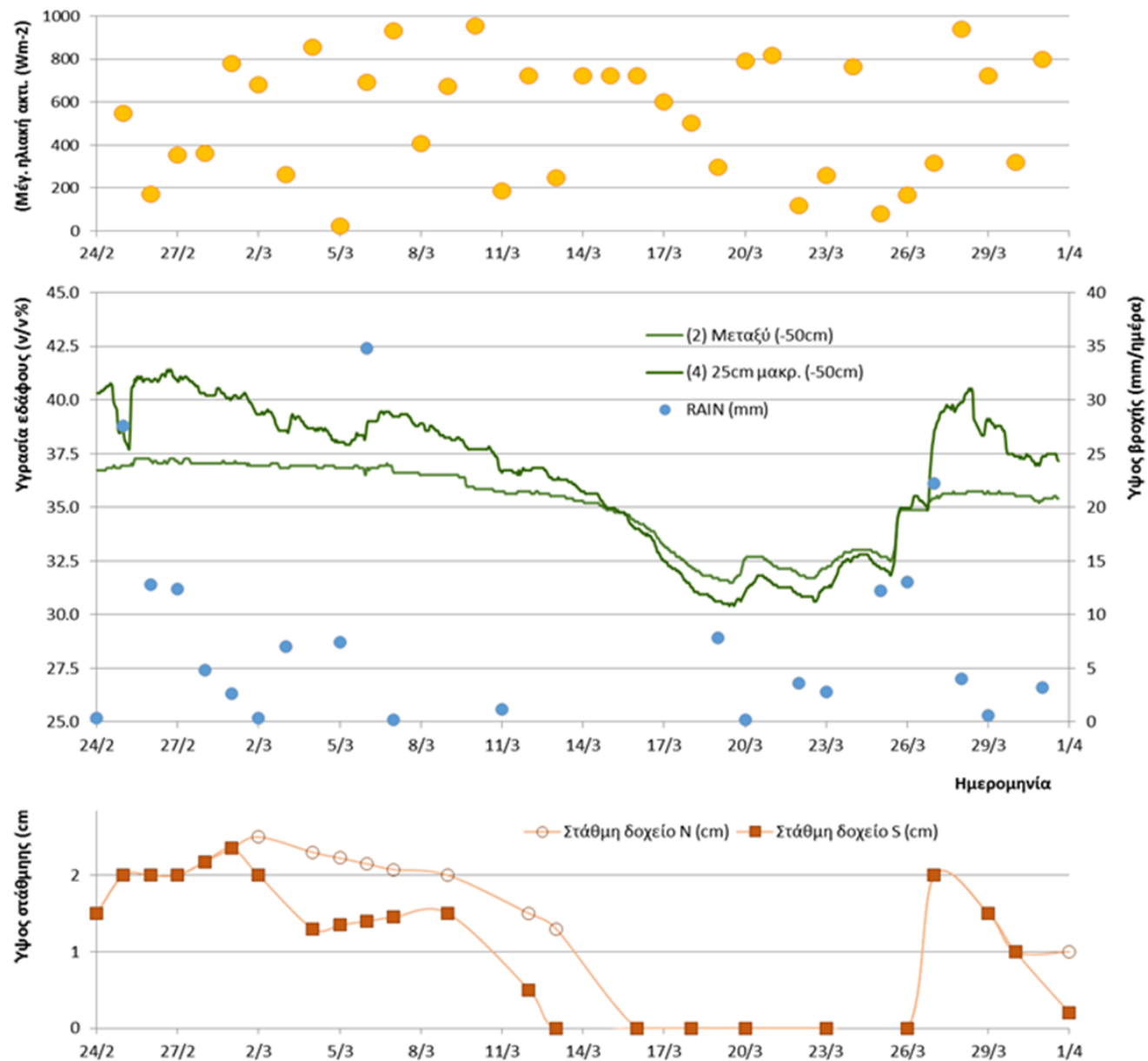


Εικόνα 38 Τοποθέτηση δοχείων και αισθητήρων μέτρησης υγρασίας (θέσεις και βάθη αισθητήρων φαίνονται στην κάτοψη)

Αποτελέσματα

Όπως αναφέρθηκε, η υδατοικανότητα του εδάφους αυτού είναι στο 15%. Τη περίοδο μέτρησης η μέγιστη υγρασία εδάφους που παρατηρήθηκε ήταν κοντά στο 41% ενώ η ελάχιστη περίπου στο 30,5 %. Το διάστημα όπου παρατηρήθηκαν οι χαμηλότερες υγρασίες εδάφους, μεταξύ του 35 και του 30% ήταν απο 16 έως 27 Μαρτίου.

Εικόνα 39
Γραφική απεικόνιση της μέγιστης ημερήσιας ηλ. ακτινοβολίας, της υγρασίας του εδάφους, του ύψους της βροχής, και του ύψους της στάθμης στις δύο γλάστρες



Η μεγαλύτερη στάθμη νερού που καταγράφηκε μέσα στα δοχεία, σε υγρασία μέχρι 41%, ήταν τα 2,5 cm περίπου.

Όπως προκύπτει από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις η αύξηση της εδαφικής υγρασίας προκαλεί τη μικρή είσοδο νερού μέσα στις γλάστρες ενώ αντίθετα με τη μείωση της υγρασίας του εδάφους παρατηρούμε ότι δε περιέχεται νερό στις γλάστρες.

Συγκεκριμένα παρατηρείται ότι όταν η υγρασία του εδάφους είναι $> 35\%$ τότε νερό μπαίνει μέσα στις γλάστρες γεγονός που υποδηλώνει ότι το πλεονάζον νερό εισέρχεται στο εσωτερικό των γλαστρών με αποτέλεσμα αυτές να λειτουργούν ως σύστημα στράγγισης. Αντίστοιχα φαίνεται ότι όταν η υγρασία του εδάφους είναι μικρότερη του 35% τότε οι γλάστρες δε περιέχουν νερό.

Από όσα αναφέρθηκαν φαίνεται να ότι οι γλάστρες πιθανότατα λειτουργούν πιο αποτελεσματικά ως σύστημα άρδευσης παρά ως σύστημα στράγγισης.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΆΡΤΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΑ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ ΣΕ ΝΗΣΙΔΕΣ ΚΑΙ ΚΟΜΒΟΥΣ

Εκτίμηση αναγκών φυτών σε νερό και άρδευση

Με δεδομένο ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του νερού (πάνω από 90%) που προσλαμβάνουν τα φυτά από το έδαφος μεταβαίνει τελικά στην ατμόσφαιρα μέσω της διαδικασίας της διαπνοής, ενώ από το έδαφος νερό μεταβαίνει στην ατμόσφαιρα μέσω εξάτμισης, μία πολλή καλή εκτίμηση των αναγκών των φυτικών συνόλων σε νερό μπορεί να γίνει μέσω του υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής (evapotranspiration, ET). Το τελικό μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των φυτών, την εδαφική υγρασία καθώς και τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φύλλωμά τους.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής. Από αυτές σήμερα η περισσότερο αποδεκτή είναι αυτές (Penman-Monteith και Haargreaves-Samani) που έχουν υιοθετηθεί από τον FAO (Food Agriculture Organisation των Ηνωμένων Εθνών) και αποτυπώνονται στο Irrigation & Drainage paper 56 (Allen κ.α., 1998). Το βασικό μοντέλο υπολογισμού βασίζεται στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς (reference evapotraspiration, σύνθετος κλιματικός παράγοντας με χρήση ενός συγκεκριμένου θεωρητικού φυτού που μοιάζει με χλοοτάπητα) και πολλαπλασιασμού στην συνέχεια αυτής με μία σειρά από συντελεστές (φυτικός συντελεστής (crop coefficient), συντελεστής καταπόνησης (stress factor κ.κ.).

Η μέθοδος Penman-Monteith θεωρείται πολύ ακριβής. Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες σχετικά με τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών για έργα πράσινου και έλλειψη δεδομένων η χρήση της απλοποιημένης προσέγγισης Hargreaves αποτελεί μία πολύ καλή βάση για την εκτίμηση των αναγκών σε νερό. Στην περίπτωση έργων πράσινου ο φυτικός συντελεστής μπορεί να αντικατασταθεί από το συντελεστή τοπίου (UCCE and CDWR, 2000) ο οποίος λαμβάνει υπόψη του τις ανάγκες του φυτικού συνόλου σε νερό ως προς την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς, την πυκνότητα φύτευσης αλλά και το μικροκλίμα.

Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή η εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται από την σχέση:

Εξίσωση 3

$$ET = K_L \times ET_o = (k_s \cdot k_d \cdot k_{mc}) \times ET_o = \\ = (k_s \cdot k_d \cdot k_{mc}) \times [0,0023 \cdot (T_{mean} + 17,8) \cdot (T_{max} - T_{min})^{0,5} \cdot R_a]$$

όπου: ET η εξατμισοδιαπνοή του φυτικού συνόλου σε mm day⁻¹, K_L ο συντελεστής τοπίου, ET_o η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς σε mm day⁻¹, T_{mean}, k_s, k_d, k_{mc} οι συντελεστές φυτού, πυκνότητας και μικροκλίματος αντίστοιχα, T_{max} και T_{min} η μέση, η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία για την περίοδο αναφοράς σε °C και R_a η ηλιακή ακτινοβολία στο εξωτερικό της ατμόσφαιρας σε MJ m⁻²day⁻¹ για την περιοχή και τη μέρα που μας ενδιαφέρει (υπολογίζεται με βάση το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και την ημέρα του έτους που μας ενδιαφέρουν).

Αντικειμενικός σκοπός της άρδευσης είναι ο εφοδιασμός των φυτικών συνόλων με το απαραίτητο νερό ώστε να επιτυγχάνουν τους σκοπούς για τους οποίους καλλιεργούνται. Προφανώς εάν οι ανάγκες αυτές καλύπτονται από τις βροχοπτώσεις τότε δεν χρειάζεται άρδευση. Σε αυτό το σημείο χρειάζεται προσοχή το γεγονός ότι δεν είναι διαθέσιμο στα φυτά το σύνολο της βροχής που φτάνει στο έδαφος αλλά το νερό που τελικά θα αποθηκευτεί σε αυτό.

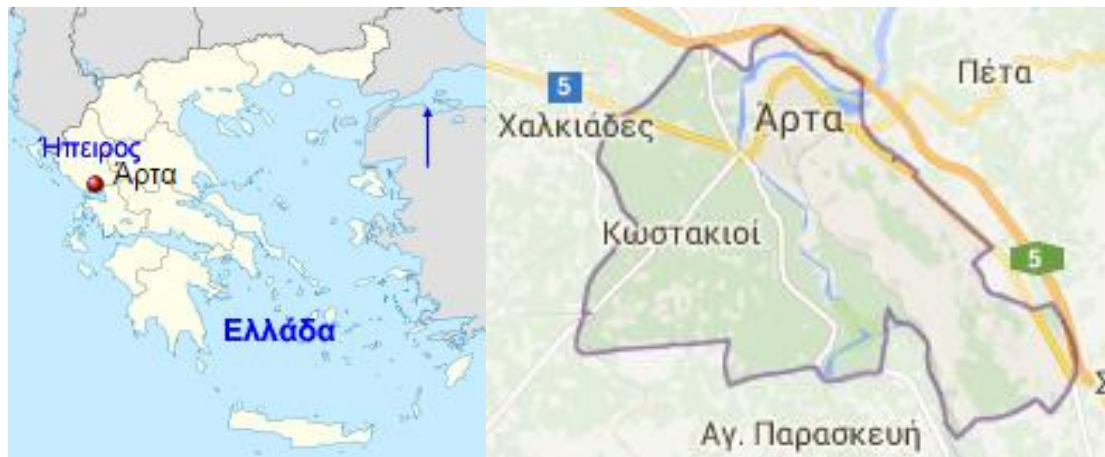
Υπόθεση που θα μελετηθεί

Στο πλαίσιο της πτυχιακής θα μελετηθεί θεωρητικά η ακόλουθη περίπτωση:

έστω ότι στο σύνολο των νησίδων και των σχετικών χώρων αριστερά και δεξιά μίας διαδρομής του περιφερειακού δρόμου της πόλης της Άρτας, αντικατασταθεί ο υφιστάμενο χλοοτάπητας από αστικό λιβάδι, ποιά είναι τα αναμενόμενα οφέλη σε όγκο νερού που χρησιμοποιείται κάθε έτος για άρδευση, αλλά και σε κόστος συντήρησης;

Περιοχή ενδιαφέροντος

Η περιφέρεια Ηπείρου βρίσκεται στη ΒΔ άκρη της Ελλάδας. Η περιφερειακή ενότητας Άρτας καταλαμβάνει το ΝΑ τμήμα της Ηπείρου στην οποία ανήκει και διοικητικά. Στην πεδιάδα της Άρτας βρίσκεται ο Δήμος Αρταίων με συνολικό πληθυσμό 43.166 κατοίκους (ΕΣΥΕ, 2011).



Εικόνα 40 Θέση της Άρτας και χάρτης του Δήμου Αρταίων

Η περιοχή που θα μελετηθεί παρουσιάζεται στην Εικόνα 41. Πρόκειται για την περιφερειακή οδό της πόλης της Άρτας από τον κυκλικό κόμβο εισόδου από ανατολικά στην παλιά εθνική οδό Αντιρίου - Ιωαννίνων (σημείο 1) έως λίγα μέτρα μετά τα φανάρια εξόδου από την πόλη στην ίδια οδό, μετά τη γέφυρα Αράχθου (σημείο 7). Η διαδρομή περνά από το συγκρότημα του ΚΤΕΛ Άρτας (σημείο 2), την περιοχή του κάστρου (σημείο 3), την β είσοδο της πόλης στο ύψος της πλατείας Κιλκίς (σημείο 4), τον κόμβο του Εύζωνα (σημείο 5) και τη γέφυρα Αράχθου (σημείο 6). Ενδεικτές όψεις της διαδρομής παρουσιάζονται στην Εικόνα 41



Εικόνα 41 Περιοχή μελέτης, περιφερειακή οδός πόλης Άρτας (σημεία 1 έως 7)



Εικόνα 42 Χαρακτηριστικές όψεις της διαδρομής: περιοχή λίμνης και ΚΤΕΛ (σημείο 2), περιοχή κάστρου (σημείο 3) και περιοχή γέφυρας Αράχθου (σημείο 6).

Σε όλες τις νησίδες και τους εκατέρωθεν της οδού δημόσιους χώρους όπου υπάρχει φύτευση κυριαρχεί ο χλοοτάπητας. Η άρδευση του γίνεται με

σύστημα τεχνητής βροχής το οποίο λόγω κακής συντήρησης και ρύθμισης έχει πολύ χαμηλή αποτελεσματικότητα, κατασπαταλώντας νερό (Εικόνα 43).



Εικόνα 43 Άρδευση χλοοτάπητα στην περιοχή μελέτης

Από υπολογισμούς με χρήση του GoogleEarth, εκτιμήθηκε ότι η συνολική έκταση του χλοοτάπητα κατά μήκος της διαδρομής είναι 24 στρέμματα.

Μετεωρολογικά στοιχεία

Σχετικά με το κλίμα της Άρτας έχει γίνει εκτενής αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς είναι οι μέσες τιμές της περιόδου 1976-1997 ΕΜΥ (2015). Σημειώνεται ότι με βάση αυτά η ξηροθερμική εκτείνεται από Μαίο έως Σεπτέμβριο (βλέπε ομβροθερμικό διάγραμμα, Εικόνα 13).

Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας (1989) η αρδευτική περίοδος για το υδατικό διαμέρισμα Ηπείρου -στο οποίο ανήκει και η Άρτα- εκτείνεται από Απρίλιο έως και Σεπτέμβριο. Στο πλαίσιο αυτό και λαμβάνοντας υπόψη και τις σχετικές προδιαγραφές του ΕΛΟΤ (2009α) για την άρδευση χλοοτάπητα έγινε η εκτίμηση των αναγκών σε νερό για την περιοχή μελέτης (Πίνακας 4).

Από τους υπολογισμούς αυτούς είναι φανερό ότι ο υφιστάμενος χλοοτάπητας χρειάζεται μεταξύ 500 και 700 mm νερού κατά την αρδευτική περίοδο (ανάλογα με τις βροχοπτώσεις) ενώ εάν ο ίδιος χώρος καλύπτονταν από λιβάδια η απαίτηση σε νερό θα ήταν από 0 έως 150 mm νερού. Λαμβάνοντας υπόψη ότι 1mm νερού αντιστοιχεί σε 1m^3 / στρέμμα, για την έκταση που υπολογίσαμε οι αντίστοιχες ποσότητες νερού είναι: 12.000 - 16.800 m^3 νερού για το χλοοτάπητα και 0 - 3.600 m^3 για τα λιβάδια. Επομένως η χρήση λιβαδιών μπορεί να οδηγήσει σε 25 έως και 100% μείωση των αναγκών σε νερό.

Αν εκτός από την αντικατάσταση του χλοοτάπητα γινόταν και αντικατάσταση του αρδευτικού με επιφανειακούς σταλακτηφόρους, σύστημα που τυπικά έχει αποτελεσματικότητα χρήσης νερού που φτάνει και το 90% (Υπουργείο Γεωργίας, 1989), τότε η αναμενόμενη εξοικονόμηση αναμένεται να έφτανε ακόμη και στο διπλάσιο.

Ακόμη μία με βάση τις τεχνικές προδιαφές του ΕΛΟΤ (2009β) σχετικά με τη συντήρηση χλοοτάπητα (επειδή δεν υπάρχουν προδιαγραφές για λιβάδια έγινε προσαρμογή αυτών που διατίθενται για το χλοοτάπητα) και το Τιμολόγιο Έργων Πράσινου της Γενικής Γραμματείας Δημοσίων Έργων (2015, με αντίστοιχη προσαρμογή τιμών που ισχύουν για χλοοτάπητα), έγινε εκτίμηση του κόστους συντήρησης της περιοχής μελέτης (Πίνακας 5 και Πίνακας 6) και το αποτέλεσμα δείχνει ότι το κόστος συντήρησης για τα λιβάδια εκτιμάται να είναι μειωμένο κατά 50% σε σχέση με το χλοοτάπητα.

Ένα ακόμη ζήτημα που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι τυπικά η χρήση των λιβαδιών δεν αναμένεται να προκαλέσει κάποιο πρόβλημα στις συγκεκριμένες εκτάσεις μια και δεν προορίζονται για άλλη χρήση π.χ. διάβαση, παιχνίδι. Το μόνο πρόβλημα που ο Δήμος που ίσως προκύψει είναι τα πιθανά παράπονα

πολιτών που δεν έχουν συνηθίσει στην εικόνα του λιβαδιού σε σχέση με το χλοοτάπητα. Εργαλεία για αντιμετώπιση τέτοιων καταστάσεων έχουν αναπτυχθεί στο πλαίσιο σχετικών ευρωπαϊκών έργων όπως π.χ. το Euroscapes (2014).

Πίνακας 4 Υπολογισμός εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με βάση της μέθοδο Haargreaves - Samani (Allen κ.α., 1989).

Μήνας	Θερμοκρασίες περιόδου αναφοράς (π.χ. μήνα)			Υπολογισμός ακτινοβολίας για χαρακτηριστική ημέρα της περιόδου αναφοράς		Βροχόπτωση	Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς	Εξατμισοδιαπνοή	
	Αριθμός αντιπρ. ημέρας ¹	Tmin (°C)	Tmax (°C)	Tmean (°C)	R _a (mm day ⁻¹)	Rain (mm/month)	ET _o (mm day ⁻¹)	ET για KL=0,8 (mm month ⁻¹)	ET για KL=0,2 (mm month ⁻¹)
Απρ	105	9,90	20,10	15,20	34,90	81,50	3,45	82,85	20,71
Μαϊ	135	13,90	25,00	19,90	39,78	58,50	4,69	116,28	29,07
Ιουν	162	17,30	29,10	24,00	41,73	21,80	5,62	134,94	33,73
Ιουλ	199	19,50	31,80	26,50	40,55	12,60	5,91	146,64	36,66
Αυγ	229	19,90	32,00	26,50	36,45	17,20	5,27	130,73	32,68
Σεπ	259	17,10	29,00	23,10	30,02	43,50	3,97	95,38	23,85
						235,10		706,81	176,70

¹ Ημέρα του μήνα κατά την οποία η ηλιακή ακτινοβολία είναι η κοντινότερη στη μέση ημερήσια ακτινοβολία για τον συγκεκριμένο μήνα

Πίνακας 5 Υπολογισμός κόστους συντήρησης χλοοτάπητα για την περιοχή μελέτης (γ' τριμ 2012, τιμές σε €, χωρίς ΦΠΑ που προβλέπεται για εργασίες)

Είδος εργασίας	Μον. Μετρ.	Κωδικός αναθεώρησης	Ποσότητα	Επαν / έτος	Τιμή μονάδας	Ολική τιμή	Παρατηρήσεις
Κούρεμα	στρ.	ΠΡΣ 5582	24	15	78,00	28.080,00	
Βοτάνισμα με εργάτες	στρ.	ΠΡΣ 5612.1	0	3	273,00	0,00	
Άρδευση	στρ.	ΠΡΣ 5536	24	15	4,55	1.638,00	
Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών	στρ.	ΠΡΣ 5593	24	3	71,50	5.148,00	
Μπαλώματα με σπορά	στρ.	ΠΡΣ 5210	2,4	1	2.860,00	6.864,00	10% της έκτασης
Λίπανση	στρ.	ΠΡΣ 5564	24	2	32,50	1.560,00	
Αερισμός	στρ.	ΠΡΣ 5640	24	1	39,00	936,00	
						44.226,00	

Πίνακας 6 Υπολογισμός κόστους συντήρησης λιβαδιού για την περιοχή μελέτης (γ' τριμ 2012, τιμές σε €, χωρίς ΦΠΑ που προβλέπεται για εργασίες)

Είδος εργασίας	Μον. Μετρ.	Κωδικός αναθεώρησης	Ποσότητα	Επαν / έτος	Τιμή μονάδας	Ολική τιμή	Παρατηρήσεις
Κούρεμα	στρ.	ΠΡΣ 5582	24	1	78,00	1.872,00	
Βοτάνισμα με εργάτες	στρ.	ΠΡΣ 5612.1	24	2	273,00	13.104,00	
Άρδευση	στρ.	ΠΡΣ 5536	24	1	4,55	109,20	
Καταπολέμηση ασθενειών και εχθρών	στρ.	ΠΡΣ 5593	24	0	71,50	0,00	
Μπαλώματα με σπορά	στρ.	ΠΡΣ 5210	2,4	1	2.860,00	6.864,00	10% της έκτασης
Λίπανση	στρ.	ΠΡΣ 5564	24	1	32,50	780,00	
Αερισμός	στρ.	ΠΡΣ 5640	24	0	39,00	0,00	
						22.729,20	

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τοπίο και βιοποικιλότητα

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλη ποικιλία σε όλα τα επίπεδά της (γενετική ποικιλότητα, βιοποικιλότητα ειδών, βιοποικιλότητα βιοκοινωνιών-οικοσυστημάτων και ποικιλότητα τοπίων). Στη χώρα απαντούν τοπία πεδινά (λιβάδια) και ορεινά, από τα ημιορεινικά της ανατολικής Κρήτης μέχρι τα κεντροευρωπαϊκά της Ροδόπης και τα αλπικά του Ολύμπου, του Σμόλικα, της Τύμφης, του Βόρα και άλλων οροσειρών της βορείου Ελλάδας.

Παρά τη διάκριση της βιοποικιλότητας σε διάφορα επίπεδα, η προστασία της πρέπει να αντιμετωπίζεται ως κάτι ενιαίο. Η προστασία κάθε επιπέδου εξαρτάται από την προστασία του προηγούμενου ή επόμενου επιπέδου. Η προστασία και διατήρηση των τοπίων εξαρτάται από την προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας των οικοσυστημάτων που τα συνθέτουν, η σταθερότητα των οικοσυστημάτων εξαρτάται από την προστασία και διατήρηση των ειδών που συμμετέχουν στη δομή τους δηλαδή από την προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας των ειδών και η προστασία και επιβίωση των ειδών, εξαρτάται από τη διατήρηση και προστασία της γενετικής ποικιλότητάς τους δηλαδή τη διατήρηση των κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών τους σε όλο το εύρος τους.

Η ένταση της αστικοποίησης και η αύξηση των υποδομών, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η κάθε είδους ρύπανση και η εισαγωγή ξενικών ειδών στα οικοσυστήματα βλάπτουν πολύ τη βιοποικιλότητα. Έτσι, στο σύνολο της ευρωπαϊκής ηπείρου, απειλούνται το 42% των θηλαστικών, το 15% των πτηνών και το 52% των ψαριών του γλυκού νερού. Παράλληλα, πάνω από 1.000 είδη φυτών απειλούνται με εξαφάνιση.

Κατά καιρούς έχουν υπάρξει πολλές πρωτοβουλίες / προγράμματα δράσης για την προστασία της βιοποικιλότητας. Επιδιώκοντας να προστατεύσει τη βιοποικιλότητα και να αντιμετωπίσει την εξαφάνιση ζωικών και φυτικών ειδών η Ευρωπαϊκή Ένωση δημιούργησε, μεταξύ άλλων, ένα τεράστιο δίκτυο προστατευόμενων περιοχών, το Natura 2000 (<http://natura2000.eea.europa.eu/>).

Αστικό τοπίο και πράσινο

Οι χώροι πράσινου εντός και περί των πόλεων είναι ιδιαίτερα σημαντικοί για τη διατήρηση καλών συνθηκών διαβίωσης στις πόλεις.

Σύμφωνα με τους Lopes και Camanho (2012) 6-12 m² πρασίνου ανά κάτοικο, ορίζονται ως «ανεκτή» αναλογία για μία βιώσιμη πόλη. Σύμφωνα με το European Environment Agency (2005) σε ορισμένες ευρωπαϊκές πόλεις η έκταση αυτή είναι πολύ υψηλότερη π.χ.: Βόννη, 35 m² πρασίνου ανά κάτοικο,

Άμστερνταμ 27 και Ρότερνταμ 24. Στην Αθήνα αναλογούν μόλις 2,5 m² πράσινου ανά κάτοικο ενώ στη Θεσσαλονίκη η κατάσταση δεν είναι καλύτερη. Στην κατάταξη των πόλεων από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος η συμπρωτεύουσα βρίσκεται μια θέση πάνω από την Αθήνα, μόνο και μόνο επειδή ερευνητές μέτρησαν ως αστικό πράσινο και εκείνο το κομμάτι του Σείχ Σου που βρίσκεται κοντά στην πόλη. Οι περισσότερες πόλεις της Ελλάδος παρουσιάζουν την ίδια απογοητευτική εικόνα. Το Ηράκλειο διαθέτει μόλις 2 πάρκα, τα οποία δεν ξεπερνούν σε έκταση τα 15 στρ. Στην Πάτρα, μια πόλη συνολικής έκτασης 25.000 στρ. τα 19.000 είναι τσιμέντο και τα υπόλοιπα είναι χώροι στάθμευσης και γενικά χώροι χωρίς πράσινο. Στα Γιάννενα, μια πόλη που μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του '70 ήταν ένα είδος κηπούπολης, σήμερα η έκταση πρασίνου καλύπτει μόνο 1590 στρ. και σε αυτά περιλαμβάνονται οι νησίδες και τα προαύλια των σχολείων. Μοναδική εξαίρεση, η πόλη της Λάρισας, όπου υπάρχουν σήμερα 455.000 m² πρασίνου, ενώ στις αρχές της δεκαετίας του '80 με δυσκολία έφτασαν τις 250.000.

Ανάπτυξη λιβαδιών στο πλαίσιο του αστικού πράσινου

Στο πλαίσιο της έρευνας και με βάση τα παραπάνω στοιχεία, προσεγγίζουμε την δημιουργία λιβαδιών μέσα στην πολη. Για να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπόψη, όπως τις κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή όπου ενδιαφερόμαστε να δημιουργήσουμε ένα αστικό λιβάδι. Αν και η Ελλάδα είναι υπόδειγμα μεσογειακού τοπίου για την κατασκευή αστικών λιβαδιών σε μερικές περιοχές, μπορεί κάποια είδη ξηρόφυτων να μην αντέχουν το κλίμα (λόγω υγρασίας, έντονης βροχόπτωσης κλπ). Στην περιοχή της Άρτας, αν και οι θερινοί μήνες είναι ιδιαίτερα θερμοί, πρέπει να επιλέγεται με προσοχή το ξηροφυτικό υλικό λόγω της υψηλής υγρασίας. Και αυτό γιατί πολλά είδη φυτών είναι ευαίσθητα στην υγρασία και ταλαιπωρούνται από διάφορες μυκητολογικές ασθένειες. Αναμφισβήτητα, αν υπολογίσουμε στην μελέτη άρδευσης την εξατμισοδιαπνοή και τις απαιτήσεις του φυτού σε νερό, οι αρδευτικές δόσεις θα είναι πολύ μικρότερες, αλλά και η εμφάνιση και η υγεία των φυτών θα φτάνει σε υψηλά επίπεδα.

Συνεπώς, η ελαχιστοποίηση των απωλειών μεταφοράς, διανομής και εφαρμογής του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ο σωστός σχεδιασμός των μεθόδων άρδευσης, η ακριβής εκτίμηση των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών με τη βοήθεια φυτικών συντελεστών προσαρμοσμένων στις εκάστοτε περιοχές, η διερεύνηση σχέσεων νερού - παραγωγής, ο εντοπισμός των περιόδων που είναι ευαίσθητες τόσο στην τελική απόδοση όσο και στη διαμόρφωση της ποιότητας, η συνεχής παρουσία εξειδικευμένων γεωπόνων στην ύπαιθρο και η ανάπτυξη αρδευτικής συνείδησης των αγροτών μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης, μπορεί να οδηγήσει σε τεράστια εξοικονόμηση

νερού, με παράλληλη βελτιστοποίηση της παραγωγής και ελαχιστοποίηση του κόστους άρδευσης.

Συγκεκριμένα στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής μελετήθηκαν τα μείγματα σπόρων που χρησιμοποιήθηκαν, το έδαφος και το κλίμα της περιοχής. Παρατηρήθηκαν αρκετά καλά ποσοστά ανάπτυξης.

Λήφθηκαν υπόψη διάφορες παραμέτρους όπως το υπόστρωμα στο οποίο έγινε η σπορά και το κλίμα της συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, όπου μείωσαν την φυτρωτική ικανότητα ορισμένων φυτών. Αν και μέχρι το τέλος της περιόδου αξιολόγησης (τέλος Μαΐου) παρατηρήθηκε ανάπτυξη και άνθοφορία κάποιων από αυτά.

Σε επόμενες σχετικές πτυχιακές μελέτες αξίζει να μελετηθούν και η αλληλοπάθεια σε σχέση με τα ζιζάνια, όπως και μέτρηση της εδαφοκάλυψης με οπτικές μεθόδους και ανάλυση εικόνων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ/ΠΗΓΕΣ

- Alexander J., 2011. An urban meadow. House & Home, 20 May, 2011 10:01 pm. Διαθέσιμο στο: <http://www.ft.com/intl/cms/s/2/9e5362fa-81a7-11e0-8a54-00144feabdc0.html#ixzz3DVNSIM8p> , προσπελάστηκε: 23/9/2014
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage. paper .56, Rome. διαθέσιμο στο : <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm#Contents> προσπελάστηκε:24/09/2014
- Christies, 2014. Urban meadow. The Christies website. Διαθέσιμο στο: http://www.thechristies.ch/?page_id=3495 . προσπελάστηκε: 18/9/2014
- Ellis B., 2007. Covering Ground. Storey Publishing, LLC
- European Environment Agency, 2005. Green urban areas within urban morphological zones (2000) - Results of the extraction of green urban areas (GUA) from satellite data within urban morphological zones (UMZ).GIS data - version 12/2005. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://dataservice.eea.europa.eu/dataservice/metadetails.asp?id=912>
- Euroscapes, 2014. European Landscapes Management Project. Διαθέσιμο στο: <http://www.euroscapes-eu.org/>
- Hadden E.J., 2012. Beautiful No-Mow Yards: 50 Amazing Lawn Alternatives, Timber Press
- Hitchmough J., Paraskevopoulou A., Dunnett N., 2008. Influence of grass suppression and sowing rate on the establishment and persistence of forb dominated urban meadows. Urban Ecosystems, 11(1): 33-44
- Lopes, M.N. & Camanho, A.S. (2013). Public Green Space Use and Consequences on Urban Vitality: An Assessment of European Cities. Soc. Ind. Res., 113(3):751-767.
- MEDSOS, 2015. WaterSave, εκπαιδευτικό υλικό. Διαθέσιμο στο: <http://www.watersave.gr/index.php/agriculture/37-2013-11-08-11-38-49>, προσπελάστηκε: 12/5/2015.
- Penick P., 2013. Lawn Gone!: Low-Maintenance, Sustainable, Attractive Alternatives for Your Yard. Ten Speed Press
- Perrone J., 2014. Poppy fields forever: meadows take root amid Britain's urban sprawl. The Guardian, Thursday 24 July 2014 20.06 BST.

Διαθέσιμο

στο:

<http://www.theguardian.com/environment/2014/jul/24/meadows-britain-urban-sprawl> , προσπελάστηκε: 1/9/2014

SLOW Water, 2014. Irrigatione sostenibile. Διαθέσιμο στο: <http://www.slowwater.it/>

UCCE και CDWR (University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources), 2000. A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California - The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III (WUCOLS is the acronym for Water Use Classifications of Landscape Species). Retrieved: 1/2013 from <http://www.water.ca.gov/wateruseefficiency/docs/wucols00.pdf>

Umble A., 2011. Stafford Hospital's urban meadow is now putting on a show. Rapid Assessment, May 25th, 2011, 8:03 am. Διαθέσιμο στο: <http://news.fredericksburg.com/rapidassessment/2011/05/25/stafford-hospitals-urban-meadow-has-been-putting-on-a-show> / , προσπελάστηκε: 20/9/14

WUCOLS, University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources, 2000. A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California - The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III (WUCOLS is the acronym for Water Use Classifications of Landscape Species). Διαθέσιμο στο: <http://www.water.ca.gov/wateruseefficiency/docs/wucols00.pdf> . προσπελάστηκε: 1/09/2014

www.slowwater.it

Zimmerman C., 2010. Urban and Suburban Meadows: Bringing Meadows to Big and Small Spaces. Matrix Media Press

Ανώνυμος, 2011. Ετήσια φυτά. Το περιπλανώμενο τουατάρα, Ιούνιος 12, 2011, Διαθέσιμο στο: <http://bolko.wordpress.com/2011/06/12/%CE%B5%CF%84%CE%AE%CF%83%CE%B9%CE%B1-%CF%86%CF%85%CF%84%CE%AC/> , προσπελάστηκε: 18/9/2014

Ανώνυμος, 2013, What is glyphosate? , 06 November 2013. Διαθέσιμο στο: <http://www.glyphosate.eu/glyphosate-basics/what-glyphosate> , προσπελάστηκε: 23/9/2014

Ανώνυμος, 2014. Ένα φυσικό λιβάδι στον “Κήπο των Εποχών” της νέας παραλίας, 25/04/2014. Διαθέσιμο στο:

<http://www.makthes.gr/news/reportage/120663/> , προσπελάστηκε:
20/9/2014

Ανώνυμος, Εγκατάσταση αρδευτικού συστήματος, Neosun. Διαθέσιμο στο:
<http://www.neosun.gr/2010-09-17-08-37-06/kataskeyew-kipon-neosun/111-2011-09-22-09-58-29.html> , προσπελάστηκε: 25/9/2014

Ανώνυμος, Μια Οικονομική και Οικολογική Μέθοδος για την καταπολέμηση των ζιζανίων, Αβράμη. Διαθέσιμο στο:
<http://avramis.gr/E4453D16.el.aspx> , προσπελάστηκε: 20/9/2014

Ανώνυμος, Μια Οικονομική και Οικολογική Μέθοδος για την καταπολέμηση των ζιζανίων, Αβράμη. Διαθέσιμο στο:
<http://avramis.gr/E4453D16.el.aspx> , προσπελάστηκε: 20/9/2014

ΓΓΔΕ, 2008. Προσωρινές Προδιαγραφές Τεχνικών Έργων: 10-06-02-01
Άρδευση φυτών

ΓΓΔΕ, 2008. Προσωρινές Προδιαγραφές Τεχνικών Έργων: 10-06-02-02
Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφοκάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών

ΓΓΔΕ, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, 2015. Αναλυτικά Τιμολόγια Έργων Πράσινου - Αναθεωρημένες τιμές γ τριμήνου 2012. Διαθέσιμο στο:
http://www.ggde.gr/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=29

ΓΓΔΕ, Προσωρινές Προδιαγραφές Τεχνικών Έργων: 10-06-02-02 Φιλιππί Ο., 2008. Για έναν άνυδρο κήπο. Εκδόσεις Καστανιώτη Αθήνα.

Δάλλα Α., Ο άνυδρος κήπος. Garden therapy. Διαθέσιμο στο:
<http://www.vita.gr/mindandbody/garden/article/22517/garden-therapy-o-anydros-khpos/> . προσπελάστηκε: 19/9/14

ΕΛΟΤ / ΓΓΔΕ. 2012. Ελληνικές Προδιαγραφές Τεχνικών Έργων: Έργα Πράσινου. ΦΕΚ Β' 2221/2012. Διαθέσιμες στο:
http://sate.gr/html/ETEP_2.aspx

ΕΛΟΤ, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης, 2009. Άρδευση χλοοτάπητα - φυτών εδαφοκάλυψης - χλοοτάπητα πρανών (10-06-02-02, ΦΕΚ Β' 2221/30-7-2012)

ΕΣΥΕ (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας), 2011. Απογραφή Πληθυσμού-Κατοικιών 2011για το Μόνιμο Πληθυσμό της Χώρας

Ζιώγας Β. – Μαρκόγλου Α. , 2007, Γεωργική Φαρμακολογία, Ελληνικής Έκδοσης, Αθήνα

- Καρράς Γ. και Καρρά Α. 2006. Ετήσια, Πολυετή και Βολβώδη. Η παραγωγή, η φροντίδα και η χρήση τους στην κηποτεχνία. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
- Καρράς Γ. Σημειώσεις: Ελληνική χλωρίδα. ΤΕΙ Ηπείρου
- Κουράκλη Π. και Παπαναστάσης Π. Β. 1992. Έννοια της ποιότητας τόπου στα λιβάδια. Θεσσαλονίκη.
- Κυριαζής Γ. 2008. Διαχείριση υδατικών πόρων σε αστικά πάρκα. Μελέτη περίπτωσης Πάρκο Αντώνης Τρίτσης. Διπλωματική εργασία, Αθήνα.
- Λαζαρίδου Μ., Εργαστήριο εδαφολογίας. Διαθέσιμο στο: http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/igrasia_edafous.pdf , προσπελάστηκε: 15/9/2014
- Μαμάσης Ν., 2011. Ξηρασία. Διαθέσιμο στο: https://www.itia.ntua.gr/nikos/ydatiko/per_ksi11.pdf. προσπελάστηκε: 23/9/2014
- Πολίτης Μ., 2013. Καλλιεργήστε ποώδη πολυετή φυτά και λουλούδια από σπόρο. Νοικοκυρά, ΠΕΜΠΤΗ, 14 ΜΑΡΤΙΟΣ 2013 16:29 Διαθέσιμο στο: http://www.noikokyra.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=893:2013-03-14-14-40-51&catid=60:louloudia&Itemid=74 , προσπελάστηκε: 21/9/2014
- Ροδοπούλου Α. και Ισπικούδης Ι. Χρησιμοποίηση των φρυγάνων ως εδαφοκαλυπτικών και αξιοποίηση της αισθητικής τους αξίας στην Αρχιτεκτονική Τοπίου (Λιβαδοπονία ξηροθερμικών περιοχών, Θεσσαλονίκη) Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα : <http://www.elet.gr/pages/wp-content/uploads/56-Pages-from-50-praktika.pdf>
- Σπαντιδάκης Γ., 2008, Ελληνικός κήπος, Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα
- Συλλογικό, 2010. Ανάπλαση Νέας Παραλίας Θεσσαλονίκη. Ο Κήπος των Εποχών. Τεχνική Περιγραφή – Οικοδομικές Εργασίες – Αρχιτεκτονική Μελέτη Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://centre-architecture.thessaloniki.gr/attachments/article/208/Texniki_perigrafi_to_u_kipou_twn_epoxwn.pdf
- Συλλογικό, Wikipedia, 2014. Diquat , 29 August 2014 at 17:19. Διαθέσιμο στο: <http://en.wikipedia.org/wiki/Diquat> , προσπελάστηκε: 23/9/2014
- Συλλογικό, Wikipedia, 2014. Έδαφος, 18:43, 16 Μαρτίου 2014. Διαθέσιμο στο: <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%88%CE%B4%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%82> , προσπελάστηκε: 19/9/2014

Υπουργείο Γεωργίας, 1989. Αποφ. Φ.16/6631 Προσδιορισμός κατώτατων και ανώτατων ορίων των αναγκαίων ποσοτήτων για την ορθολογική χρήση νερού στην άρδευση. ΦΕΚ Β' 428 2-6-1989

Φιλιππί Ο., 2008, Για έναν άνυδρο κήπο, Εκδόσεις Καστανιώτη Α.Ε., Αθήνα