



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΤΟΠΙΟΥ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**"Προσδιορισμός της αντοχής σε
υδατική καταπόνηση ειδών
χλοοτάπητα, τα οποία αναπτύσσονται
σε σύστημα φυτοδώματος"**

ΚΟΤΟΠΟΥΛΗΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων καθηγητής:

Νεκτάριος Παναγιώτης, Επίκουρος καθηγητής Γ.Π.Α.

Μέλη:

Κάργας Γεώργιος, Επίκουρος καθηγητής Γ.Π.Α.

Αλεξανδρής Σταύρος, Λέκτορας Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ, 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών του τμήματος της Φυτικής Παραγωγής.

Κατ' αρχήν θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Νεκτάριο Παναγιώτη, τόσο για την ανάθεση της παρούσας μελέτης, όσο και για την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες παρατηρήσεις του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και τη συγγραφή.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κάργα Γεώργιο και το Λέκτορα κ. Αλεξανδρή Σταύρο για τη συμμετοχή τους στη τριμελή συμβουλευτική επιτροπή και την προσεκτική ανάγνωση της μεταπτυχιακής μου μελέτης.

Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τη φίλη Λώλου Αναστασία και το συνάδελφο Νίκο Ντούλα για την πολύτιμη βοήθεια τους όπου αυτή χρειάστηκε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μειωμένη δυνατότητα πρόσβασης και δημιουργίας χρηστικού χώρου σε φυτοδώματα εκτατικού και ημί-εντατικού τύπου, οδηγεί συχνά σε απροθυμία επένδυσης σε αυτά. Η εγκατάσταση χλοοταπήτων σε φυτοδώματα προσφέρει μια διέξοδο στο παραπάνω προβληματισμό.

Στη παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν: α) η ικανότητα 4 ειδών χλοοτάπητα να προσαρμοστούν σε συνθήκες φυτοδώματος, (*Cynodon dactylon* x *transvaalensis* 'Mini verde' , *Paspalum vaginatum* 'Platinum', *Zoysia japonica* 'Zenith', *Festuca arundinaceae* 'Grande II') β) η επίδραση διαφορετικού βάθους υποστρώματος (7,5 cm και 15 cm) και, γ) η εφαρμογή διαφορετικών αρδεύσεων και υδατικής καταπόνησης στα βιομετρικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των γρασιδιών.

Το υπόστρωμα που δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από κατ' όγκο αναλογία AC40:Pum40:P8:C7:Z5 (όπου AC= θερμικά επεξεργασμένη άργιλος, Pum= ελαφρόπετρα, P= τύρφη, C= κόμποστ , Z= ζεόλιθος).

Η μελέτη διεξήχθη από 17 Ιουλίου 2011 έως 14 Σεπτεμβρίου 2011 ,οι χλοοτάπητες τοποθετήθηκαν σε λυσίμετρα διαμέτρου 30cm, στα οποία είχαν τοποθετηθεί όλες οι διαστρώσεις φυτοδώματος και το υπόστρωμα. Οι μετρήσεις περιελάμβαναν τον προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής, της υγρασίας του υποστρώματος, του δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης του φυλλώματος (SPAD), της αντίσταση των στοματίων (Porometer), του κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) και ψηφιακή καταγραφή της φυτοκάλυψης για υπολογισμό του ποσοστού πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover, GTC).

Βρέθηκε ότι όλα τα είδη χλοοταπήτων εμφάνισαν καλύτερα αποτελέσματα με τη χρήση πλήρους αρδεύσεως και μεγάλου βάθους υπόστρωμα (15cm). Η άρδευση με μεγαλύτερη ποσότητα νερού επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη των χλοοταπήτων. Τα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση παρουσίασαν αυξημένο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης,τιμές NDVI, πρασινότητας, μεγαλύτερη υγρασία στο υπόστρωμα τους και μικρότερη αντίσταση των στοματίων τους. Το βάθος του υποστρώματος δεν επέδρασε σημαντικά στις μετρήσεις που αφορούσαν τις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών, αλλά επέδρασε θετικά στις μετρήσεις που αφορούσαν την οπτική ποιότητα του χλοοτάπητα, καθώς τα λυσίμετρα με βάθος υποστρώματος 15 cm κατέγραψαν

μεγαλύτερο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης και μεγαλύτερες τιμές NDVI με αυξητική τάση διαφοράς όσο η επιβαλλόμενη καταπόνηση αυξανόταν. Η αύξηση του βάθους του υποστρώματος όμως σημαίνει και αύξηση της στατικής επιβάρυνσης του κτιρίου, κάτι που δεν είναι εφικτό σε όλες τις περιπτώσεις.

Το είδος *Zoysia japonica* 'Zenith' είναι αυτό που επέδειξε τη μεγαλύτερη αντοχή στην υδατική καταπόνηση, καθώς διατήρησε το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες κατά 24 περισσότερες ημέρες υπό ελλειπή άρδευση. Σε πλήρη άρδευση και βαθύτερο υπόστρωμα τα είδη *Z. japonica* 'Zenith' και *P. vaginatum* 'Platinum' διατήρησαν το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (59 ημέρες). Επίσης το *Z. japonica* ήταν το μόνο που κατάφερε να διατηρήσει το χρώμα και τις φυσιολογικές της διεργασίες, σε υπόστρωμα 7,5 cm με χρήση πλήρους άρδευσης. Σε όλα τα είδη βλέπουμε ότι η αντικατάσταση της πλήρους άρδευσης σε ρηχό υπόστρωμα 7,5 cm, με βαθύτερο υπόστρωμα 15 cm απαιτεί μικρότερη ποσότητα άρδευσης.

Η μικρότερη ποσότητα νερού καταναλώθηκε από το είδος *Z. japonica* (299,94mm για 59 ημέρες) σε υπόστρωμα ύψους 15 cm με εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης. Οι επεμβάσεις του *Z. japonica* με πλήρη άρδευση σε βαθύ και ρηχό υπόστρωμα χρειάστηκαν 332,82 και 307,80 mm αντίστοιχα. Αντίθετα το *P. vaginatum* χρειάστηκε 323,63 mm νερού σε βάθος υποστρώματος 15cm με εφαρμογή πλήρους αρδεύσεως. Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις τη περίοδο της καταπόνησης ήταν: *F.arundinacea* 6,91 mm d⁻¹ , *P. vaginatum* 5,73 mm d⁻¹ , *Z. japonica* 5,31 mm d⁻¹ και *C.dactylon* 5,88 mm d⁻¹. Αυξημένες συνολικά υδατικές ανάγκες κατά 16% εμφάνισε η *F.arundinacea* σε σύγκριση με τα θερμοφιλά είδη.

Από τα αποτελέσματα υπολογίζεται ότι για την περίοδο της μελέτης, η οποία ταυτίζεται με την περίοδο αιχμής των υδατικών απαιτήσεων, Το κόστος άρδευσης ,με τις υπάρχουσες τιμολογιακές τιμές, ενός χλοοτάπητα *Z. japonica* συνολικής έκτασης 100 m² με υπόστρωμα 15 cm σε φυτοδώμα των Αθηνών θα ήταν 8,55 € μηνιαίως.

Όλα τα είδη επέδειξαν πολύ καλή ικανότητα επαναφοράς μετά από τη συγκεκριμένη περίοδο καταπόνησης. Τα είδη *F.arundinacea* και *P.vaginatum* παρουσίασαν συμπτώματα ανοξείας με τη συνεχή άρδευση στο 100% της εξάτμισης κατά τη περίοδο επαναφοράς. Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις κατά τη περίοδο επαναφοράς ήταν: για το *F.arundinacea* 6,60 mm d⁻¹ , για

το *P. vaginatum* 6,43 mm d⁻¹, για το *Z. japonica* 6,46 mm d⁻¹ και για το *C. dactylon* 5,72 mm d⁻¹ εάν συγκρίνουμε αυτές τις τιμές με τη μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή κατά τη περίοδο της καταπόνησης, παρατηρούμε ότι μόνο τα είδη *Z. japonica* και *P. vaginatum* είχαν την ικανότητα να μειώσουν τις ανάγκες τους κατά τη περίοδο καταπόνησης.

ABSTRACT

The limited access and creation of usage space in extensive and semi-intensive green roofs, often results in a reluctance towards investing on them. The installation of turfgrass in planted roofs offers a useful solution to this speculation.

In the specific research the following issues were evaluated : a) the capacity of four grass species to adjust in planted roof's circumstances, (*Cynodon dactylon* x *transvaalensis* 'Mini verde' , *Paspalum vaginatum* 'Platinum', *Zoysia japonica* 'Zenith', *Festuca arundinaceae* 'Grande II') . b) The effect of a different depth of the substrate (7,5 cm and 15 cm) and c) the application of different irrigation methods and drought periods at grasses biometric and natural characteristics.

The substrate that was created and used consisted of volume ratio AC₄₀: Pum₄₀: P₈: C₇: Z₅ (where AC = heat-treated clay, Pum = pumice, P = peat, C = compost, Z = zeolite).

The study took place from July 17, 2011 until September 14,2011. The turfgrass were planted in lysimeters of 30 cm diameter, in which all planted roof layers and the substrate were placed. The measurements included : the specification of the evapotranspiration, the measuring of the humidity of the substrate, the weight of planted roof, the level of greening/chlorophyll of the foliage (SPAD), the resistance of the leaf's stomatal (Porometer), the normalized difference vegetation index (NDVI) and the digital recording of plant coverage in order to calculate the percentage of green turf cover (GTC).

It was found that all species of turfgrass provided better results combined with full irrigation and big depth of substrate (15 cm). The irrigation with bigger quantity of water, helped the development of the turfgrass. Fully-irrigated lysimeters showed increased percentage of green turfgrass cover, NDVI ,SPAD, and substrate humidity values and lower resistance of the stomata. The depth of the substrate did not affect significantly the measurements concerning the physiological processes of plants, but had a positive impact on the measurements concerning the visual quality of the grass, lysimeters to the substrate depth of 15 cm recorded higher percentage of green turfgrass cover and higher NDVI values with increasing difference trend as the

imposed stress increased. Increasing the depth of the substrate also means an increase of the static charge of the building, something not possible in all cases.

Zoysia japonica 'Zenith' showed the greatest resistance to water stress, and retained the color and physiological processes by 24 more days with poor irrigation. In full irrigation and deeper substrate species *Zoysia japonica* 'Zenith' and *Paspalum vaginatum* 'Platinum' maintained their color and their physiological processes throughout the duration of the experiment (59 days). Also *Z. japonica* is the only specie that has maintained its color and physiological processes in 7,5 cm substrate using full irrigation. In all species we see that the replacement of full irrigation in shallow substrate (7,5 cm), with a 15 cm substrate, requires less amount of irrigation.

The smallest amount of water was consumed by *Z. japonica* (299,94 mm for 59 days) on a substrate of 15 cm by applying deficit irrigation. The operations of *Z. japonica* with full irrigation in deep and shallow substrate took 332.82 and 307,80 mm, respectively. While *P. vaginatum* needed 323,63 mm of water in depth of 15cm substrate by applying full irrigation. The average daily evapotranspiration for all operations in the water stress period were: *F.arundinacea* 6,91 mm d⁻¹, *P. Vaginatum* 5,73 mm d⁻¹, *Z. japonica* 5,31 mm d⁻¹ and *C.dactylon* 5,88 mm d⁻¹. Increased total water needs by 16% showed the *F.arundinacea* compared with warm season species.

According to the results, it is estimated that for the period of study, which coincides with the period of peak water requirements, the irrigation cost, with existing tariff rates, for *Z. japonica* green roof with total area of 100 m² with a 15 cm substrate in Athens would be 8,55 € per month.

All species presented very good ability to restore after the water stress period. *F.arundinacea* and *P.vaginatum* had anaerobic symptoms with continuous irrigation at 100% of evaporation during the return period. The average daily evapotranspiration for all interventions at this restore period were for the *F.arundinacea* 6,60 mm d⁻¹, for *P. vaginatum* 6,43 mm d⁻¹, the *Z. japonica* 6,46 mm d⁻¹ and the *C. dactylon* 5,72 mm d⁻¹. If we compare these values with the average daily evapotranspiration during the period of stress, we observe that only the species *Z. japonica* and *P. vaginatum* were able to reduce their needs during the period of stress.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Εφαρμογές – έκταση εφαρμογών	14
1.2. Τύποι φυτοκαλυμμένων δωματίων:.....	15
1.3. Πλεονεκτήματα.....	17
1.3.1. Αισθητικά.	17
1.3.2. Κοινωνικά.....	17
1.3.3. Κατασκευαστικά.....	17
1.3.4. Υγειονομικά.....	18
1.3.5. Διαχείριση όμβριων υδάτων.	18
1.3.6. Περιβαλλοντικά οφέλη.....	20
1.3.7. Οικονομικά.....	22
1.4 Μειονεκτήματα.....	23
1.4.1. Περιβαλλοντικά.....	23
1.4.2. Οικολογικά.....	23
1.4.3. Ασφάλεια.....	23
1.4.4. Οικονομικά.....	24
1.5. Χρήση χλοοταπήτων σε φυτοδώματα.....	24
2. ΑΝΑΓΚΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΩΝ.....	26
2.1. Ψυχρόφιλοι χλοοτάπητες.....	27
2.2. Θερμόφιλοι χλοοτάπητες.....	27
2.3. Είδη χλοοταπήτων και ανάγκες άρδευσης.....	29
2.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοκατανάλωση.....	33

2.5. Αντοχή σε υδατική καταπόνηση.	34
2.5.1. Μηχανισμοί αποφυγής (drought avoidance).	35
2.5.2. Μηχανισμοί αντοχής (drought tolerance).....	36
3. ΧΡΗΣΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ.	38
3.1. Μέθοδοι προσδιορισμού εξατμισοδιαπνοής.	39
3.2. Εφαρμογή προσδιορισμού εξατμισοδιαπνοής σε χλοοτάπητες	44
3.3. Συστήματα εξοικονόμησης νερού άρδευσης.....	45
4. Υλικά και Μέθοδοι.	46
4.1 Περιγραφή του πειράματος.	46
4.2. Χαρακτηρισμός υποστρώματος.....	48
4.2.1. Προσδιορισμός υγρασίας και κοκομετρίας 50	
4.2.2. Προσδιορισμός pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας..... 50	
4.3. Κατασκευή λυσιμέτρων.....	51
4.4. Κατασκευή υποστρωμάτων και πλήρωση λυσιμέτρων.....	54
4.5. Φυτικό υλικό.....	55
4.6. Άρδευση χλοοτάπητα.	57
4.7. Διαχείριση χλοοτάπητα.	59
4.8. Μετρήσεις.....	61
4.8.1. Εξατμισοδιαπνοή και βάρος φυτοδώματος.	61
4.8.2. Δείκτης Πρασινότητας / Χλωροφύλλης των φύλλων (SPAD).....	62
4.8.3. Αντίσταση στοματίων. (Porometer) 63	
4.8.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI).....	63
4.8.5. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων. (Green Turf Cover, GTC).....	64
4.8.6. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.....	65
4.8.7. Στατιστική ανάλυση.	66

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	67
5.1. Χαρακτηρισμός υποστρώματος.....	67
5.2. Καταπόνηση χλοοταπής.....	70
5.2.1. Βάρος του φυτοδώματος	70
5.2.2. Δείκτης Πρασινότητας / χλωροφύλλης του φυλλώματος (SPAD).....	73
5.2.3. Αντίσταση στοματίων (Porometer)	76
5.2.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI).....	79
5.2.5. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.....	82
5.2.6. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover, GTC).....	85
5.2.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.	88
5.3. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπής τα οποία υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση.....	94
5.3.1. Βάρος του φυτοδώματος	94
5.3.2. Δείκτης πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος	99
5.3.3. Αντίσταση στοματίων (Porometer)	104
5.3.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI).....	109
5.3.5. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.....	114
5.3.6. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover, GTC).....	119
5.3.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.	124
5.3.8. Σύνολο ημερών καταπόνησης.	129
5.3.9. Αθροιστική εξατμισοδιαπνοή επεμβάσεων που απέφυγαν την υδατική καταπόνηση.	130
5.4. Επαναφορά χλοοταπής.....	131
5.4.1. Βάρος φυτοδώματος	131
5.4.2. Δείκτης πρασινότητας / χλωροφύλλης των φύλλων. (SPAD).....	135
5.4.3. Αντίσταση στοματίων. (Porometer)	139

5.4.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI).....	143
5.4.5. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης.	147
5.4.6. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.....	151
5.4.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.	155
6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	159
6.1. Αξιολόγηση παραγόντων για τη περίοδο καταπόνησης.....	159
6.1.1. Ποσότητα άρδευσης.	159
6.1.2. Βάθος υποστρώματος.....	160
6.1.3. Είδος χλοοτάπητα.....	161
6.2. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπήτων τα οποία υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση.....	163
6.3. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπήτων κατά τη περίοδο επαναφοράς.....	169
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	172
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	175
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	180
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	182

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ορισμός φυτοκαλυμμένου δώματος

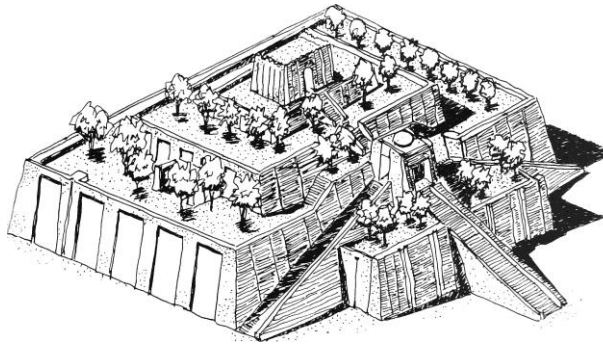
Κατά τον Osmundson ‘‘φυτοκαλυμμένο δώμα ονομάζεται οποιαδήποτε φυτεμένη επιφάνεια δημιουργείται σε επίπεδο υψηλότερο του εδάφους.’’. Προκειμένου όμως να συμπεριληφθούν φυτεύσεις σε πλάκες υπόγειων χώρων στάθμευσης ή άλλων χρήσεων, θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής: ‘‘φυτοκαλυμμένο δώμα ονομάζεται οποιαδήποτε φυτεμένη επιφάνεια που δημιουργείται σε πλάκα ή στέγη, οποιουδήποτε επιπέδου, που στεγάζει χώρο οποιασδήποτε χρήσης.’’

Το φυτεμένο δώμα μπορεί να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το φυσικό έδαφος, πάνω από υπόγεια κτήρια ή εγκαταστάσεις ή σε ύψος πολλών μέτρων σε ψηλά κτίρια. Το φυτοδώμα μπορεί να μελετηθεί σαν ανεξάρτητο οικοσύστημα το οποίο αλληλεπιδρά με γειτονικά οικοσυστήματα και συμβάλει στη διαμόρφωση του μικροκλίματος (Ζαχαροπούλου,2004).

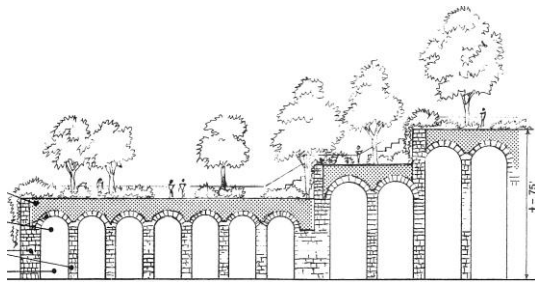
Ιστορικά στοιχεία:

Η ιδέα δημιουργίας ενός κήπου υψηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους φαίνεται να έχει πανάρχαιες καταβολές. Ιστορική καταγραφή ανυψωμένων κήπων έχουμε από την αρχαία Μεσοποταμία στα περίφημα πυραμοειδή Ζιγκουράτ, τα οποία τοποθετούνται χρονικά 3000 - 600 π. Χ. πάνω στα οποία έχτιζαν οι Βαβυλώνιοι τους ναούς και τα ιερά για να λατρέψουν τους θεούς. Αναφορές για την ύπαρξη φυτεμένων δωμαίων έχουμε και στους Κρεμαστούς Κήπους της Βαβυλώνας γύρω στο 604 - 652 π. Χ.

Στα ελληνορωμαϊκά χρόνια, τα φυτεμένα δώματα δεν βρίσκουν πολλές εφαρμογές, παρά μόνο σε περιοχές, όπως η Φοινίκη, η Πομπηία και η Εγγύς Ανατολή, ενώ στην εποχή του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης, αρκετά καλά διατηρημένα φυτεμένα δώματα, συναντώνται σε παλάτια και επαύλεις της Ιταλίας, καθώς επίσης σε εκκλησιαστικά κτίρια και μοναστηριακά συγκροτήματα της βορειοδυτικής Γαλλίας.



Εικόνα 1.1. Το ζιγκούρατ Νάνα ύψους 21 m,σχέδιο του THE BRITISH MUSEUM .
(Osmundson,1999)



Εικόνα 1.2. Σχέδιο των Κρεμαστών κήπων της Βαβυλώνας σύμφωνα με τα γραφόμενα του ιστορικού Robert Koldewey (Osmundson, 1999).



Εικόνα 1.3. Το Pallazio Picolimi,
(Osmundson,1999)



Εικόνα 1.4. Τρεις βελανιδιές στην οροφή του πύργου Guinigi
(Osmundson, 1999)

1.1. Εφαρμογές – έκταση εφαρμογών

Η αυξητική τάση κατασκευής κήπων σε δώματα τα τελευταία χρόνια επιβεβαιώνει τα πολλαπλά τους οφέλη. Στην Ελβετία 100.000.000 m². δωματίων έχουν μετατραπεί σε κήπους. Στο Λονδίνο υπάρχει πρόγραμμα δημιουργίας 240.000.000 m². φυτοκαλυμμένων κτιρίων. Στη Γερμανία το 10% των δωματίων είναι φυτεμένες και οι περισσότερες δημοτικές αρχές παρέχουν κίνητρα για την υιοθέτηση του μέτρου από τους πολίτες. Στο Βανκούβερ (Καναδάς) επιτρέπεται η υπέρβαση του ανώτατου ορίου ύψους των κτιρίων εφόσον κατασκευαστεί κήπος στο δώμα. Στο Τόκιο (Ιαπωνία) είναι υποχρεωτική η φύτευση στο 20% τουλάχιστον του δώματος αν αυτό είναι μεγαλύτερο των 1000 m². (Kristin et al., 2003; Πέρδιος ,2006.)

Αν η Αθήνα είχε φυτεμένα δώματα σύμφωνα με τους Πανά (2007) και Πέρδιο (2006) :

- α)** θα εξοικονομούσε 600 MW ηλεκτρική ενέργεια το καλοκαίρι, όση δηλαδή η παραγωγή της μονάδας της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη,
- β)** θα είχε το καλοκαίρι τουλάχιστον 3° C μέση χαμηλότερη θερμοκρασία
- γ)** θα δημιουργούνταν χώροι συνάντησης για τους χρήστες των κτιρίων, αυξάνοντας την κοινωνικοποίηση τους.

Η κατασκευή «πράσινων στεγών» προέκυψε από την ανάγκη του ανθρώπου να ζει κοντά στο φυσικό περιβάλλον και το συναίσθημα αυτό είναι εντονότερο στο κέντρο των πόλεων που έχει αντικατασταθεί από κτίρια, δρόμους, χώρους στάθμευσης. (Kristin et al, 2003).

Η Γερμανία θεωρείται ευρέως ηγέτης στην πράσινη έρευνα, την τεχνολογία και τη χρήση πράσινων στεγών. Υπολογίζεται ότι 12% όλων των επίπεδων στεγών είναι φυτοκαλυμμένες και η γερμανική βιομηχανία πράσινων στεγών αυξάνεται 10% - 15% ετησίως, το 2001 εγκαταστάθηκαν 13.500.000 m² νέες πράσινες στέγες. (Kristin et al 2003).

Η δημιουργία φυτεμένων δωματίων στις αστικές περιοχές, αποτελεί μια διέξοδο για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής ποιότητας, η οποία παρέχει πολυάριθμα οικολογικά και οικονομικά οφέλη, συμπεριλαμβανόμενης της εξοικονόμησης κτιριακής ενέργειας, τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των υλικών κάλυψης της στέγης, ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν ένα πιο αισθητικά ευχάριστο περιβάλλον (Kristin et al, 2003).

1.2. Τύποι φυτοκαλυμμένων δωματίων:

Διακρίνουμε τους εξής τύπους φυτοκαλυμμένων δωματίων:

Εκτατικός τύπος – Extensive Green roof: Πρόκειται για κατασκευές των οποίων κύριο γνώρισμα πρέπει να είναι το μικρό βάρος, οι μικρές ανάγκες συντήρησης ενώ συνήθως τα φυτοδώματα αυτής της κατηγορίας δεν χρησιμοποιούνται από τους χρήστες των κτηρίων. Συνήθως συναντάμε υπόστρωμα έγκει βάρους 5 cm έως 15 cm. (φορτίο έως 120 kg/ m².) το οποίο μπορεί να καλύψει ένα δώμα δημιουργώντας ένα μόνιμο οικοσύστημα, για τη συντήρηση του οποίου απαιτείται ελάχιστη φροντίδα. Το περιορισμένο βάρος της κατασκευής στο σύνολό της επιτρέπει την εγκατάστασή της σχεδόν σε οποιαδήποτε οροφή με κλίση έως και 33%. Ιδανικά για αυτό το είδος είναι φυτά χαμηλής βλάστησης όπως αυτοφυής πόες, παχύφυτα, χαμηλοί θάμνοι καθώς και φυτά εδαφοκάλυψης, φυτά με ελάχιστες ανάγκες άρδευσης, λίπανσης και συντήρησης. (Peck, 2007)

Ημιεντατικός τύπος – Simple Intensive Green roof: Πρόκειται για ενδιάμεσες κατασκευές για αυτό και συναντώνται και με διπλή ονομασία ημιεντατικός ή ημιεκτατικός (Dunnet, 2002). Στη συνηθέστερη μορφή τους παρατηρούνται κήποι οι οποίοι τεχνικά και κατασκευαστικά είναι πλησιέστερα στα εκτατικά φυτοδώματα, αλλά με μεγαλύτερη δυνατότητα πρόσβασης και χρήση τους και με συχνότερες ανάγκες συντήρησης. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούνται φυτά χαμηλού ύψους έως μικροί θάμνοι και χλοοτάπητες (Peck, 2007).

Εντατικός τύπος – intensive Green roof: Το σύστημα αυτό συνίσταται στη δημιουργία ενός κήπου, σε υπόστρωμα 20-100 cm ,με φορτίο στον κορεσμό περίπου 220-1000 kg/m². (Peck et al,2003) Αυτός ο τύπος απαιτεί τακτική συντήρηση και αυτοματοποιημένο σύστημα άρδευσης, πρόκειται για χώρους οι οποίοι χρηστικά δεν διαφέρουν από ένα κοινό κήπο ενώ αντίστοιχα διευρυμένη είναι και οι ποικιλία φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλλά και των κατασκευών (καθιστικά, στοιχεία νερού, πέργκολες, κλπ.). Μια τέτοια κατασκευή απαιτεί ειδική μέριμνα κατά τη

δημιουργία του κτιρίου και υπολογισμό των στατικών αναγκών που απαιτούνται (Peck, 2007).



Εικόνα 1.5. Φυτοδώμα εκτατικού τύπου.

(www.greenroof.co.uk)



Εικόνα 1.6. Φυτοδώμα ημιεντατικού τύπου.

(www.greenroof.co.uk)



Εικόνα 1.7. Φυτοδώμα εντατικού τύπου.

(www.greenroof.co.uk)

1.3. Πλεονεκτήματα

1.3.1. Αισθητικά.

Ατενίζοντας την Αθήνα από ένα ψηλό σημείο ή κτίριο η προσφερόμενη θέα αποτελείται από αμέτρητα κτίρια με μια γκρίζα επιφάνεια στην οροφή τους, συχνά ατημέλητη και αντιαισθητική. Αυτή η όψη θα ήταν τελείως διαφορετική αν είχαν υιοθετηθεί συνολικά τα φυτοκαλυμμένα δώματα από τους κάτοικους της πρωτεύουσας. Το φυτεμένο δώμα αποτελεί αναμφίβολα, μια ελκυστική και ευχάριστη όψη, σε κατοικίες αλλά και σε δημόσια κτίρια (Φυντικάκης, 2007 ; Osmundson, 1999).

1.3.2. Κοινωνικά.

Οι πράσινες στέγες, αξιοποιώντας αχρησιμοποίητους χώρους, παρέχουν χώρους για ψυχαγωγία, χαλάρωση και κοινωνικοποίηση. Τα φυτεμένα δώματα θα μπορούσαν στο μέλλον να αναδειχτούν σε χώρους συνάντησης ενηλίκων ή ασφαλή χώρο παιχνιδιού για μικρά παιδιά. Ο χρήστης τους μπορεί να νιώσει μεγαλύτερη ασφάλεια απ' ό,τι στους κοινόχρηστους χώρους, όπου συχνά γίνονται βανδαλισμοί και κακόβουλες επιθέσεις (Oberlander et al., 2002).

1.3.3. Κατασκευαστικά.

1.3.3.1. Προστασία κελύφους κτηρίου.

Η παρουσία φυτών ελαχιστοποιεί σε μεγάλο βαθμό τις φθορές στο κέλυφος του κτηρίου από τον άνεμο, τις δυνατές βροχοπτώσεις, το χαλάζι και την υπεριώδη ακτινοβολία, επεκτείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής του. (Osmundson, 1999 ; Φυντικάκης, 2007,)

1.3.3.2. Αύξηση της αξίας του κτιρίου.

Η ύπαρξη φυτοκαλυμμένου δώματος αποτελεί στοιχείο υψηλής ποιότητας και προσδίδει στο κτίριο ιδιαίτερη αξία και κέρδος για τους κατασκευαστές. (Πανάς , 2007)

1.3.4. Υγειονομικά.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση των πόλεων προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων τους. Αύξηση των κρουσμάτων καρδιαγγειακών και αναπνευστικών παθήσεων καθώς και αύξηση της θνησιμότητας από τέτοια προβλήματα οφείλονται στην ατμοσφαιρική ρύπανση, (Getter et al. , 2006)

Έχει μελετηθεί η αντίδραση του ανθρώπινου οργανισμού σε χώρους πρασίνου όπου σημειώνονται θετικές επιδράσεις, όπως μείωση του άγχους, μείωση της αρτηριακής πίεσης, χαλάρωση των μυών και αύξηση του αισθήματος της ευφορίας, έναντι ενός αστικού τοπίου. (Ulrich et al. , 1986)

Οι θετικές αυτές επιδράσεις αυξάνουν και τη παραγωγικότητα. Εργαζόμενοι που έχουν οπτική επαφή με χώρους πρασίνου είναι περισσότερο ικανοποιημένοι με την εργασία τους ενώ καταγράφονται και λιγότερα ασθενικά συμπτώματα, (Getter and Rowe, 2006).

Επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι η ύπαρξη φύτευσης σε περιβάλλοντες χώρους νοσοκομείων, επιταχύνει την ανάρρωση ασθενών και ηρεμεί ασθενείς εξαρτημένους από ουσίες. (Peck et al., 2001)

1.3.5. Διαχείριση όμβριων υδάτων.

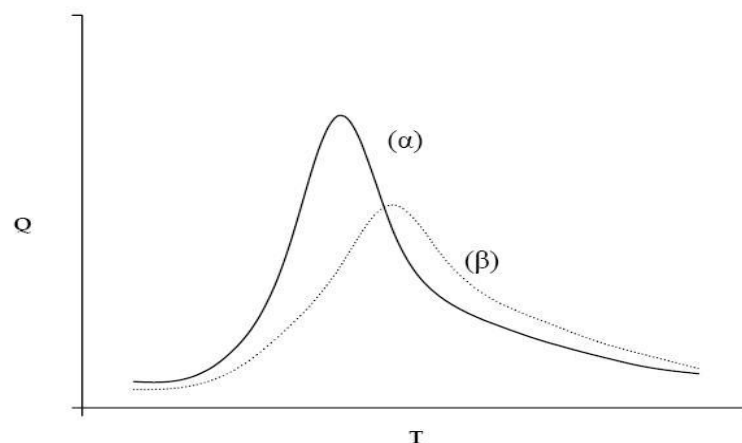
Στις μεγαλουπόλεις το ποσοστό κάλυψης από σκληρά υλικά κυμαίνεται από 75% έως 100%. Αποτέλεσμα αυτής της κάλυψης είναι το 75% έως 80% του βρόχινου νερού να απορρέει (Scholz and Barth, 2001).

Η μειωμένη αποταμίευση νερού έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία συχνών πλημμυρικών φαινομένων. Για να αντιμετωπιστούν τέτοια προβλήματα κατασκευάζονται ακριβιά αποχετευτικά συστήματα όμβριων υδάτων τα οποία σε πολλές περιπτώσεις δεν επαρκούν με αποτέλεσμα τη πρόκληση ζημιών κατά την υπερχείλιση τους. (Getter and Rowe, 2006)

Σύμφωνα με τον Shcholz-Barth (2001) σε ένα φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου το 75% των όμβριων υδάτων αποθηκεύετε στα φυτά και το υπόστρωμα ανάπτυξης, ενώ τα απορρέοντα ύδατα αποδίδονται αρκετά αργότερα.

Η καθυστέρηση της απορροής των υδάτων μέσω του φυτεμένου δώματος μπορεί να καθυστερήσει μέχρι και 4ώρες (Moran et al, 2004), ενώ σε άλλη έρευνα μετρήθηκε ότι η ταχύτητα απορροής μειώθηκε από $2,8 \text{ mm h}^{-1}$ σε μια σκληρή επιφάνεια, σε $0,5 \text{ mm h}^{-1}$ με την ύπαρξη φυτοδώματος (Liu,2003).

Η Αθήνα παρά το ετήσιο χαμηλό ύψος βροχής παρουσιάζει το φαινόμενο της ραγδαιότητας των βροχοπτώσεων και της συχνής εμφάνισης πλημμυρών. Πειραματικές μελέτες έδειξαν ότι η χρήση φυτοδωμάτων μπορεί να μειώσει τις εκροές όμβριων υδάτων στις αποχετεύσεις της Αττικής από 33-50% ανάλογα από το τύπο και το υπόστρωμα του φυτεμένου δώματος ενώ συγχρόνως περιορίστηκε σημαντικά ο μέγιστος ρυθμός απορροής τους (Μπαμπίλης και Λόντρα, 2005).



Διάγραμμα 1.4. Τυπικό υδατογράφημα πλημμύρας στο φυσικό αποδέκτη χωρίς φυτοδώμα (α) ,με φυτοδώμα (β) (Μπαμπίλης και Λόντρα, 2005).

Από τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής προκύπτει ότι η ύπαρξη σημαντικής έκτασης φυτοδωμάτων μπορεί να έχει ευνοϊκές υδρολογικές και αντιπλημμυρικές επιπτώσεις. Από το διάγραμμα 1.4. στο οποίο φαίνεται η ποιοτική επίδραση των φυτοδωμάτων στην πλημμυρική απορροή, η αιχμή της καμπύλης (α) όχι μόνο θα μειωθεί αλλά και θα υποστεί μια χρονική υστέρηση με ευνοϊκά σε όλες τις περιπτώσεις αποτελέσματα (Μπαμπίλης και Λόντρα, 2005).

Επιπλέον έρευνες επισημαίνουν τη συγκέντρωση σε υψηλά ποσά πολυάριθμων βαρέων μετάλλων σε αστικές περιοχές που δεν διαθέτουν φυτεμένα δώματα και μείωση της ποιότητας του νερού σε αντίθεση με αυτές που διαθέτουν φυτοδώματα. (Caudrey,2005).

1.3.6. Περιβαλλοντικά οφέλη.

1.3.6.1. Μείωση ηχορύπανσης.

Η ηχητική ρύπανση αποτελεί μείζων πρόβλημα των πόλεων με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων προκαλώντας προβλήματα ακοής, υπέρτασης, ισχαιμική καρδιοπάθεια, διαταραχές ύπνου και μείωση της ικανότητας συγκέντρωσης. (Getter and Rowe, 2006).

Ο θόρυβος που δημιουργείται από ενδογενής προς την πόλη πηγές ανακλάται στις σκληρές επιφάνειες, παγιδεύεται ανάμεσα στα ψηλά κτίρια και πολλαπλασιάζεται. Στα φυτεμένα δώματα, ο συνδυασμός του υποστρώματος, της φυτικής μάζας και των παγιδευμένων στρωμάτων αέρα που δημιουργούνται μπορεί να λειτουργήσει ως φίλτρο μόνωσης του ήχου. Το υπόστρωμα δεσμεύει ήχους χαμηλής συχνότητας και το φυτικό υλικό υψηλότερων συχνοτήτων, βελτιώνοντας τις συνθήκες ως προς τον ήχο εντός του κτιρίου. Στο αεροδρόμιο της Φρανκφούρτης όπου κύρια πηγή του θορύβου ήταν ο ήχος των αεροσκαφών, διαπιστώθηκε ότι η χρήση φυτοδώματος επέφερε μείωση 5dB εντός του κτιρίου (Dunett et al., 2004).

1.3.6.2. Βελτίωση ατμόσφαιρας.

Τα φυτοδώματα μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και να κάνουν τις πόλεις βιώσιμες. Τα φυτά έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν αιωρούμενα σωματίδια και αέριου ρύπους. Τα αιωρούμενα σωματίδια θα εκπλυθούν με τη βροχή μέσω του υποστρώματος, ενώ μέρος των ρυπογόνων ουσιών θα αξιοποιηθούν από τους φυτικούς ιστούς και θα φιλτραριστούν από το υπόστρωμα. (Getter and Rowe, 2006). Επιπλέον, μέσω της διαπνοής αποδίδεται υγρασία στο περιβάλλον που μειώνει τη μεταφορά σκόνης, (Oberlander et al., 2002).

Τα φυτά στην οροφή ενός κτηρίου, μπορούν να απορροφήσουν το διοξείδιο του άνθρακα από τα αυτοκίνητα ή τις βιομηχανίες μέσω της φωτοσύνθεσης και να παράγουν οξυγόνο, αυτό διαπιστώνεται από την εξίσωση της φωτοσύνθεσης $12\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 674 \text{ θερμίδες}$. Μείωση έχει καταγραφεί και στη συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου και του νιτρώδους οξέως κατά 37% και 21% αντίστοιχα, στο επίπεδο του φυτεμένου δώματος έναντι ενός κοινού δώματος. (Yok Tan and Sia, 2005). Παρόμοια σε δρόμο με δεντροστοιχίες καταγράφηκαν 1000-3000 σωματίδια ανά λίτρο αέρα που ήταν 4φορές λιγότερα σε σύγκριση με δρόμο στον οποίο δεν υπήρχαν φυτεύσεις (Scholz-Barth, 2001). Με βάση τα παραπάνω στο λεκανοπέδιο Αττικής που παράγονται ετησίως 17.000 τόνοι αιωρούμενων σωματιδίων η σημασία ύπαρξης πρασίνου είναι προφανής.

1.3.6.3. Αντιμετώπιση φαινομένου αστικής θερμό-νησίδας.

Θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο όπου η θερμοκρασία στο κέντρο μίας πόλης είναι αυξημένη κατά 5 - 6° C σε σχέση με τα προάστια της. Οι θερμικές νησίδες δημιουργούνται λόγω απουσίας πρασίνου και της υποκατάστασής του με επιφάνειες που απορροφούν την ηλιακή ενέργεια (άσφαλτος, μπετόν), καθώς και από την συνεπαγόμενη χρήση κλιματιστικών (Eumorfoglou and Aravantinos, 1998).

«Στις αστικές περιοχές η θερμοκρασία του αέρα είναι κατά μέσο όρο υψηλότερη από την αντίστοιχη στις μη αστικές περιοχές . Η διαφορά αυτή κυμαίνεται από 1 - 2° C την ημέρα και φθάνει έως 6 - 8° C τη νύχτα. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα ενός θερμικού πλεονάσματος, που προκαλεί διαταραχή στο θερμικό ισοζύγιο των πόλεων. Το φαινόμενο αυτό ορίζεται ως **αστική θερμική νησίδα**.

Ένταση της αστικής θερμικής νησίδας, ορίζεται ως η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ανάμεσα σε μια πόλη και στην γειτονική της ύπαιθρο και μπορεί να φθάσει μέχρι τους 15° C. Η αστική θερμική νησίδα απόκτα τη μέγιστη έντασή της 2 - 3 ώρες μετά το ηλιοβασίλεμα και την ελάχιστη έντασή της κατά τις μεσημεριανές ώρες. Η έντασή της είναι μεγαλύτερη με ανέφελο ουρανό και συνθήκες άπνοιας» (Akbari et al., 1992).

Η αστική θερμική νησίδα δημιουργείται, όταν οι πόλεις αντικαθιστούν τη φυσική βλάστηση με κτίρια και άλλες κατασκευές, συνέπεια μιας απρογραμματίστης ανάπτυξης. Τα κτίρια δημιουργούν ένα τείχος, το οποίο αυξάνει την θερμοκρασία του αέρα, ο οποίος είναι παγιδευμένος ανάμεσα τους και χαμηλώνουν την ταχύτητα ροής του. Το φαινόμενο αίρεται μόνο αν οι δρόμοι βρίσκονται στην κατεύθυνση των κρατούντων ανέμων και αν υπάρχουν τέτοιοι την θερμή περίοδο(φαινόμενο αστικού φαραγγιού). Θερμότητα εντός μίας πόλης εκλύεται από τα οχήματα, τα εργοστάσια και τα κλιματιστικά. (Akbari et al., 1992).

1.3.7. Οικονομικά.

Η μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τους θερμούς μήνες (παθητική ψύξη) αλλά και η ενίσχυση της θερμομόνωσης κατά του ψυχρούς οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας. (Κοτσίρης κ.α., 2007 ; Kotsiris et al., 2009). Η συμβολή των φυτοδωμάτων στην θερμομόνωση του κτιρίου κατά την ψυχρή περίοδο έχει εκτιμηθεί σημαντική για κτίρια χωρίς θερμομόνωση στο δώμα, ενώ εργασίες δείχνουν πολύ μικρή συμβολή του σε ένα καλά μονωμένο κτίριο (Niachou et al., 2001). Υπολογίσθηκε ότι στο δημαρχείο του Chicago η δημιουργία πράσινου δώματος δημιούργησε ενεργειακό όφελος 4000\$ ετησίως (Laberge,2003). Επίσης έρευνα σε

δημοτικά κτήρια στη Σιγκαπούρη έδειξε ετήσιο ενεργειακό όφελος 0,6-14,5% με τη χρήση φυτοδώματος σε πολύ-όροφα κτίρια. (Wong N.H. et al, 2002).

1.4 Μειονεκτήματα

1.4.1. Περιβαλλοντικά

Η χρήση λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων ,κυρίως σε εντατικού τύπου φυτοδώματα, είναι ένα από τα κύρια προβλήματα, με τις απορροές τα συστατικά τους μεταφέρονται στους δρόμους και εν συνεχεία στις αποχετεύσεις. Γι αυτό το λόγο η χρήση τους σε περιπτώσεις φυτοδωμάτων πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτική και να αποφεύγονται κατά το δυνατό.(Ζαχαροπούλου,2004)

1.4.2. Οικολογικά

Η εμφάνιση πανίδας στα φυτοδώματα μπορεί να είναι ενοχλητική κάποιες φορές προς τους χρήστες μιας και εμφανίζονται τρωκτικά αλλά και έντομα, ανεπιθύμητα και κάποιες φορές επικίνδυνα για τη δημόσια υγεία. (Ζαχαροπούλου,2004)

1.4.3. Ασφάλεια

Η κατασκευή και ο σχεδιασμός ενώ φυτοδώματος θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη τον κίνδυνο πτώσης των χρηστών , αλλά και των εργατών κατά τη κατασκευή. Κατά τη κατασκευή οι εργάτες θα πρέπει να λαμβάνουν ειδικά μέτρα ασφαλείας, ενώ στις περιπτώσεις που το δώμα χρησιμοποιείται από χρήστες πρέπει πάντα να υπάρχει περιμετρική περίφραξη του χώρου. (Oberlanden et al,2002)

1.4.4. Οικονομικά

Το κόστος κατασκευής ενός φυτοδώματος πολλές φορές λειτουργεί αποτρεπτικά για τέτοιες κατασκευές, παρότι μελέτες δείχνουν ότι οι θερμομονωτικές ιδιότητες που προσθέτει το φυτοδώμα στο κτίριο, αποφέρει πολύ γρήγορα την επιστροφή αυτού του κόστους. (Laberge,2003). Μεγάλη οικονομική σπατάλη μπορεί να δημιουργηθεί από κακή μελέτη του φυτοδώματος, γι αυτό η μελέτη και κατασκευή πρέπει να γίνετε από εξειδικευμένους επιστήμονες, ώστε να αποφεύγονται προβλήματα, όπως καταστροφή της υγραμόνωσης του δώματος, εισχώρηση των ριζών σε τοιχία και ηλεκτρικά κυκλώματα, αλλά και υπερβολική στατική επιβάρυνση του κτιρίου.

1.5. Χρήση χλοοταπήτων σε φυτοδώματα.

Αν και η χρήση χλοοτάπητα συνηθίζεται σε πολλές πρακτικές εφαρμογές φυτεμένων δωματίων, παρ όλα αυτά λίγες είναι οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη συμπεριφορά τους σε αυτά.

Ένα παράδειγμα χρήσης χλοοτάπητα σε φυτοδώμα, σε μεγάλο δημόσιο έργο είναι η κατασκευή του φυτοδώματος στην πλατεία Ελευθερίας στην Αθήνα όπου βρίσκετε το Μέγαρο Μουσικής Αθηνών. (Nektarios et al., 2009). Στην προσθήκη του Μεγάρου Μουσική Αθηνών δημιουργήθηκε ένα πάρκο 20.000 m² στο οποίο διατηρήθηκε η αρχική μορφολογία του εδάφους κατά τη κατασκευή των υπόγειων αιθουσών φθάνοντας κλίσεις κελύφους που κυμαίνονταν από 2-75%, ένα μεγάλο μέρος του πάρκου καλύφθηκε με χλοοτάπητα.

Σε συγκριτική μελέτη ανάμεσα σε 3 διαφορετικούς τύπους διαμόρφωσης φυτοδώματος, με θάμνους, χλοοτάπητα ή χρήση πέργκολας, η χρήση χλοοτάπητα επέδειξε τη θετικότερη συμβολή στη παθητική ψύξη, μειώνοντας τη θερμοκρασία στην ανώτερη επιφάνεια του δωματίου 5,7-8,7 °C, χωρίς όμως στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο φυτεύσεων. (Pei-Chun, 2010)

Πολύ καλή φαίνεται να είναι και η συμβολή των χλοοταπήτων σε δώματα ως προς την ικανότητα τους να συγκρατούν όμβρια ύδατα, ελαττώνοντας τις πιθανότητες

δημιουργίας πλημμυρικών φαινομένων. Έχει υπολογιστεί η ικανότητα του *Lolium perenne* να συγκρατεί 58% του βρόχινου νερού στο Βανκούβερ του Καναδά, 55% στο Πεκίνο της Κίνας, και απόλυτη συγκράτηση υδάτων (100%) στη περιοχή Κελόουνα του Καναδά, σε σύγκριση με τη σημερινή κατάσταση που παρουσιάζει σκληρές επιφάνειες στα δώματα. Στη ίδια μελέτη υπολογίστηκε και η ικανότητα ειδών *Sedum* στη συγκράτηση όμβριων υδάτων, 29% στο Βανκούβερ, 28% στο Πεκίνο και επίσης 100% στη Κελόουνα (Roehr and Kong, 2010).

Καλή προσαρμοστικότητα έχει αποδειχτεί να έχουν διαφορετικά είδη χλοοταπήτων σε συνθήκες φυτεμένων δωματίων εντατικού αλλά και εκτατικού τύπου ακόμα και σε βάθη υποστρώματος 7,5cm. (Nydrioti et al., 2010 ; Ntoulas et al 2011).

2. ΑΝΑΓΚΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΩΝ

Η λανθασμένη αντίληψη και χαρακτηρισμός των χλοοταπήτων ως υδροβόρων πολλές φορές οδηγεί σε λανθασμένες εφαρμογές άρδευσης και σπατάληση υδατικών πόρων, με συνέπεια αυξημένο κόστος κατά τη διαχείριση τους.

Παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις υδατικές ανάγκες των γρασιδιών είναι:

- Η χρήση του χλοοτάπητα.

Σε χλοοτάπητες αθλητικών γηπέδων απαιτείται αύξηση της εφαρμογής άρδευσης λόγω της έντονης καταπόνησης των γρασιδιών.

- Η διάρκεια και ένταση της ξηράς περιόδου.

Η ξηρά περίοδος του έτους είναι και η περίοδος που απαιτούνται μεγαλύτερα ποσά άρδευση για τη συντήρηση του χλοοτάπητα και για το λόγο αυτό οι ετήσιες ανάγκες ενός χλοοτάπητας είναι άμεσα συνδεδεμένες με τη διάρκεια και ένταση της περιόδου αυτής.

- Οι επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

Η υδατοκατανάλωση του χλοοτάπητα επηρεάζεται από της επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Η εξατμισοδιαπνοή τους εξαρτάται από τη θερμοκρασία, τη ταχύτητα και την ένταση ανέμου και την ατμοσφαιρική υγρασία.

- Η ηλικία του χλοοτάπητα

Κατά τη περίοδο εγκατάστασης ενός χλοοτάπητα η συχνότητα και η ποσότητα άρδευσης είναι αυξημένες συγκριτικά με το πρόγραμμα που εφαρμόζεται σε ένα εγκατεστημένο γρασίδι. Οι χλοοτάπητες με ανεπτυγμένο, βαθύ ριζικό σύστημα έχουν χαμηλότερες ανάγκες άρδευσης, συγκριτικά με χλοοτάπητες με επιφανειακό ριζικό σύστημα.

- Το υπόστρωμα ανάπτυξης.

Η αύξηση του μακροπορώδους του υποστρώματος οδηγεί σε αύξηση του ρυθμού αποστράγγισης και μικρότερη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας. Υποστρώματα μεγάλης περιεκτικότητας σε άμμο παρουσιάζουν ανάγκη συχνότερης άρδευσης από υποστρώματα με αυξημένα ποσοστά ιλύς και αργίλου.

- Το είδος και η ποικιλία του χλοοτάπητα.

Ανάλογα με το είδος του χλοοτάπητα διαφοροποιούνται οι απαιτήσεις εφαρμογής άρδευσης. Στα ψυχρόφιλα είδη άρδευση 85-65% της εξάτμισης κρίνεται επαρκής για τη διατήρηση της ποιότητας του χλοοτάπητα. Τα θερμόφιλα είδη έχουν περιορισμένες απαιτήσεις με 45-65% της εξάτμισης (Fry and Huang, 2004 ; Σπαντιδάκης , 1999 ; Νεκτάριος , 2007).

2.1. Ψυχρόφιλοι χλοοτάπητες.

Τα ψυχρόφιλα είδη έχουν άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης μεταξύ 15,5° C και 24° C, στη κατηγορία περιέχονται πάνω από 20είδη χλοοταπήτων, ανήκουν στην οικογένεια *Graminae* και στη υποοικογένεια *Festucoidae*. Άλλο χαρακτηριστικό είναι ότι εκτελούν φωτοσύνθεση τύπου C3 αντίθετα με τα θερμόφιλα είδη που πραγματοποιούν C4 φωτοσύνθεση (Fry and Huang, 2004) Γνωστότερα είδη ψυχρόφιλων είναι :

Festuca rubra ssp rubra, Festuca rubra spp. commutate. Festuca ovina, Festuca arundinacea, Poa pratensis, Poa trivialis, Poa annua, Lolium perenne και Agrostis palustris

Τα ψυχρόφιλα είδη λόγω και της μορφολογίας τους παρουσιάζουν μεγαλύτερες υδατικές ανάγκες, 65-85% της εξάτμισης (Νεκτάριος , 2007 ; Μπαμπίλης , 2004)

2.2.Θερμόφιλοι χλοοτάπητες

Στα θερμόφιλα είδη οι άριστες θερμοκρασίες ανάπτυξης είναι μεταξύ 26 και 35° C, τα θερμόφιλα είδη προέρχονται από θερμές τροπικές ή ημιορεινικές περιοχές όπως είναι η Αφρική, η Νότια Αμερική. Οι Ινδίες και η Νοτιοανατολική Ασία. Ανήκουν στη οικογένεια *Graminae* και στην υποοικογένεια *Eragrostioideae* (Fry and Huang, 2004). Τα θερμόφιλα είδη έχουν μορφολογία τύπου C4, και παρουσιάζουν μικρή αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες γι αυτό κατά τις περιόδους αυτές ληθαργούν.

Κυριότερες διαφορές μεταξύ θερμόφιλων και ψυχρόφιλων χλοοταπήτων είναι:

- Οι ιδανικές θερμοκρασίες φωτοσύνθεσης είναι χαμηλότερες στους ψυχρόφιλους χλοοτάπητες
- Η αναπνοή κατά τη φωτοσύνθεση είναι μεγαλύτερη σε αυξημένες θερμοκρασίες για τα C3 φυτά μειώνοντας τη παραγωγή υδατανθράκων.
- Οι θερμόφιλοι χλοοτάπητες συνεχίζουν να παράγουν υδατάνθρακες χρησιμοποιώντας CO₂ ,το οποίο έχουν αποθηκευμένο, ακόμα και τις θερμές ξηρές ημέρες οπου τα στομάτια είναι κλειστά. Όταν εκλείψουν τα αποθέματα CO₂ η παραγωγή υδατανθράκων σταματά.
- Τα C4 φυτά έχουν λιγότερα στομάτια, χάνουν λιγότερο νερό κατά την πρόσληψη του CO₂ ,συνέπεια αυτού, οι θερμόφιλοι χλοοτάπητες παρουσιάζουν καλύτερη εκμετάλλευση της ποσότητα του νερού. (Fry and Huang, 2004)

Γνωστότερα είδη θερμόφιλων χλοοταπήτων είναι:

Cynodon dactylon, *Cynodon transvaalensis*, *Cynodon dactylon x transvallensis* ,
Zoysia japonica, *Zoysia matrella*, *Zoysia tenuifolia*, *Axonopus affinis*, *Paspalum
vaginatum*, *Paspalum notatum*, *Pennisetum elandestinum*, *Stenotaphrum secundatum*,
και *Eremochloa ophiuroides*

Τα θερμόφιλα είδη παρουσιάζουν μικρότερες ανάγκες άρδευσης έναντι των ψυχρόφιλων, οι οποίες αντιστοιχούν στο 45-65% της ημερήσιας εξάτμισης ανάλογα με το είδος του γρασιδιού (Νεκτάριος , 2007 ; Μπαμπίλης , 2004).

2.3. Είδη χλοοταπήτων και ανάγκες άρδευσης

Σε μελέτες που έχουν γίνει μεταξύ διαφορετικών ειδών έχει αποδειχτεί ότι τα θερμόφιλα είδη καταναλώνουν σημαντικά λιγότερο νερό από τα ψυχρόφιλα. Οι Meyer και Gibeault (1986), υπολόγισαν τις υδατικές ανάγκες τριών θερμόφιλων γρασιδιών (*Cynodon dactylon*, *Paspalum vaginatum*, *Zoysia japonica*) και τριών ψυχρόφιλων (*Festuca arundinaceae*, *Poa pratensis*, *Lolium perenne*) οι ποικιλίες αρδεύονταν με 100%, 80%, 60 % της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ET₀, με συντελεστή Kp 0,8 για τα ψυχρόφιλα είδη και 0,7 για τα θερμόφιλα. Οι αρδεύσεις γίνονταν με εκτοξευτήρες και είχαν συντελεστή ομοιομορφίας 87%.

Βρέθηκε ότι τα ψυχρόφιλα είδη είχαν μη σημαντική μείωση της οπτικής τους ποιότητας σε ελλειμματική άρδευση 80% των αναγκών τους ενώ αντίθετα το 60% επέφερε μη αποδεκτή μείωση της ποιότητας του χλοοτάπητα. Τα φυτά του *Cynodon dactylon* και *Paspalum vaginatum*, έδειξαν ικανοποιητικά ποιοτικά χαρακτηριστικά με άρδευση στο 60% της ET₀, ενώ το *Zoysia japonica* στην ελλειμματική άρδευση του 60% είχε πρόβλημα προσβολής από νηματώδεις, όμως τα μη προσβεβλημένα πειραματικά τεμάχια είχαν μη σημαντική ποιοτική διαφοροποίηση σε σχέση με τις υψηλότερες αρδεύσεις.

Σε συγκριτικές μελέτες που έχουν γίνει μεταξύ διαφορετικών γρασιδιών ως προς τις υδατικές τους απαιτήσεις, έχουν βρεθεί τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1. Υδατοκατανάλωση διαφόρων ειδών χλοοτάπητα.

<u>Ποικιλία χλοοτάπητα</u>	<u>Kc</u>	<u>Περίοδο μελέτης</u>	<u>Μεθοδολογία και Διαθεσιμότητα νερού</u>	<u>Βιβλιογραφία/ Τοποθεσία</u>
Bahiagrass	(min) Ιανουάριο 0,35- (max) Μάιο 0,90	Ιούλιο 2003 έως Δεκέμβριο 2006	Μέθοδο συσχέτισης Eddy ETref ASCR-EWRI (Allen et al, 2005). Πλήρης άρδευση	Jia et al, 2009, Central Florida, FL
St Austinegrass και Bermudagrass	min 0,71- max 0,99	5έτη	ETc Stewart&Mills 1967. ETref Hargreaves (Allen et al, 1998). Υδατική καταπόνηση.	Jia et al, 2009, Central Florida, FL δεδομένα ETc Steward & Mills,1967, South Florida
Tifway bermudagrass (Ιούνιο- Σεπτέμβριο) με επισπορά Ryegrass (Νοέμβριο έως Μάιο)	min 0,79 – max 0,90	Νοέμβριο 1994 έως Σεπτέμβριο 1997	ETc από Λυσίμετρα. ETo FAO Penman- Monteith εξίσωση. Πλήρης άρδευση	Brown et al., 2001, Tuscon, AZ
Ψυχρόφιλα είδη (Bluegrass, perennial ryegrass, tall fescue)	min 0,64- max 0,72	Ιούνιο έως Σεπτέμβριος 1998,1999 και 2000	ETc υγρασία εδάφους ETo Samani & Pessarakli, 1986.	Smeal et al., 2001, Farmington,NM
Θερμόφιλα είδη (Bermudagrass, buffalograss)	min 0,28- max 0,6		Υδατική καταπόνηση	

Kentucky bluegrass Tall fescue	0,60-0,80 0,50-0,80	1993 και 1994	ETr Kimberly-Penman. Eta 80% ETr Kc= ETa/ETr	Ervin & Koski, 1998, Fort Collins, CO
Tifway bermudagrass Common bermudagrass Meyer zoysia Centipedegrass St. Augustinegrass REBEL II tall fescue KENTUCKY31 tall fescue	0.67 0.68 0.81 0.85 0.72 0.79 0.82	26-6-1989 έως 10-10-1989 Και 4-5-90 έως 2-11-90	ETc υγρασία εδάφους (TDR) ETref FAO Penman εξίσωση (Doorenbos and Pruit,1984) Υδατική καταπόνηση.	Carrow,1995, Griffin GA
Bermudagrass με επισπορά Ryegrass	0,44- 0,89	1987-1989 (σε γήπεδα γκολφ)	Etc lysimeters ETo Penman (Jensen,1973) Πλήρης άρδευση	Devitt et al., 1992 Las Vegas, NV
Bermudagrass: Texture-10 Tifgreen Midiron	0,64 0,60 0,57	1989 έως 1991	Gravimetric method ETc πραγματικό νερό που χρησιμοποιήθηκε ETo μοντέλο Penman, Doorenbos and Pruit,1977. Υδατική καταπόνηση	Garrot and Mancino, 1994, Tuscon, AZ

Kentucky bluegrass	Ιουλ 1,03 Αυγ 0,84 Σεπτ 1,0	Ιούλιο έως Σεπτέμβριο το 1984 και 1985	ΕΤc ζύγιση λυσιμέτρων.	Aronson et al, 1987, Kingston, RI
Red fescue	Ιούλ.0,98 Αυγ. 0,83 Σεπτ. 0,99		ΕΤο μέθοδο Penman.	
Perennial ryegrass	Ιούλ. 1,05 Αύγ. 0,88 Σεπτ. 1,02		Πλήρης άρδευση	
Hard fescue	Ιούλ. 0,98 Αύγ. 0,8 Σεπτ. 0,94			
Cool -season grasses	Min 0,61 max 1,04	Aug 1981- Sept 1983	ΕΤο method Penman. Υδατική καταπόνηση	Meyer et al, 1985, Riverside,CA
Warm-season grasses	min 0,55 max 0,79	Aug 1981- Sept 1983	ΕΤο method Penman Υδατική καταπόνηση	Meyer et al, 1985, Riverside,CA

2.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοκατανάλωση.

Ύψος κοπής

Η πρακτική που ακολουθείται ως προς το κούρεμα του χλοοτάπητα επηρεάζει τις ανάγκες άρδευσης του. Σε μελέτη με διαφοροποίηση του ύψους κοπής σε 2 cm και 5 cm παρατηρήθηκε αύξηση των υδατο-αναγκών σε *Cynodon dactylon* (Bermudagrass) από 0,14 in d^{-1} σε 0,19 in d^{-1} (Feldhake et al, 1983)

Συχνότητα άρδευσης

Έχει παρατηρηθεί ότι λιγότερο συχνές και βαθιές αρδεύσεις δημιουργούν καλύτερης ποιότητας χλοοτάπητα σε σύγκριση με τις συχνά επαναλαμβανόμενες και επιφανειακές αρδεύσεις (Better and Doss, 1960; Zazueta et al., 2000). Επίσης οι πυκνές αρδεύσεις, που διατηρούν το ριζικό σύστημα σε συνεχή κορεσμό μπορούν να είναι καταστροφικές για το χλοοτάπητα λόγω υποξίας ή ανοξίας (Trenholm et al., 2001).

Βάθος υποστρώματος και ριζικού συστήματος

Το βάθος του υποστρώματος έχει μεγάλη σημασία λόγω της ικανότητας του φυτού να αντλεί νερό από μεγαλύτερα βάθη. Σύμφωνα με τη Huang (1999) σε έδαφος με μειωμένη υγρασία στα επιφανειακά στρώματα παρατηρήθηκε αύξηση του ριζικού συστήματος σε μεγαλύτερα βάθη (40-80 cm) με ταυτόχρονη μείωση του επιφανειακού ριζικού συστήματος ως ένας μηχανισμός προσαρμογής στα είδη των *Buchloe dactyloides* και *Zoysia japonica*.

Είδος υποστρώματος.

Οι Kneebone and Paper ,(1984) πειραματίστηκαν με εδάφη διαφορετικής αναλογίας σε άμμο-ιλύ (19:1, 18:2, 16:4) ,και παρατηρήθηκε ότι οι χλοοτάπητες στο υπόστρωμα με τη μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού έδωσαν μικρότερη υδατοκατανάλωση και εμφάνισαν καλύτερη ανάπτυξη των φυτών.

Λίπανση

Η εφαρμογή λίπανσης σε χλοοτάπητες , ειδικά η προσθήκη N , αυξάνει το συντελεστή υδατο-κατανάλωσης του χλοοτάπητα, χωρίς αυτή η αύξηση να αποδεικνύεται πάντα στατιστικώς σημαντική. Η εφαρμογή λίπανσης αζώτου σε *Poa pratensis* (Kentucky bluegrass) έδειξε αύξηση από 0,19 in/d⁻¹ σε 0,21 in/d⁻¹ (Feldhake et al,1983) ενώ μελέτη σε 2 γήπεδα γκολφ και ένα δημόσιο πάρκο ,με την ίδια ποικιλία Bermudagrass, έδειξε ότι η αυξημένη χρήση λιπασμάτων στα γήπεδα δημιούργησε και αυξημένες ανάγκες για άρδευση κατά 29% (Devitt et al, 1992), σε άλλη μελέτη με τη χρήση λυσιμέτρων στο Tuscon ,Arizona υπήρξε αύξηση των αναγκών άρδευσης ,σε Bermudagrass , αλλά μόλις από 0,14 in d⁻¹ σε 0,18 in d⁻¹ στα λυσίμετρα που εφαρμόστηκε λίπανση (Kneebone and Paper , 1984).

2.5. Αντοχή σε υδατική καταπόνηση.

Είδη γρασιδιών.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο οι θερμοφιλες ποικιλίες δείχνουν μεγαλύτερη ανοχή σε συνθήκες μειωμένης υγρασίας. Οι υδατικές τους ανάγκες περιορίζονται στο 60% της εξατμισοδιαπνοης (Meyer και Gibeault,1986), ενώ λόγω της φυσιολογίας τους, συνεχίζουν να φωτοσυνθέτουν ακόμα και όταν τα στομάτια τους είναι κλειστά. (Fry and Huang, 2004) .

Τα είδη με μεγάλη αντοχή στη υδατική καταπόνηση είναι οι : *Cynodon dactylon*, *Cynodon dactylon x traasvaalensis*, *Zoysia matrella*, *Zoysia japonica*, *Paspalum notatum* και *Paspalum vaginatum*, *Buchloe dactyloides* ενώ από τα ψυχρόφιλα είδη το ποιά ανθεκτικό είναι: η *Festuca arundinaceae*.

Πίνακας 3.2. Σχετική ικανότητα αποφυγής και ικανότητα αντοχής των γρασιδιών σε υδατική καταπόνηση. (Huang and Fry, 2004)

ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΦΥΓΗΣ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΤΡΕΣ	ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΑΠΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΣΤΡΕΣ
<i>Poa pratensis</i>	Μέτρια	Καλή
<i>Poa annua</i>	Κακή	Κακή
<i>Festuca arundinacea</i>	Εξαιρετική	Μέτρια
<i>Festuca rubra</i>	Μέτρια	Εξαιρετική
<i>Lolium perenne</i>	Καλή	Κακή
<i>Agrostis palustris</i>	Μέτρια	Κακή
<i>Zoysia japonica</i>	Καλή	Εξαιρετική
<i>Cynodon dactylon</i>	Εξαιρετική	Πολύ καλή
<i>Buchloe dactyloides</i>	Εξαιρετική	Εξαιρετική
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Πολύ καλή	Μέτρια
<i>Eremochloa ophiuroides</i>	Καλή	Μέτρια
<i>Paspalum notatum</i>	Εξαιρετική	Καλή
<i>Paspalum vaginatum</i>	Πολύ καλή	Μέτρια

2.5.1. Μηχανισμοί αποφυγής (drought avoidance).

Πρόκειται για την ικανότητα των χλοοταπήτων να αποφεύγουν την αφυδάτωση και την εισαγωγή τους σε κατάσταση υδατικού στρες. Τα φυτά το επιτυγχάνουν αυτό μέσω της μείωση των αναγκών τους σε νερό (κλείσιμο στοματίων, μείωση διαπνοής) είτε με την εύρεση νέων πηγών νερού (ανάπτυξη ριζικού συστήματος σε βάθος). (Fry and Huang, 2004).

Το *Festuca sp.* επιτυγχάνει την επιβίωση του σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης με την ελαχιστοποίηση της επιφάνειας των φύλλων του, το πάχος της εφυμενίδας των φύλλων καθώς και την ανάπτυξη αρκετά εκτεταμένου ριζικού συστήματος (έως 1,2μ).

Αντίθετα αρνητικά σε αυτό επιδρούν τα μορφολογικά φαρδιά φύλλα του καθώς και η πυκνότητα των στοματίων που διαθέτει. (Fu and Huang, 2004, ; Beard , 1989).

Τα είδη *Cynodon sp.* και *Zoysia sp.* δείχνουν μεγαλύτερη ικανότητα αποφυγής μειώνοντας το ρυθμό εξατμισοδιαπνοής τους ενώ συγκριτικά το *Cynodon sp.* υπερτερεί δείχνοντας μεγαλύτερη ευαισθησία και ταχύτερο κλείσιμο των στοματίων του.(Beard and Sifers ,1997).

Στο *Paspalum notatum* έχει παρατηρηθεί κατά τις νυχτερινές ώρες να αντλεί νερό από μεγαλύτερα βάθη (χάρη το εκτεταμένο ριζικό του σύστημα), το οποίο διαρρέει σε ξηρά επιφανειακότερα στρώματα του εδάφους. (Huang,1999)

2.5.2. Μηχανισμοί αντοχής (drought tolerance).

Είναι η ικανότητα του χλοοτάπητα να επιβιώσει μετά από μία κατάσταση υδατικής καταπόνησης, ο χλοοτάπητας μπορεί να δείχνει αδρανής και ξερός, αλλά οι στόλωνες είναι ζωντανοί και το φυτό ανακάμπτει και μπορεί να επανέλθει μετά από κάποιες βροχοπτώσεις ή αρδεύσεις. (Fry and Huang,2004).

Οι μικρές ανάγκες νερού, το βαθύ ριζικό σύστημα αλλά και η ικανότητα των ριζών να προσαρμόζονται στην οσμωτική απώλεια οργανικών και ανόργανων ουσιών σε ξηρό περιβάλλον βοηθάει να διατηρηθεί η σπαργή στα κύτταρα του φυτού.(Beard, 1989)

Οι Qian and Fry (1997) αναφέρουν τα είδη *Z. japonica* και *B. dactyloides* να έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες ανάκαμψης σε σχέση με το *C. dactylon* αλλά και τα τρία θερμόφιλα παρουσιάζονται καλύτερα από το *F. arundinacea*.

Πίνακας 3.3. Επαναφορά γλοστοπήτων μετά από έκθεση σε παρατεταμένη ξηρασία εδάφους (Qian and Fry, 1997)

Γρassίδι	Επαναφορά πράσινων μερών(%) ₁	Σπαργή κυττάρων (%) ₂
<i>C. dactylon</i>	14	54
<i>Z. japonica</i>	22	67
<i>B. dactyloides</i>	50	78
<i>F. arundinacea</i>	4	26
₁ Η υγρασία εδάφους μειώθηκε στο 8% w/v πριν επανέλθουν οι αρδεύσεις ₂ Σπαργή κυττάρων κατά τη ξερή περίοδο.		

3. ΧΡΗΣΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΔΕΥΣΗ.

Η εξατμισοδιαπνοή (ET) αντιπροσωπεύει την απώλεια νερού από το έδαφος, συνυπολογιζόμενων των διαδικασιών της εξάτμισης (από το έδαφος και το φυτικό υλικό) και της διαπνοής (των φυτών)

Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (ET_{ref} ή ET_0) είναι ο ρυθμός με τον οποίο εξατμίζεται το διαθέσιμο στο έδαφος νερό σε μία συγκεκριμένη φυτεμένη επιφάνεια. (Jensen et al., 1990).

Η εξατμισοδιαπνοή υπολογίζεται απευθείας με τη χρήση λυσιμέτρων. Τα λυσίμετρα μπορεί να είναι πληρώνονται με νερό ή έδαφος και φυτικό υλικό το οποίο αναπτύσσεται υπό φυσιολογικές συνθήκες. (Van Bavel, 1961 ; Miranda et al., 2006). Τα λυσίμετρα ταξινομούνται σε 3 κατηγορίες α) ζυγίζόμενα, β) μη-ζυγίζόμενα σταθερού νερού, γ) μη-ζυγίζόμενα διηθητικού τύπου, ενώ επιπλέον ποικίλουν σε μέγεθος. (Slatyer and Mc Proy, 1961)

Προϋποθέσεις οι οποίες πρέπει να τηρούνται για τη σωστή λειτουργία των λυσιμέτρων είναι :

- Όταν μετράται εξατμισοδιαπνοή του φυτού, το υπόστρωμα θα πρέπει να είναι αρκετά βαθιά ώστε να επιτρέπεται πλήρης ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού.
- Το εδαφικό προφίλ πρέπει να είναι όμοιο με το προφίλ του εδάφους που χρησιμοποιείται και εκτός του λυσιμέτρου (το πειραματικό έδαφος).
- Το φυτικό υλικό πρέπει να είναι σε εφάμιλλη κατάσταση με το φυτικό υλικό του πειράματος.
- Τα τοιχώματα του λυσιμέτρου θα πρέπει να επηρεάζουν όσο το δυνατό λιγότερο τα αποτελέσματα (Slatyer and Mc Proy, 1961).

3.1. Μέθοδοι προσδιορισμού εξατμισοδιαπνοής.

Τα τελευταία 60 έτη πολλές εμπειρικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για το υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής σε διαφορετικά κλιματικά περιβάλλοντα. Οι περισσότερες από αυτές είναι γραμμικά μοντέλα ακτινοβολίας ως αναφέρονται από την **εξίσωση Penman** (Penman, 1948) η οποία εκτιμά την εξάτμιση από ελεύθερη επιφάνεια νερού, γυμνό έδαφος ή χλοοτάπητα (εξατμισοδιαπνοή), βασιζόμενη σε ένα συνδυασμό ενεργειακών και αεροδυναμικών συνθηκών.

$$\lambda E = [\Delta(Rn-G)] + (\gamma \lambda E_a) / (\Delta + \gamma)$$

όπου λE = ροή εξάτμισης λανθάνουσας ενέργειας ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)

Δ = τάση καμπύλης πίεσης κορεσμένων υδρατμών ($\text{kPa } ^\circ \text{C}^{-1}$)

Rn = πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της φυτείας ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)

G = πυκνότητα ροής θερμότητας στο έδαφος ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)

γ = ψυχομετρική σταθέρα ($\text{kPa } ^\circ \text{C}^{-1}$)

λE_a = ροή μεταφοράς ατμών (mm day^{-1})

Μια τροποποιημένη εξίσωση, που χρησιμοποιείτε συχνά, συνιστάται από το FAO-56, (Allen et al, 1998) και είναι η **εξίσωση FAO-56 Penman and Monteith** χρησιμοποιώντας χλοοτάπητα κουρεμένο σε ύψος περίπου 10cm (4in), με σταθερή αντίσταση επιφάνειας 70 s m^{-1} και τιμή albedo 0,23'' (Smith et al, 1992). Η εξίσωση είναι:

$$E_{Tref} = \frac{0,408(Rn-G) + \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Όπου: E_{Tref} = εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm day^{-1})

Rn = πυκνότητα ροής καθαρής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της φυτείας ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)

G = πυκνότητα ροής θερμότητας στο έδαφος ($\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$)

T = μέση θερμοκρασία αέρα στα 2m ύψος ($^\circ \text{C}$)

u_2 = ταχύτητα ανέμου σε 2μ ύψος ($m s^{-1}$)

e_s = μερική πίεση κορεσμένων υδρατμών. (kPa)

e_a = πραγματική πίεση υδρατμών (kPa)

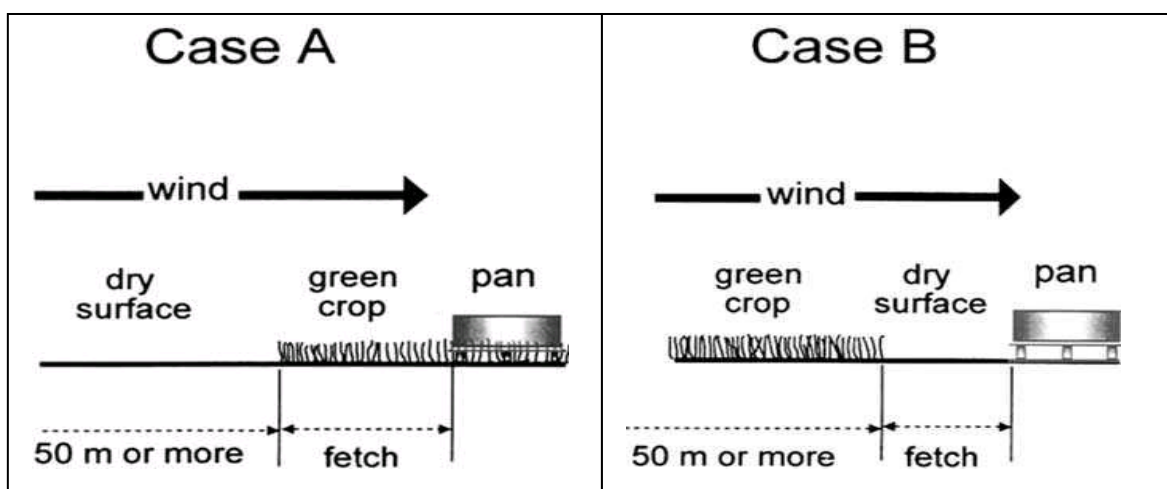
Δ = τάση καμπύλης πίεσης κορεσμένων υδρατμών ($kPa \text{ } ^\circ C^{-1}$)

γ = ψυχομετρική σταθερά ($kPa \text{ } ^\circ C^{-1}$)

Τέλος ο πιο διαδεδομένος πρακτικός τύπος υπολογισμού είναι με τη χρήση δεξαμενής (PAN) και συγκεκριμένα η μέθοδος **Class-A-Pan**.

Το χρώμα, το μέγεθος και η θέση του εξατμισόμετρου έχουν σημαντική επίδραση στην μέτρηση των αποτελεσμάτων, γι αυτό ο συντελεστής K_p υπολογίζεται ανά περίπτωση. Κατά την επιλογή του κατάλληλου K_p ελέγχονται η κάλυψη του εδάφους στο σταθμό, καθώς και οι γενικές συνθήκες ανέμου και υγρασίας. Η χωροθέτηση του εξατμισόμετρου και το περιβάλλον γύρω από αυτό επίσης επηρεάζουν τα αποτελέσματα.

Δύο περιπτώσεις τοποθέτησης του εξατμισόμετρου υπάρχουν: Περίπτωση Α) όπου το εξατμισόμετρο είναι τοποθετημένο σε χλοοτάπητα και περιβάλλεται από χέρσο έδαφος και Β) περίπτωση που το εξατμισόμετρο είναι τοποθετημένο σε ξερό έδαφος και περιβάλλεται από χλοοτάπητα (Εικόνα 4-1.). Για ορθότερα αποτελέσματα συνιστάται η τοποθέτηση του εξατμισόμετρου σε χλοοτάπητα τουλάχιστον 15 x 15m.



Εικ. 4.1. Περιπτώσεις τοποθέτησης Class-A Pan. (πηγή www.fao.org)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα του εξατμισόμετρου είναι η ταχύτητα του ανέμου, η μέση σχετική υγρασία καθώς και η έκταση γύρω από τη δεξαμενή η οποία είναι ακάλυπτη ή καλυμμένη με χλοοτάπητα.

Το εξατμισόμετρο συνιστάται να είναι γαλβανισμένο ή βαμμένο στο χρώμα του αλουμινίου, σε περίπτωση που είναι βαμμένο λευκό οι διαφορές που προκύπτουν είναι ασήμαντες, ενώ αν το εξατμισόμετρο είναι χρωματισμένο μαύρο μπορεί να παρατηρηθεί αύξηση της εξάτμισης έως 10%..

Επίσης μεγάλη σημασία έχει η στάθμη στην οποία διατηρείται το νερό, η απόσταση από το χείλος της δεξαμενής πρέπει να είναι 5-7,5 cm ενώ αν η στάθμη ξεπεράσει κατά 10cm το κατώτερο όριο παρατηρείται μείωση της εξάτμισης κατά 15%. προκειμένου να αποφευχθεί η κατανάλωση νερού από ζώα και πουλιά, το εξατμισόμετρο πρέπει να καλύπτεται με σύρμα ή να βρίσκεται σε χώρο περιφραγμένο από όλες τις πλευρές (Brouwer et al., 1985).

Πιν. 3-2. Ενδεικτικές τιμές συντελεστή K_p σε διαφορετικές συνθήκες για A-pan τοποθετημένο σε χλοοτάπητα. (Brouwer et al., 1985)

Class A pan RH mean (%) ⊗	Case A: Pan placed in short green cropped area			
		low < 40	medium 40 - 70	high > 70
Wind speed (m s ⁻¹)	Windward side distance of green crop (m)			
Light	1	.55	.65	.75
< 2	10	.65	.75	.85
	100	.7	.8	.85
	1000	.75	.85	.85
Moderate	1	.5	.6	.65
2-5	10	.6	.7	.75
	100	.65	.75	.8
	1000	.7	.8	.8
Strong	1	.45	.5	.6
5-8	10	.55	.6	.65
	100	.6	.65	.7
	1000	.65	.7	.75
Very strong	1	.4	.45	.5
> 8	10	.45	.55	.6
	100	.5	.6	.65
	1000	.55	.6	.65

Πιν. 3-3. Ενδεικτικές τιμές συντελεστή K_p σε διαφορετικές συνθήκες για A-pan τοποθετημένο σε γυμνό έδαφος. (Brouwer et al., 1985)

Class A pan	Case B: Pan placed in dry fallow area			
RH mean (%) ⊕		low < 40	medium 40 - 70	high > 70
Wind speed (m s ⁻¹)	Windward side distance of dry fallow (m)			
Light	1	.7	.8	.85
< 2	10	.6	.7	.8
	100	.55	.65	.75
	1000	.5	.6	.7
Moderate	1	.65	.75	.8
2-5	10	.55	.65	.7
	100	.5	.6	.65
	1000	.45	.55	.6
Strong	1	.6	.65	.7
5-8	10	.5	.55	.65
	100	.45	.5	.6
	1000	.4	.45	.55
Very strong	1	.5	.6	.65
> 8	10	.45	.5	.55
	100	.4	.45	.5
	1000	.35	.4	.45

Από του πίνακες 3-2 και 3-3 προκύπτουν οι εξής εξισώσεις για τον υπολογισμό του συντελεστή K_p .

Class-A Pan περιβαλλόμενο από χλοοτάπητα.:

$$K_p = 0.108 - 0.0286 u_2 + 0.0422 \ln(\text{FET}) + 0.1434 \ln(\text{RH}_{\text{mean}}) - 0.000631 [\ln(\text{FET})]^2 \ln(\text{RH}_{\text{mean}})$$

Class-A Pan περιβαλλόμενο από γυμνό έδαφος.:

$$K_p = 0.61 + 0.00341 \text{RH}_{\text{mean}} - 0.000162 u_2 \text{RH}_{\text{mean}} - 0.00000959 u_2 \text{FET} + 0.00327 u_2 \ln(\text{FET}) - 0.00289 u_2 \ln(86.4 u_2) - 0.0106 \ln(86.4 u_2) \ln(\text{FET}) + 0.00063 [\ln(\text{FET})]^2 \ln(86.4 u_2)$$

Όπου: K_p = συντελεστής εξατμισόμετρου

u_2 = μέση ημερήσια ταχύτητα ανέμου στα 2μ ύψος ($m s^{-1}$)

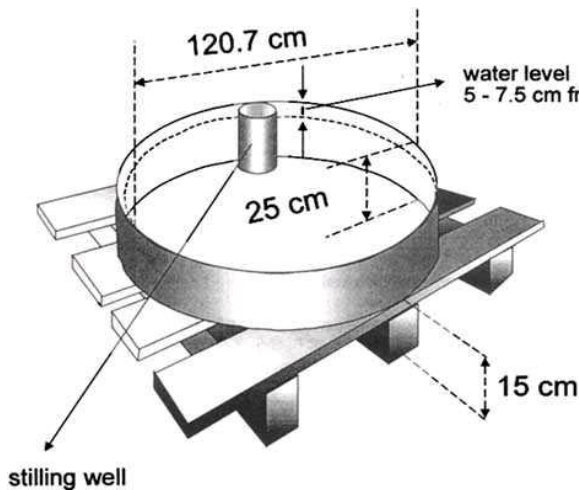
RH_{mean} = μέση ημερήσια σχετική υγρασία [%] = $(RH_{max} + RH_{min})/2$

FET (fetch) = το μήκος της επιφάνεια στην οποία βρίσκεται το εξατμισόμετρο , χλοοτάπητας ή γυμνό έδαφος,. (m)

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες Class-A Pan.

Το εξατμισόμετρο Class-A Pan είναι κυκλικό διαμέτρου 120,7 cm και βάθους 25 cm, κατασκευασμένο από γαλβανισμένο σίδηρο ή κράμα μετάλλων, τοποθετείται σε ξύλινο ανοιχτό πλαίσιο σε ύψος 15cm από την επιφάνεια του εδάφους το οποίο οφείλει να είναι ευθυγραμμισμένο. Εάν υπάρχει χλοοτάπητας διατηρείται σε ύψος μέχρι 5 cm κάτω από το κατώτερο σημείο του εξατμισόμετρου, και το εξατμισόμετρο τοποθετείται είτε στο κέντρο του χλοοτάπητα είτε στην απάνεμη πλευρά του.

Η μέτρηση γίνεται στον “ηρεμηστήρα”, ένα μεταλλικό κύλινδρο που συγκολλάται στο τοίχωμα του εξατμισόμετρου, διαμέτρου 10 cm και βάθους 20 cm με οπή στο κάτω μέρος του. Οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται πάντα την ίδια ώρα είτε κάθε μέρα, είτε στο επιθυμητό διάστημα (Brouwer et al., 1985).



Εικόνα 3.4. κατασκευαστικό σχέδιο Class-A Pan.

3.2. Εφαρμογή προσδιορισμού εξατμισοδιαπνοής σε χλοοτάπητες

Η χρήση της εξατμισοδιαπνοής για την άρδευση του χλοοτάπητα είναι επιβεβλημένη όταν θέλουμε να αναφερόμαστε σε σωστή διαχείριση. Το ξηρό κλίμα της χώρας μας κάνει επιβεβλημένη τη χρήση άρδευσης, οι βροχοπτώσεις ειδικά κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι ελάχιστες έως μηδενικές και η κατασπατάληση νερού είναι απαγορευτική, για περιβαλλοντικούς αλλά και για οικονομικούς λόγους.

Επειδή όμως η μέτρηση εξατμισοδιαπνοής είναι δύσκολο να εφαρμόζεται σε κάθε εφαρμογή, ειδικά όταν πρόκειται για οικιακούς κήπους, για το λόγο αυτό υπάρχουν πίνακες υδατικών αναγκών σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης (Duble, 2002)

Πίνακας 3.5. Μηνιαίες υδατικές ανάγκες χλοοταπήτων στη περιοχή του Μαϊάμι, Η.Π.Α. (Duble, 2002)

	ΘΕΡΜΟΦΙΛΑ ΕΙΔΗ ¹ (cm νερού ανά μήνα)	ΨΥΧΡΟΦΙΛΑ ΕΙΔΗ ² (cm νερού ανά μήνα)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ	5.08	7.62
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟ	6.35	7.62
ΜΑΡΤΙΟ	10.16	11.43
ΑΠΡΙΛΙΟ	12.7	15.24
ΜΑΙΟ	16.51	17.78
ΙΟΥΝΙΟ	16.51	17.78
ΙΟΥΛΙΟ	16.51	17.78
ΑΥΓΟΥΣΤΟ	16.51	17.78
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟ	15.24	15.24
ΟΚΤΩΒΡΙΟ	12.7	15.24
ΝΟΕΜΒΡΙΟ	10.16	11.43
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ	6.35	7.62
ΑΝΑ ΕΤΟΣ	144.78	162.56
¹ <i>Cynodon sp.</i> , <i>Zoysia sp.</i> , <i>Buchloe sp.</i> , <i>Eremocloa sp.</i> , <i>Stenotaphrum sp.</i>		
² <i>Festuca sp.</i> , <i>Poa sp.</i> , <i>Lolium sp.</i>		

3.3. Συστήματα εξοικονόμησης νερού άρδευσης

Υπόγεια στάγδην άρδευση.

Σε μελέτες που έχουν γίνει η χρήση υπόγειας στάγδην άρδευσης έδειξε σημαντική μείωση της απαιτούμενης ποσότητας νερού σε διάφορες καλλιέργειες, αντίθετα τα αποτελέσματα της χρήση της σε χλοοτάπητες είναι αμφιλεγόμενα, υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν εξοικονόμηση έως 30% σε σχέση με τη χρήση εκτοξευτήρων (Devitt and Miller,1988, ; Ferguson ,1994) ενώ άλλες μελέτες έχουν δείξει μη-σημαντική διαφορά στην υδατοκατανάλωση (Gibeault and Meyer, 1989). Διαφορές δεν φαίνεται να υπάρχουν στη ποιότητα του χλοοτάπητα, με όποια από τις δύο μεθόδους άρδευσης και αν εφαρμοστεί (Suarez-Rey et al., 2000). Η καλύτερη απόδοση του υπογείου στάγδην συστήματος σε ανεμόπληκτες περιοχές αναμένεται να εξοικονομήσει νερό, όπως οι εφαρμογές χλοοταπήτων για φυτοδώματα. (Lamm, 2002, ; Zoldoske et al., 1994).

Αισθητήρες υγρασίας.

Η χρήση αισθητήρων υγρασίας είναι μια λύση που μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλες ποσότητες νερού άρδευσης. Ο προγραμματιστής άρδευσης συνδέεται με τον αισθητήρα υγρασίας ο οποίος αναλαμβάνει να αξιολογήσει εάν απαιτείται άρδευση ή όχι. Στη πιο απλή εφαρμογή του υγρασιόμετρου, ο αισθητήρας μπορεί να αποφασίσει εάν η επικείμενη άρδευση είναι αναγκαία ή όχι , ορίζοντας ένα όριο υγρασίας υποστρώματος, πάνω από το οποίο παραλείπεται η επικείμενη άρδευση. (Hilaire et al.,2008)

Σε πολυπλοκότερες εφαρμογές ο αισθητήρας μπορεί να ανοίγει τους διανομείς νερού όταν η υγρασία του εδάφους πέφτει κάτω από το επιθυμητό όριο υγρασίας υποστρώματος και εν συνεχεία να τους κλείνει όταν η υγρασία έχει φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο. Αυτή ή δεύτερη μέθοδος έχει δείξει αποτελέσματα εφάμιλλα με την καθημερινή μέτρηση εξατμισοδιαπνοής και άρδευσης βάση αυτής (Fry and Huang, 2004).

4.Υλικά και Μέθοδοι.

4.1 Περιγραφή του πειράματος.

Η πειραματική μελέτη πραγματοποιήθηκε σε αίθριο χώρο του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, και διεξήχθη από 19 Ιουλίου 2011 έως 17 Σεπτεμβρίου 2011.

Μελετήθηκε η εξατμισοδιαπνοή 4 γρασιδιών, η ικανότητα τους να επιβιώσουν σε μια περίοδο υδατικής καταπόνησης, αλλά και η ικανότητα τους να επανέλθουν μετά τη παύση της περιόδου αυτής.

Για τις ανάγκες του πειράματος κατασκευάστηκαν 48 κυλινδρικά λυσίμετρα , διαμέτρου 30cm , 24 με βάθος υποστρώματος 7,5cm και 24 με βάθος υποστρώματος 15cm. Τα λυσίμετρα τοποθετήθηκαν σε πάγκους ρυθμιζόμενου ύψους ώστε να επιτευχθεί η οριζοντίωση τους και να αποφευχθούν φαινόμενα συσσώρευσης νερού στα άκρα του πυθμένα των λυσιμέτρων.

Στο κέντρο της κάτω επιφάνειας των λυσιμέτρων ανοίχτηκε τρύπα διαμέτρου Φ10, στην οποία τοποθετήθηκε ειδικό μεταλλικό σπείρωμα και αντίστοιχης διαμέτρου αγωγός τα οποία χρησίμευαν για τη συλλογή του απορρέοντος νερού.

Στη συνέχεια εντός των λυσιμέτρων τοποθετήθηκε το σύστημα φυτεμένου δώματος το οποίο περιελάμβανε διαδοχικές διαστρώσεις με την κάτωθι σειρά:

α) διάστρωση υφάσματος προστασίας, β) αποστραγγιστική πλάκα πολυαιθυλενίου και γ) γεώφασμα και το υπόστρωμα.

Τα είδη χλοοταπής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα : *Cynodon dactylon* x *transvaalensis* 'Mini Verde', *Paspalum vaginatum* 'Platinum', *Zoysia japonica* 'Zenith', και *Festuca arundinaceae* 'Grande II'. Η εγκατάσταση της Αγριάδας και του Πάσπαλου έγινε με τη χρήση έτοιμου χλοοτάπητα (sod), ενώ η Ζούσια και η Φεστούκα εγκαταστάθηκαν με τη χρήση σπόρου.

Χρησιμοποιήθηκαν δυο διαφορετικές αρδεύσεις των χλοοταπίτων μία πλήρης και μία ελλειμματική, και δύο μέθοδοι προσδιορισμού της απαιτούμενης άρδευσης χωρισμένες σε δύο περιόδους.

Κατά την α) περίοδο 20 Ιουλίου έως 5 Αυγούστου 2011, ο υπολογισμός του νερού άρδευσης γινόταν με τη μέτρηση της ET_{ac} από τα λυσίμετρα υψηλού βάθους υποστρώματος του *Festuca arundinacea* 'Grande II' και εφαρμοζόταν άρδευση στο 100% (πλήρης) της μετρημένης εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας και στο 60% αυτής (ελλειμματική).

Στη δεύτερη περίοδο από 6 Αυγούστου έως 17 Σεπτεμβρίου 2011, η άρδευση εφαρμοζόταν με βάση τις κλιματικές συνθήκες. Υπολογιζόταν η εξατμισοδιαπνοή με τη χρήση της μεθόδου CLASS-A PAN, (Brouwer et al., 1985), Τα φυτά δέχονταν δύο διαφορετικές αρδεύσεις στο 85% και 65% της ET για το *F.arundinacea* ενώ στις υπόλοιπες, θερμόφιλες, ποικιλίες ήταν 65% και 45% της ET .

Κατά τη περίοδο επαναφοράς των χλοοταπίτων εφαρμόστηκε άρδευση στο 100% της εξάτμισης με τη χρήση της μεθόδου CLASS-A PAN.

Οι χλοοτάπητες διατηρούνταν σε σταθερό ύψος 5cm καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ενώ κατά το διάστημα μετρήσεων δεν εφαρμόστηκε καμία λίπανση και καμία φυτοπροστατευτική επέμβαση.

Οι μετρήσεις που έγιναν και στις δύο περιόδους (καταπόνησης και επαναφοράς) ήταν : ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας (ET_c), η μέτρηση της πρασινότητας / χλωροφύλλη (SPAD), της αντίστασης των στοματίων (Porometer), του δείκτη κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης (NDVI), της υγρασίας του υποστρώματος, του ποσοστού κάλυψης του λυσιμέτρου με πράσινο χλοοτάπητα (Green Turf Coverage, GTC) και του βάρους του φυτοδώματος.

4.2. Χαρακτηρισμός υποστρώματος

Στα πλαίσια της μελέτης χρησιμοποιήθηκε νέο υπόστρωμα αποτελούμενο από θερμικά επεξεργασμένη άργιλος (AC), ελαφρόπετρα (Pum), Τύρφη (P), Κομποστ (C) και ζεόλιθο (Z), σε κατ' όγκο αναλογίες που προσδιορίζονται από τους αντίστοιχους δείκτες: AC40 : Pum40 : P8: C7: Z5

Επεξεργασμένη Άργιλος.

Χρησιμοποιήθηκε θερμικά επεξεργασμένη άργιλος της εταιρίας Geohellas (Geohellas S.A. ,Athens, Greece,). Το pH του υλικού μετρήθηκε 7,87 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 136,70 $\mu\text{S cm}^{-1}$ Το pH του υλικού μετρήθηκε 9,23 , η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 55,80 $\mu\text{S cm}^{-1}$ και το κοκκομετρικό εύρος 0,06-10 mm.

Ελαφρόπετρα.

Προήλθε από την εταιρία ΛΑΒΑ (ΛΑΒΑ Μεταλλευτική & Λατομική Α.Ε., Παιάνια, Ελλάδα, www.lava.gr). Το pH του υλικού μετρήθηκε 9,23 , η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 55,80 $\mu\text{S cm}^{-1}$ και το κοκκομετρικό εύρος 0,06-8 mm.

Τύρφη.

Χρησιμοποιήθηκε τύρφη συσκευασμένη της εταιρίας Klasman (Klasman Deilmann GmbH, Geeste-Grob Hesepe,). Με pH 3,5-4,5 , ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 79,40 $\mu\text{S cm}^{-1}$ και το κοκκομετρικό εύρος 0,06-2,5 mm.

Κόμποστ.

Το κόμποστ που χρησιμοποιήθηκε προερχόταν από φυτικά υπολείμματα, κοπριά αγελάδων, αλόγων και πουλερικών (Λ. Καμπάνης Α.Ε., Πικέρμι, Αττικής). Τα φυσικά, χημικά και θρεπτικά χαρακτηριστικά του κομποστ παρατίθενται στον Πίν. 4.2.

Πίνακας 4.2. Πίνακας ιδιοτήτων κόμποστ. (Πηγή: Nektarios et al., 2011a)

Analysis	Value	Method of analysis
Organic matter (%)	38.70	A.O.A.C. 967.05/16 th edition
pH in water extract (3:50)	8.60	A.O.A.C. 973.04,I/16 th edition
Electrical conductivity in 1:5 water extract ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	5,000	Methods of soil analysis, American Society of Agronomy, No 9, Part 2, 1982.
C/N	10.70	
Total N (%)	2.09	A.O.A.C. 973.06/16 th edition
Total dissolved P ₂ O ₅ in inorganic acids (%)	1.61	EC Regulation 2003/2003/ 3.1.1 & AFNOR U42-246.
Total K ₂ O (%)	2.72	EC Regulation 2003/2003/ 3.1.1 & A.A.S.
Total MgO (%)	1.69	EC Regulation 2003/2003/ 8.1 & 8.7.
Total Ca (%)	7.16	EC Regulation 2003/2003/ 8.1 & A.A.S.
Total Na (%)	0.31	EC Regulation 2003/2003/ 8.1 & 8.10.
Total Fe ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$)	7,330	EC Regulation 2003/2003/ 9.1 & 9.8.
Total Zn ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$)	231	EC Regulation 2003/2003/ 9.1 & 9.11.
Total Mn ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$)	433	EC Regulation 2003/2003/ 9.1 & 9.9.
Total Cu ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$)	40	EC Regulation 2003/2003/ 9.1 & 9.7.
Total B ($\text{mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$)	321	EC Regulation 2003/2003/ 9.1 & 9.5.

Ζεόλιθος

Ο ζεόλιθος είναι ένα φυσικό ηφαιστειακό υλικό, είναι ένα ένυδρο κρυσταλλικό αλουμινοπυριτικό ορυκτό. Η κρυσταλλική του δομή που μοιάζει με κηρήθρα παρουσιάζει πόρους διαστάσεων 5Å, διαθέτει μικροσηρίγγια στα οποία δύνανται να εισχωρήσουν ιόντα NH₄ και K. Το pH του υλικού μετρήθηκε 8,0 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) 30,90 $\mu\text{S cm}^{-1}$

Ο ζεόλιθος που χρησιμοποιήθηκε ήταν της εταιρίας S&B (SANDB, Κηφισιά,,Ελλάδα)

4.2.1. Προσδιορισμός υγρασίας και κοκομετρίας

Στο υπόστρωμα που δημιουργήθηκε ,προσδιορίστηκε η καμπύλη υγρασίας του υποστρώματος και η καμπύλη κοκομετρίας, η οποία έπρεπε να εναρμονίζεται με τα όρια κοκομέτριας της FLL για εκτατικά φυτοδώματα.

Για το προσδιορισμό του ξηρού βάρους, του κορεσμένου βάρους και του διαθέσιμου νερού του υποστρώματος δημιουργήθηκε στήλη ύψους 85 cm που αποτελούνταν από 17 δακτύλιους ύψους 5 cm η οποία πληρώθηκε με το υπόστρωμα. Από τη καμπύλη υγρασίας που προέκυψε υπολογίστηκαν το κορεσμένο βάρος του υποστρώματος, το ξηρό βάρος και το διαθέσιμο νερό σύμφωνα με τους Nektarios et.al. ,2011a και Nektarios et.al. ,2011b

Η κοκομετρία του υποστρώματος προσδιορίστηκε με τη χρήση δονούμενης μηχανής (Vibratory Sieve Shaker AS 200 basic; Retsch Ltd., Haan, Germany) αποτελούμενη από μια σειρά κόσκινα διαφορετικής διαμέτρου.

4.2.2. Προσδιορισμός pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Για τον προσδιορισμό του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) του υποστρώματος έγινε προσθήκη απιονισμένου νερού σε αναλογία υποστρώματος/απιονισμένο νερό 1:5 κατά βάρος. Το αιώρημα αναδεύτηκε για μία ώρα, και το pH και EC προσδιορίστηκαν σε τρία διακριτά δείγματα .

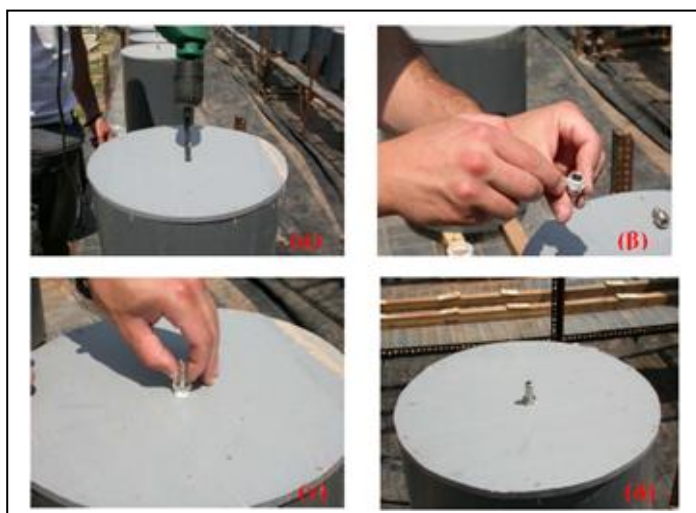
4.3. Κατασκευή λυσιμέτρων.

Για τις ανάγκες του πειράματος κατασκευάστηκαν 48 κυλινδρικά λυσιμέτρα από PVC πάχους 7mm τα οποία στεγανοποιήθηκαν με τη χρήση υγρού PVC και ακρυλικής σιλικόνης. Τα λυσιμέτρα ήταν εξωτερικής διαμέτρου 30mm, εμβαδού $0,071 \text{ m}^2$ και δύο διαφορετικών υψών, 15cm και 22,5cm τα οποία δέχτηκαν υπόστρωμα 7,5 cm και 15cm αντίστοιχα.



Εικόνα 4.5.. Κατασκευή και στεγάνωση λυσιμέτρων. α) Λυσιμέτρα PVC διαφορετικού ύψους 15cm και 22,5 cm. β) Εσωτερική υδατοστεγάνωση λυσιμέτρου με χρήση ακρυλικής σιλικόνης. γ) Τελική εσωτερική εικόνα λυσιμέτρου.

Στο κέντρο της κάτω επιφάνειας των λυσιμέτρων τοποθετήθηκε μεταλλικό σπειρώμα. Για τη στεγανοποίηση του σπειρώματος χρησιμοποιήθηκε ταινία Teflon και ακρυλική σιλικόνη.



Εικόνα 4.6.

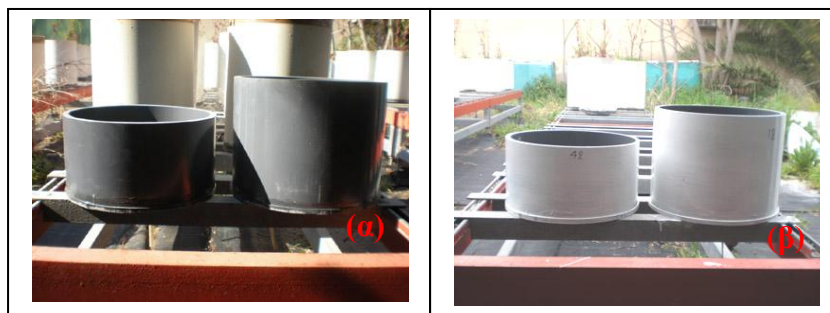
- α) Διάτρηση κατώτερης επιφάνειας λυσιμέτρου.
- β) Χρήση ταινίας Teflon για στεγάνωση του εξαρτήματος.
- γ) Τοποθέτηση εξαρτήματος.
- δ) Τελική κατάσταση

Στη άκρη του σπειρώματος τοποθετήθηκε διάφανος εύκαμπτος σωλήνας για τη συλλογή του απορρέοντος νερού σε δοχεία.



Εικόνα 4.7. Εύκαμπτος σωλήνας σύνδεσης μεταλλικού σπειρώματος, με το δοχείο συλλογής της απορροής.

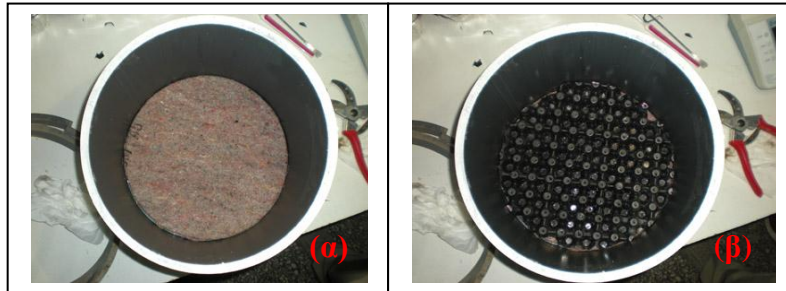
Τα λυσίμετρα βάφτηκαν σε λευκό χρώμα για την αντανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας και την προστασία του υλικού.



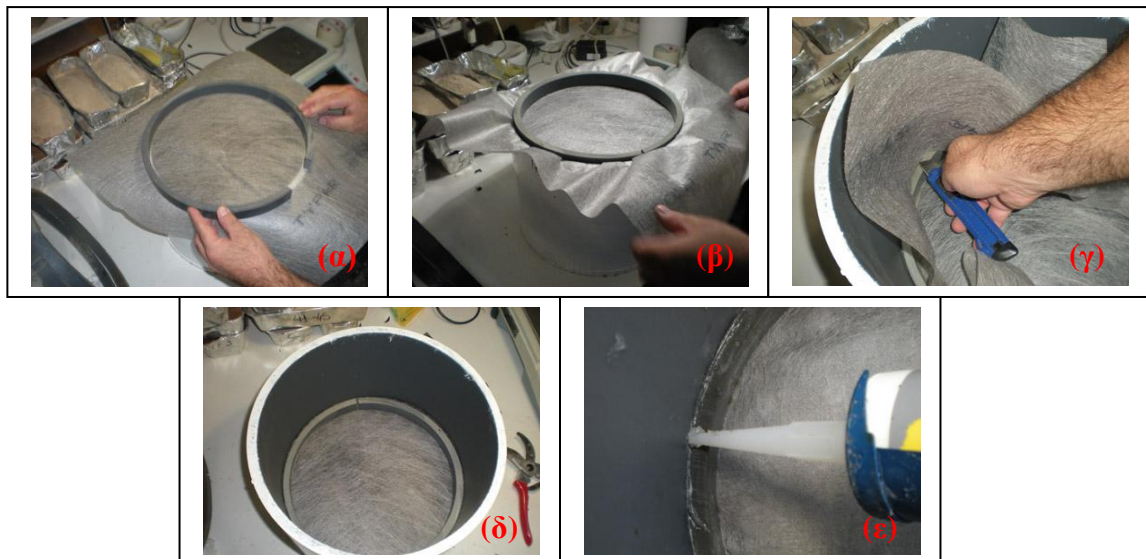
Εικόνα 4.8. α) Λυσίμετρα PVC. β) Χρώση λευκού στο εξωτερικό τμήμα των λυσιμέτρων.

Τα λυσίμετρα διαστρώθηκαν με τυπικό σύστημα φυτοδώματος, το οποίο αποτελούνταν από α) μεμβράνη προστασίας και συγκράτησης υγρασίας (TSM 32, βάρος $0,32 \text{ kg m}^{-2}$, πάχος 3 mm), β) αποστραγγιστική στρώση από ανακυκλωμένο πολυαιθυλένιο, ύψους 25mm, βάρους $1,5 \text{ kg m}^{-2}$ (ξηρό) και $4,5 \text{ kg m}^{-2}$ (κορεσμένο), με χωρητικότητα νερού 3 L m^{-2} , μέγιστη αντοχή επιβαλλόμενου φορτίου 250 kN m^{-2} (Floradrain FD 25), γ) γεωφύλασμα από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο, βάρους $0,1 \text{ kg m}^{-2}$, πάχους 0,6 mm,. Όλα τα παραπάνω υλικά προμηθεύτηκαν από την εταιρία Egreen, (Egreen-ZINCO ,Αθήνα ,Ελλάδα.)

Το γεωφάσμα τοποθετήθηκε με τη χρήση δακτυλίων PVC ώστε να εξασφαλιστεί η σταθερότητα της θέσης του



Εικόνα 4.9. α) Τοποθέτηση μεμβράνης προστασίας και β) αποστραγγιστικής στρώσης.



Εικόνα 4.10. α) Δακτύλιος PVC. β) Τοποθέτηση δακτυλίου και γεωφάσματος εντός του λυσιμέτρου και πίεση τους προς τα κάτω. γ) Κόψιμο περίσσειας γεωφάσματος. δ) Τελική τοποθέτηση. ε) Στεγάνωση με χρήση ακρυλικής σιλικόνης στα εξωτερικά τοιχώματα του δακτυλίου.

4.4. Κατασκευή υποστρωμάτων και πλήρωση λυσιμέτρων.

Η κατασκευή των υποστρωμάτων έγινε σε ειδικό αναδευτήρα. Για τη σωστότερη ανάδευση των υλικών και μεγαλύτερη ομοιομορφίας του μίγματος του υποστρώματος τοποθετούνται συνολικά 100 L υλικών σε κάθε μίγμα προς ανάδευση. Στα 100λίτρα υποστρώματος περιέχονταν 40 L επεξεργασμένη άργιλος, 40 L ελαφρόπετρα, 8 L τύρφης, 7 L κόμποστ και 5 L ζεόλιθου.



Εικόνα 4.11. α) Δοχείο ογκομέτρησης υλικών. β) Προσθήκη υλικών στον αναδευτήρα. γ) Ανάδευση υλικών. δ) Λυσίμετρα πληρωμένα με το υπόστρωμα.

Τα λυσίμετρα αφού πληρώθηκαν με υπόστρωμα, τοποθετήθηκαν σε υδραυλική πρέσα συμπίεσης. Συμπιέστηκαν σε πίεση 20 bars, και στη συνέχεια αφαιρέθηκε η περίσσια υποστρώματος από κάθε λυσίμετρο σε βάθος 5cm από το χείλος του λυσιμέτρου. Η περίσσια του υποστρώματος αφέθηκε κατά τη συμπίεση για να αποφευχθεί η επιφανειακή διαστρωμάτωση.



Εικόνα 4.12. α) Πρέσα. β) Τοποθέτηση λυσιμέτρων στη πρέσα. γ) Συμπύεση στα 20 bars. δ) Συμπιεσμένο υπόστρωμα. ε) Αφαίρεση περίσσειας υποστρώματος, τελική εικόνα πριν τη τοποθέτηση των γρασιδιών.

4.5. Φυτικό υλικό.

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 3 θερμοφιλα και ένα ψυχρόφιλο είδος χλοοτάπητα. Τα θερμοφιλα είδη ήταν τα *Cynodon dactylon* x *transvaalensis* 'Mini verde', *Paspalum vaginatum* 'Platinum', *Zoysia japonica* 'Zenith', ενώ το ψυχρόφιλο είδος το *Festuca arundinaceae* 'Grande II'.

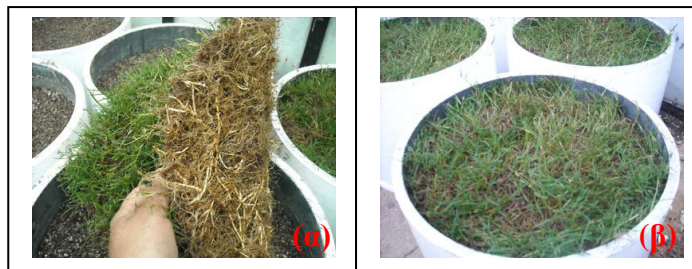
Τα *C. dactylon* x *transvaalensis* 'Mini verde', *P. vaginatum* 'Platinum', παρελήφθησαν σε μορφή έτοιμου χλοοτάπητα ο οποίος πλύθηκε ώστε να απομακρυνθεί εντελώς το υπόστρωμα το οποίο έφερε, και τοποθετήθηκε στα λυσίμετρα. Τέλος σταθεροποιήθηκαν με μεταλλικές "διχάλες" για να αποφευχθεί τυχόν μετακίνησης τους από τον αέρα έως ότου αναπτυχθεί το ριζικό τους σύστημα. Οι έτοιμοι χλοοτάπητες παραχωρήθηκαν απ' την εταιρία Hellasod (Hellasod A.E., Αλιάρτος, Ελλάδα)

Τα είδη *Z. japonica* 'Zenith', και το *F. arundinacea* 'Grande II' εγκαταστάθηκαν με σπορά. Η ποσότητα σπόρου εφαρμόστηκε σύμφωνα με τις οδηγίες των σποροπαραγωγικών οίκων και ήταν 1 g ανά λυσίμετρο (0,07 m²) για το Ζούσια και

4,3 g ανά λυσίμετρο για το Φεστόκα. Στη συνέχεια τα λυσίμετρα τοποθετήθηκαν σε θάλαμο υδρονέφωσης μέχρι να βλαστήσουν οι σπόροι (3 εβδομάδες).



Εικόνα 4.13. α) Προσδιορισμός επιθυμητού μεγέθους μοσχεύματος. β) Κοπή μοσχεύματος. γ) Κομμάτι χλοοτάπητα με υπόστρωμα χώματος.



Εικόνα 4.14. α) Πλυμένο κομμάτι χλοοτάπητα και β) τοποθέτηση του στα λυσίμετρα.



Εικόνα 4.15. Σπορά λυσιμέτρων με α) *F. arundinaceae* και β) *Z. japonica*.



Εικόνα 4.16. Τοποθέτηση σπαρμένων λυσιμέτρων με *F. arundinaceae* και *Z. japonica*, σε θάλαμο υδρονέφωσης.

4.6. Άρδευση χλοοτάπητα.

Κατά την περίοδο καταπόνησης χρησιμοποιήθηκαν δυο διαφορετικές αρδεύσεις των χλοοταπίτων μία πλήρης και μία ελλειμματική, και δύο μέθοδοι προσδιορισμού της απαιτούμενης άρδευσης χωρισμένες σε δύο περιόδους.

Κατά την πρώτη περίοδο (20 Ιουλίου έως 5 Αυγούστου 2011), ο υπολογισμός της ποσότητας άρδευσης γινόταν με τη μέτρηση της ET_c από τα λυσίμετρα υψηλού βάθους υποστρώματος του *F arundinacea* 'Grande II'. Με βάση την προσδιοριζόμενη ET_c του *F arundinacea* 'Grande II' εφαρμοζόταν στις υπόλοιπες επεμβάσεις άρδευση στο 100% (πλήρης) της μετρημένης εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας και στο 60% αυτής (ελλειμματική).

Στη δεύτερη περίοδο (6 Αυγούστου έως 17 Σεπτεμβρίου 2011) η άρδευση γινόταν με βάση τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Υπολογιζόταν η εξατμισοδιαπνοή με τη χρήση της μεθόδου CLASS-A PAN (Brouwer et al., 1985). Τα φυτά δέχονταν δύο διαφορετικές αρδεύσεις στο 85% και 65% της ET για το Φεστούκα, ενώ τα θερμόφιλα είδη δέχονταν 65% και 45% της ET .

Κατά την περίοδο επαναφοράς των χλοοταπίτων εφαρμόστηκε άρδευση στο 100% της εξάτμισης με τη χρήση της μεθόδου Class-A Pan. Η άρδευση του χλοοτάπητα ήταν καθημερινή και εφαρμοζόταν κάθε απόγευμα κατά την ώρα της δύσης του ηλίου, για να αποφευχθεί, κατά το δυνατό, η επιφανειακή εξάτμιση του νερού άρδευση.

Οι εξισώσεις που προέκυψαν για τον υπολογισμό του νερού άρδευσης ήταν

A Περίοδος Καταπόνησης.

Πλήρης άρδευση $ET_{ac} = ET_{Festuca}$

Ελλειμματική άρδευση $ET_{ac} = ET_{Festuca} \times 0,60$

Όπου ET_{ac} = Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

$ET_{Festuca}$ = Εξατμισοδιαπνοή βαθέων λυσιμέτρων φυτοκαλυμμένα με *F. arundinacea*

B. Περίοδος Καταπόνησης

$$ET_{ac} = E_{pan} \times K_p \times K_c \times \text{Εμβαδόν λυσιμέτρου}$$

για τα θερμόφιλα είδη: $K_c=0.65$ στην επέμβαση της πλήρους άρδευσης

και $K_c=0,45$ στην επέμβαση της ελλειμματικής άρδευσης

στην πλήρη άρδευση $ET_{ac} = E_{pan} \times 0,65 \times 0,65 \times 0,071$

στην ελλειμματική άρδευση $ET_{ac} = E_{pan} \times 0,65 \times 0,45 \times 0,071$

για το ψυχρόφιλο είδος: $K_{ac}=0.85$ επέμβαση της πλήρους άρδευσης

και $K_{ac}=0,65$ στην επέμβαση της ελλειμματικής άρδευσης

στην πλήρη άρδευση $ET_{ac} = E_{pan} \times 0,65 \times 0,8 \times 0,071$

στην ελλειμματική άρδευση $ET_{ac} = E_{pan} \times 0,65 \times 0,65 \times 0,071$

Όπου ET_{ac} = Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

E_{pan} = Εξάτμιση από εξατμισόμετρο

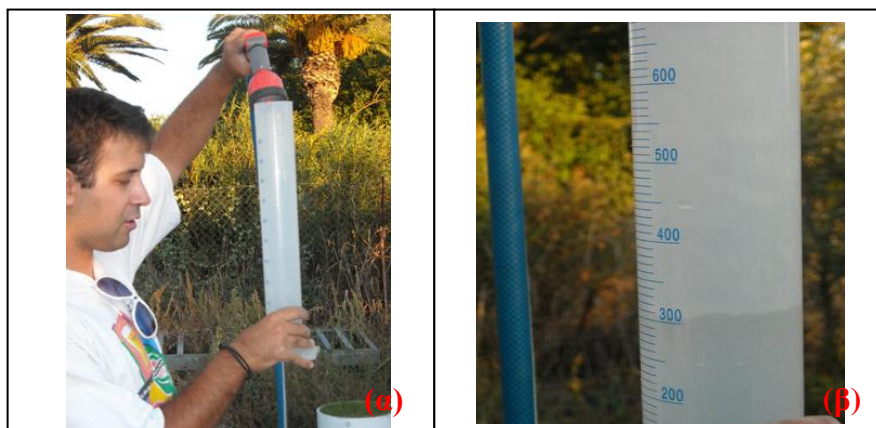
K_p = Συντελεστής εξατμισόμετρου

K_c = Συντελεστής καλλιέργειας

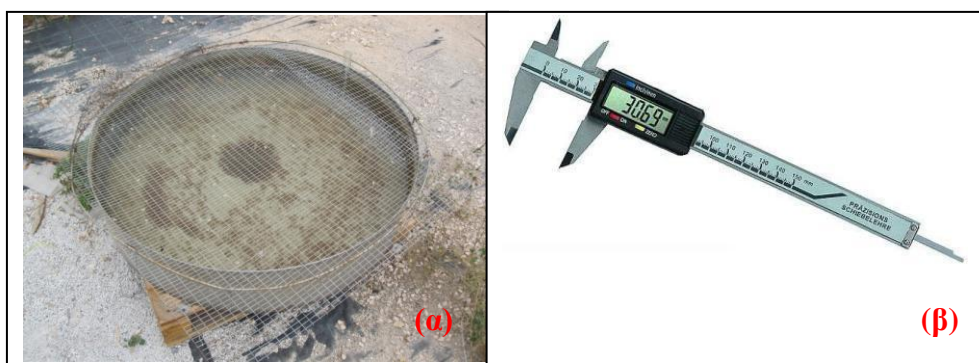
Περίοδο Επαναφοράς.

Ποσότητα άρδευσης = E_{pan}

Όπου : E_{pan} = Εξάτμιση από Class- A Pan.



Εικόνα 4.17. α) Ογκομέτρηση νερού άρδευσης. β) Λεπτομέρεια ογκομετρικού σωλήνα.



Εικόνα 4.18. Μέτρηση εξάτμισης με τη χρήση α) Class-A Pan και β) ηλεκτρονικού παχύμετρου.

4.7. Διαχείριση χλοοτάπητα.

Κοπή χλοοτάπητα.

Όλα τα είδη καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος διατηρούνταν σε σταθερό ύψος κοπής 5 cm. Η κοπή του χλοοτάπητα εφαρμοζόταν όποτε τα φυτά ξεπερνούσαν το προκαθορισμένο ύψος των 5 cm. Η κοπή του χλοοτάπητα γινόταν με τη χρήση επαναφορτιζόμενου ηλεκτρικού ψαλιδιού και αναρρόφηση των υπολειμμάτων κοπής με ηλεκτρική σκούπα.



Εικόνα 4.19. α) Κοπή χλοοτάπητα και β) αναρρόφηση υπολειμμάτων κοπής.

Λίπανση.

Οι χλοοτάπητες δέχθηκαν λίπανση με Floranid Permanent 16-7-15 (+2Mg,+7S +0,5Fe) της εταιρίας Compro (Compro Hellas,Ελλάδα) στις 6 Ιουλίου 2011, πριν την έναρξη των μετρήσεων και εν συνεχεία δεν έγινε καμία λίπανση μέχρι και την ολοκλήρωση του πειράματος.

Φυτοπροστασία

Η μόνη φυτοπροστατευτική επέμβαση που χρειάστηκε ήταν 40 μέρες πριν τη έναρξη της μελέτης (9 Ιουνίου 2011) και αφορούσε προσβολή του *Paspalum vaginatum* από ανθράκωση, η οποία αντιμετωπίστηκε με χρήση μείγματος των μυκητοκτόνων Rovral (Iprodione) της εταιρίας BASF SE, Previcur (Propamocarb-hydrochlorid) και Alliette (fosetyl-Al) της εταιρίας BAYER CROP.

4.8. Μετρήσεις

Κατά τη περίοδο καταπόνησης αλλά και επαναφοράς των χλοοταπών, (19/9/2011 έως 14/9/2011), μετρήθηκαν η εξατμισοδιαπνοή των χλοοταπών, η υγρασία του υποστρώματος, η πρασινότητα/χλωροφύλλη (SPAD), η αντίσταση των στοματίων (Porometer), ο κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης (NDVI), το βάρος του συνολικού συστήματος φυτοδώματος και έγινε ψηφιακή καταγραφή της πράσινης φυτοκάλυψης (GTC).

4.8.1. Εξατμισοδιαπνοή και βάρος φυτοδώματος.

Τα λυσίμετρα ζυγίζονταν καθημερινά πριν την άρδευση των χλοοταπών προκειμένου να προσδιοριστεί η εξατμισοδιαπνοή τους. Για τη ζύγιση των χλοοταπών χρησιμοποιήθηκε load cell (DP41-W, Omega, Stamford, UK) το οποίο τοποθετήθηκε σε γέφυρα και συνδέθηκε με βάση πάνω στην οποία τοποθετούνταν τα λυσίμετρα. Με τη ζύγιση προσδιοριζόταν το νερό που καταναλώθηκε από το φυτικό υλικό και την εξάτμιση του υποστρώματος σε 24ώρα χρονικά διαστήματα.

Επίσης σε καθημερινή συχνότητα προσδιοριζόταν η έκπλυση του κάθε λυσίμετρου. Για τη μέτρηση αυτή τοποθετήθηκαν μεταλλικά εξαρτήματα στο κέντρο του κατώτερου μέρους των λυσιμέτρων όπου μέσω διάφανου σωλήνα το νερό της έκπλυσης οδηγείτο σε δοχεία συλλογής.



Εικόνα 4.20. Οθόνη ενδείξεων ζύγισης λυσιμέτρων. α) Σύστημα ζύγισης Load cell. β) Γέφυρα και βάση τοποθέτησης λυσιμέτρων. γ) Ζύγιση λυσιμέτρου.



Εικόνα 4.21. α) Δοχεία συλλογής απορροών. β) Τοποθέτηση των δοχείων συλλογής κάτω από τους πάγκους.

4.8.2. Δείκτης Πρασινότητας / Χλωροφύλλης των φύλλων (SPAD).

Η μέτρηση πρασινότητας/χλωροφύλλης γινόταν κάθε 4 μέρες ενώ κατά τη περίοδο που οι χλοοτάπητες εμφάνισαν έντονη καταπόνηση οι μετρήσεις παίρνονταν κάθε 2 ημέρες. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το SPAD-502Plus-Chlorophyll Meter (Konica Minolta Corp., Bremen, Germany).



Εικόνα 4.22. Μέτρηση χλωροφύλλης.

4.8.3. Αντίσταση στοματίων. (Porometer)

Η μέτρηση για την αντίσταση των στοματίων του χλοοτάπητα λαμβανόταν κάθε 4 ημέρες με πορόμετρο (ΔΤ-POROMETER AP4, Delta-T Devices Ltd, , Cambridge, UK).



Εικόνα 4.23. α) Μέτρηση αντίστασης στοματίων. β) Λεπτομέρεια αισθητήρα .

4.8.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI)

Ο κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης προσδιορίζει τη φυσιολογική κατάσταση μιας φυτείας βασιζόμενος στην διαφορά της προσπίπτουσας και της ανακλώμενης ακτινοβολίας από μία φυτοκαλυμμένη επιφάνεια.

Ο κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης προσδιοριζόταν κάθε 4 ημέρες, μετριόταν ο, με χρήση του NDVI 2-channel light sensors SKR 1800 (Skye Instruments Ltd, UK).

Ο κατώτερος αισθητήρας τοποθετούνταν σε απόσταση 50 cm από την επιφάνεια του χλοοτάπητα ,ώστε να παίρνει κυκλικό δείγμα διαμέτρου 24 cm.



Εικόνα 4.24. α) Μέτρηση κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI). β) Λεπτομέρεια καταγραφεία.

4.8.5. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων. (Green Turf Cover, GTC)

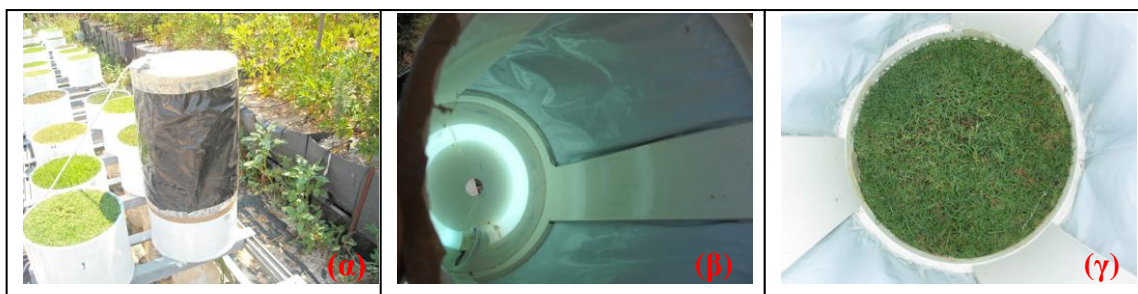
Η μέτρηση του ποσοστού φυτοκάλυψης πραγματοποιήθηκε με τη λήψη φωτογραφιών χρησιμοποιώντας φωτογραφικό θάλαμο σταθερού φωτισμού σε χρονικά διαστήματα 4 ημερών.

Ο φωτογραφικός θάλαμος σταθερού φωτισμού κατασκευάστηκε από PVC σωλήνα ίδιας διαμέτρου με αυτή των λυσιμέτρων. Εξωτερικά ο θάλαμος ήταν μαύρου χρώματος για να αποτραπεί επίδραση του εξωτερικού φωτός στο εσωτερικό του θαλάμου ενώ εσωτερικά ήταν λευκού χρώματος για την επίτευξη ομοιόμορφης διάχυσης του εσωτερικού φωτός το οποίο προερχόταν από έναν κυκλικό λαμπτήρα φθορισμού (Phillips Ελλάς Α.Ε.Β.Ε., Αθήνα), με ένταση φωτός 22 W και θερμοκρασία χρώματος 3000 Kelvin.

Η φωτογραφική μηχανή (Canon, Canon Europe Ltd, UK) είχε ρυθμιστεί σε ανάλυση 2Μρ και ευαισθησία φωτός ISO200, διάφραγμα F3.2 και εστιακή απόσταση 33 mm.

Οι εικόνες ήταν σε μορφή JPEG με μέγεθος 1600 × 1200 pixels, και κάθε εικόνα περικόπηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Adobe Photoshop CS3 (Adobe Systems Inc, ΗΠΑ) για να αφαιρεθούν ανεπιθύμητα τμήματα της εικόνας. Η Πράσινη Επιφάνεια Κάλυψης (Green Turfgrass Coverage, GTC %) καθορίστηκε με τη χρήση

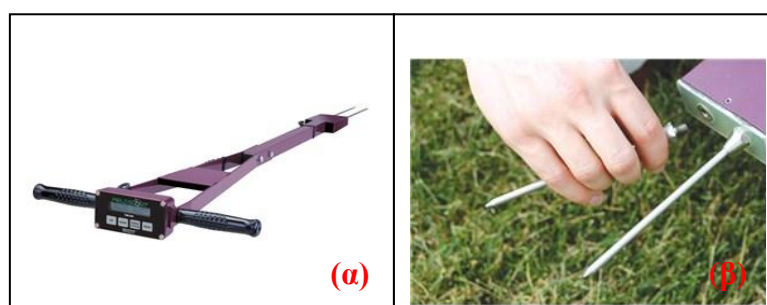
του λογισμικού ανάλυσης ψηφιακής εικόνας SigmaScan Pro έκδοση 5.0 (STATCON Witzenhausen, Germany), σύμφωνα με τους Richardson et al. (2001). Το ποσοστό του GTC σε κάθε εικόνα καθορίζεται με τη διαίρεση του αριθμού των πράσινων pixels της κάθε εικόνας με το συνολικό αριθμό pixel της εικόνας. Επιπλέον, οι υπολογιζόμενες τιμές RGB για τις ψηφιακές εικόνες μετατράπηκαν σε ένα σκούρο πράσινο δείκτη χρώματος (DGCI), σύμφωνα με τη μέθοδο που περιγράφεται από τους Karcher and Richardson (2003).



Εικόνα 4.25. α) Εξωτερική μαύρη επιφάνεια θαλάμου. β) Εσωτερική λευκή επιφάνεια φωτογραφικού θαλάμου. γ) Λήψη φωτογραφίας πράσινης κάλυψης χλοοτάπητα

4.8.6. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.

Η υγρασία του υποστρώματος προσδιοριζόταν καθημερινά πριν την άρδευση του χλοοτάπητα με υγρασιόμετρο (FieldScout TDR 300 Soil Moisture Meter, Spectrum Technologies, IL, USA) στο οποίο γινόταν αλλαγή αισθητήρων προκειμένου να χρησιμοποιηθεί στα δύο διαφορετικά βάθη. Το μήκος των αισθητήρων ήταν 7,5 cm για τα λυσιμέτρα με ύψος υποστρώματος 7,5cm και στα 12,5 cm στα λυσιμέτρα με ύψος υποστρώματος 15 cm.



Εικόνα 4.26. α) Υγρασιόμετρο. β) Αλλαγή αισθητήρων υγρασίας.

4.8.7. Στατιστική ανάλυση.

Η διάταξη των πειραματικών τεμαχίων ακολούθησε το Σχέδιο των εντελώς τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Τα λυσιμέτρα τοποθετήθηκαν σε 6 πάγκους ομαδοποιημένα σε 3 ομάδες. Η ομαδοποίηση των λυσιμέτρων εξαρτήθηκε από τη πορεία του ηλίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι παράγοντες ήταν: α) το βάθος του υποστρώματος, β) η ποσότητα άρδευσης, και γ) το είδος του χλοοτάπητα.

Για τη στατιστική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για επίπεδο σημαντικότητας $P \leq 0,05$ με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD) κατά τη διάρκεια της καταπόνησης. Καθώς σε κάθε λυσιμέτρο η καταπόνηση σταματούσε όταν η τιμή του NDVI έφθανε στην προκαθορισμένη τιμή 0,62 η τριπαραγοντική ανάλυση εφαμόστηκε μέχρι την 16^η Αυγούστου 2011. Στη συνέχεια της καταπόνησης (16/8/2011-17/9/2011) επιλέχθηκε να γίνει αξιολόγηση των εφαρμοσμένων καμπυλών.

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Statgraphics Centurion (Statpoint Technologies, INC. VI, USA). Για τη δημιουργία των γραφημάτων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Origin pro 8 (OriginLab corporation, MA, USA).



Εικόνα 4.27. Θέσης λυσιμέτρων στο πειραματικό σχέδιο.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

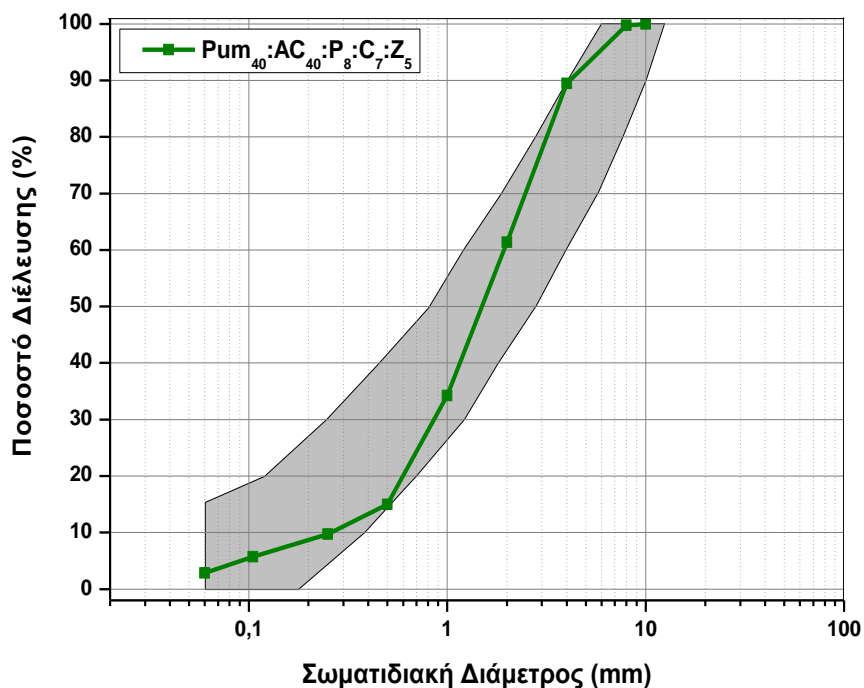
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε γραφήματα. Η ύπαρξη σημαντικά στατιστικών διαφορών σηματοδοτείται στα διαγράμματα με τη χρήση διαφορετικών λατινικών γραμμάτων όπου υπάρχουν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Οι παράγοντες που επιδρούσαν στα αποτελέσματα είναι το βάθος του υποστρώματος, η ποσότητα άρδευση, η ποικιλία του χλοοτάπητα και το μπλοκ-θέσης που βρισκόταν το πειραματικό τεμάχιο.

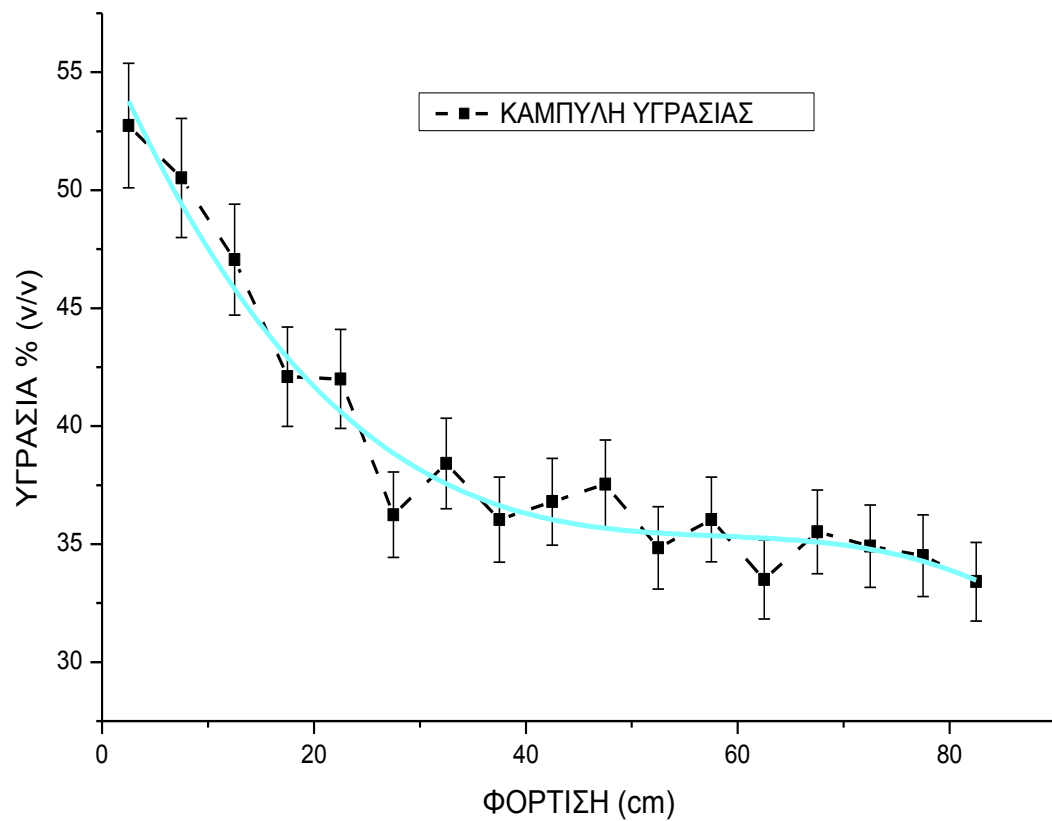
5.1. Χαρακτηρισμός υποστρώματος.

Στο υπόστρωμα που δημιουργήθηκε ,προσδιορίστηκε η καμπύλη υγρασίας του υποστρώματος και η καμπύλη κοκκομετρίας, η οποία έπρεπε να εναρμονίζεται με τα όρια κοκομέτριας της FLL για εκτατικά φυτοδώματα.

Το ξηρός βάρος του υποστρώματος είναι $0,7859 \text{ g/cm}^3$, ενώ το βάρος του στο κορεσμό $1,356 \text{ g/cm}^3$ και το εύκολα διαθέσιμο νερό υπολογίστηκε $12,6 \% \text{ v/v}$. (Διαγρ. 5.1.) Η καμπύλη κοκκομετρίας του υποστρώματος βρέθηκε εντός των ορίων της FLL για εκτατικά φυτοδώματα. (Διαγρ. 5.2.) ,η μέση τιμή pH μετρήθηκε $7,92$ και η ηλεκτρική αγωγιμότητα $EC 238,6 \text{ }\mu\text{s}$.



Διάγραμμα 5.1. Καμπύλη κοκκομετρίας υποστρώματος. Η γκρίζα περιοχή προσδιορίζει τα θεσπισμένα όρια κοκκομετρίας της FLL (2003), για εκτατικά φυτοδώματα. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών μετρήσεων. Το υπόστρωμα AC40:Pum40:P8:C7:Z5 αποτελείτο από AC: θερμικά επεξεργασμένη άργιλος, Pum: : ελαφρόπετρα, P: τύρφη, C: κομποστ και Z: ζεόλιθος σε κατ' όγκο αναλογίες που προσδιορίζονται από τους αντίστοιχους δείκτες.



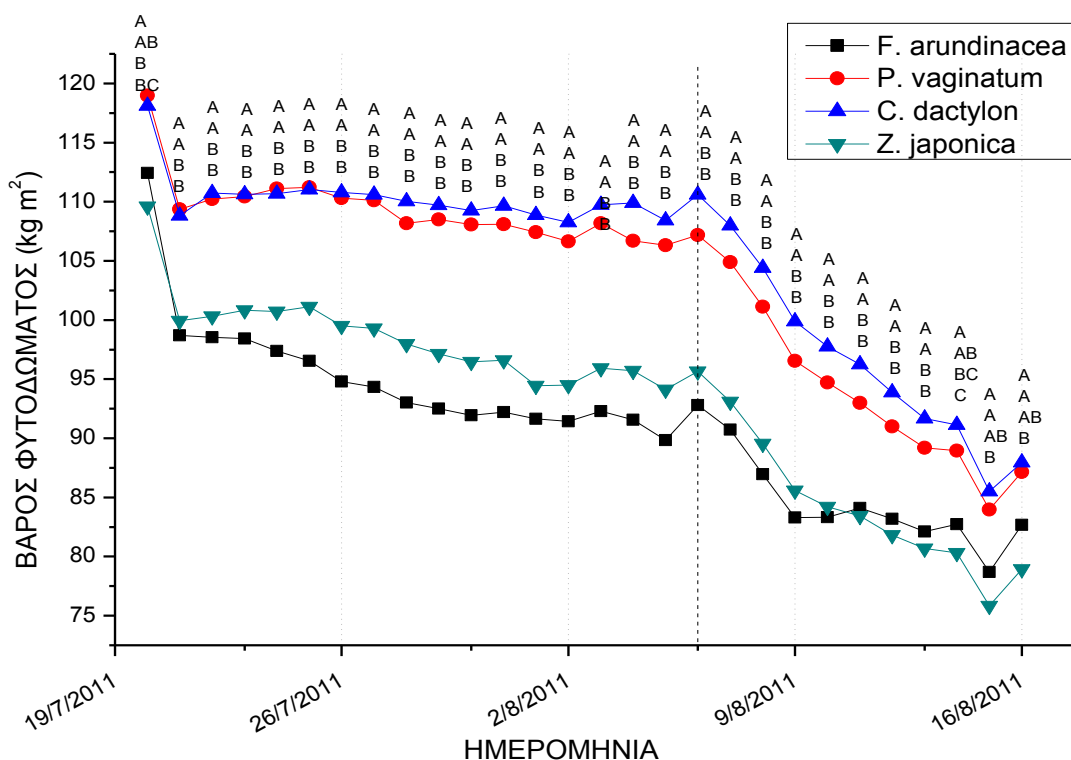
Διάγραμμα 5.2. Χαρακτηριστική καμπύλη υγρασίας υποστρώματος και εφαρμοσμένη (Fit) καμπύλη υγρασίας υποστρώματος. Οι τιμές αντιπροσωπεύουν τους μέσους όρους τριών μετρήσεων και οι ραβδώσεις τα τυπικά σφάλματα (S.E.)

5.2. Καταπόνηση χλοοταπίτων.

5.2.1. Βάρος του φυτοδώματος

5.2.1.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο βάρος του φυτοδώματος.

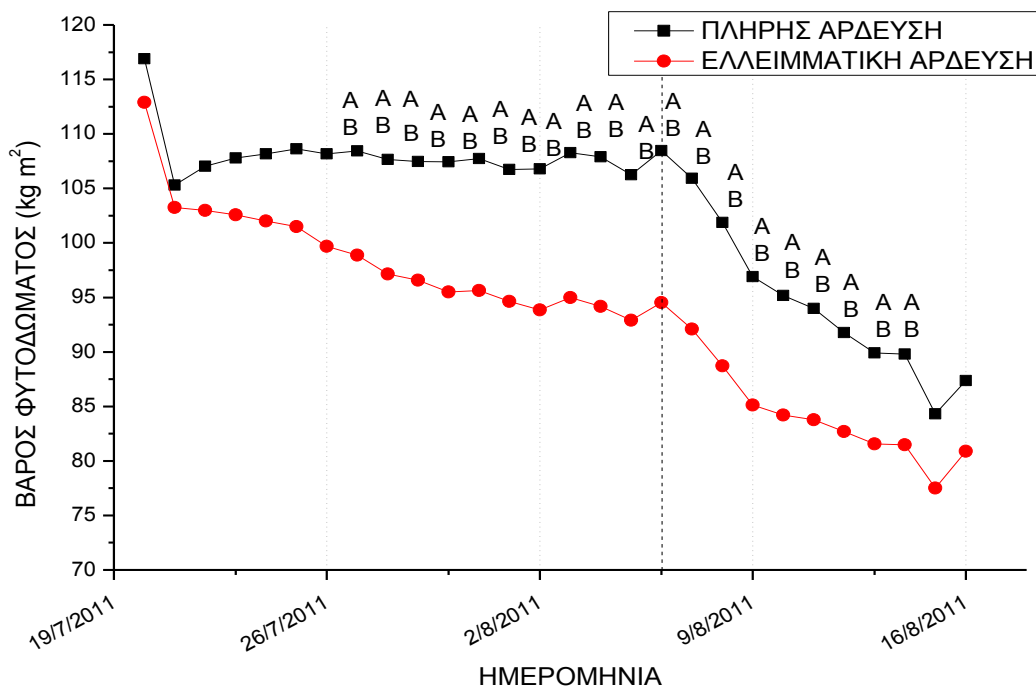
Διαπιστώθηκε ότι τα λυσίμετρα στα οποία είχε εγκατασταθεί χλοοτάπητας με τα είδη *C. dactylon* x *transvaalensis* 'Mini Verde' και *P. vaginatum* Platinum είχαν μεγαλύτερο βάρος από τα άλλα είδη για τα οποία χρησιμοποιήθηκε σπορά (Διαγρ. 5.3).



Διάγραμμα. 5.3. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο βάρος ανά m² του φυτοδώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας P<0,05. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού του νερού άρδευσης.

5.2.1.2. Επίδραση άρδευσης στο βάρος του φυτοδώματος.

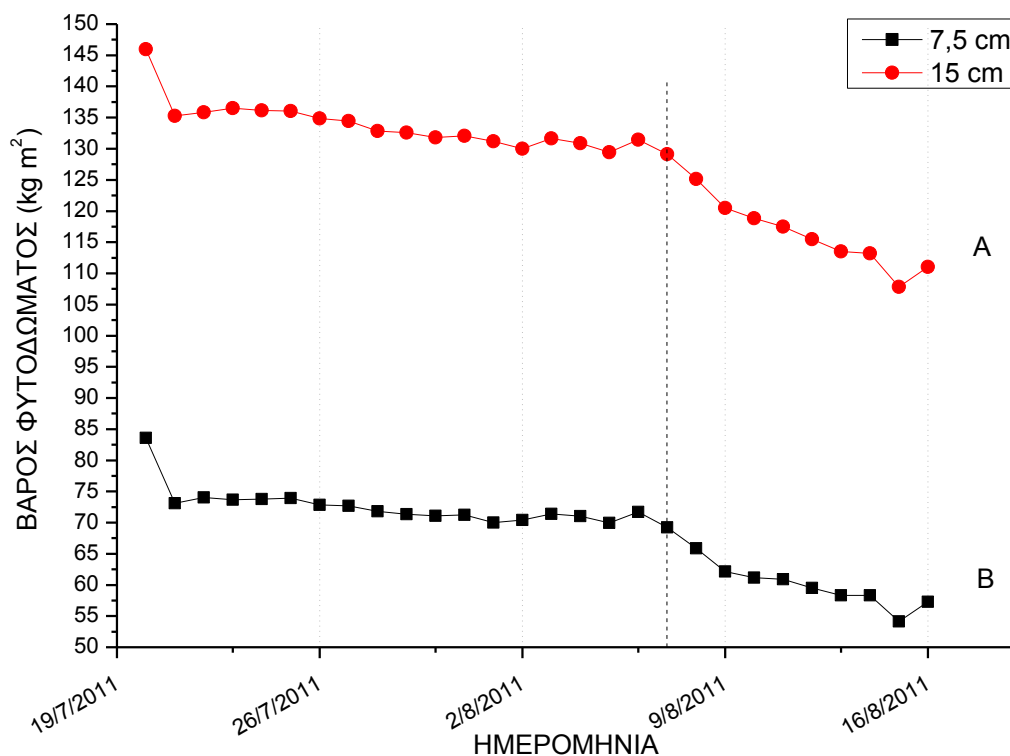
Τα λυσίμετρα τα οποία αρδεύονταν με πλήρη άρδευση είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σύγκριση με τα λυσίμετρα στα οποία εφαρμοζόταν ελλειμματική άρδευση από τις 27/7/2011 έως τις 14/8/2011. (Διαγρ. 5.4)



Διάγραμμα 5.4. Επίδραση της ποσότητας άρδευσης στο βάρος ανά m² του φυτοδώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας P<0,05. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης

5.2.1.3. Επίδραση βάθους υποστρώματος στο βάρος του φυτοδώματος.

Τα λυσίμετρα με ύψος υποστρώματος 15 cm ήταν σημαντικά βαρύτερα από τα ρηγά λυσίμετρα των 7,5 cm, λόγω της επιπλέον ποσότητας υποστρώματος. (Διαγρ. 5.5)

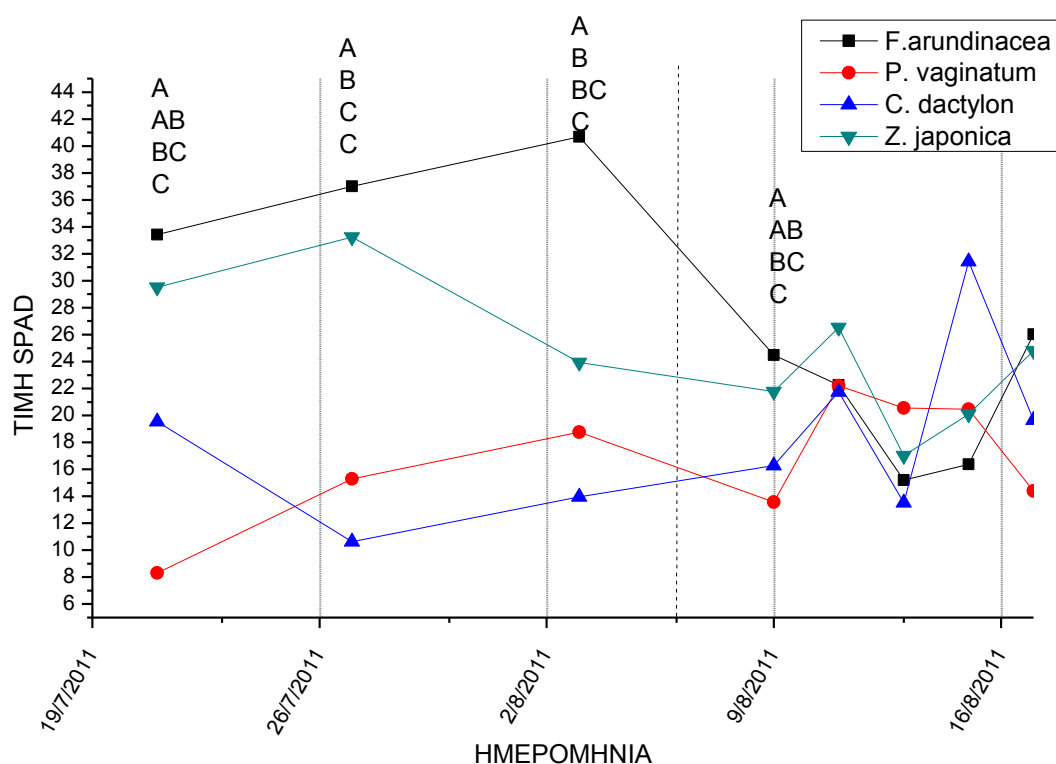


Διάγραμμα 5.5. Η επίδραση του βάθους υποστρώματος στο βάρος ανά m² του φυτοδώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμών της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας P<0,05. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.2. Δείκτης Πρασινότητας / χλωροφύλλης του φυλλώματος (SPAD).

5.2.2.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο δείκτη πρασινότητας (SPAD) του φυλλώματος.

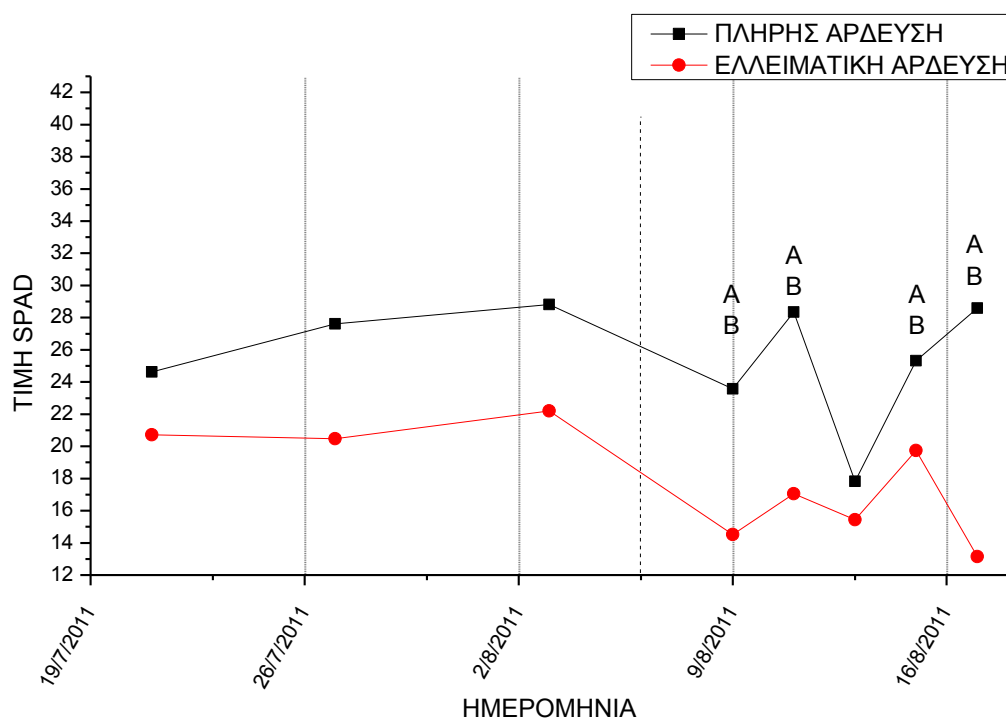
Κατά την έναρξη του πειράματος τα είδη *F. arundinacea* 'Grande II' και *Z. japonica* 'Zenith' είχαν μεγαλύτερες τιμές του δείκτη πρασινότητας (SPAD) φυλλώματος τους, ενώ από τις 10-8-2011 οι τιμές όλων των ποικιλιών συγκλίνουν και δεν εμφανίζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Διάγρ. 5.6).



Διάγραμμα 5.6. . Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο δείκτη πρασινότητας (SPAD) του φυλλώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.2.2. Επίδραση της άρδευσης στο δείκτη πρασινότητας (SPAD) του φυλλώματος.

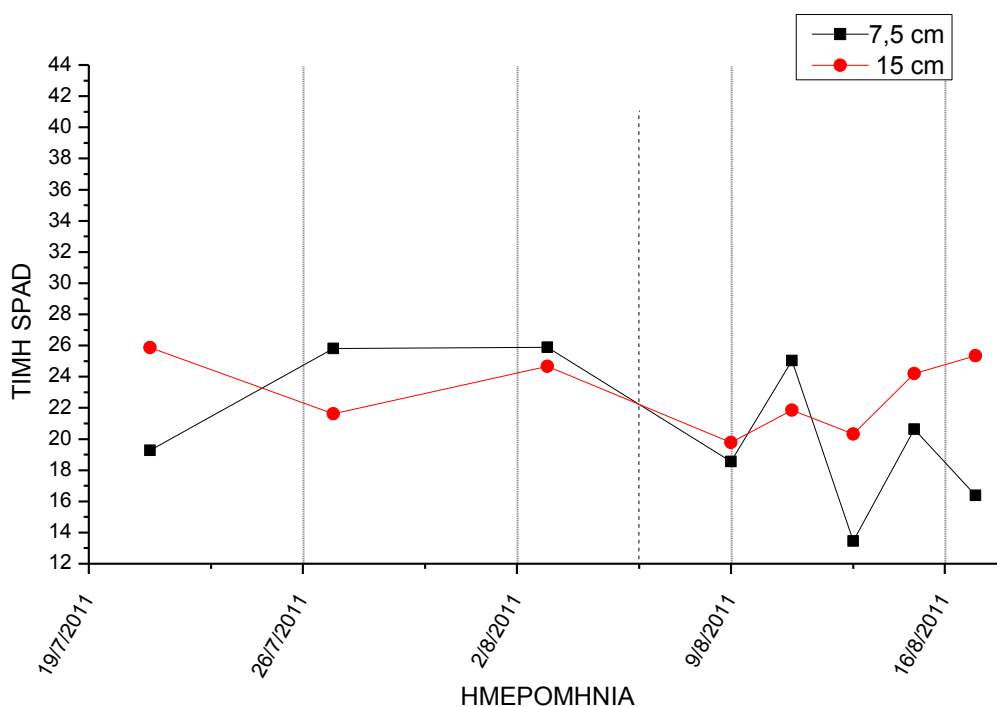
Τα φυτά με πλήρη άρδευση παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές χλωροφύλλης στατιστικά σημαντικές από τη τέταρτη μέτρηση (3/6/2011) και μετά (18/8/2011). (Διαγρ. 5.7).



Διάγραμμα 5.7. Επίδραση της άρδευσης στο δείκτη πρασινότητας (SPAD) του φυλλώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.2.3. Επίδραση βάθους υποστρώματος στη πρασινότητα (SPAD) του φυλλώματος.

Το βάθος του υποστρώματος δεν φαίνεται να επιδρά στην πρασινότητα των διαφόρων ειδών χλοοταπήτων. Η διαφορές είναι μη σημαντικές χωρίς να διαφαίνεται κάποιο σταθερό πλεονέκτημα ενός εκ των δύο επεμβάσεων.(Διαγρ. 5.8)

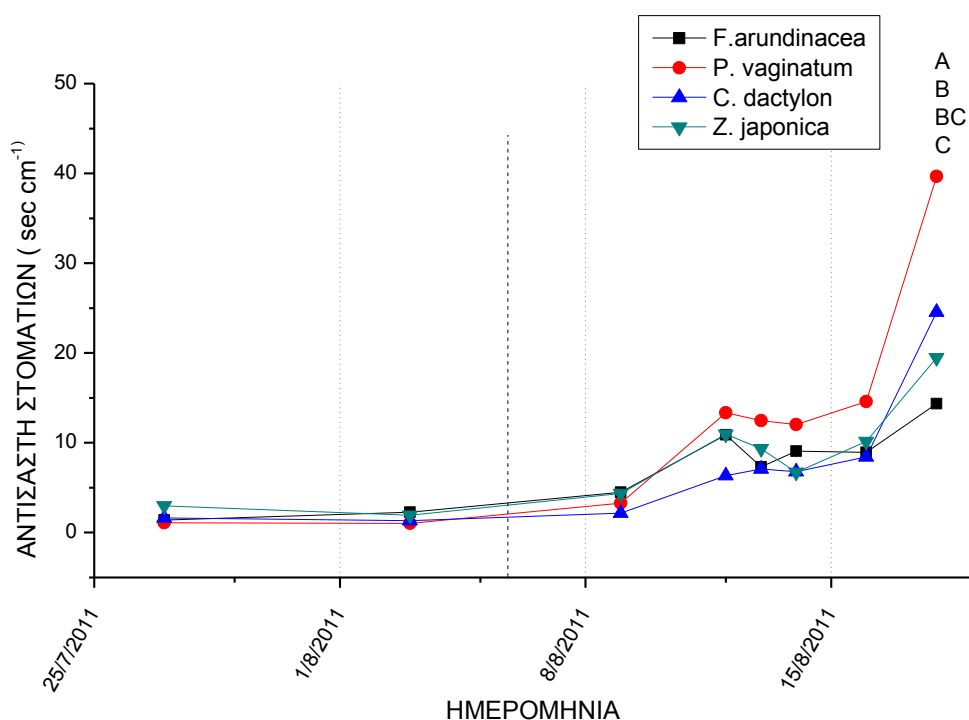


Διάγραμμα 5.8. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στο δείκτη πρασινότητας (SPAD) του φυλλώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμών της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.3. Αντίσταση στοματίων (Porometer).

5.2.3.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στην αντίσταση των στοματίων.

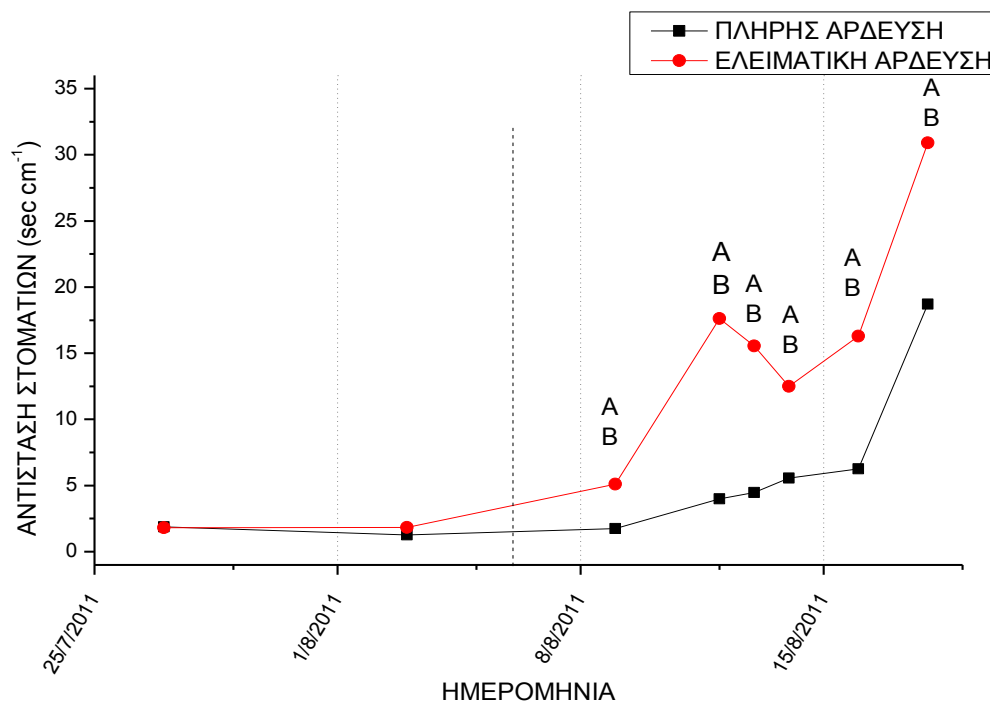
Ενώ αρχικά δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των χλοοταπήτων κατά την τελευταία μέτρηση της υδατικής καταπόνησης τα φυτά των *P. vaginatum* και *C. dactylon* x *transvaalensis* είχαν αυξημένη αντίσταση στοματίων σε σχέση με τα άλλα δύο είδη και κυρίως με το *F. arundinacea* “Grande II” (Διαγρ. 5.9).



Διάγραμμα 5.9. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στην αντίσταση των στοματίων. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης

5.2.3.2. Επίδραση της άρδευσης στην αντίσταση των στοματίων.

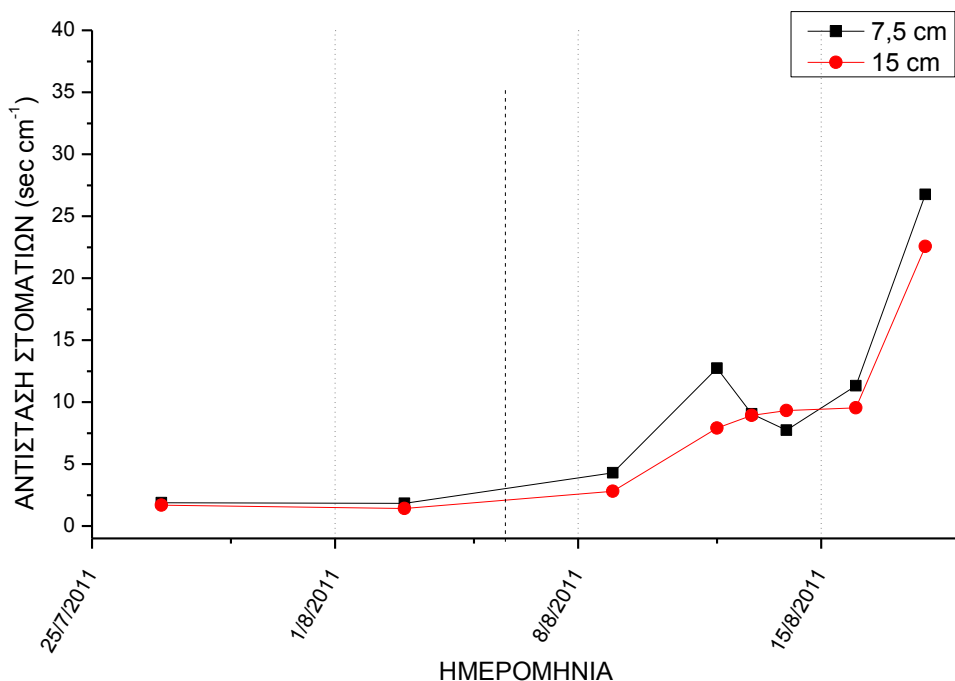
Η ποσότητα της άρδευσης επηρέασε την αντίσταση των στοματίων των χλοοταπίτων καθώς τα φυτά τα οποία δέχθηκαν ελλειμματική άρδευση είχαν αυξημένη στοματική αντίσταση από τις 9/8/2011 έως 16/8/2011 (Διαγρ. 5.10).



Διάγραμμα 5.10. Επίδραση της άρδευσης στην αντίσταση των στοματίων και η σε αυτή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.3.3. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην αντίσταση των στοματίων.

Το βάθος του υποστρώματος δεν επηρεάζει την αντίσταση των στοματίων των χλοοταπώντων (Διαγρ. 5.11).

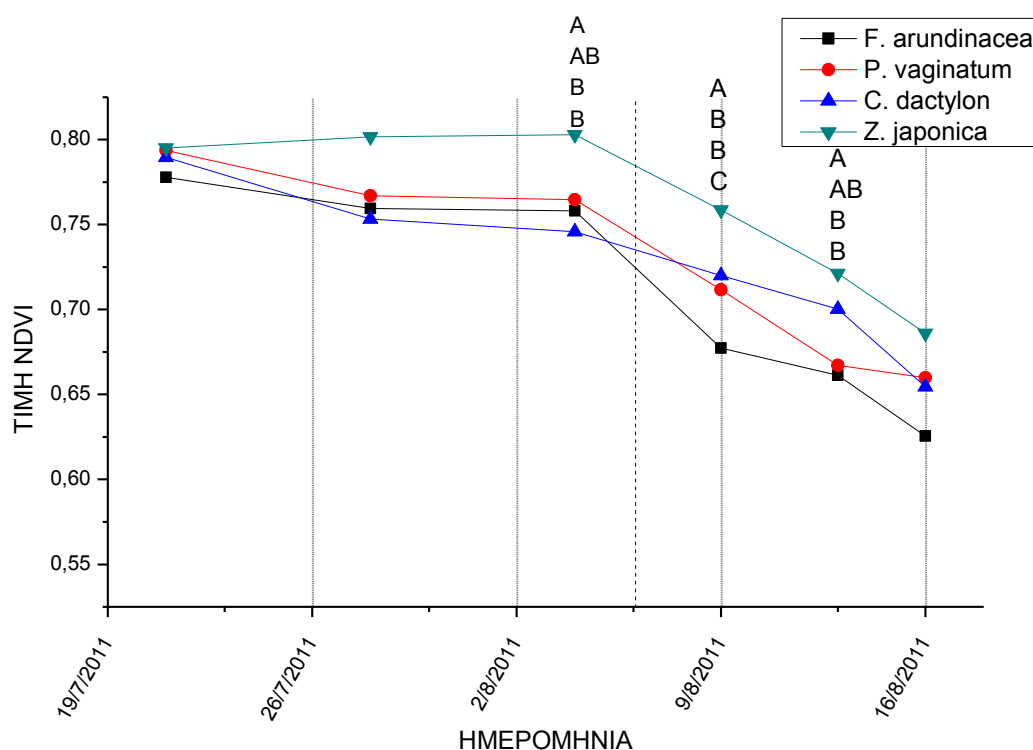


Διάγραμμα 5.11. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην αντίσταση στοματίων. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμών της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης.

5.2.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI)

5.2.4.1. Επίδραση είδους χλοοτάπητα στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI).

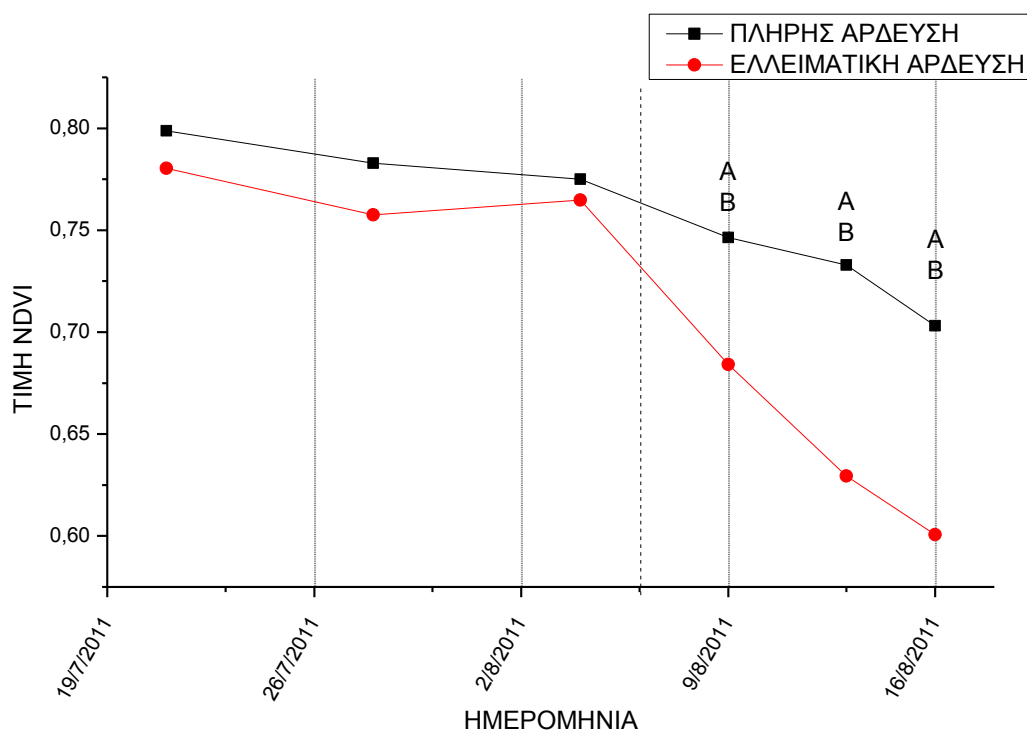
Κατά την επιβολή της υδατικής καταπόνησης το *Z. japonica* διατήρησε τις μεγαλύτερες τιμές σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη σε τρεις μετρήσεις. Αντίθετα το *F.arundinacea* εμφάνισε τη μικρότερη τιμή του NDVI σε μία μέτρηση, ενώ τα υπόλοιπα δύο είδη (*P. vaginatum* και *C. dactylon x transvaalensis*) είχαν ενδιάμεσες τιμές. Κατά την τελευταία μέτρηση οπότεν και μεγιστοποιήθηκε η υδατική καταπόνηση δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων ειδών χλοοτάπητα (Διαγρ 5.12).



Διάγραμμα 5.12. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στον κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης

5.2.4.2. Επίδραση άρδευσης στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI).

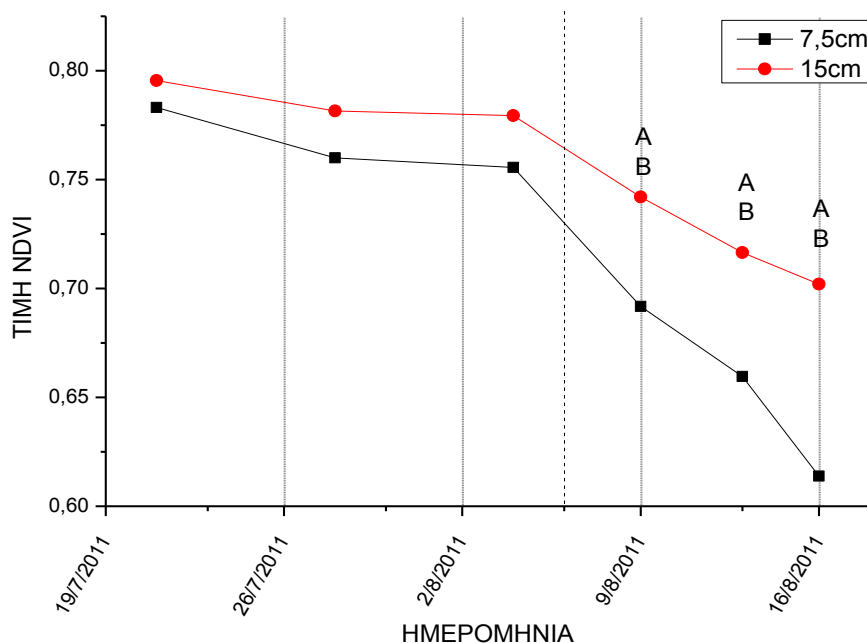
Η ποσότητα της άρδευσης επέδρασε σημαντικά στις τιμές της μέτρησης μετά από την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης. Τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε πλήρης άρδευση παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές NDVI μετά από την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της άρδευσης. Οι διαφορές αυτές είναι συνεχώς αυξανόμενες καθώς η υδατική καταπόνηση συνεχίζει (Διαγρ. 5.13).



Διάγραμμα 5.13. Επίδραση της ποσότητας της άρδευσης στον κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης.

5.2.4.3. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στον κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI).

Το βάθος υποστρώματος επηρέασε σημαντικά το NDVI μετά από την αλλαγή του υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης καθώς τα λυσίμετρα με βάθος 15 cm είχαν μεγαλύτερες τιμές. Παρατηρήθηκε ότι καθώς αυξάνονται οι μέρες καταπόνησης η αύξηση του NDVI των χλοοταπίτων στο υπόστρωμα των 15cm διευρύνεται καθώς η επιβαλόμενη υδατική καταπόνηση αυξάνεται (Διαγρ. 5.14).

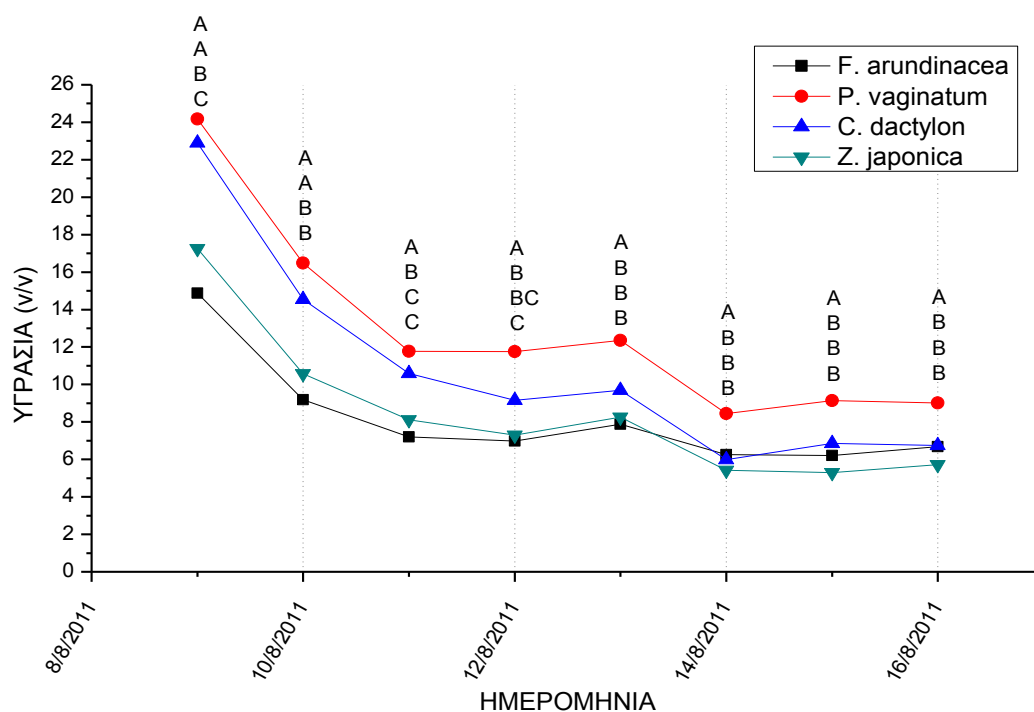


Διάγραμμα 5.14. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στον κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της άρδευσης.

5.2.5. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.

5.2.5.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στην υγρασία του υποστρώματος.

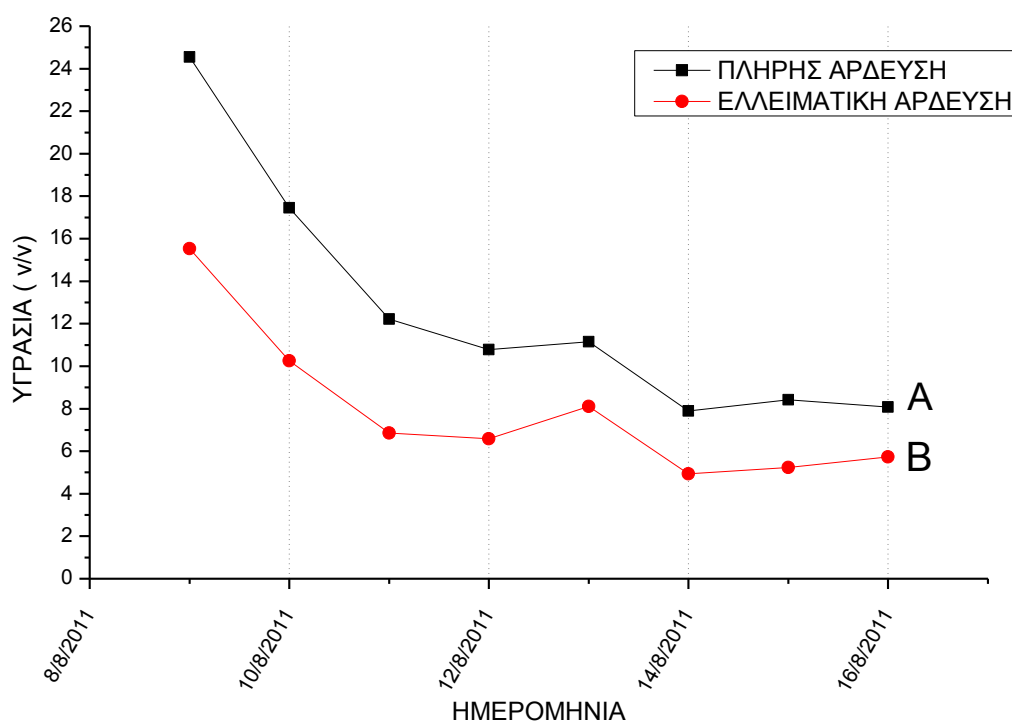
Μεταξύ των ειδών του χλοοτάπητα εμφανίστηκαν σημαντικές διαφορές ως προς την υγρασία που διατηρούσαν στο υπόστρωμα τους. Το είδος *P. vaginatum* 'Platinum' διατήρησε μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας στο υπόστρωμα σε σύγκριση με τα υπόλοιπα είδη καθ' όλη τη διάρκεια της καταπόνησης του. Το είδος *C. dactylon* αρχικά παρουσίασε υψηλή υγρασία υποστρώματος στις δύο πρώτες μετρήσεις η οποία όμως με την πρόοδο της καταπόνησης μειώθηκε και εξισώθηκε με την υγρασία υποστρώματος των *Z. japonica* και *F. arundinacea* (Διαγρ. 5.15).



Διάγραμμα 5.15. Υγρασία υποστρώματος και η επίδραση του είδους του χλοοτάπητα σε αυτή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$.

5.2.5.2. Επίδραση άρδευσης στην υγρασία του υποστρώματος.

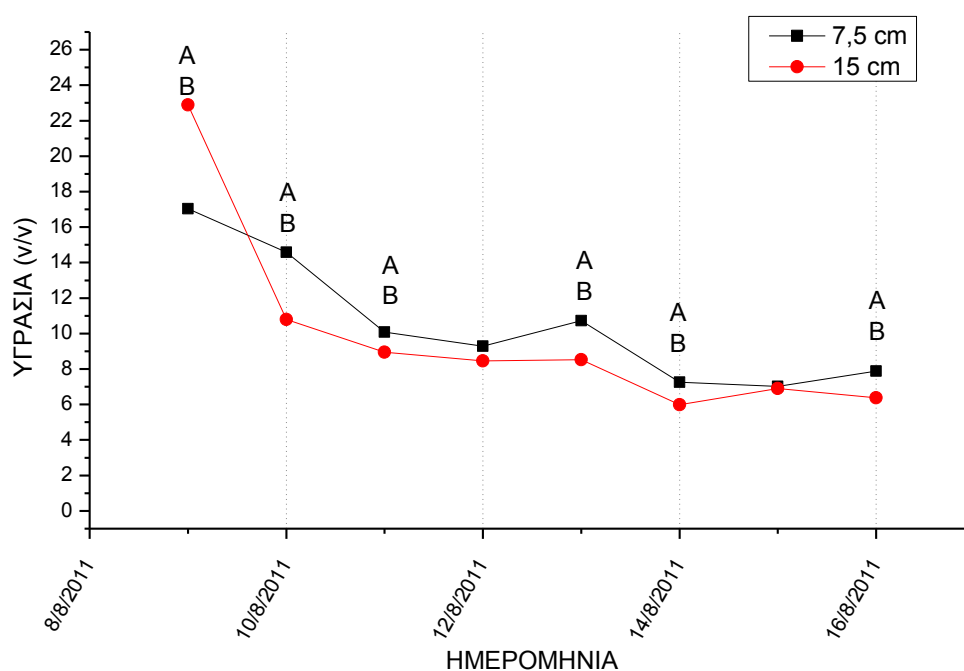
Στα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση η υγρασία του υποστρώματος ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτά που δέχονταν ελλειμματική άρδευση καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Η διαφορά της υγρασίας μεταξύ των δύο επεμβάσεων άρδευσης είχε μία μειούμενη τάση καθώς η επιβολή της υδατικής καταπόνησης συνεχιζόταν (Διαγρ. 5.16).



Διάγραμμα 5.16. Επίδραση της άρδευσης στην υγρασία του υποστρώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$.

5.2.5.3. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην υγρασία αυτού.

Τα λυσίμετρα με βάθος υποστρώματος 7,5 cm είχαν υψηλότερες τιμές υγρασίας υποστρώματος στις περισσότερες μετρήσεις (5 από τις 7) της μελέτης, εκτός της εναρκτήριας μέτρησης (Διαγρ. 5.17).

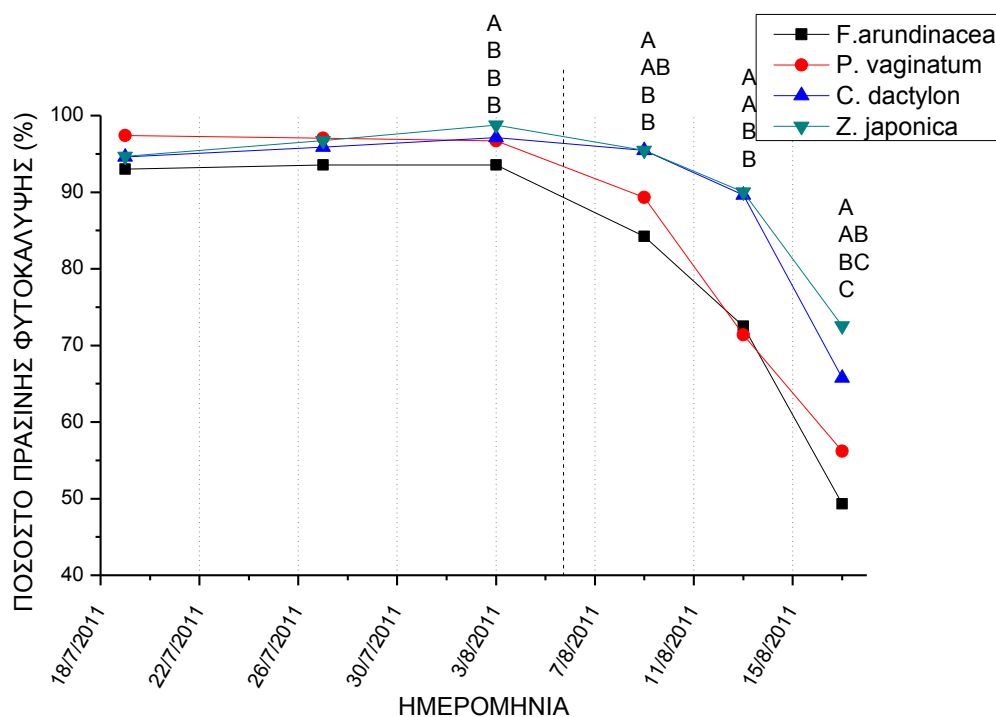


Διάγραμμα 5.17. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην υγρασία του υποστρώματος. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$.

5.2.6. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover, GTC).

5.2.6.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης (GTC).

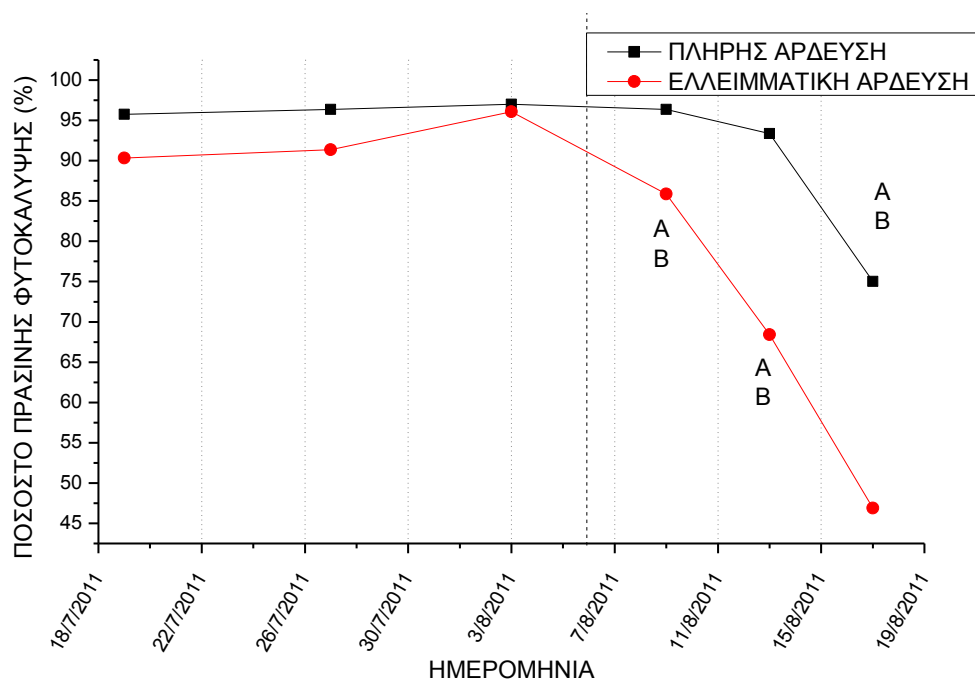
Τα είδη *Z. japonica* ‘Zenith’ και *C. dactylon* ‘Mini Verde’ είχαν υψηλότερα ποσοστά πράσινης φυτοκάλυψης στις τέσσερις τελευταίες μετρήσεις οπότεν και η υδατική καταπόνηση οξύνθηκε. Το είδος *P. vaginatum* ‘Platinum’ ενώ ξεκίνησε με παρόμοια υψηλές τιμές κατά τη διάρκεια του πειράματος μείωσε σημαντικά το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης σε παρόμοια επίπεδα με το ψυχρόφιλο είδος *F. arundinacea* (Διαγρ. 5.18).



Διάγραμμα 5.18.. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης.

5.2.6.2. Επίδραση της άρδευσης στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης.(GTC).

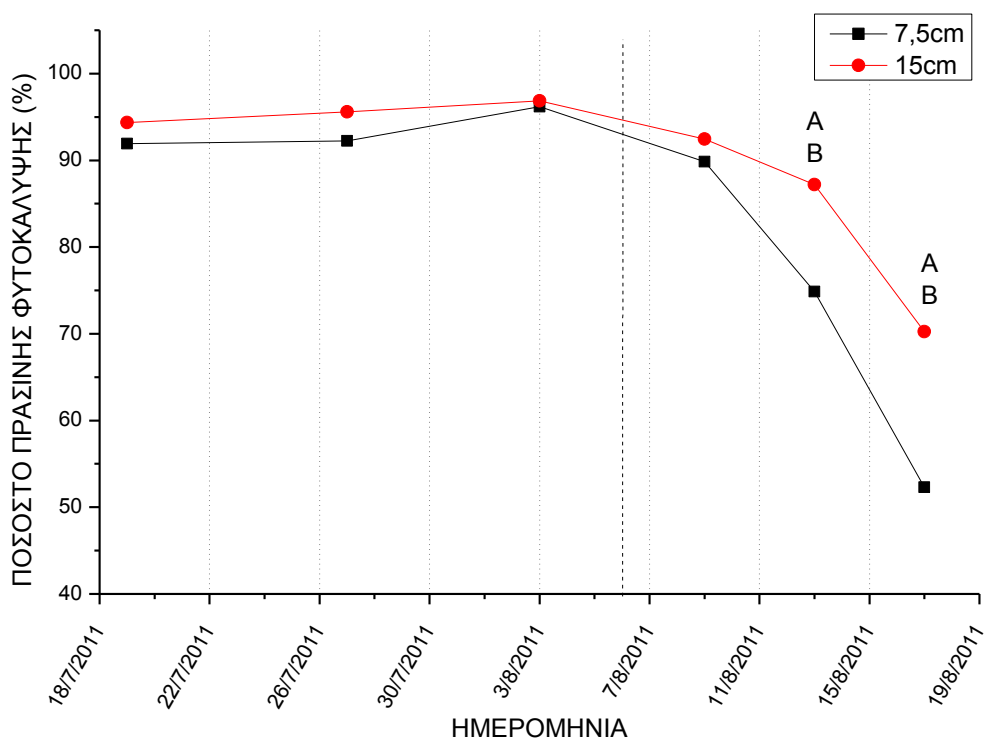
Τα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση είχαν υψηλότερα ποσοστά πράσινης φυτοκάλυψης μετά τις τρεις πρώτες μετρήσεις (12μέρες) (Διαγρ. 5.19).



Διάγραμμα 5.19. Επίδραση της άρδευσης του χλοοτάπητα στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης.

5.2.6.3. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης. (GTC).

Τα λυσίμετρα που βρίσκονταν σε βάθος υποστρώματος 15 cm είχαν υψηλότερα ποσοστά πράσινης φυτοκάλυψης στις δύο τελευταίες μετρήσεις σε σύγκριση με το βάθος των 7,5 cm (Διαγρ. 5.20).

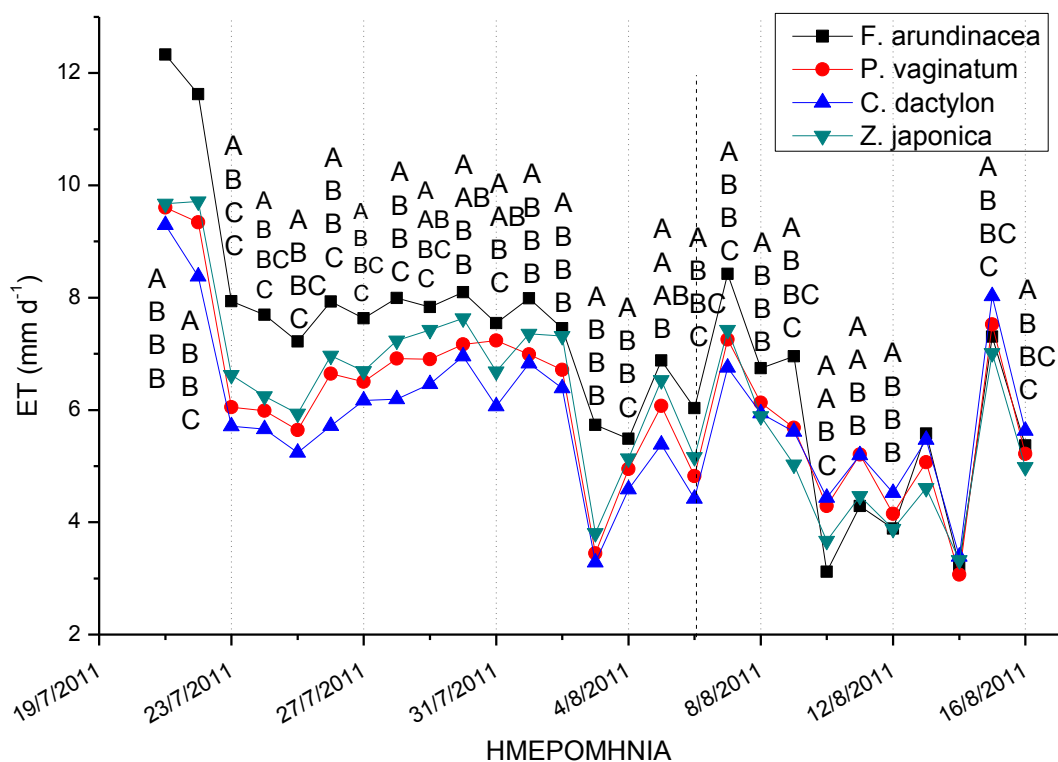


Διάγραμμα 5.20. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης.

5.2.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.

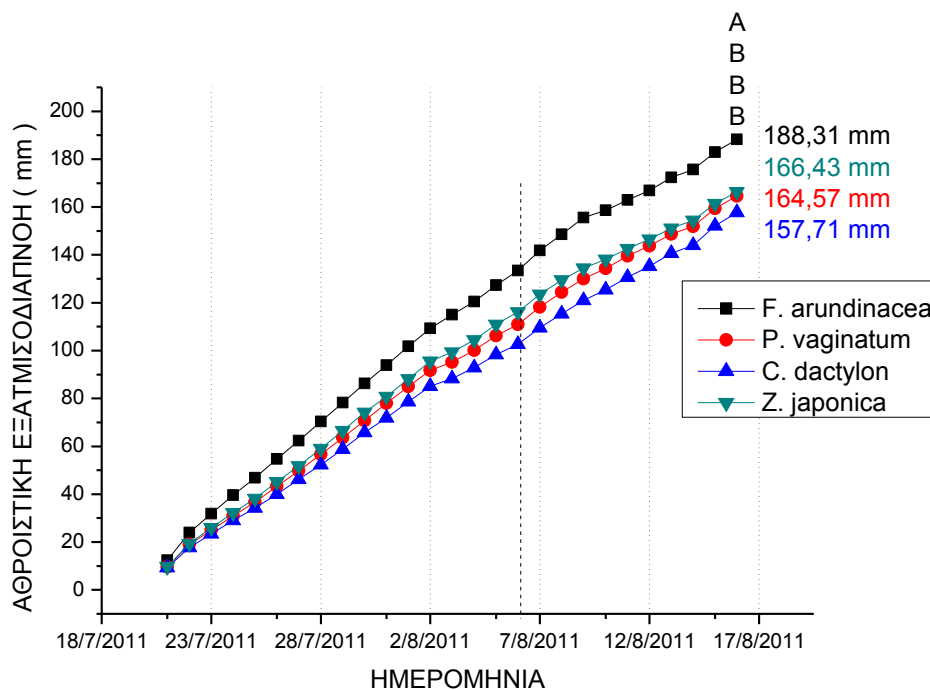
5.2.7.1. Επίδραση του είδους του χλοοτάπητα στην εξατμισοδιαπνοή.

Το είδος *F.arundinacea* εμφάνισε τις μεγαλύτερες ανάγκες εξατμισοδιαπνοής η οποία ως μέσο όρο ήταν $6,97 \text{ mm d}^{-1}$. Το είδος *C. dactylon* αρχικά εμφάνισε τη χαμηλότερη εξατμισοδιαπνοή αλλά με την πρόοδο της υδατικής καταπόνησης ταυτίστηκε με τα υπόλοιπα δύο θερμοφιλα είδη. (Διαγρ. 5.21).



Διάγραμμα 5.21. Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή του κάθε είδους του χλοοτάπητα. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης.

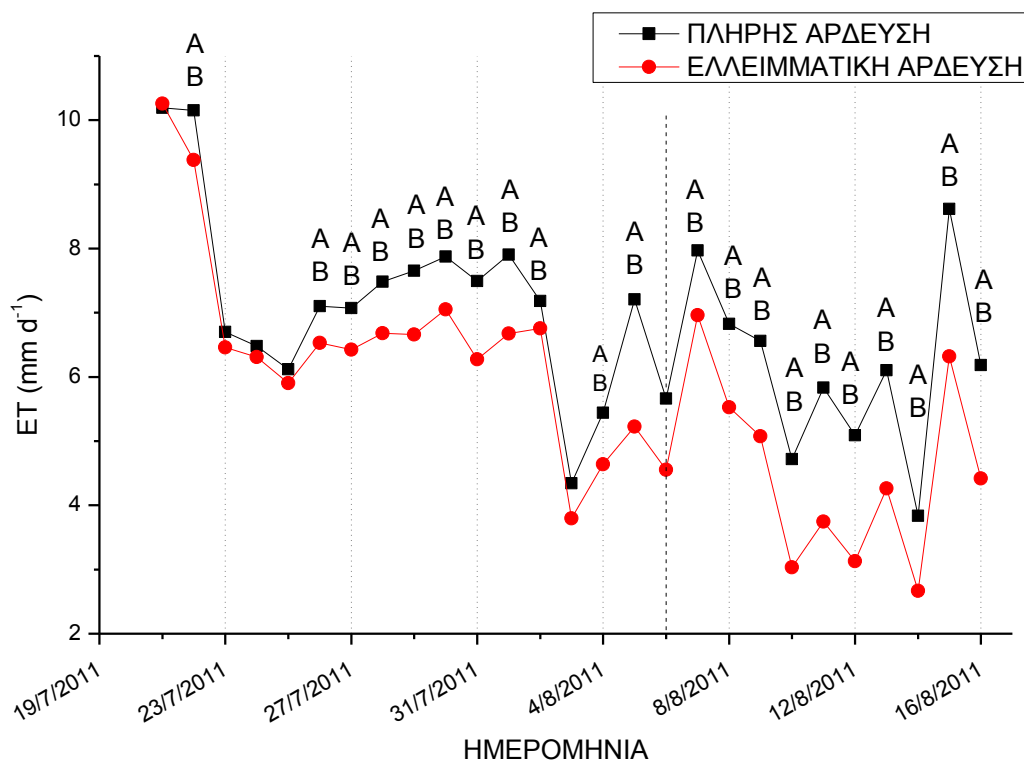
Τη μεγαλύτερη αθροιστική εξατμισοδιαπνοή εμφανίζει το ψυχρόφιλο *F.arundinacea* 188,31 mm από τις 21/7/2011 έως τις 16/8/2011. Τα θερμόφιλα είδη παρουσιάζουν διαφορετική αθροιστική εξατμισοδιαπνοή χωρίς στατιστική διαφορά μεταξύ τους, τη μικρότερη τιμή έχει το *C. dactylon* (157,71 mm) (Διαγρ. 5.22).



Διάγραμμα 5.22. Αθροιστική εξατμισοδιαπνοή του κάθε είδους του χλοοτάπητα. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης.

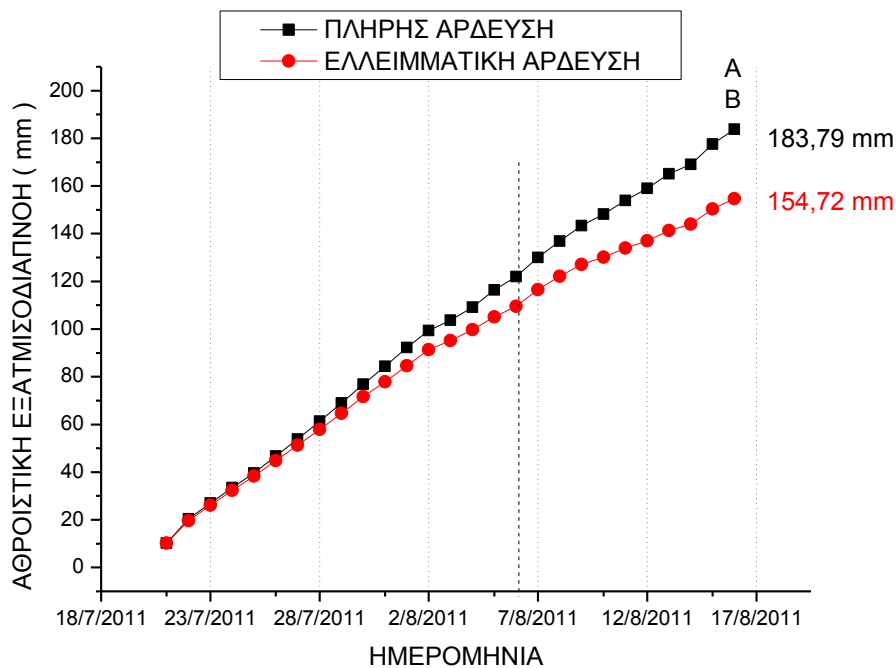
5.2.7.2. Επίδραση της άρδευσης στην εξατμισοδιαπνοή.

Οι χλοοτάπητες που αρδεύονταν με πλήρη άρδευση εμφάνισαν μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή (Διαγρ. 5.23).



Διάγραμμα 5.23. Επίδραση της άρδευσης του χλοοτάπητα στην ημερήσια εξατμισοδιαπνοή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού του νερού άρδευσης.

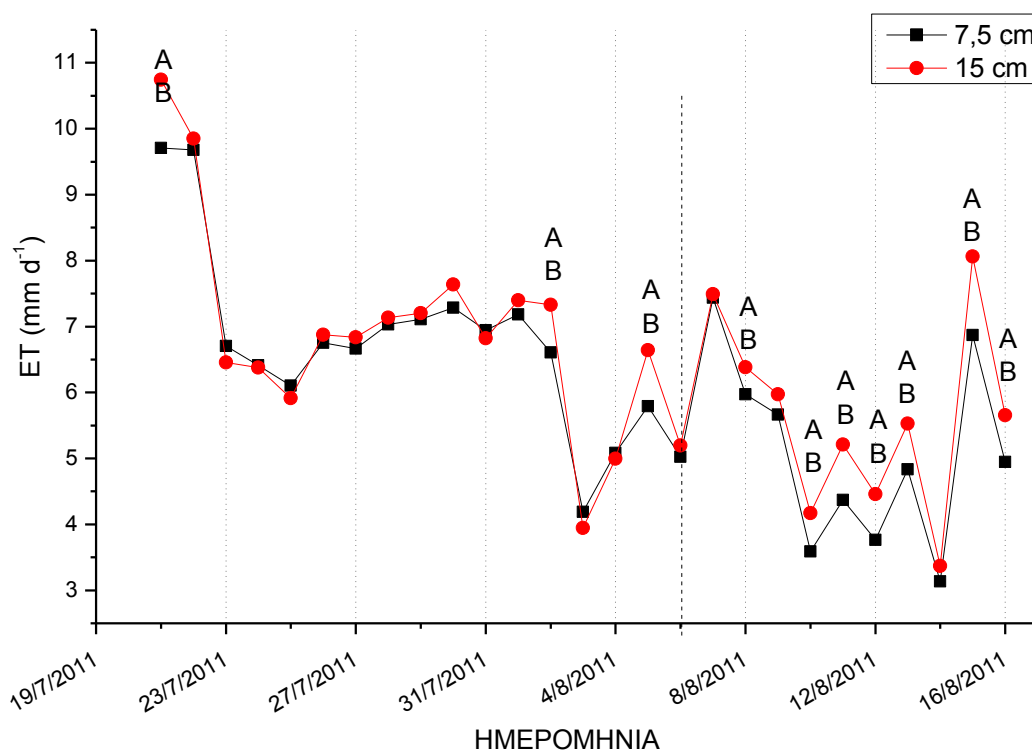
Τα λυσίμετρα που δέχονται πλήρη άρδευση παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη αθροιστική εξατμισοδιαπνοή από τα λυσίμετρα που δέχονταν ελλιπή άρδευση, 183,79 mm έναντι 154,72 mm (Διαγρ. 5.24).



Διάγραμμα 5.24. Επίδραση της άρδευσης του χλοοτάπητα στην αθροιστική εξατμισοδιαπνοή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμών της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού του νερού άρδευσης.

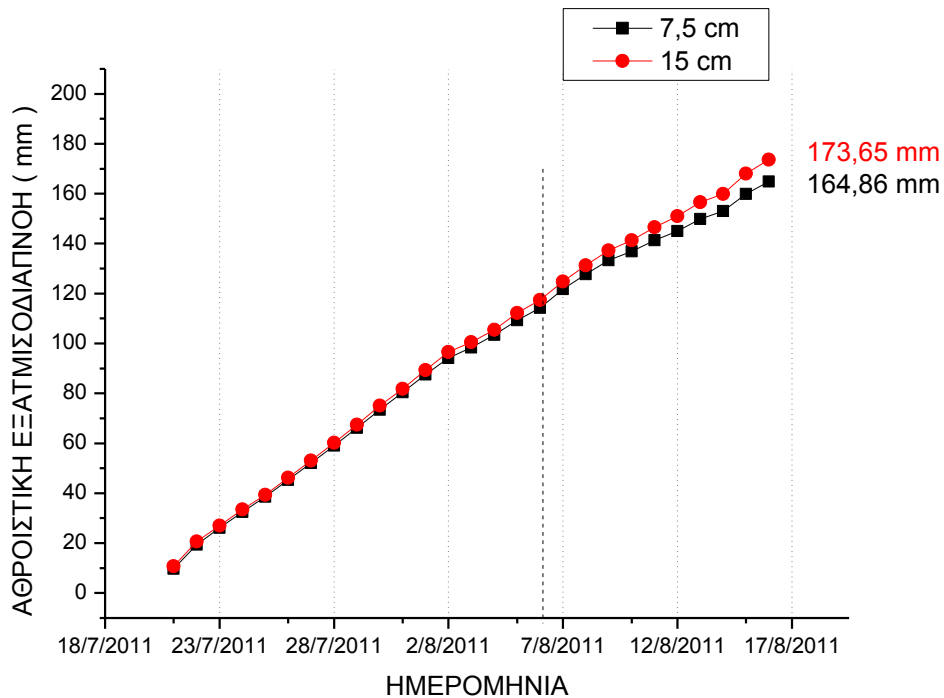
5.2.7.3. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην εξατμισοδιαπνοή.

Οι χλοοτάπητες που βρίσκονται σε βάθος υποστρώματος 15 cm είχαν μεγαλύτερη ημερήσια εξατμισοδιαπνοή από την 3 Αυγούστου 2011 και μετά (Διαγρ. 5.25).



Διάγραμμα 5.25. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην ημερήσια εξατμισοδιαπνοή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμάτων της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού του νερού άρδευσης.

Το βάθος του υποστρώματος δεν εμφανίζεται να επηρεάζει την αθροιστική εξατμισοδιαπνοή των χλοοταπήτητων. Η διαφορά που υπάρχει μεταξύ των επεμβάσεων είναι στατιστικά μη σημαντική (Διαγρ. 5.26).

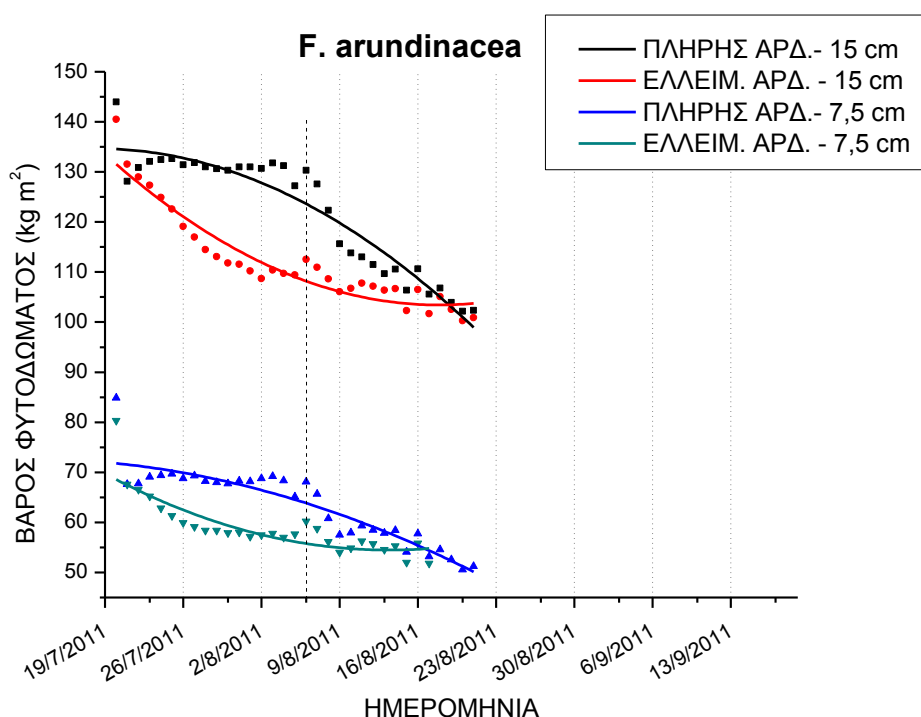


Διάγραμμα 5.26. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος στην αθροιστική εξατμισοδιαπνοή. Η ύπαρξη διαφορετικών γραμμών της λατινικής αλφαβήτου υποδηλώνει στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μέσων των επεμβάσεων με βάση την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο πιθανότητας $P < 0,05$. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού του νερού άρδευσης.

5.3. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπίτων τα οποία υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση.

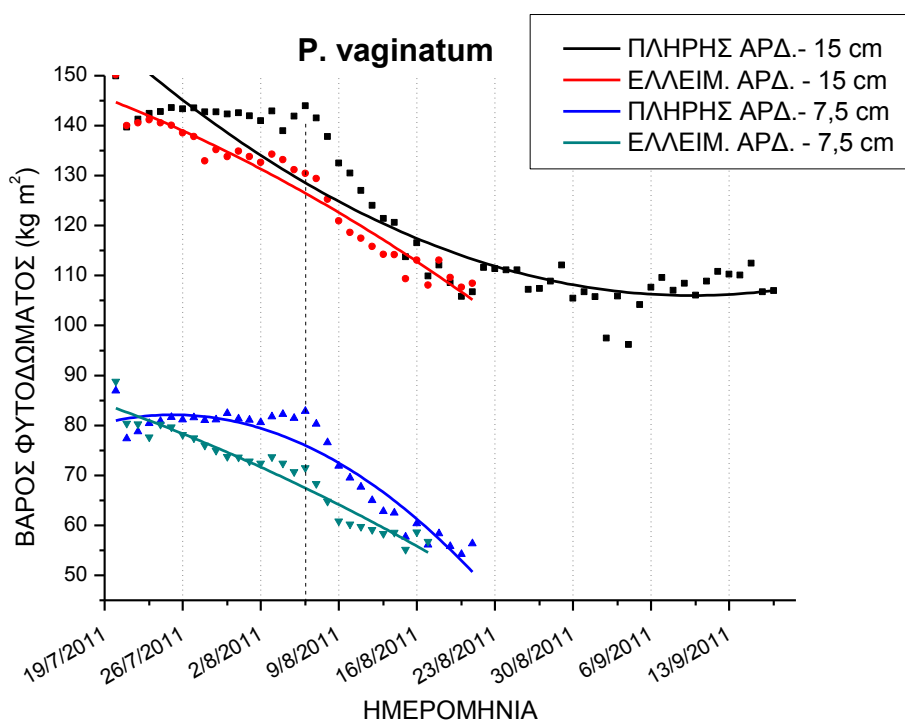
5.3.1. Βάρος του φυτοδώματος.

Στο *F. arundinacea* υπάρχει διαφορετική μείωση μεταξύ πλήρους και ελλιπούς άρδευσης. Η πλήρης άρδευση στην α περίοδο είναι ευθύγραμμη ενώ στη β περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλιπή άρδευση είναι μειούμενη εξαρχής αλλά με διαφορετικό ρυθμό μεταξύ 15 και 7.5 εκατοστών. (Διαγρ. 5.27).



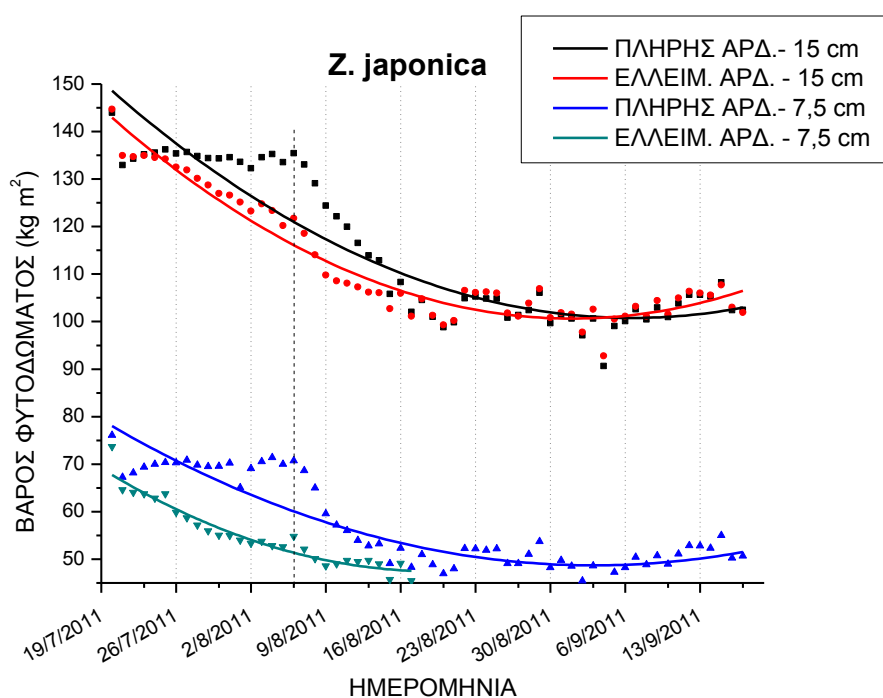
Διάγραμμα 5.27. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στο βάρος του φυτοδώματος καλυμμένο με *Festuca arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στο *P. Vaginatum* επίσης υπάρχει διαφορετική μείωση μεταξύ πλήρους και ελλειπούς άρδευσης. Η πλήρης άρδευση στην α περίοδο είναι ευθύγραμμη ενώ στη β περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλειπή άρδευση είναι μειούμενη εξαρχής. Στα τέλη του πειράματος παρατηρείται μικρή αύξηση του βάρους στην επέμβαση με πλήρης άρδευση σε βαθύ υπόστρωμα που ήταν και η μόνη που διατηρήθηκε (Διαγρ. 5.28).



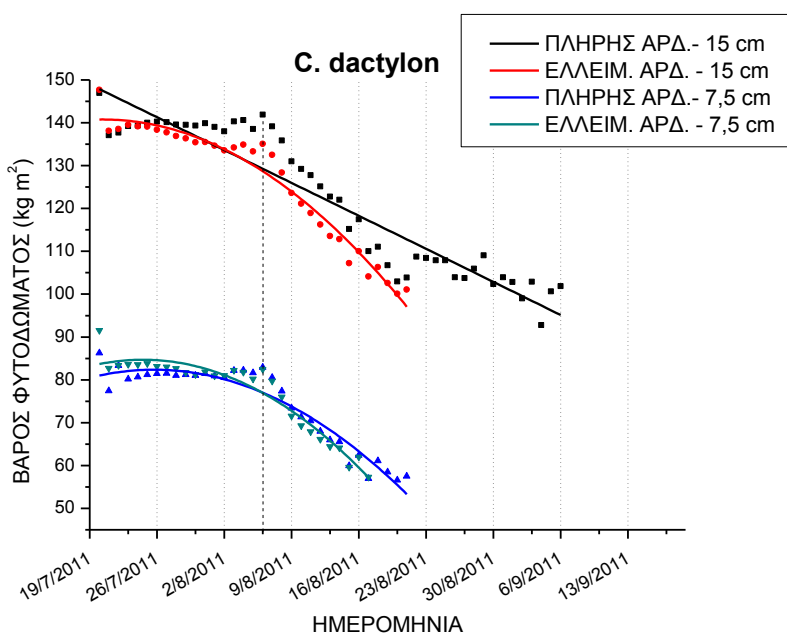
Διάγραμμα 5.28. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος του φυτοδώματος καλυμμένο με *Paspalum vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Τα λυσίμετρα με πλήρη και ελλειμματική άρδευση του *Z. Japonica* έχουν διαφορετική μείωση μεταξύ τους. Η πλήρης άρδευση στην α περίοδο είναι ευθύγραμμη ενώ στη β περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλειπή άρδευση είναι μειούμενη εξαρχής αλλά με διαφορετικό ρυθμό μεταξύ 15 και 7.5 εκατοστών. Στα τέλη του πειράματος παρατηρείται μικρή αύξηση του βάρους στις επεμβάσεις που διατηρήθηκαν (Διαγρ. 5.29).



Διάγραμμα 5.29. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος του φυτοδώματος καλυμμένο με *Zoysia japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στο *C. dactylon* και οι δύο αρδεύσεις στην α περίοδο είναι ευθύγραμμες, μικρή μείωση παρατηρείται μόνο στην επέμβαση σε βαθύ υπόστρωμα με ελλειπής άρδευση. Στη β περίοδο οι καμπύλες είναι γραμμικές και μειούμενες αλλά με διαφορετικό ρυθμό μεταξύ τις επέμβασης σε βαθύ υπόστρωμα με πλήρη άρδευση και τις υπόλοιπες τρεις επεμβάσεις (Διαγρ. 5.30).



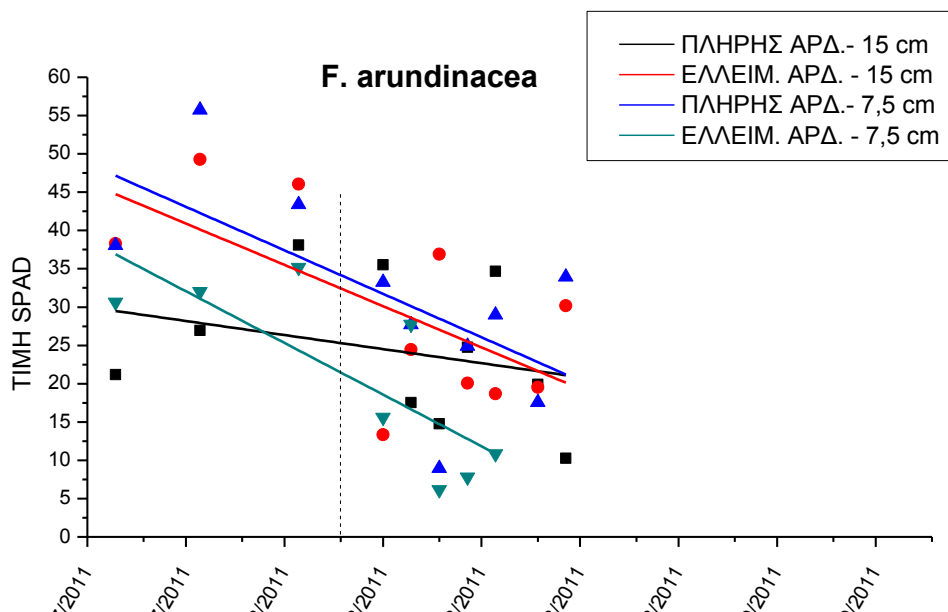
Διάγραμμα 5.30. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος του φυτοδώματος καλυμμένο με *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.31. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για το βάρος του φυτοδώματος.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
Festuca arundinacea	$y = -0,0341x^2 + 2777,9x - 6E+07$
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,038x^2 - 3102,4x + 6E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0121x^2 + 983,52x - 2E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0309x^2 - 2517,7x + 5E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	
Paspalum vaginatum	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0129x^2 + 1052,6x - 2E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0154x^2 - 1253x + 3E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,049x^2 + 3994,1x - 8E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0093x^2 + 754,38x - 2E+07$
Zoysia japonica	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0171x^2 - 1391,2x + 3E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0223x^2 - 1817,5x + 4E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0123x^2 - 1007,3x + 2E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0254x^2 - 2074,4x + 4E+07$
Cynodon dactylon	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0054x^2 + 435,16x - 9E+06$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0456x^2 + 3718,9x - 8E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0453x^2 + 3691,5x - 8E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1617x^2 + 13180x - 3E+08$

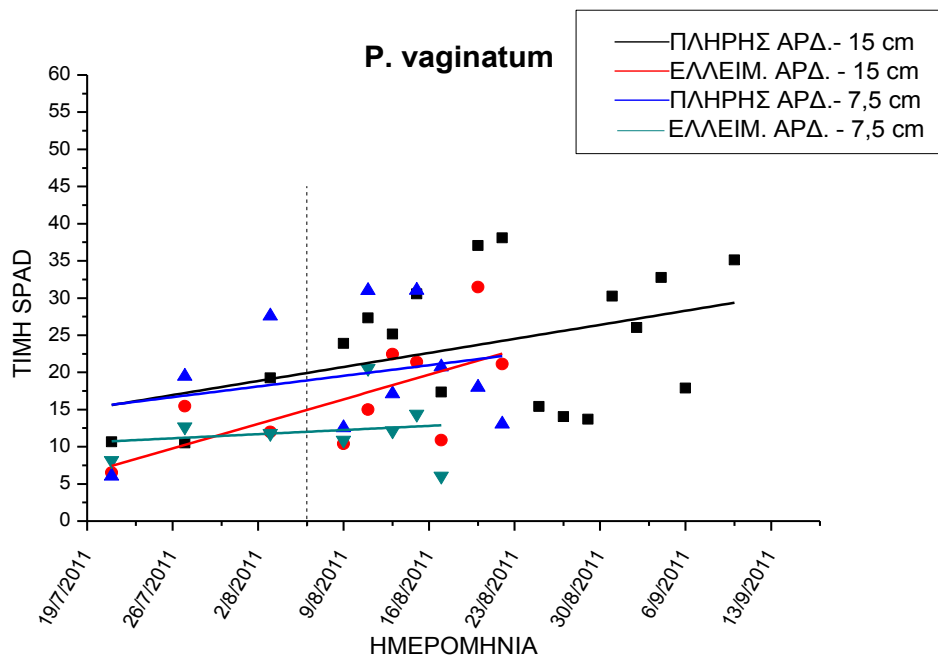
5.3.2. Δείκτης πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος.

Στη μέτρηση του SPAD για το είδος *F. arundinacea* δεν εμφανίζονται διάφορες μεταξύ των επεμβάσεων η επέμβαση σε υπόστρωμα 15 cm με πλήρη άρδευση αν και ξεκινά από μικρότερες τιμές πρασινότητας εναρμονίζεται με τις επεμβάσεις σε 15 cm υπόστρωμα και ελλιπή άρδευση και 7,5 cm υπόστρωμα με πλήρη άρδευση, η επέμβαση σε υπόστρωμα 7,5 cm με ελλιπή άρδευση εμφανίζει ίδια μειούμενη τάση, αλλά διατηρεί χαμηλότερες στις περισσότερες μετρήσεις (Διαγρ. 5.32).



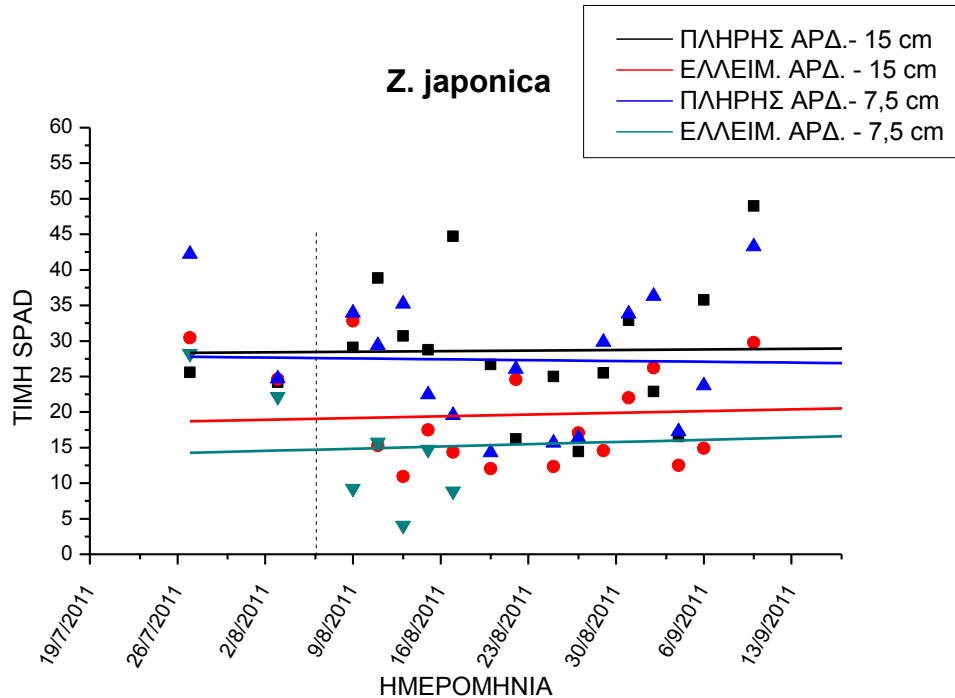
Διάγραμμα 5.32. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στο δείκτη πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος του *F. arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Το *Paspalum vaginatum* αυξάνει τις τιμές της πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του στις μετρήσεις κατά τη πρώτη περίοδο καταπόνησης. Στη δεύτερη περίοδο καταπόνησης οι επεμβάσεις διατηρούν σταθερές τις τιμές, δεν παρατηρείται μείωση του ρυθμού παραγωγής χλωροφύλλης στα φύλλα τους. (Διαγρ. 5.33).



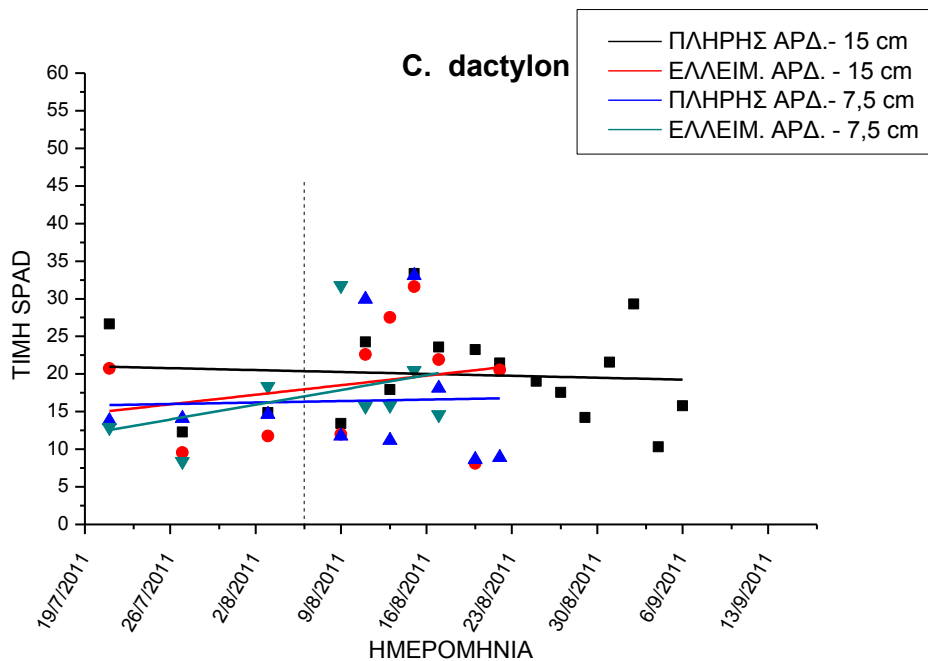
Διάγραμμα 5.33. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο δείκτη πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος του *P. vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις του *Z. japonica* διατηρούν σταθερές τις τιμές πρασινότητας/χλωροφύλλης, δεν παρατηρείται μείωση του ρυθμού παραγωγής χλωροφύλλης στα φύλλα τους με την αύξηση της επιβαλλόμενης καταπόνησης (Διαγρ. 5.34)



Διάγραμμα 5.34. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο δείκτη πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος του *Z. japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις με πλήρη άρδευση του *C. dactylon* παρουσιάζουν σταθερές γραμμές πρασινότητας, οι επεμβάσεις με ελλιπής άρδευση έχουν αυξητική τάση, χωρίς όμως να ξεπερνούν τις τιμές των επεμβάσεων μη πλήρη άρδευση. (Διαγρ. 5.35).



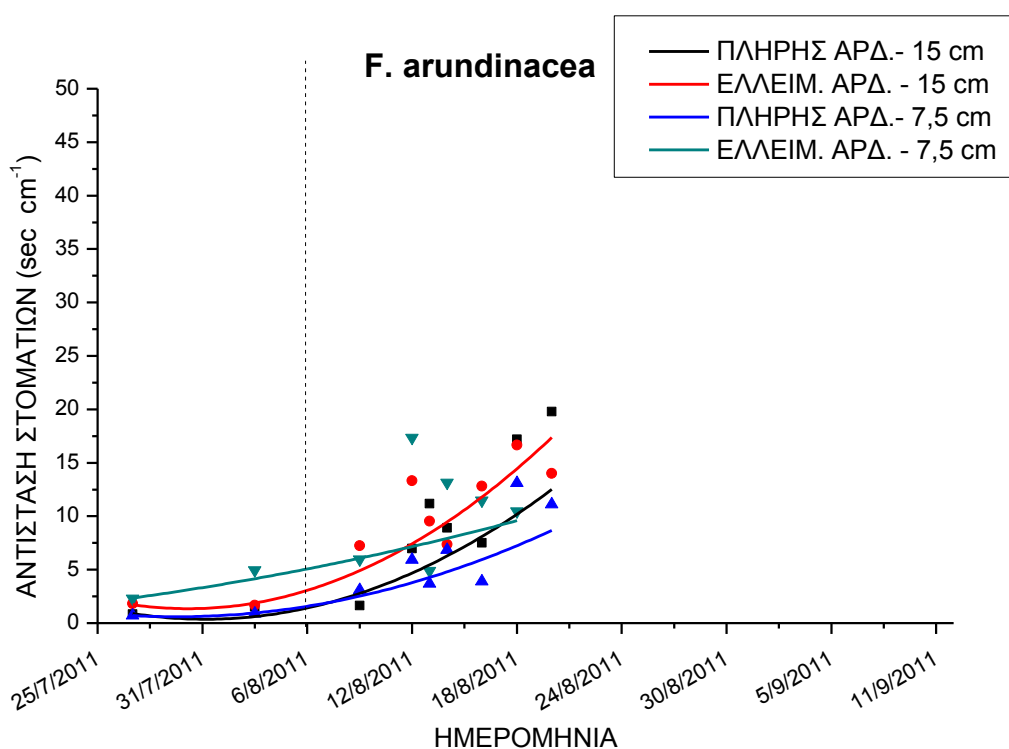
Διάγραμμα 5.35. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στο δείκτη πρασινότητας / χλωροφύλλης (SPAD) του φυλλώματος του *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.36. Εξισώσεις εφαρμοσμένης γραμμικής συσχέτισης για τη πρασινότητα/ χλωροφύλλη του φυλλώματος.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = Bx + A$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -1,5049x + 61374$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -1,3962x + 56947$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -1,4341x + 58494$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -1,4605x + 59555$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,2698x - 10978$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,3528x + 14396$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,5156x + 21033$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,3464x + 14130$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0169x - 659,54$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,2038x + 8329,5$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0176x + 745,05$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,6722x + 27416$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,1544x + 6316,4$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,492x + 20071$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,4709x + 19210$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,4639x + 18924$

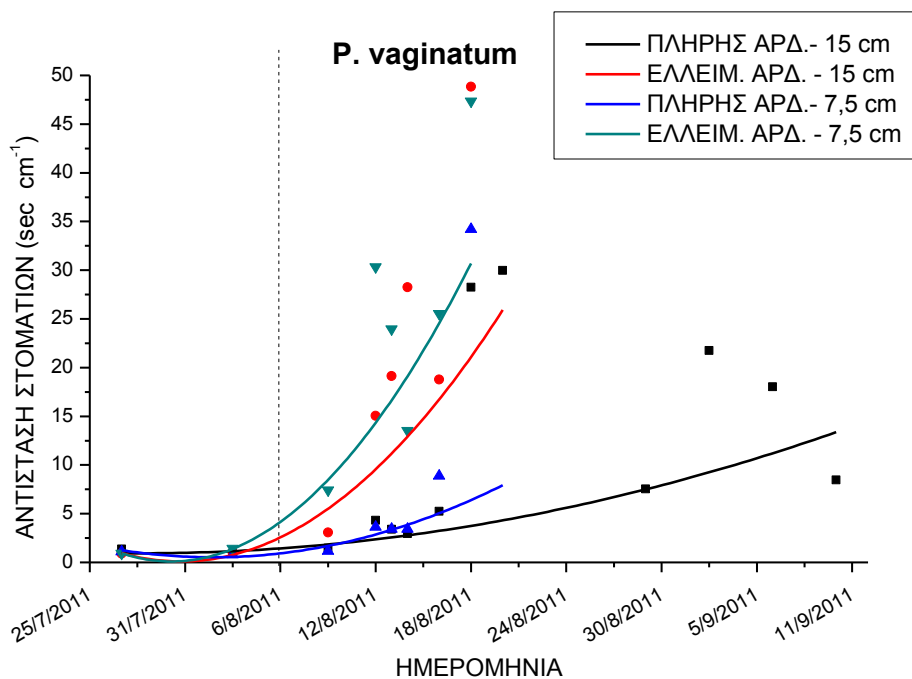
5.3.3. Αντίσταση στοματίων (Porometer).

Σε όλες τις επεμβάσεις βάθους και άρδευσης του *F. arundinacea* αυξήθηκε η αντίσταση των στοματίων με την πρόοδο της καταπόνησης. Οι επεμβάσεις με πλήρη άρδευση παρουσιάζουν μικρότερες τιμές αντίστασης στοματίων. Η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση αυξάνει την αντίσταση των στοματίων ταχύτερα από τις άλλες (Διαγρ. 5.37).



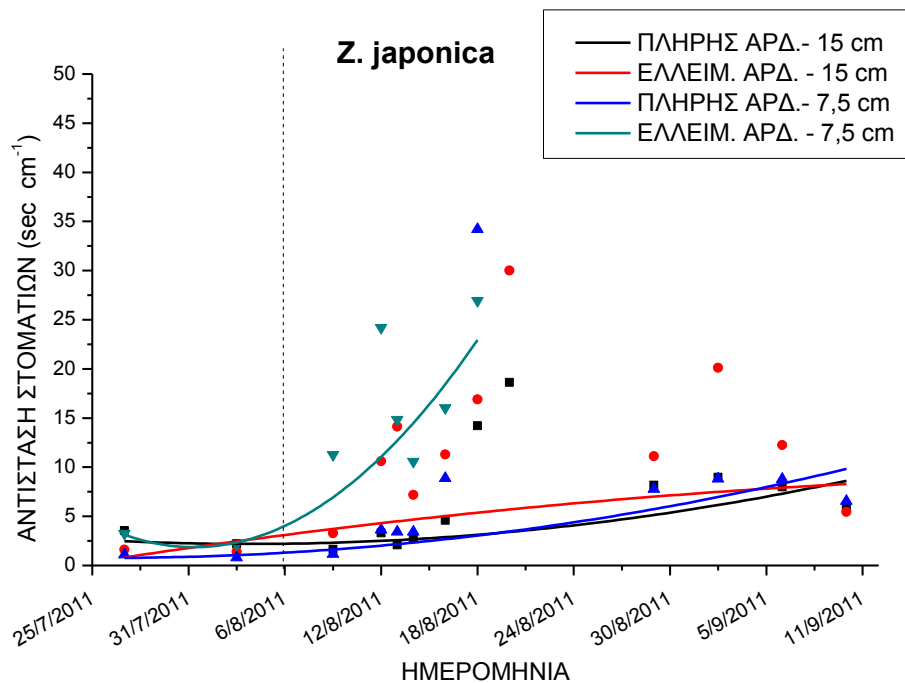
Διάγραμμα 5.37. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *Festuca arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης η αντίσταση των στοματίων του *P. vaginatum* επέδειξε ταχύτερη αύξηση των τιμών σε σύγκριση με τις επεμβάσεις οι οποίες δέχονταν πλήρη άρδευση (Διαγρ. 5.38).



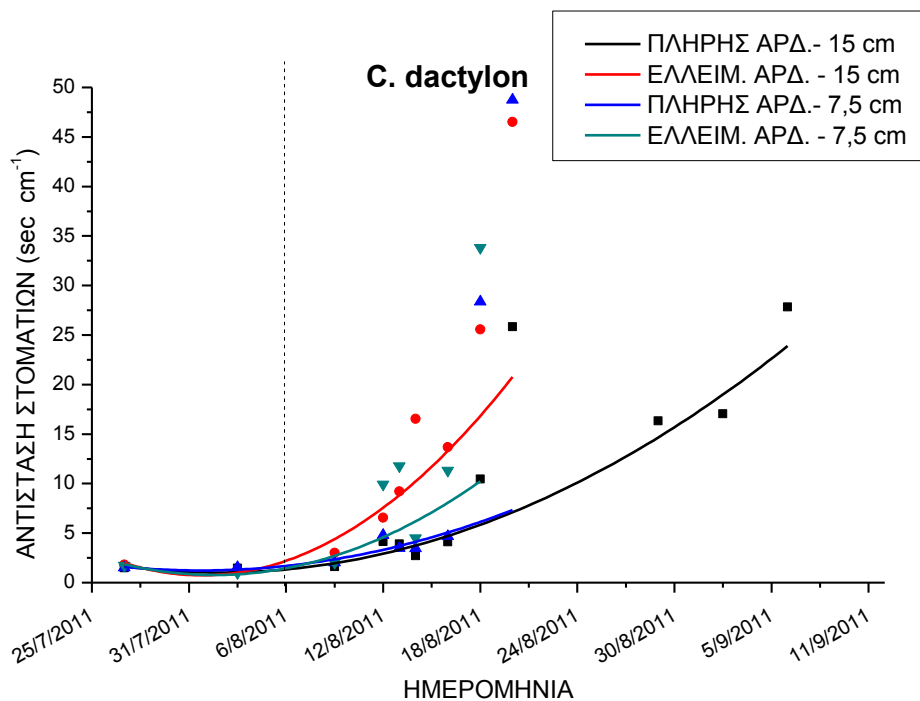
Διάγραμμα 5.38. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *Paspalum vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις του *Z. Japonica* δεν αναπτύσσουν υψηλές τιμές αντίστασης στοματίων. Η μόνη επέμβαση που καταπονείται κλείνοντας τα στομάτια της είναι αυτή σε ρηχό υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση (Διαγρ. 5.39).



Διάγραμμα 5.39. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *Zoysia japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης η αντίσταση των στοματίων του *C. dactylon* επέδειξε ταχύτερη αύξηση των τιμών σε σύγκριση με τις επεμβάσεις οι οποίες δέχονταν πλήρη άρδευση (Διαγρ. 5.40).



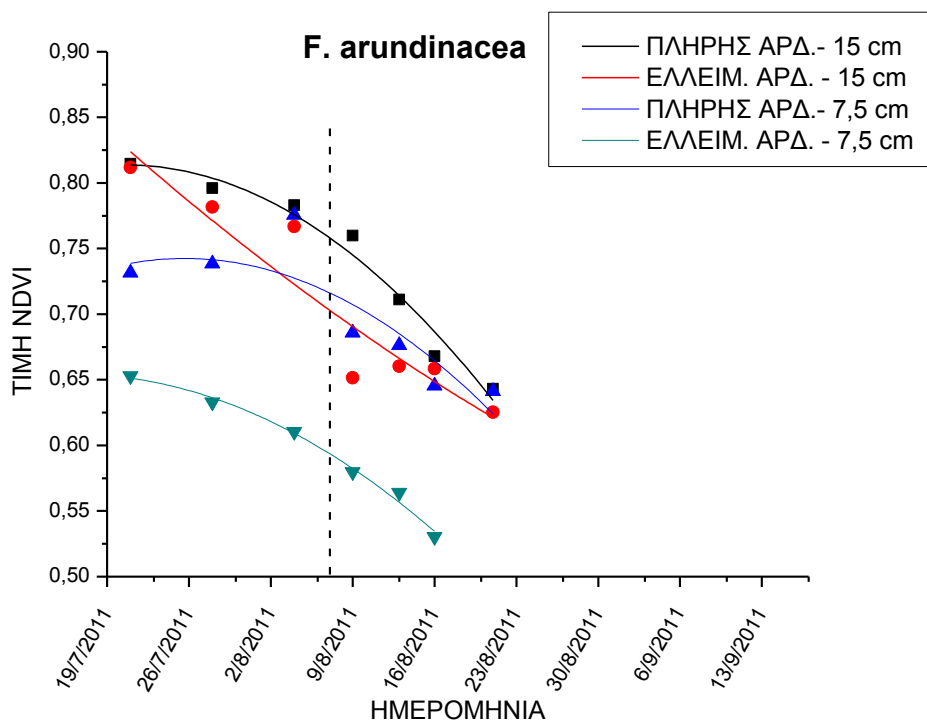
Διάγραμμα 5.40. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.41. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για την αντίσταση των στοματίων.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0522x^2 - 4255,4x + 9E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0132x^2 - 1078,9x + 2E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0282x^2 - 2295,7x + 5E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0093x^2 + 758,49x - 2E+07$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0159x^2 + 1297,4x - 3E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,1677x^2 - 13670x + 3E+08$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,2195x^2 - 17890x + 4E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,1238x^2 - 10092x + 2E+08$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0078x^2 + 632,62x - 1E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0245x^2 + 1995,7x - 4E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0245x^2 + 1995,7x - 4E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0245x^2 + 1995,7x - 4E+07$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0108x^2 - 881,09x + 2E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0108x^2 - 881,09x + 2E+07$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,1911x^2 - 15582x + 3E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,1911x^2 - 15582x + 3E+08$

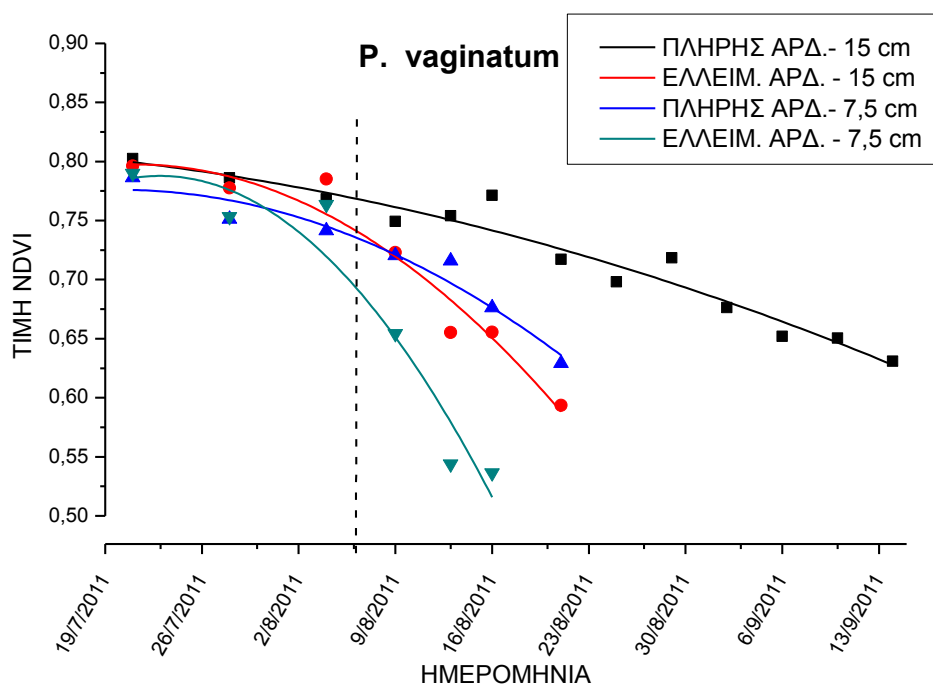
5.3.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI)

Τα φυτά του *F. arundinacea* που βρίσκονται σε υπόστρωμα βάθους 7,5 cm και δέχονταν ελλειμματική άρδευση έχουν μικρότερες τιμές NDVI σε όλη τη διάρκεια της καταπόνησης. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στην επέμβαση με πλήρη άρδευση και 15 cm υπόστρωμα. Η επέμβαση με ελλειμματική άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα και η επέμβαση με πλήρη άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα, μετά τις πρώτες δύο μετρήσεις εμφανίζουν πολύ κοντινές τιμές. Όλες οι καμπύλες είναι μειούμενες εξαρχής (Διαγρ. 5.42).



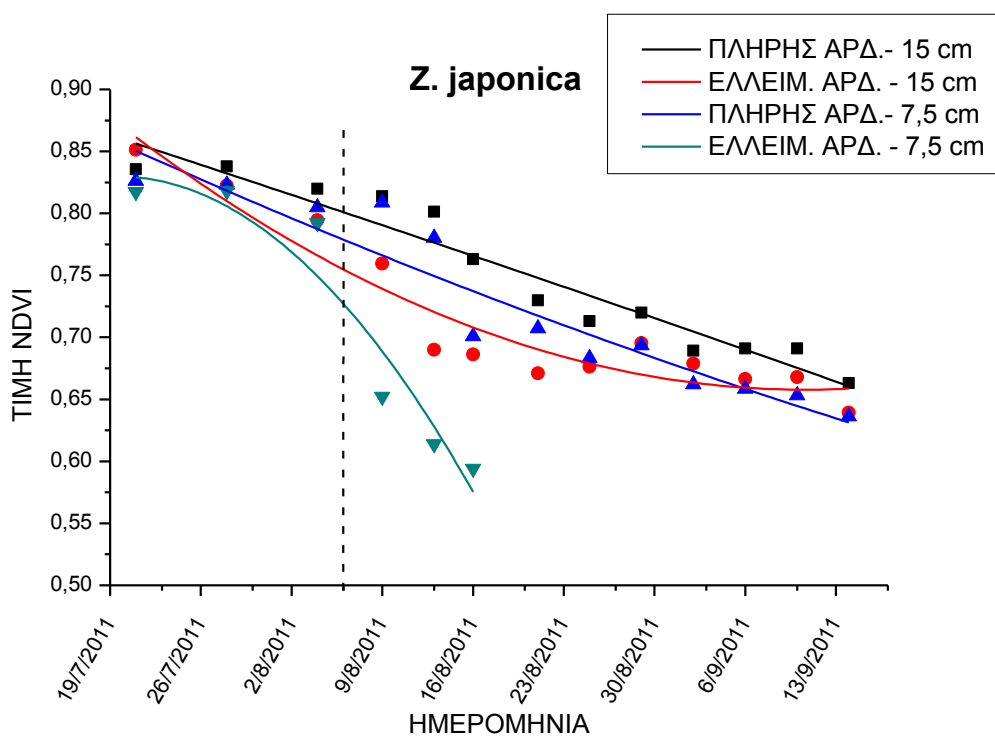
Διάγραμμα 5.42. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) του *Festuca arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στο *P. vaginatum* η επέμβαση με πλήρη άρδευση και βαθύ υπόστρωμα έχει τις μεγαλύτερες τιμές NDVI και τη μικρότερη τάση μείωσης. Η επέμβαση με ελλειμματική άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα και η επέμβαση με πλήρη άρδευση σε ρηχό υπόστρωμα εμφανίζουν πολύ κοντινές τιμές. Αντίθετα η επέμβαση με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση μειώνει τις τιμές του NDVI ταχύτερα από τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διαγρ. 5.43).



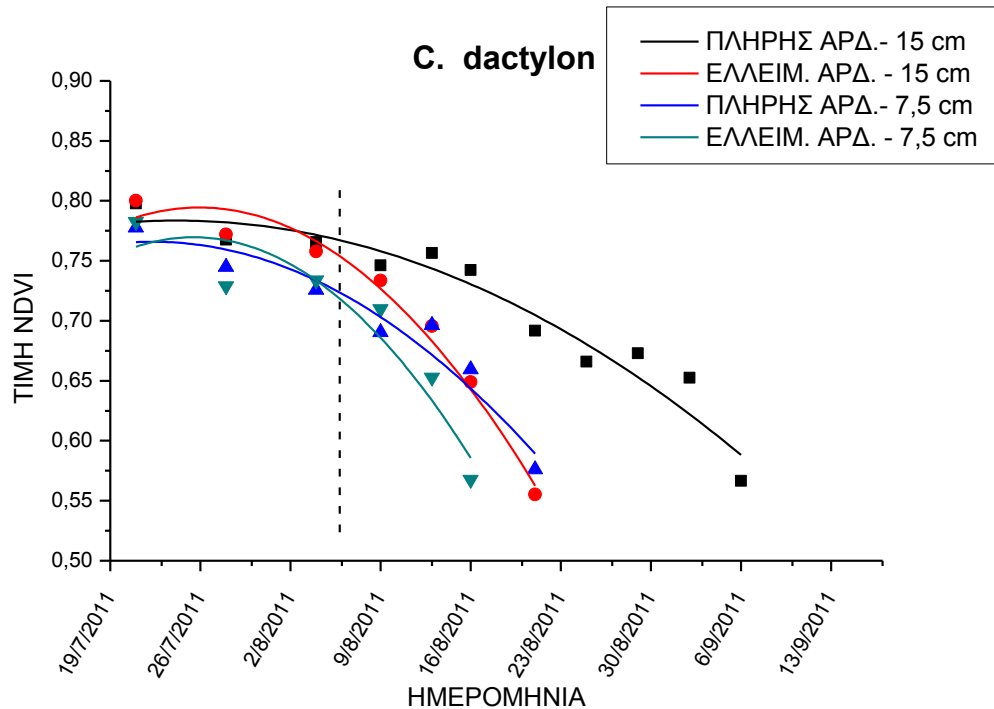
Διάγραμμα 5.43. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) του *Paspalum vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Το *Z. japonica* μείωσε με τον ίδιο ρυθμό τις τιμές του NDVI στις επεμβάσεις σε υπόστρωμα 15 cm με πλήρη και ελλιπή άρδευση και στην επέμβαση σε υπόστρωμα 7,5 cm με πλήρη άρδευση. Αντίθετα στην επέμβαση σε ρηχό (7,5 cm) υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση διαφοροποιήθηκε από τις υπόλοιπες επεμβάσεις καθώς η μείωση των τιμών του NDVI ήταν ταχύτερη και έφθασε σε κατώτερες τιμές (Διαγρ. 5.44).



Διάγραμμα 5.44. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) του *Zoysia japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι καμπύλες του *Cynodon dactylon* μειώνονται με παρόμοιο ρυθμό. Διαφοροποιείται μόνο η καμπύλη της πλήρης άρδευσης σε υπόστρωμα 15 cm , η οποία καθυστερεί να μειώσει τις τιμές της (Διαγρ. 5.45).



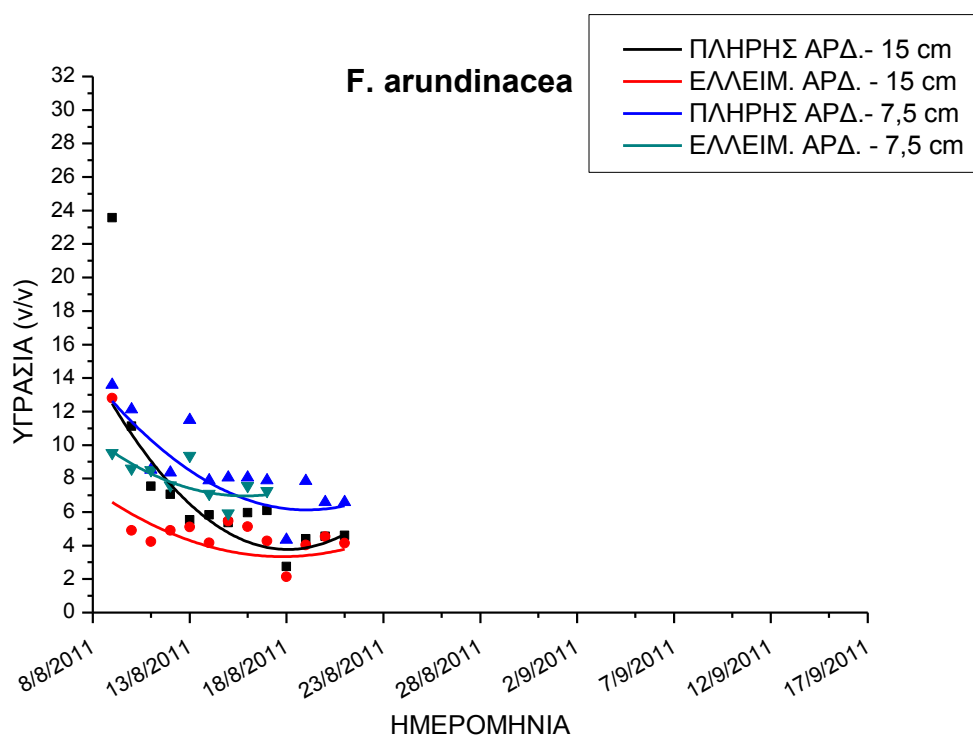
Διάγραμμα 5.45. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπή) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) του *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.46. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για το κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0002x^2 + 15,426x - 314260$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 6E-06x^2 - 0,5161x + 10653$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0002x^2 + 16,189x - 329864$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0001x^2 + 9,7939x - 199499$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -3E-05x^2 + 2,6435x - 53828$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0002x^2 + 19,5x - 397273$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0001x^2 + 10,312x - 210077$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0005x^2 + 42,175x - 859271$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -3E-05x^2 + 2,6435x - 53828$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 4E-06x^2 - 0,3075x + 6350,8$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 4E-06x^2 - 0,3075x + 6350,8$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0004x^2 + 33,959x - 691847$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -9E-05x^2 + 7,611x - 155060$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0003x^2 + 26,065x - 531073$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0002x^2 + 14,628x - 297997$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0004x^2 + 28,611x - 582930$

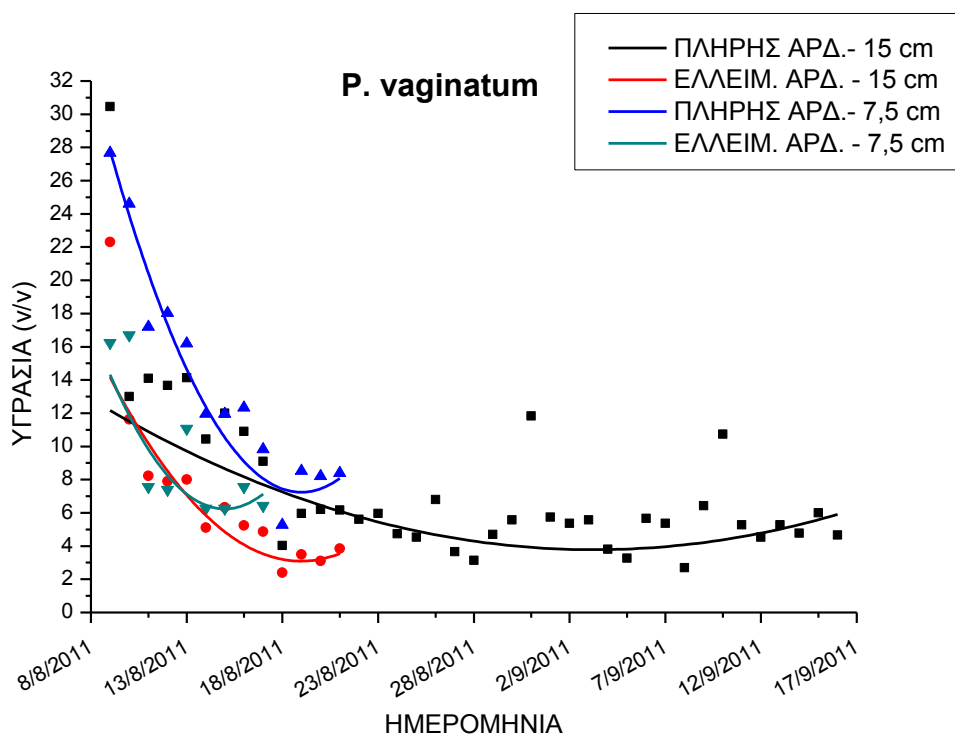
5.3.5. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.

Τα λυσίμετρα του *F. arundinacea* με ρηχό υπόστρωμα παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές υγρασίας κατά τη περίοδο καταπόνησης. Επίσης διαφοροποίηση εμφανίζεται μεταξύ των επεμβάσεων με πλήρη ή ελλιπή άρδευση, στα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση παρουσιάζουν εντονότερη κλίση μείωσης της υγρασίας στο υπόστρωμα τους (Διαγρ. 5.47).



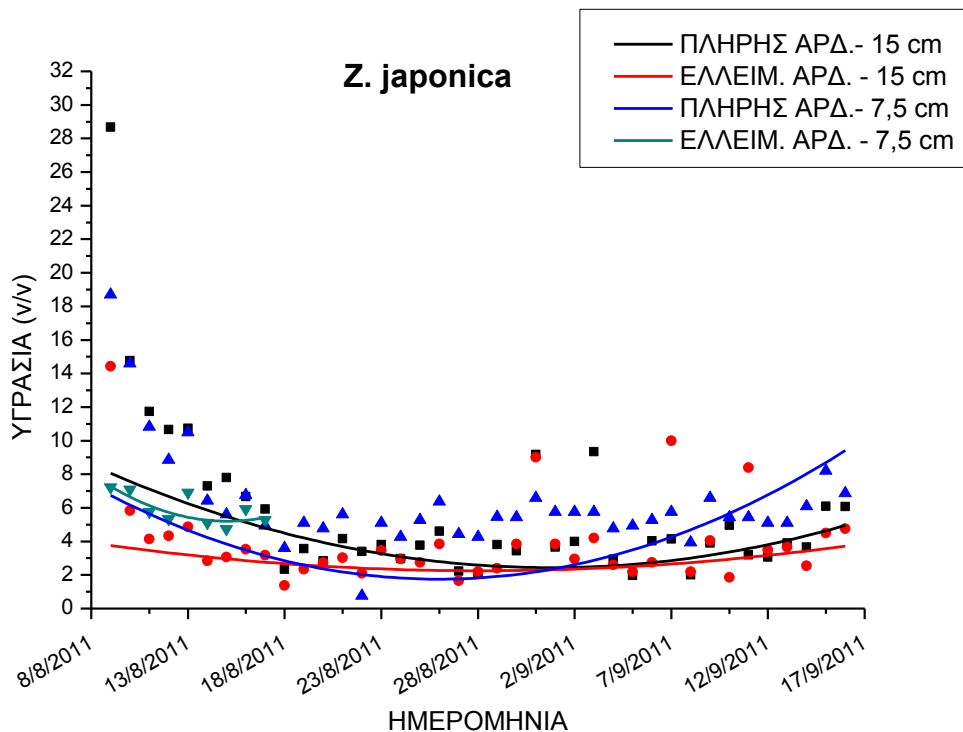
Διάγραμμα 5.47. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στη υγρασία του υποστρώματος του *Festuca arundinacea*. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στα λυσίμετρα του *P. vaginatum* εμφανίζεται παρόμοιος ρυθμός μείωσης μεταξύ των επεμβάσεων σε βαθύ υπόστρωμα με ελλειπής άρδευση και σε ρηχό υπόστρωμα με πλήρη και ελλειπή άρδευση, με την επέμβαση που δέχεται πλήρη άρδευση να έχει μεγαλύτερες τιμές. Η επέμβαση σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση διαφοροποιείται εμφανίζοντας ομαλότερη μείωση της υγρασίας στο υπόστρωμα της. (Διαγρ. 5.48).



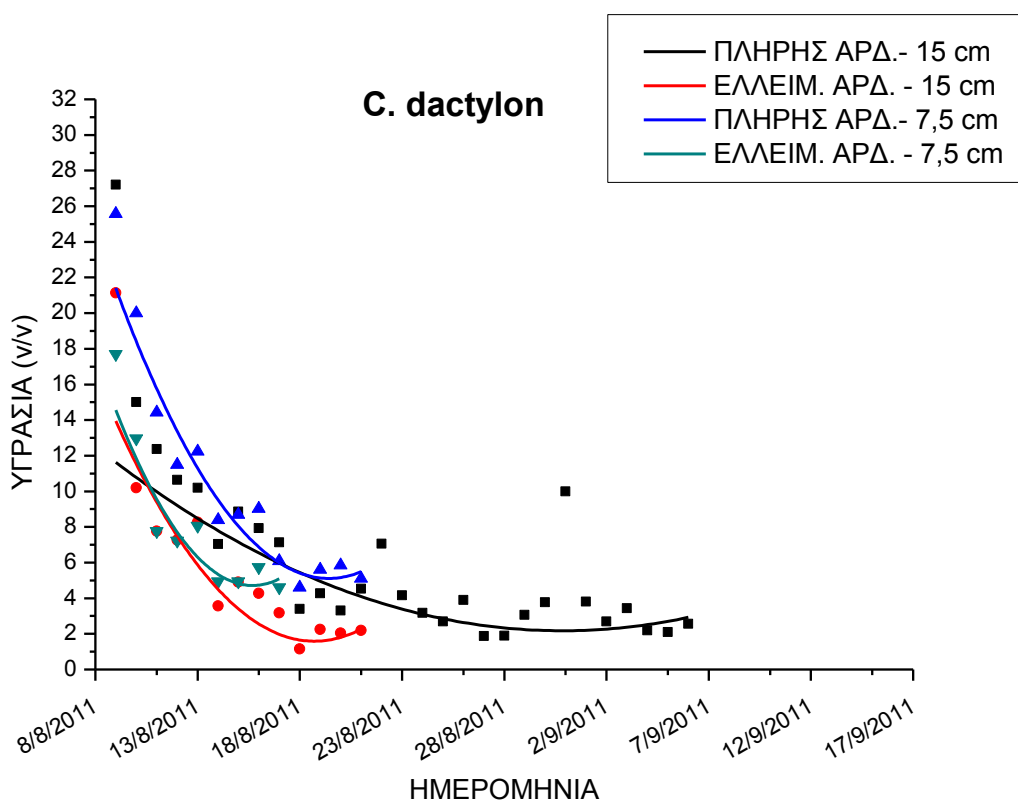
Διάγραμμα 5.48. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στη υγρασία του υποστρώματος του *Paspalum vaginatum*. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στο *Z. japonica* δεν υπάρχουν διαφορές στην υγρασία του υποστρώματος. Μόνο στα τέλη του πειράματος η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα με πλήρη άρδευση εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές υγρασίας (Διαγρ. 5.49).



Διάγραμμα 5.49. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στη υγρασία του υποστρώματος του *Zoysia japonica*. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Στα λυσίμετρα του *C. dactylon* εμφανίζεται παρόμοιος ρυθμός μείωσης μεταξύ των επεμβάσεων σε βαθύ υπόστρωμα με ελλειπής άρδευση και σε ρηχό υπόστρωμα με πλήρη και ελλειπή άρδευση, με την επέμβαση που δέχεται πλήρη άρδευση να έχει μεγαλύτερες τιμές υγρασίας υποστρώματος. Η επέμβαση σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση διαφοροποιείται εμφανίζοντας μικρότερη τάση μείωσης της υγρασίας στο υπόστρωμα της (Διαγρ. 5.50).



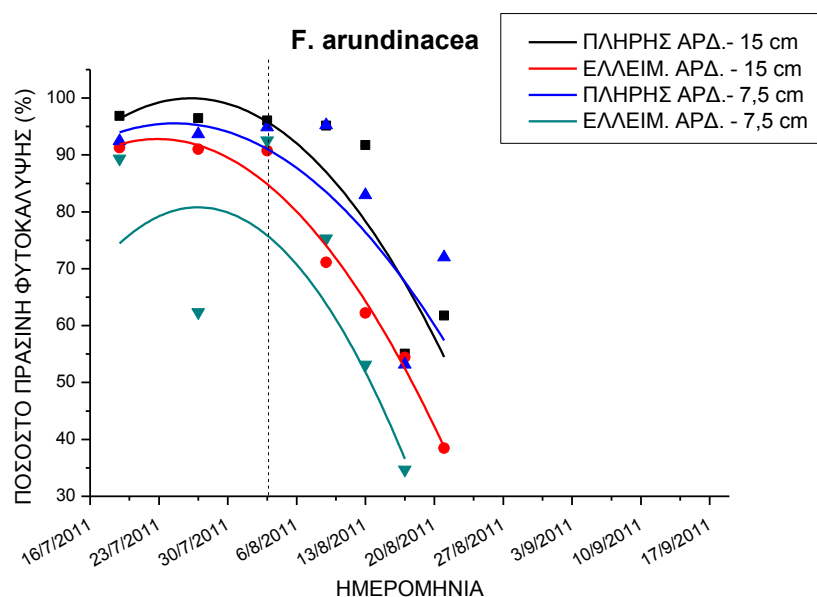
Διάγραμμα 5.50. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στη υγρασία του υποστρώματος του *Cynodon dactylon*. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.51. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για την υγρασία του υποστρώματος.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,2108x^2 - 3,8909x + 21,215$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0832x^2 - 1,5144x + 10,421$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0525x^2 - 1,238x + 13,931$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0525x^2 - 1,238x + 13,931$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0211x^2 - 1,1135x + 18,558$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,1787x^2 - 3,5722x + 20,862$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,1726x^2 - 3,9704x + 30,783$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,26x^2 - 3,7718x + 20,127$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0233x^2 - 1,1477x + 16,401$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0075x^2 - 0,3258x + 6,4627$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0159x^2 - 0,7519x + 12,887$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0453x^2 - 0,6809x + 7,8992$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0402x^2 - 1,6425x + 18,99$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,1705x^2 - 3,5088x + 19,837$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,1932x^2 - 4,1403x + 27,357$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,309x^2 - 4,458x + 20,719$

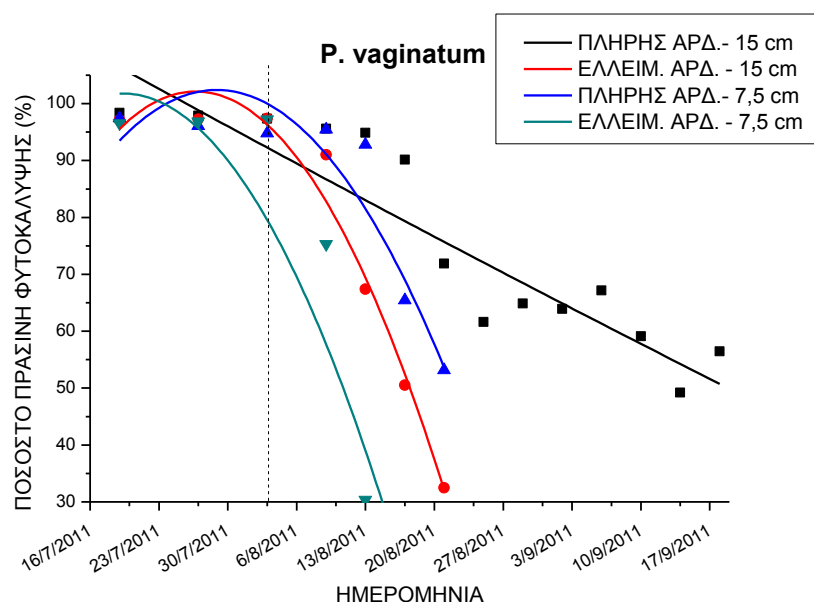
5.3.6. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover, GTC).

Τα φυτά του *F. arundinacea* που δέχονταν πλήρη άρδευση φαίνονται να καθυστερούν να μειώσουν τις τιμές πράσινη φυτοκάλυψης σε σύγκριση με τις επεμβάσεις που δέχονταν ελλειμματική άρδευση. Η επέμβαση με ελλειμματική άρδευση σε βαθύ υπόστρωμα είχε μεγαλύτερες τιμές πράσινης φυτοκάλυψης σε σύγκριση με τη επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα, αν και εμφανίζουν παρόμοια μειούμενη τάση. (Διαγρ. 5.52).



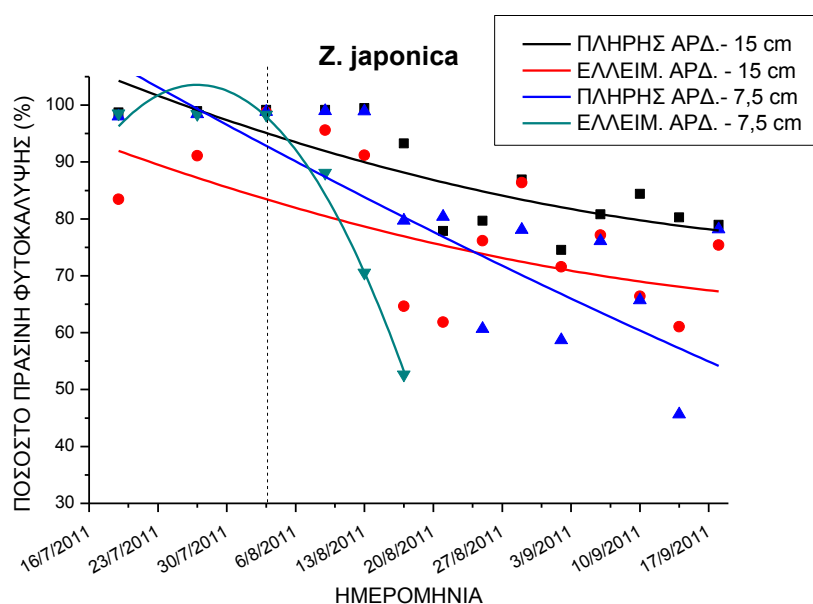
Διάγραμμα 5.52. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *Festuca arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Τα φυτά του *Paspalum vaginatum* σε βαθή υπόστρωμα και πλήρη άρδευση καθυστερούν σημαντικά περισσότερο να μειώσουν το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης συγκριτικά με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Ποιο γρήγορα μειώνει το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης η επέμβαση σε υπόστρωμα 7,5 cm με ελλειμματική άρδευση. Τα φυτά σε υπόστρωμα 15 cm και ελλιπή άρδευση παρουσιάζουν όμοια μειούμενη τάση με τα φυτά σε υπόστρωμα 7,5 cm και πλήρη άρδευση (Διαγρ. 5.53).



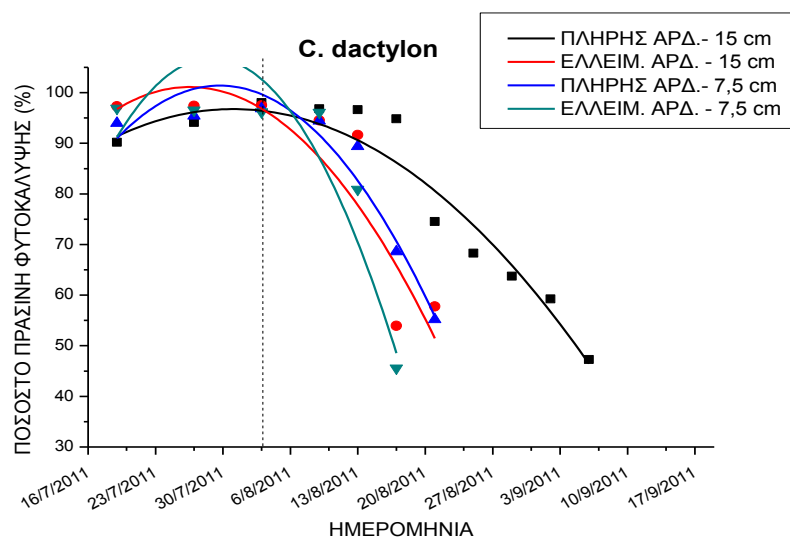
Διάγραμμα 5.53. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *Paspalum vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Η επέμβαση του *Zoysia japonica* στη α περίοδο καταπόνησης όλες οι επεμβάσεις διατηρούν σταθερές τις τιμές τους, η αύξηση των τιμών της επέμβασης σε βαθύ υπόστρωμα με πλήρη άρδευση οφείλεται σε καθυστερημένη ανάπτυξη των φυτών σε ένα από τα τρία λυσιμέτρα. Στη β περίοδο η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες μειώνοντας τις τιμές πράσινης φυτοκάλυψης πολύ πιο γρήγορα. Τα φυτά που βρίσκονταν σε 15 cm υπόστρωμα με πλήρη άρδευση εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές (Διαγρ. 5.54).



Διάγραμμα 5.55. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *Zoysia japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις του *Cynodon dactylon* μέχρις της 6/8/2011 που γίνεται αλλαγή στο τρόπο υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης έχουν αυξητική τάση, με την αλλαγή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης, όλες οι επεμβάσεις παρουσιάζουν μειούμενη τάση, μεταξύ των επεμβάσεων διαφοροποιείται μόνο η επέμβαση με υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση καθυστερώντας να μειώσει το ποσοστό πράσινων μερών της. (Διαγρ. 5.56).



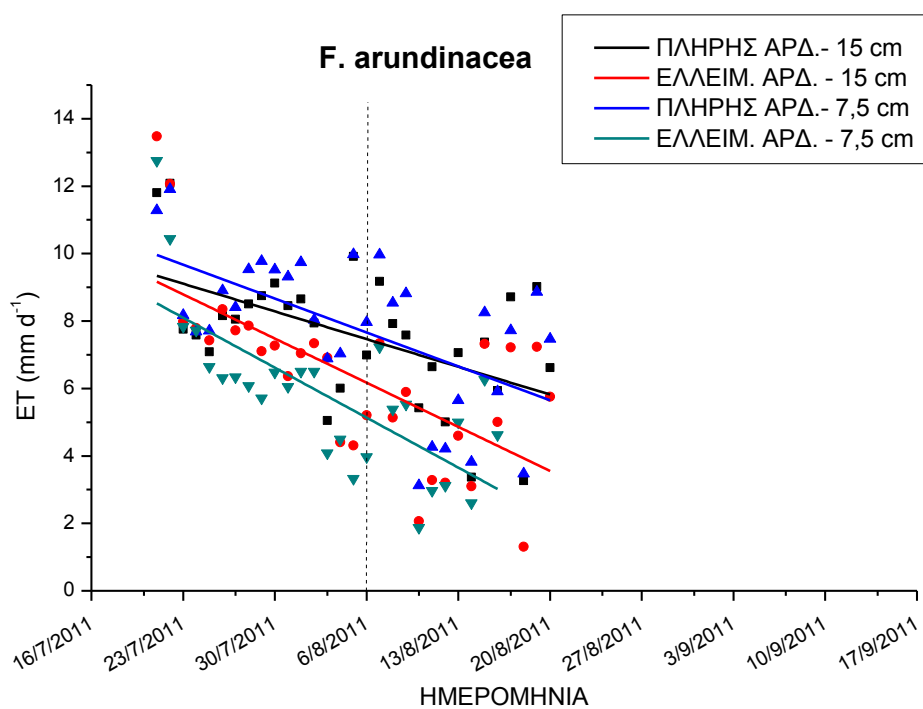
Διάγραμμα 5.56. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπίης) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.57. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για το ποσοστό πράσινη φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0771x^2 + 6284x - 1E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0679x^2 + 5531,5x - 1E+08$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0572x^2 + 4662,7x - 1E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0969x^2 + 7894,2x - 2E+08$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0048x^2 + 390,96x - 8E+06$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,1149x^2 + 9363,5x - 2E+08$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0872x^2 + 7107,2x - 1E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1857x^2 + 15132x - 3E+08$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0013x^2 - 105,19x + 2E+06$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0011x^2 + 86,139x - 2E+06$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0007x^2 - 57,373x + 1E+06$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1087x^2 + 8862,4x - 2E+08$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0419x^2 + 3413,8x - 7E+07$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0863x^2 + 7032,7x - 1E+08$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0879x^2 + 7167,3x - 1E+08$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1332x^2 + 10856x - 2E+08$

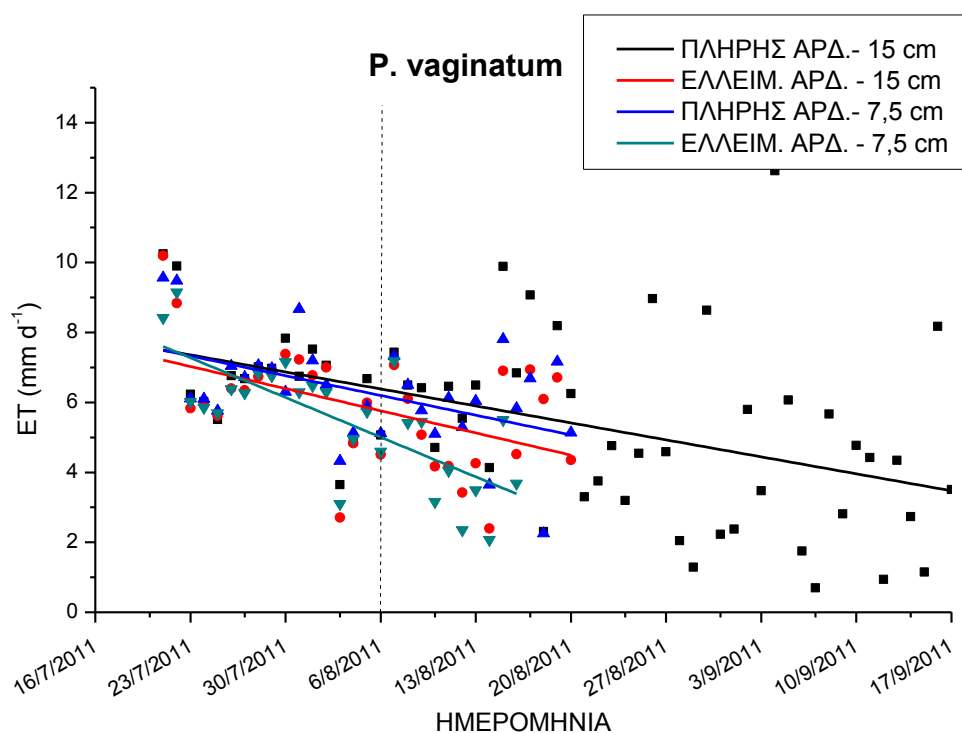
5.3.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.

Τα φυτά του *F.arundinacea* που δέχονταν πλήρη άρδευση εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής έναντι των λυσιμέτρων με ελλιπή άρδευση (Διαγρ. 5.58).



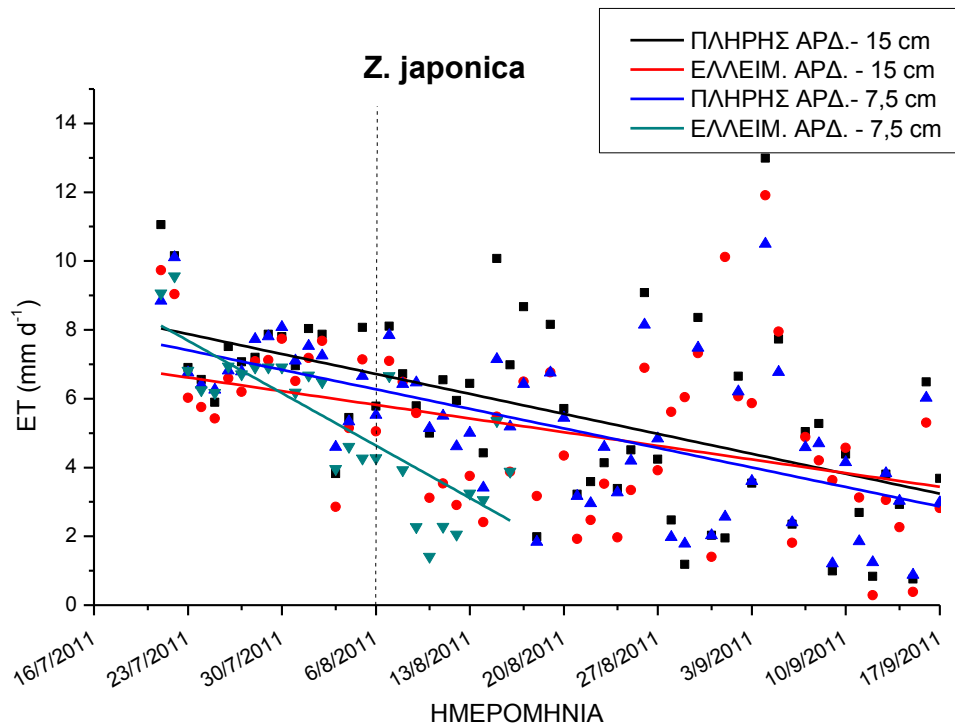
Διάγραμμα 5.58. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στην εξατμισοδιαπνοή του *Festuca arundinacea*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Τα φυτά του *P. vaginatum* που δέχονταν πλήρη άρδευση εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής έναντι των λυσιμέτρων με ελλιπή άρδευση. Η επέμβαση με ελλιπή άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα παρουσιάζει ίδια τάση με την επέμβαση σε 7,5 cm υπόστρωμα και πλήρη άρδευση, αν και έχει μικρότερες τιμές. Η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα και ελλιπή άρδευση έχει εντονότερα μειούμενη τάση από τις άλλες επεμβάσεις. (Διαγρ. 5.59).



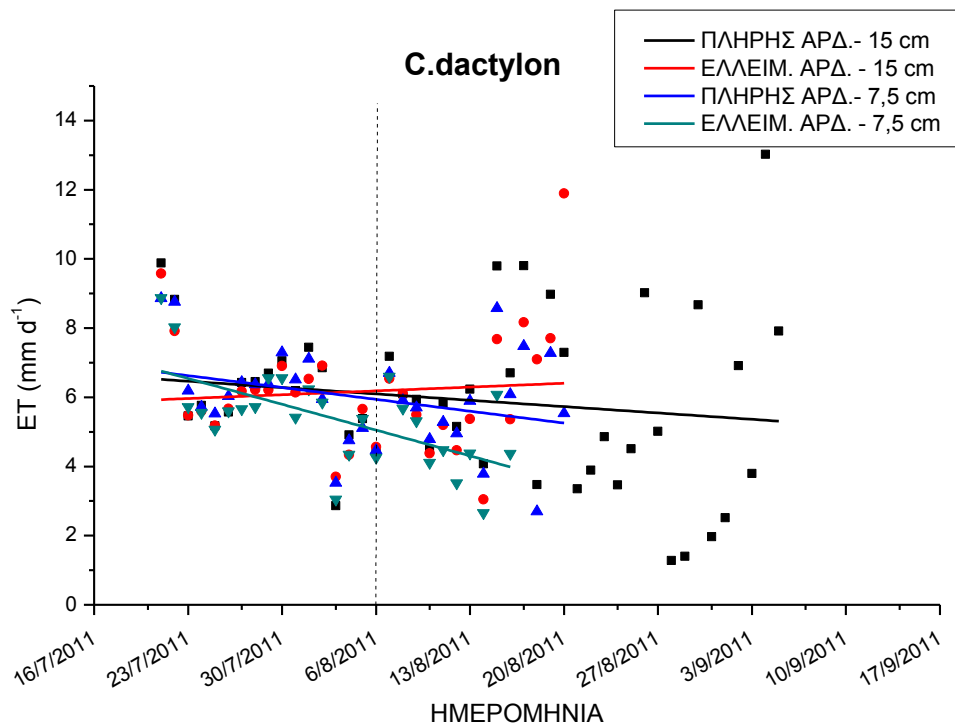
Διάγραμμα 5.59. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στην εξατμισοδιαπνοή του *Paspalum vaginatum*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Η επέμβαση του *Z. Japonica* με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής και την εντονότερη μείωση. Οι άλλες τρεις επεμβάσεις παρουσιάζουν συναφείς τιμές και όμοια τάση (Διαγρ. 5.60).



Διάγραμμα 5.60. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην εξατμισοδιαπνοή του *Zoysia japonica*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Τα λυσίμετρα *C. dactylon* σε βαθή υπόστρωμα και πλήρη άρδευση παρότι έχουν μειούμενη τάση και τιμές αντίστοιχες των άλλων επεμβάσεων (ελλιπή αρδ.-15 cm και πλήρη αρδ.- 7,5 cm) διατηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η επέμβαση του με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής και την εντονότερη τάση μείωσης. (Διαγρ. 5.61).



Διάγραμμα 5.61. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στην εξατμισοδιαπνοή του *Cynodon dactylon*. Η έντονη διακεκομμένη γραμμή στις 6/8/2011 σηματοδοτεί την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού άρδευσης. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

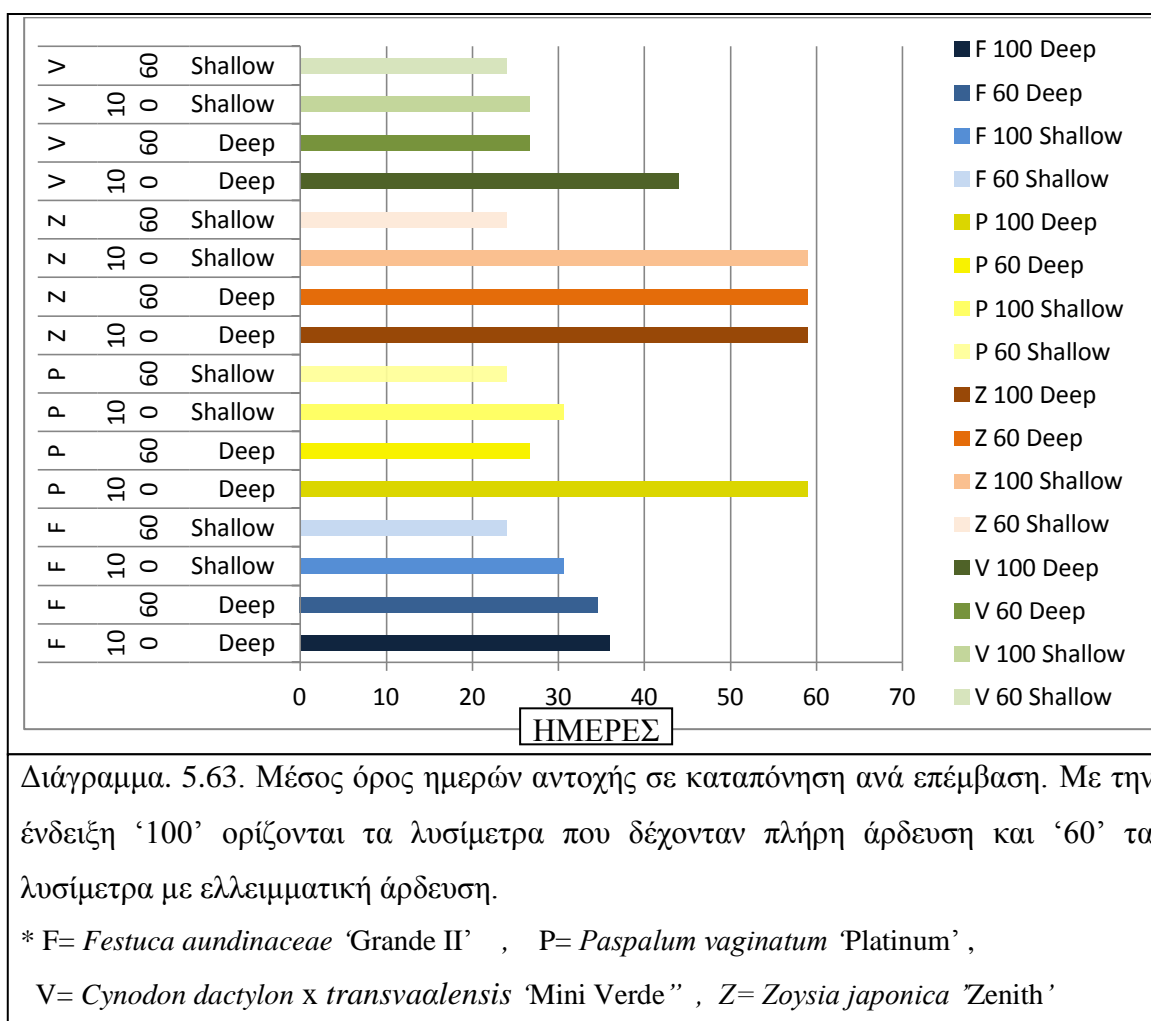
Πίνακας. 5.62. Εξισώσεις εφαρμοσμένης γραμμικής συσχέτισης για την εξατμισοδιαπνοή των χλοοταπώντων.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = Bx+A$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,1174x + 4793,6$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,1871x + 7631,5$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1434x + 5854,3$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,2117x + 8634$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0694x + 2834,1$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0905x + 3695,7$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0806x + 3292,1$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1621x + 6613,1$
<i>Zoysia japonica</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0829x + 3383,9$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0567x + 2317,8$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0811x + 3312,3$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,2178x + 8884,3$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0262x + 1075,2$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0157x - 635,3$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,049x + 2001,5$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,1065x + 4348$

5.3.8. Σύνολο ημερών καταπόνησης.

Η ποικιλία *Zoysia japonica* ‘Zenith’ είναι αυτή που επέδειξε τη μεγαλύτερη αντοχή στην υδατική καταπόνηση, καθώς διατήρησε το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες κατά 24 περισσότερες ημέρες σε ελλειμματική άρδευση, ενώ τα δύο από τα τρία λυσίμετρα απέφυγαν την υδατική καταπόνηση μέχρι το τέλος του πειράματος.

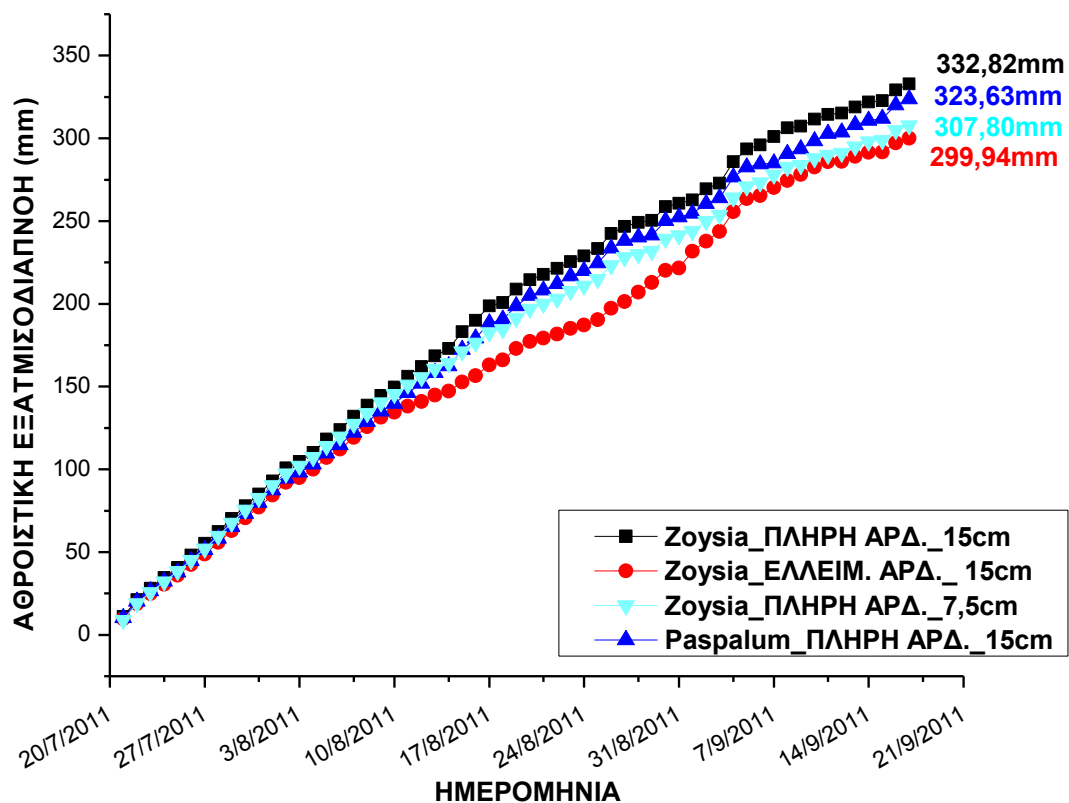
Σε πλήρη άρδευση και βαθύτερο υπόστρωμα τα είδη *Zoysia japonica* ‘Zenith’ και *Paspalum vaginatum* ‘Platinum’ διατήρησαν το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες τους καθ’ όλη τη διάρκεια του πειράματος. (Διαγρ. 5.63.)



5.3.9. Αθροιστική εξατμισοδιαπνοή επεμβάσεων που απέφυγαν την υδατική καταπόνηση.

Από τις επεμβάσεις που διατήρησαν το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (59 ημέρες), η μικρότερη ποσότητα νερού καταναλώθηκε από το είδος *Z. japonica* ,(299,94mm) σε υπόστρωμα ύψους 15 cm με εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης. Οι επεμβάσεις του *Z. japonica* με πλήρη άρδευση σε βαθύ και ρηχό υπόστρωμα χρειάστηκαν 332,82 και 307,80 mm αντίστοιχα. Ενώ το *P. vaginatum* χρειάστηκε 323,63 mm νερού σε βάθος υποστρώματος 15cm με εφαρμογή πλήρης άρδευσης. (Διάγρ. 6.2.)

Από τα αποτελέσματα υπολογίζουμε ,για τη περίοδο της μελέτης, ότι η άρδευση ενός χλοοτάπητα *Z. japonica* 100 m² σε φυτοδόμα της Αθήνας θα χρειαζόταν 15 m³ νερό μηνιαίος. Το κόστος θα ήταν $5 \times 0,4138 = 2,07\text{€}$ για τα πρώτα 5 m³ νερού και $10 \times 0,6471 = 6,47 \text{€}$ για τα υπόλοιπα 10 m³. Συνολικά 8,55 € μηνιαίος.



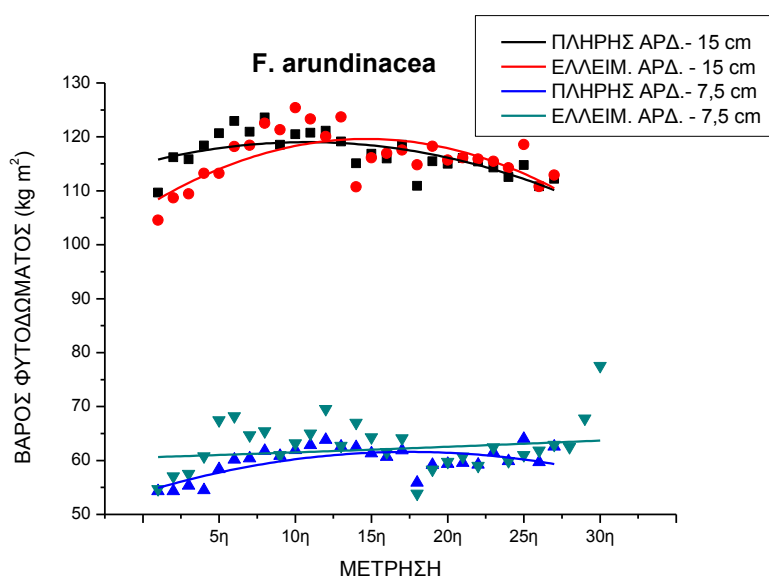
Διάγραμμα. 5.64. Αθροιστική εξατμισοδιαπνοή των επεμβάσεων που διατήρησαν το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

5.4. Επαναφορά χλοοταπήτων.

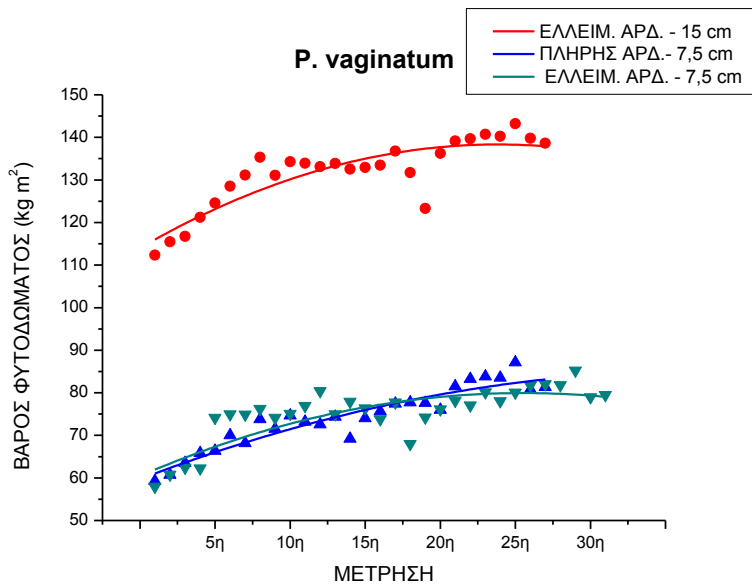
Όποια επέμβαση σημείωνε τιμή κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) μικρότερη του 0,62, θεωρούνταν ότι δεν μπορούσε να ανταπεξέλθει σε υδατική καταπόνηση και έμπαινε σε περίοδο επαναφοράς, με χρήση άρδευσης στο 100% της εξάτμισης από ελεύθερη επιφάνεια νερού με τη χρήση της μεθόδου Class A-Pan,

5.4.1. Βάρος φυτοδώματος.

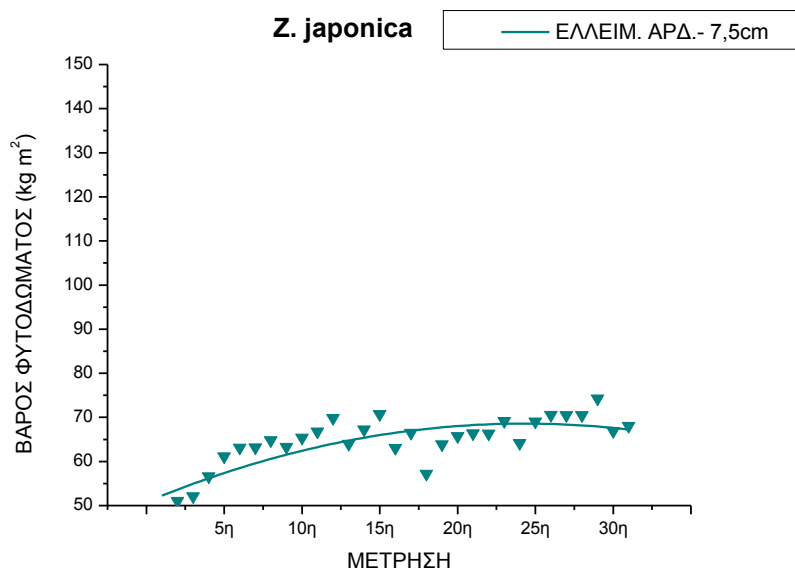
Τα φυτοδώρα με υπόστρωμα 15 cm είναι σημαντικά βαρύτερα από αυτά των 7,5 cm. Δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με ίδιο βάθος υποστρώματος. Αυτό ισχύει για όλα τα είδη γρασιδιού. Επίσης βλέπουμε ότι όλες οι επεμβάσεις εντός των πρώτων 10ημέρων φτάνουν σε τιμές κοντά στο μέγιστο βάρος του.



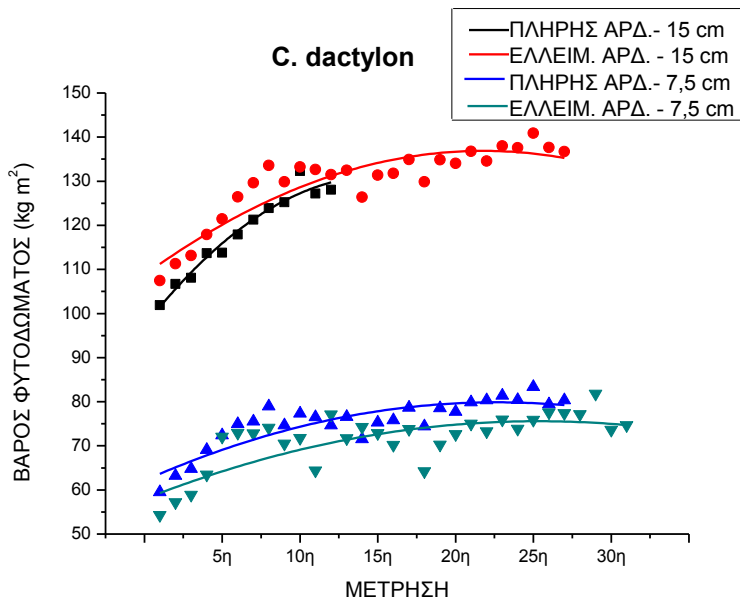
Διάγραμμα 5.65. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο βάρος φυτοδώματος καλυμμένου με *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.66. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος φυτοδώματος καλυμμένου με *P. vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.67. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος φυτοδώματος καλυμμένου με *Z. japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



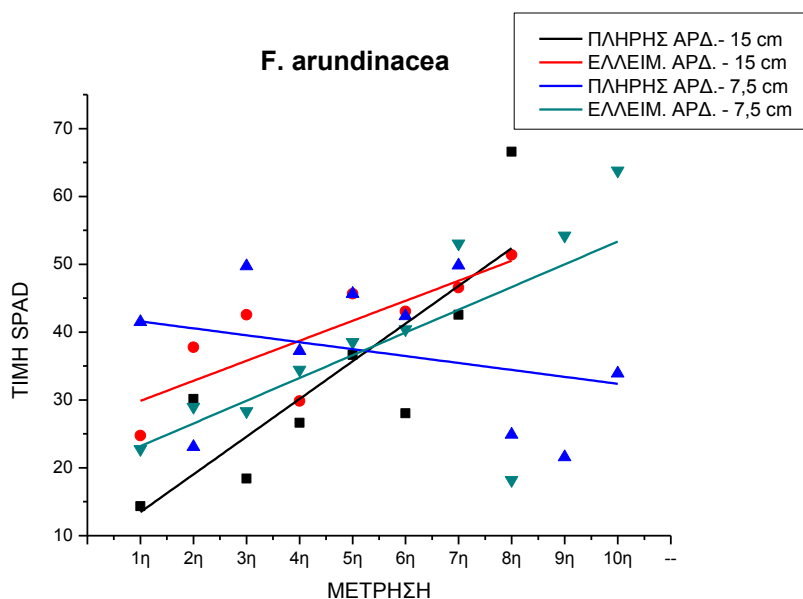
Διάγραμμα 5.68. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο βάρος φυτοδώματος καλυμμένου με *Cynodon dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.69. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για το βάρος του φυτοδώματος.

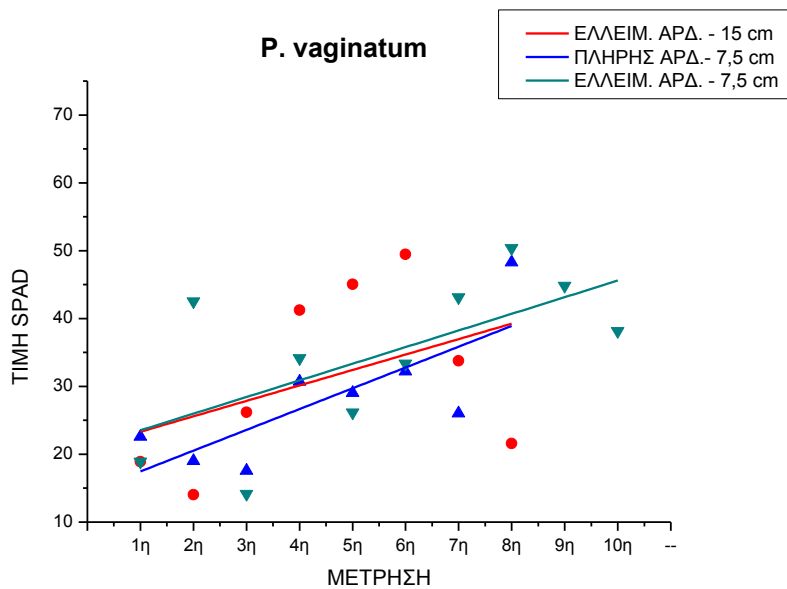
<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0337x^2 + 0,7127x + 115,42$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0606x^2 + 1,7591x + 107,09$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0242x^2 + 0,848x + 54,299$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 0,0008x^2 + 0,062x + 61,386$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0396x^2 + 1,9467x + 114,77$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0158x^2 + 1,2954x + 60,125$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0257x^2 + 1,3636x + 62,027$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0267x^2 + 1,3367x + 52,089$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,1476x^2 + 4,4832x + 97,187$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0548x^2 + 2,4414x + 109,75$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,03x^2 + 1,4165x + 63,255$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0231x^2 + 1,2168x + 59,747$

5.4.2. Δείκτης πρασινότητας / χλωροφύλλης των φύλλων. (SPAD)

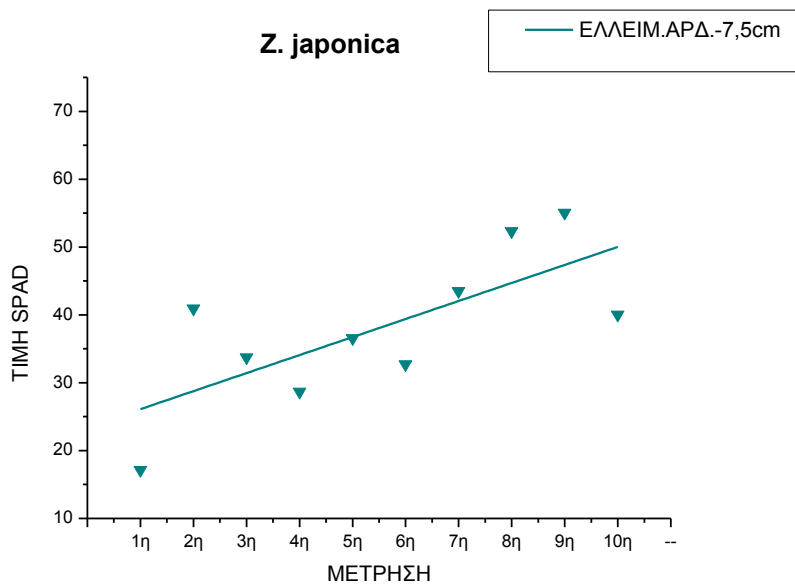
Όλοι οι χλοοτάπητες αυξάνουν τιμές SPAD πολύ γρήγορα και αυτή η αύξηση συνεχίζεται για όσο διαρκεί η περίοδο επαναφοράς. Τα λυσίμετρα του *F. arundinacea* σε υπόστρωμα 7,5 cm, παρατηρούμε ότι μειώνουν τις τιμές του στις τελευταίες μετρήσεις, αυτό οφείλεται σε συμπτώματα ανοξείας που παρουσιάστηκαν. Ίδιο πρόβλημα εμφάνισε και η επέμβαση σε βαθύ υπόστρωμα με ελλιπούς άρδευση του *P. vaginatum*.



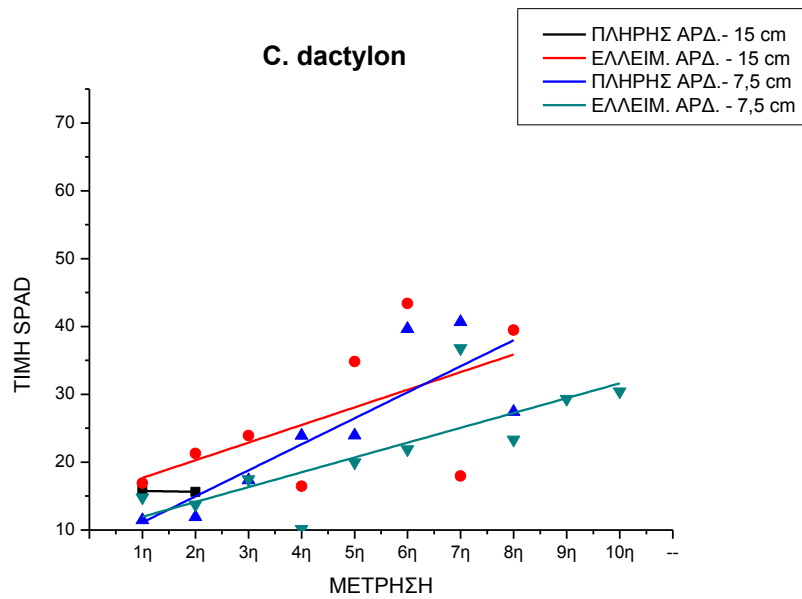
Διάγραμμα 5.70. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.71. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του *P. vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.72. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του *Z. japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



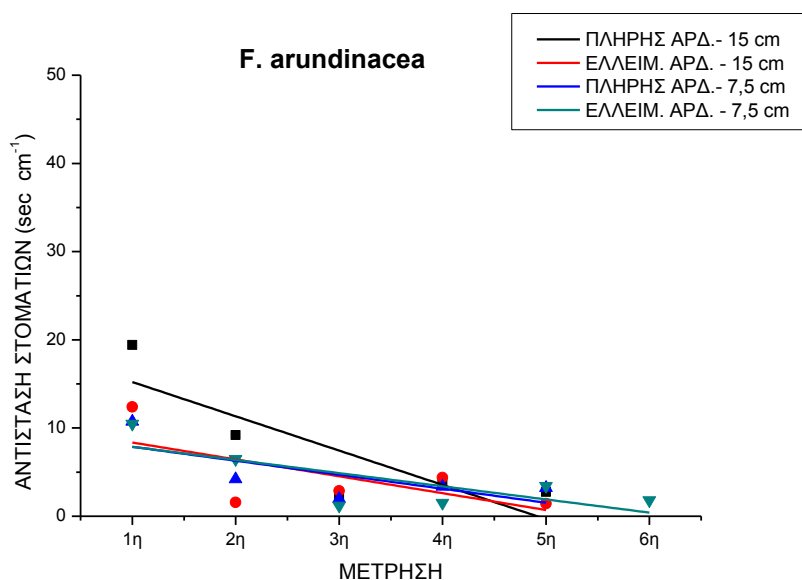
Διάγραμμα 5.73. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του *C. dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.74. Εξισώσεις εφαρμοσμένης γραμμικής συσχέτισης για τη πρασινότητα / χλωροφύλλη των φύλλων των χλοοταπώντων.

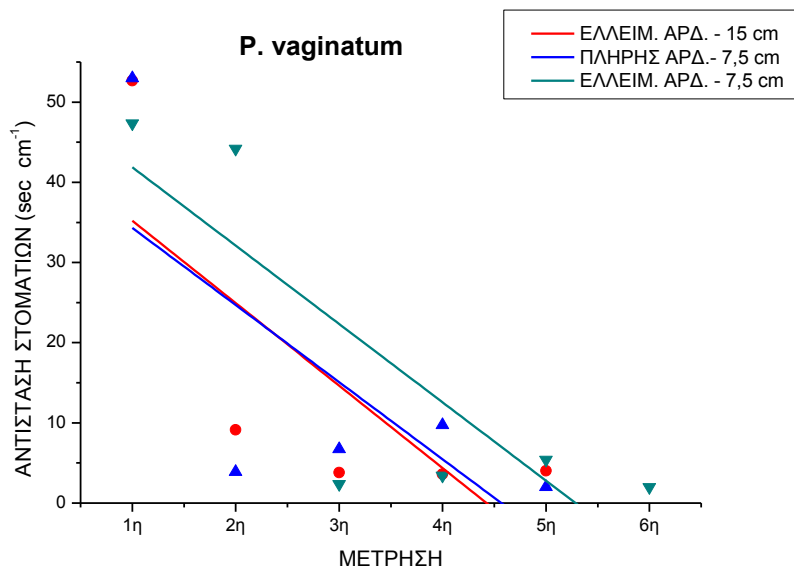
<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = Bx+A$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -1,0213x + 42,599$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 2,9492x + 26,924$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 5,556x + 7,9232$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 3,3511x + 19,836$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 2,2758x + 21,038$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 3,0641x + 14,401$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 2,4519x + 21,078$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 2,6572x + 23,449$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,1333x + 15,9$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 2,598x + 15,088$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = 3,8365x + 7,2857$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = 2,1859x + 9,7644$

5.4.3. Αντίσταση στοματίων. (Porometer)

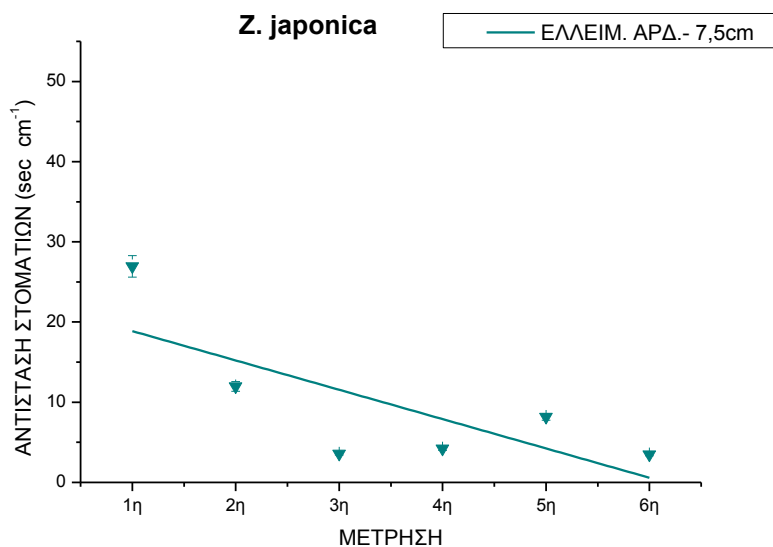
Όλα τα γρασίδια χρειάστηκαν 2 με 3 μετρήσεις για να επαναφέρουν της αντίσταση των στοματίων σε φυσιολογικά χαμηλά επίπεδα. Δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Μόνο στα είδη *P. vaginatum* και *Z. japonica* εμφανίζεται υστέρηση της επέμβασης σε υπόστρωμα 7,5 cm και ελλιπή άρδευση κατά την καταπόνηση να επαναφέρουν τις τιμές τους.



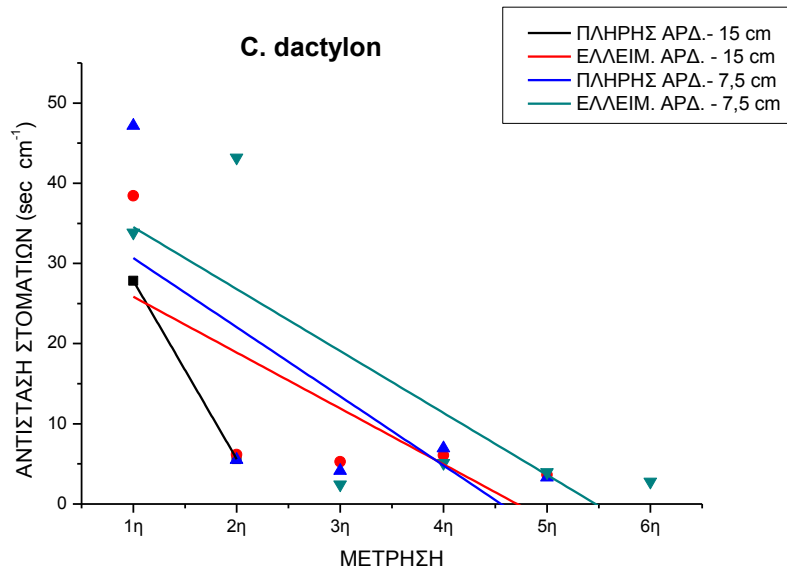
Διάγραμμα 5.75. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στην αντίσταση των στοματίων του *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.76. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *P.vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.77. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *Z.japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



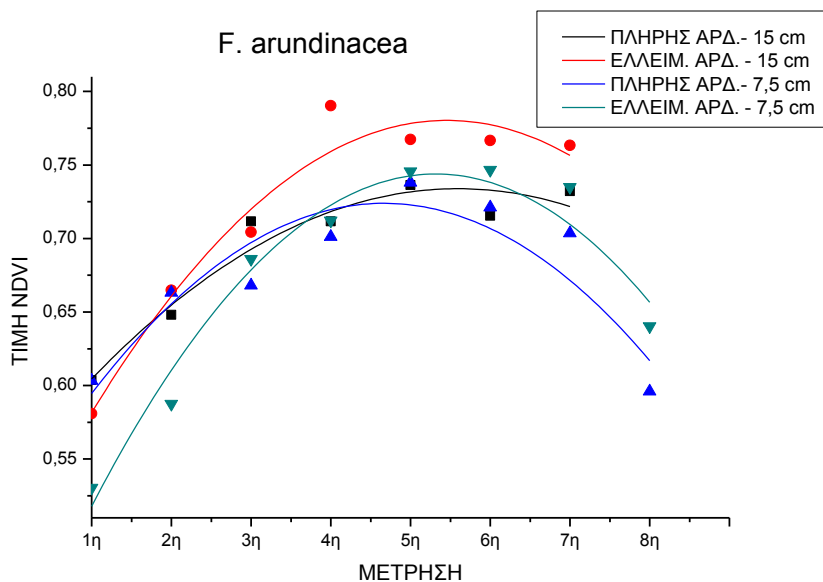
Διάγραμμα 5.78. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην αντίσταση των στοματίων του *C.dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.79. Εξισώσεις εφαρμοσμένης γραμμικής συσχέτισης για την αντίσταση των στοματίων των χλοοταπώντων.

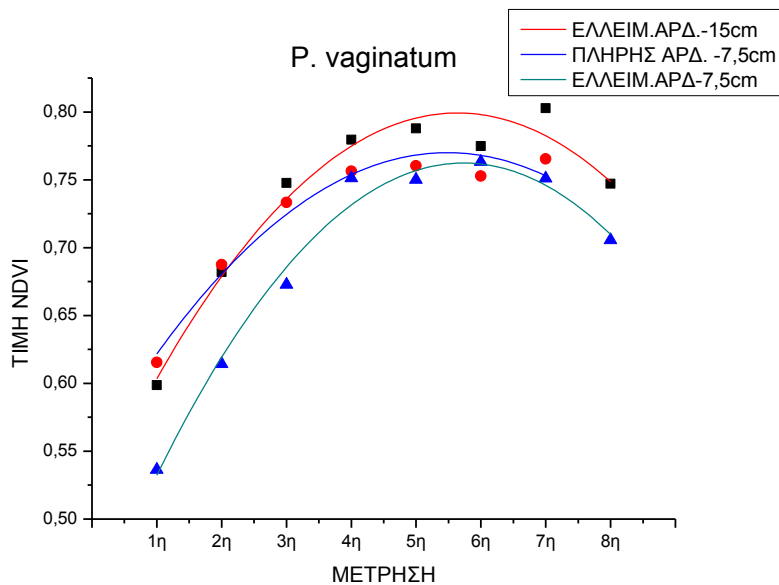
<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = Bx+A$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -3,888x + 19,106$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -1,913x + 10,268$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -1,5855x + 9,4598$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -1,4921x + 9,3651$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -10,281x + 45,49$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -9,6177x + 43,932$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -9,7713x + 51,646$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -3,6576x + 22,527$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -22,233x + 50,067$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -6,9677x + 32,822$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -8,622x + 39,293$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -7,7242x + 42,252$

5.4.4. Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI)

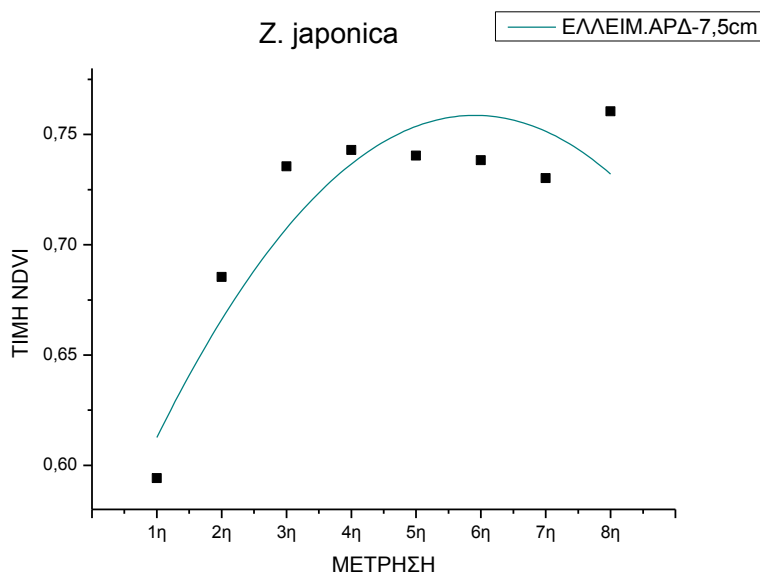
Όλοι οι χλοοτάπητες ανεξαρτήτου επέμβασης βλέπουμε ότι στη 5^η ή 6^η μέτρηση έχουν τις μέγιστες τιμές του (20 ή 24 ημέρες) και στη συνέχεια μειώνουν τις τιμές τους.



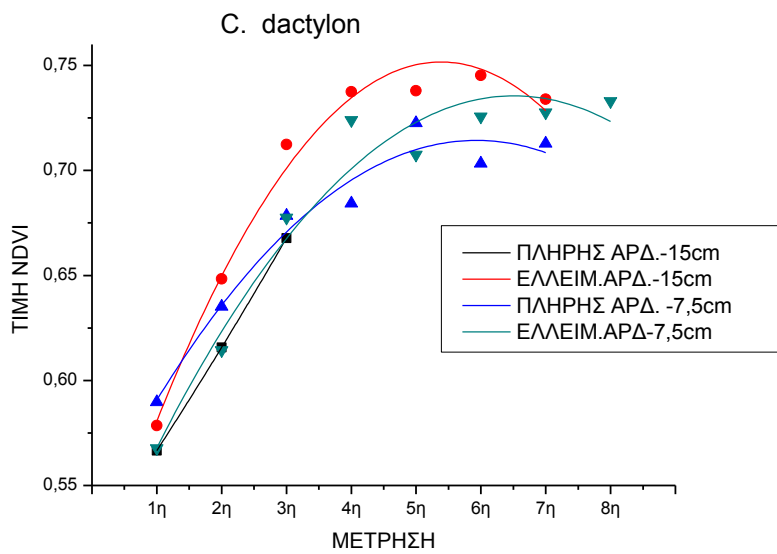
Διάγραμμα 5.80. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης του *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.81. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης του *P.vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.82. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης του *Z. japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



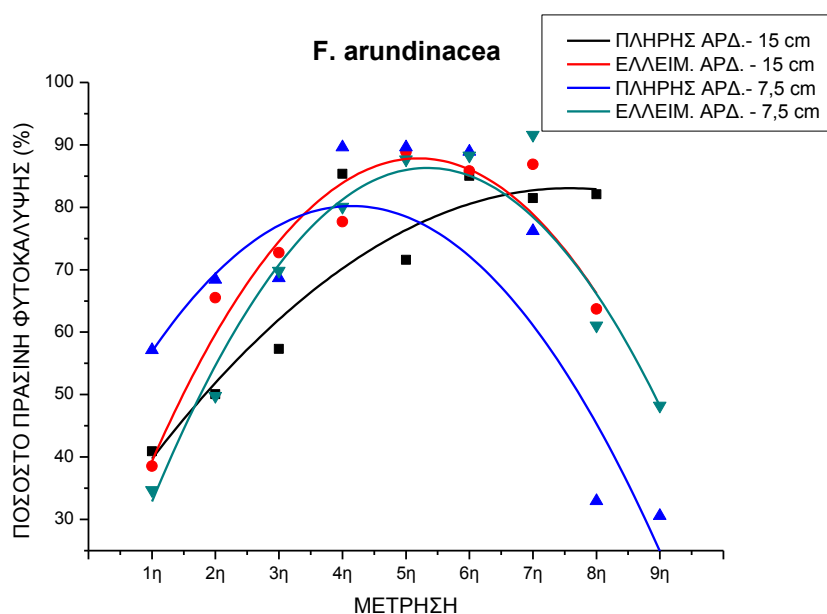
Διάγραμμα 5.83. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης του *C. dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.84. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για το κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης.

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0061x^2 + 0,0681x + 0,5432$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0102x^2 + 0,1105x + 0,4812$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0095x^2 + 0,0899x + 0,5128$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0123x^2 + 0,1313x + 0,396$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0089x^2 + 0,101x + 0,5132$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0072x^2 + 0,079x + 0,5518$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0105x^2 + 0,1195x + 0,4217$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0056x^2 + 0,067x + 0,5573$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0015x^2 + 0,0448x + 0,5204$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0088x^2 + 0,0948x + 0,4957$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0051x^2 + 0,0603x + 0,5356$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0055x^2 + 0,0714x + 0,5033$

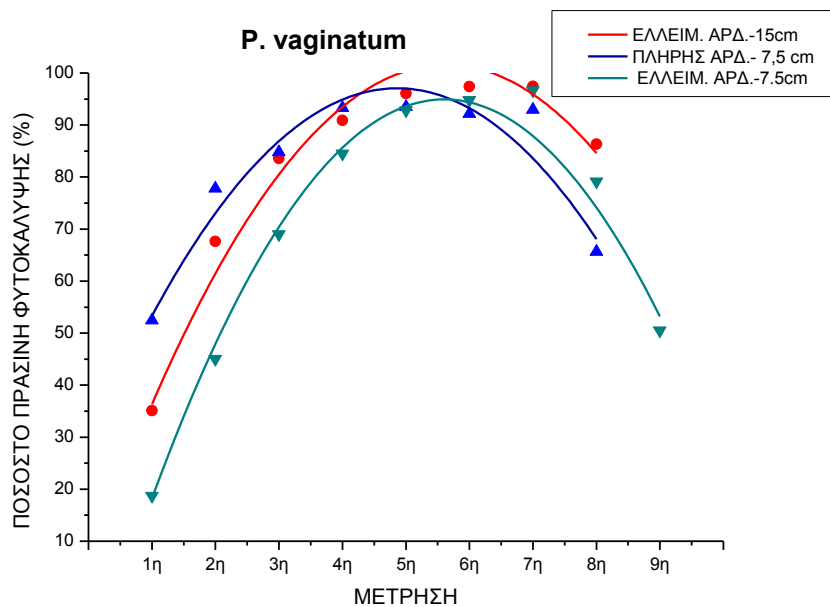
5.4.5. Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης.

Όλες οι επεμβάσεις του *F. arundinacea* επαναφέρουν το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης με τον ίδιο ρυθμό. Διαφοροποιείται μόνο η επέμβαση σε βαθύ υπόστρωμα με πλήρη άρδευση κατά τη καταπόνηση η οποία καθυστερεί. Η πτώση των καμπύλων στις τελευταίες μετρήσεις οφείλονται σε προβλήματα ανοξείας που παρουσιάστηκαν.

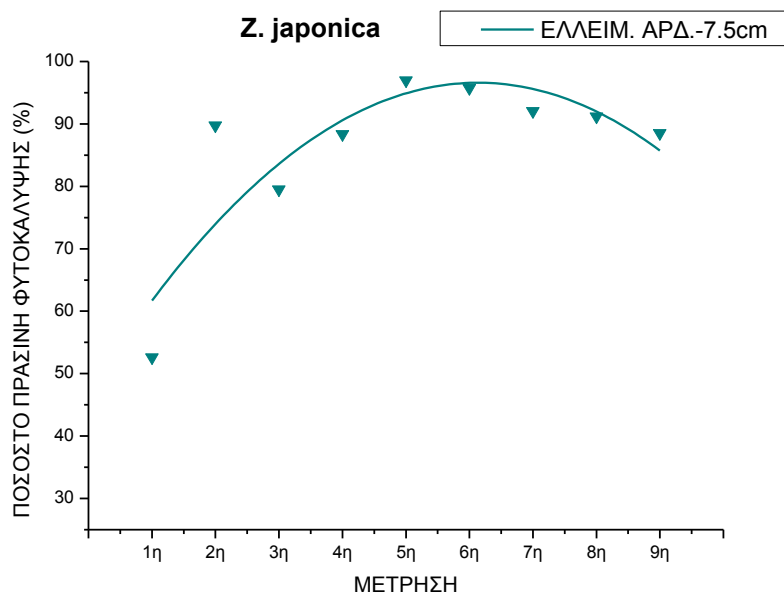


Διάγραμμα 5.85. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις του *Paspalum vaginatum* σε βαθύ υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση και ρηχό υπόστρωμα με πλήρη άρδευση επαναφέρουν ταχύτερα το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης στη 2^η, 3^η και 4^η μέτρηση. Η πτώση των καμπύλων στις τελευταίες μετρήσεις οφείλονται σε προβλήματα ανοξείας που παρουσιάστηκαν.

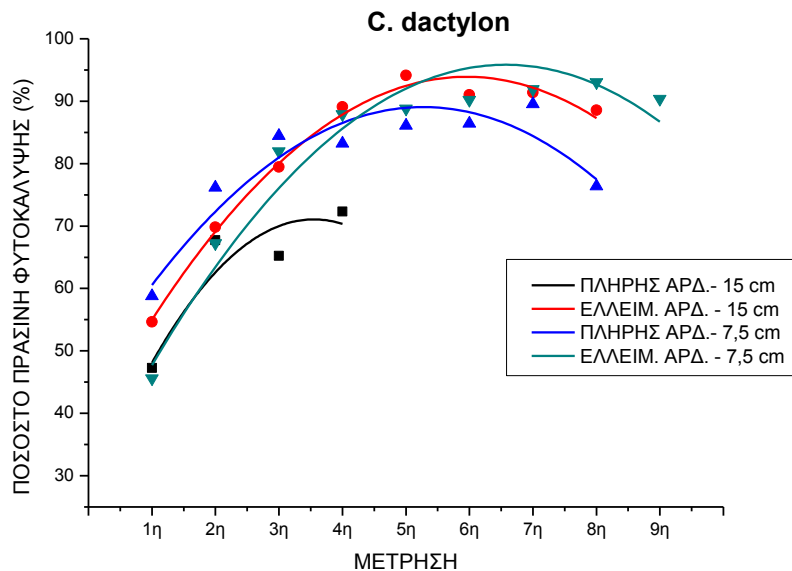


Διάγραμμα 5.86. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *P. vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.87. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *Z. japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Οι επεμβάσεις του *C. dactylon* δεν παρουσιάζουν διαφορές στην επαναφορά του ποσοστού πράσινης φυτοκάλυψης. Διαφοροποιείται μόνο η επέμβαση σε βαθύ υποστρώμα με πλήρη άρδευση κατά τη καταπόνηση η οποία καθυστερεί.



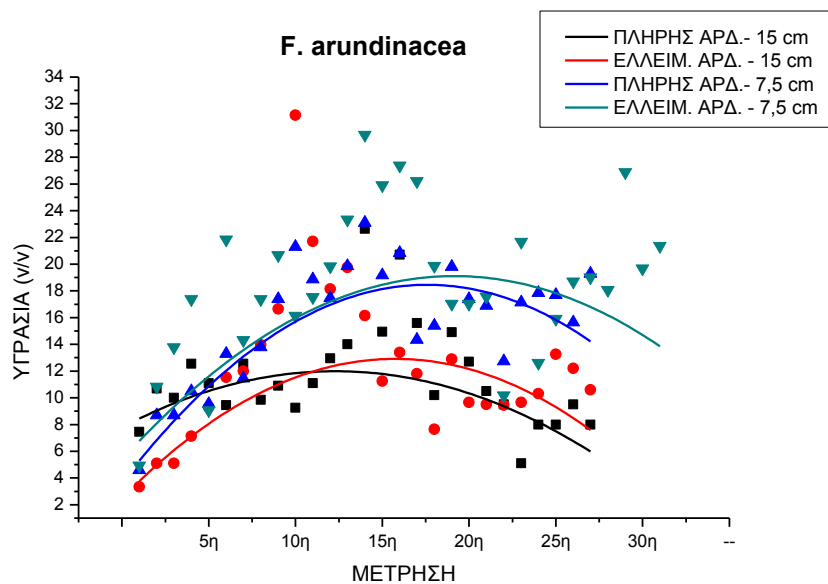
Διάγραμμα 5.88. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπίς) στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης των λυσιμέτρων που καλύπτονταν με *C. dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.89. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για τη πράσινη φυτοκάλυψη των λυσιμέτρων βλάστησης.

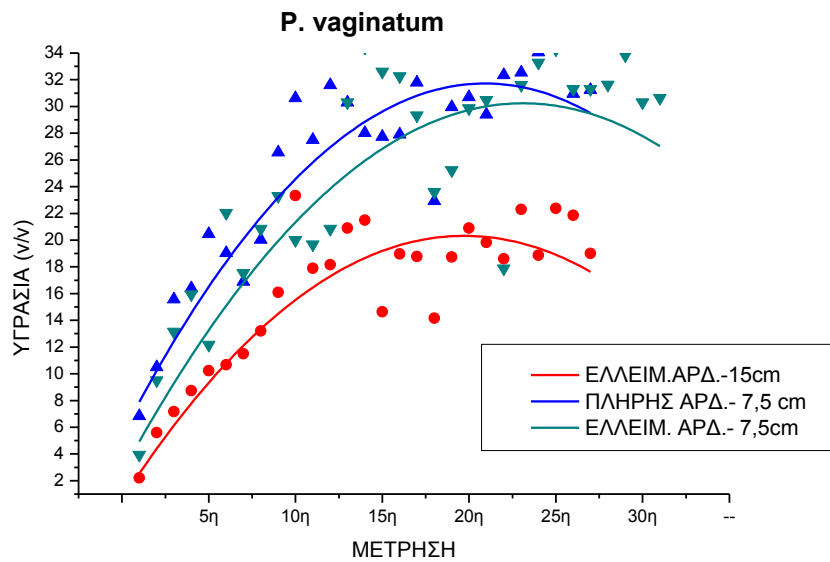
<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -1,3043x^2 + 17,864x + 22,087$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -2,62x^2 + 27,55x + 15,293$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -3,0533x^2 + 27,228x + 27,451$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -3,0405x^2 + 32,734x + 0,5198$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -2,7525x^2 + 31,372x + 10,817$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -2,7802x^2 + 27,287x + 29,689$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -3,7048x^2 + 41,966x - 22,396$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -1,324x^2 + 16,244x + 46,775$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -3,3482x^2 + 24,001x + 28,238$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -1,5708x^2 + 18,719x + 38,086$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -1,4727x^2 + 15,621x + 47,403$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -1,3698x^2 + 18,344x + 33,547$

5.4.6. Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.

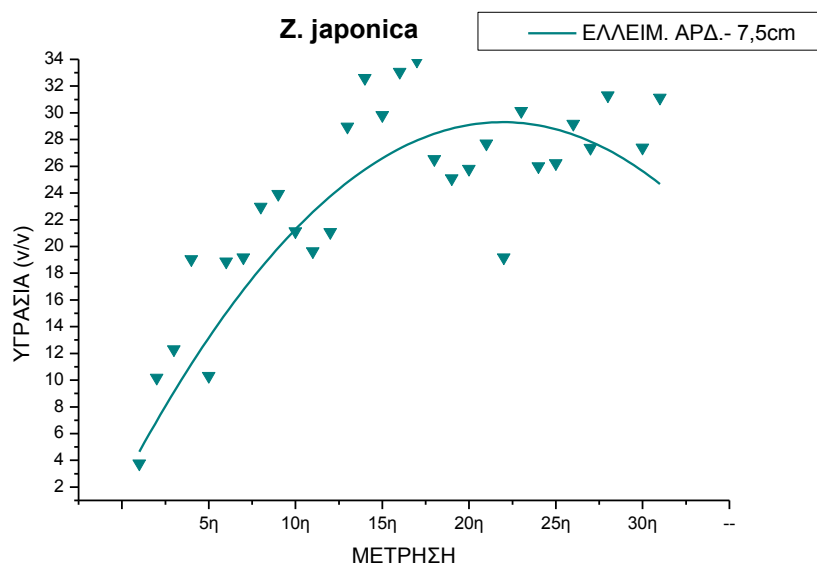
Όλα τα γρασίδια και όλες οι επεμβάσεις τους χρειάστηκαν 18-20 ημέρες για να καταγράψουν τις μέγιστες τιμές υγρασίας στο υπόστρωμα τους. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ρηχών και βαθέων επεμβάσεων σε όλα τα γρασίδια, με τις ρηχές επεμβάσεις να έχουν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές υγρασίας στο υπόστρωμα τους.



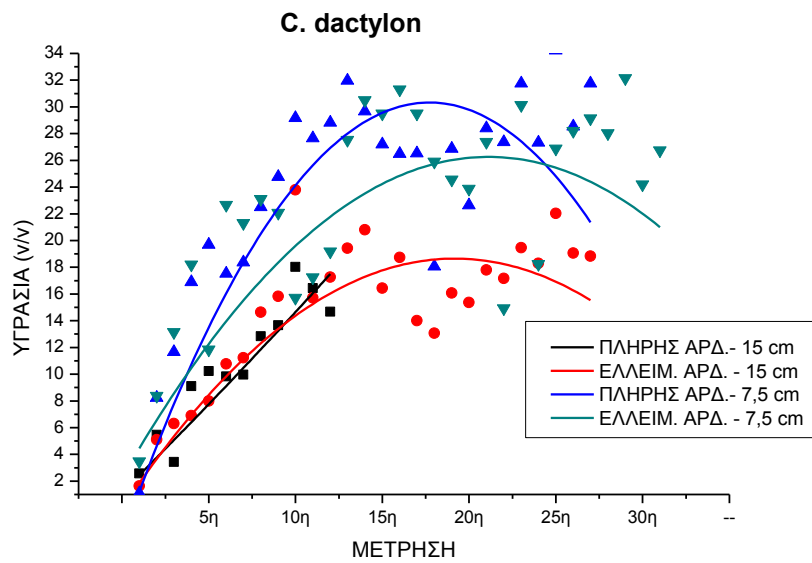
Διάγραμμα 5.90. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπής) στην υγρασία του υποστρώματος του *F.arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.91. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στην υγρασία του υποστρώματος του *P.vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.92. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλιπούς) στην υγρασία του υποστρώματος του *Z.japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



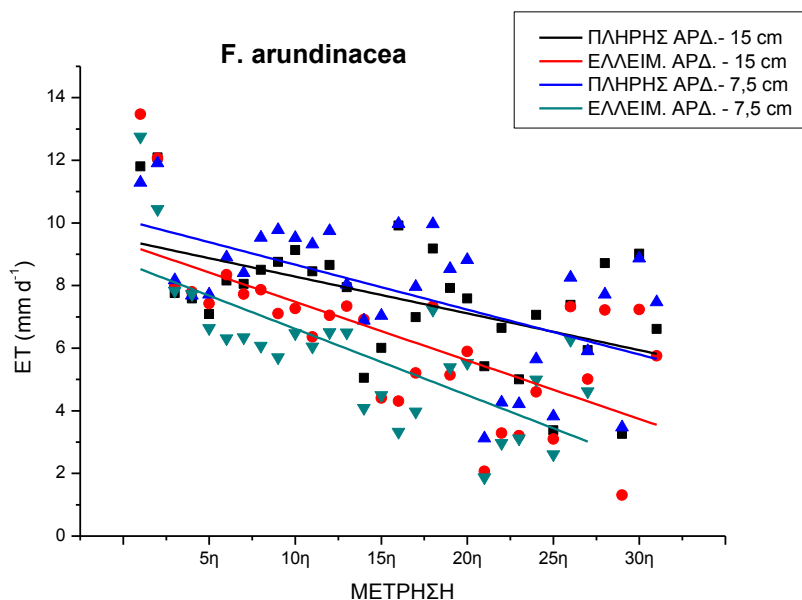
Διάγραμμα 5.93. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην υγρασία του υποστρώματος του *C.dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.94. Εξισώσεις εφαρμοσμένων πολυωνυμικών καμπυλών για την υγρασία του υποστρώματος

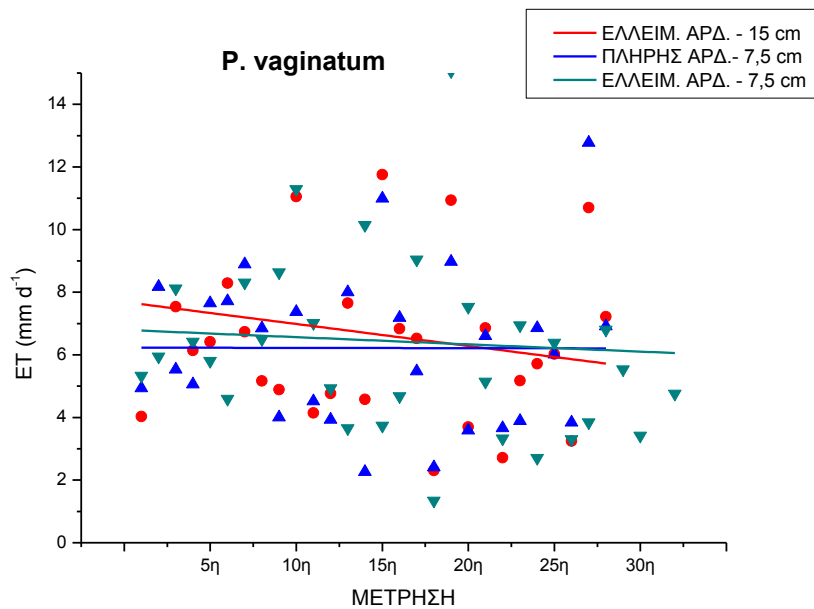
<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = B2*x^2 + B1*x + \text{Σημείο τομής}$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,0424x^2 + 1,1437x + 6,4351$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0602x^2 + 1,7378x + 3,4518$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0471x^2 + 1,6552x + 4,5735$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0313x^2 + 1,2123x + 9,5492$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0421x^2 + 1,7492x + 2,4786$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0495x^2 + 2,1865x + 7,9122$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0399x^2 + 2,0004x + 6,3195$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0405x^2 + 1,9209x + 7,0408$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = -0,058x^2 + 2,0292x + 0,4705$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0411x^2 + 1,6621x + 2,2407$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0574x^2 + 2,3444x + 5,816$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0385x^2 + 1,7552x + 7,598$

5.4.7. Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.

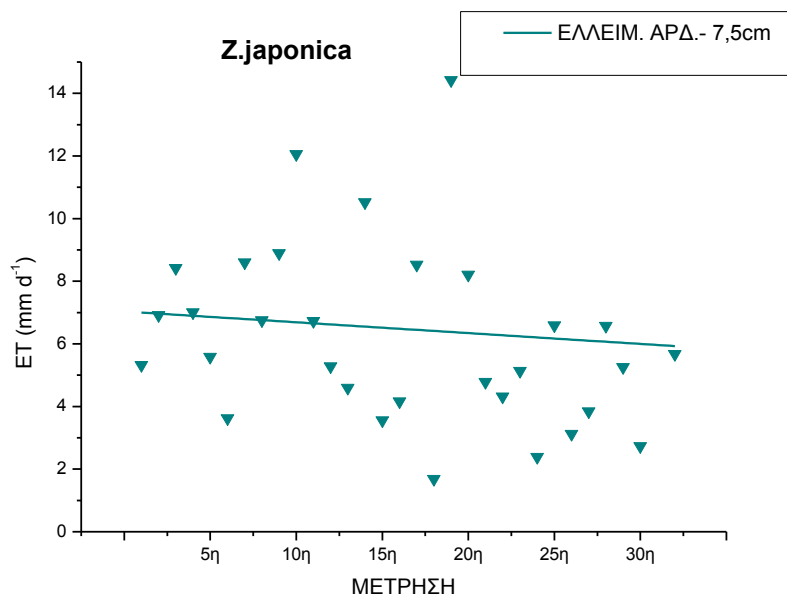
Δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων όσο αφορά την εξατμισοδιαπνοή τους. Στο *F. arundinacea* παρατηρούνται αυξημένες τιμές στη πρώτη μέτρηση, οι οποίες περιορίζονται με τη πάροδο των ημερών επαναφοράς, αυτό το φαινόμενο δεν εμφανίζεται στις θερμοφιλες ποικιλίες. Επίσης οι επεμβάσεις που κατά τη περίοδο καταπόνησης δέχονταν ελλειμματική άρδευση σε ρηχό υπόστρωμα έχουν χαμηλότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής στο *F. arundinacea*. Στα θερμοφιλα είδη η εξατμισοδιαπνοή είναι όμοια σε όλη τη περίοδο επαναφοράς με ελάχιστη πτωτική τάση. Η επέμβαση του *C. dactylon* σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση, η οποία ήταν η τελευταία επέμβαση που εισήλθε στ περίοδο καταπόνηση, παρουσιάζει απότομη αύξηση των υδατικών αναγκών τις από τις χαμηλές τιμές κατά τη καταπόνηση, σε επίπεδο ίδιο με τις άλλες επεμβάσεις.



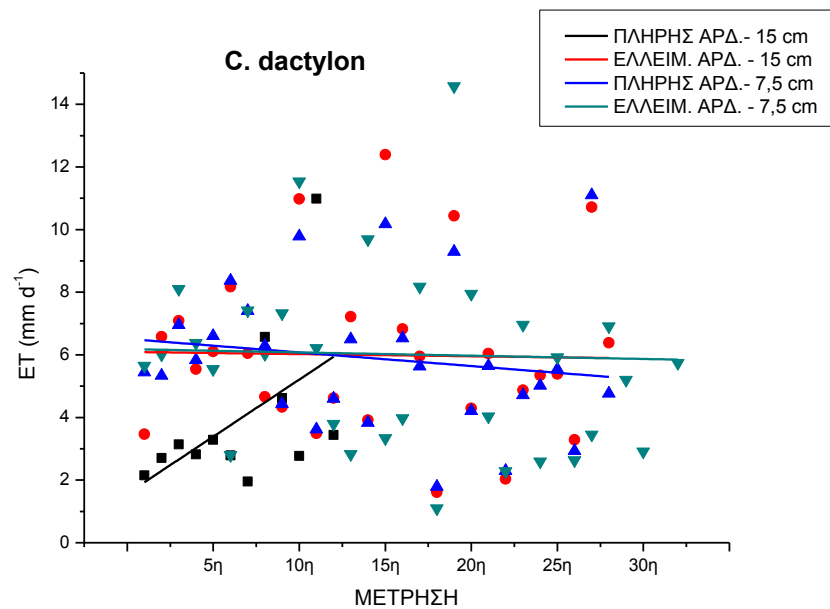
Διάγραμμα 5.95. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην εξατμισοαδιαπνοή του *F. arundinacea* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.96. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην εξατμισοαδιαπνοή του *P.vaginatum* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.97. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην εξατμισοαδιαπνοή του *Z.japonica* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.



Διάγραμμα 5.98. Επίδραση του βάθους του υποστρώματος (7,5 και 15 cm) και της ποσότητας άρδευσης (πλήρης ή ελλειπής) στην εξατμισοαδιαπνοή του *C.dactylon* κατά τη περίοδο επαναφοράς. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι τιμές των μετρήσεων και οι εφαρμοσμένες καμπύλες.

Πίνακας. 5.99. Εξισώσεις εφαρμοσμένης γραμμικής συσχέτισης για την εξαμυσοδιαπνοή των χλοοταπήτων

<u>ΕΠΕΜΒΑΣΗ</u>	<u>ΕΞΙΣΩΣΗ</u> ($y = Bx+A$)
<i>Festuca arundinacea</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,0486x + 5,6603$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = 0,0215x + 6,279$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0786x + 8,1911$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0231x + 6,7963$
<i>Paspalum vaginatum</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,0702x + 7,6882$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0008x + 6,2298$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0231x + 6,7963$
<i>Zoysia japonica</i>	
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0345x + 7,0345$
<i>Cynodon dactylon</i>	
Πλήρης άρδευση – 15cm	$y = 0,3644x + 1,567$
Ελλειμματική άρδευση – 15cm	$y = -0,007x + 6,0943$
Πλήρης άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0433x + 6,5098$
Ελλειμματική άρδευση – 7,5cm	$y = -0,0105x + 6,1831$

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.

6.1. Αξιολόγηση παραγόντων για τη περίοδο καταπόνησης.

6.1.1. Ποσότητα άρδευσης.

Τα λυσίμετρα τα οποία αρδεύονταν με πλήρη άρδευση είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σύγκριση με τα λυσίμετρα στα οποία εφαρμοζόταν ελλειμματική άρδευση (Διαγρ. 5.4). Η ύπαρξη επιπλέον νερού στο υπόστρωμα των πλήρως αρδευόμενων λυσιμέτρων επιβεβαιώνεται και στη μέτρηση της υγρασίας του υποστρώματος, στα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση η υγρασία του υποστρώματος ήταν μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτά που δέχονταν ελλειμματική άρδευση καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Η διαφορά της υγρασίας μεταξύ των δύο επεμβάσεων άρδευσης είχε μία μειούμενη τάση καθώς η επιβολή της υδατικής καταπόνησης συνεχιζόταν (Διαγρ. 5.16.).

Οι χλοοτάπητες με πλήρη άρδευση εκμεταλλεύτηκαν την επάρκεια της υγρασίας και κατέγραψαν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής (Διαγρ. 5.21). Η αυξημένη υδατοκατανάλωση επέδρασε θετικά στις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών, καθώς τα φυτά με πλήρη άρδευση εμφάνισαν σημαντικά μικρότερη αντίσταση (κλείσιμο) των στοματίων τους από τις 9/8/2011 έως 16/8/2011 (Διαγρ.5.9) εμφανίζοντας εντονότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα και σημαντικά μεγαλύτερες τιμές του δείκτη πρασινότητας/ χλωροφύλλης από τη τέταρτη και μετά μέτρηση (3/6/έως 18/8/2011) (Διαγρ. 5.7.). Η ικανότητα των χλοοταπήτων να προσαρμόζονται στους διαθέσιμους υδάτινους πόρους έχει καταγραφεί και από τους Fry and Huang (2004) οι οποίοι αναφέρουν ως σημαντικότερους μηχανισμούς για τη αποφυγή του υδατικού στρες το κλείσιμο των στοματίων και τη μείωση της διαπνοής ώστε να επιτευχθεί μικρότερη υδατοκατανάλωση.

Οι διαφορές στις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών αντικατοπτρίζονται και στις μετρήσεις NDVI και GTC που αποτελούν μέτρο αξιολόγησης της οπτικής ποιότητας των χλοοταπήτων. Τα φυτά στα οποία εφαρμόστηκε πλήρης άρδευση παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές NDVI μετά από την αλλαγή του τρόπου υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης (6/8/2011). Οι διαφορές αυτές είναι συνεχώς αυξανόμενες

καθώς η υδατική καταπόνηση συνεχίζει (Διαγρ. 5.13). Υψηλότερα ήταν και τα ποσοστά πράσινης φυτοκάλυψης (GTC) των πλήρως αρδευόμενων λυσιμέτρων μετά τις 12 πρώτες μέρες (Διαγρ. 5.19).

6.1.2. Βάθος υποστρώματος.

Τα λυσίμετρα με ύψος υποστρώματος 15 cm είναι σημαντικά βαρύτερα από τα ρηγά λυσίμετρα των 7,5 cm και αυτό είναι αναμενόμενο λόγω της διαφοράς στη ποσότητα του υποστρώματος (Διαγρ. 5.5). Μεγαλύτερη συγκέντρωση υγρασίας υπήρχε στα λυσίμετρα με βάθος υποστρώματος 7,5 cm το οποίο ήταν αναμενόμενο καθώς η ίδια ποσότητα άρδευσης κατανέμενται σε διαφορετικούς όγκους υποστρώματος (Διαγρ. 5.17).

Οι χλοοτάπητες που βρίσκονται σε βάθος υποστρώματος 15 cm εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής από τις 3/8 έως 18/8/2011 (Διαγρ. 5.25) οι οποίες όμως δεν επιφέρουν σημαντική διαφορά στην αθροιστική εξατμισοδιαπνοή (Διαγρ. 5.26) Δεν υπήρχε διαφοροποίηση στις μετρήσεις SPAD και αντίστασης στοματίων. (Διαγρ.5.8). Το βάθος υποστρώματος επηρέασε σημαντικά όμως τις μετρήσεις που αφορούσαν την οπτική ποιότητα, το NDVI μετά από την αλλαγή του υπολογισμού της ποσότητας της άρδευσης (6/8/2011), έδειξε μεγαλύτερες τιμές στα λυσίμετρα με βάθος 15 cm (Διαγρ.5.14), επίσης παρατηρήθηκε ότι η διαφορά του NDVI των χλοοταπίτων στο υπόστρωμα των 15 cm συγκριτικά με το υπόστρωμα των 7,5 cm διευρυνόταν καθώς η επιβαλλόμενη υδατική καταπόνηση συνεχιζόταν. Επίσης τα λυσίμετρα που βρίσκονταν σε βάθος υποστρώματος 15 cm είχαν υψηλότερα ποσοστά πράσινης φυτοκάλυψης στις τελευταίες μετρήσεις 13 και 17 Αυγούστου 2011 (Διαγρ.5.20).

Είναι πιθανόν η αύξηση του βάθους του υποστρώματος να διευκολύνει την ανάπτυξη εκτενέστερου και βαθύτερου ριζικού συστήματος το οποίο θεωρείται ως ένας από τους κυριότερους μηχανισμούς αποφυγής της υδατικής καταπόνησης (Huang, 1999). Με την αύξηση του ριζικού συστήματος και την αναμενόμενη βελτίωση της αξιοποίησης της υγρασίας του υποστρώματος αιτιολογείται η βελτίωση της οπτικής ποιότητας των χλοοταπίτων στο βάθος υποστρώματος των 15 cm, χωρίς να υπάρξουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην ET.

6.1.3. Είδος χλοοτάπητα.

Διαπιστώθηκε ότι τα λυσίμετρα στα οποία είχε εγκατασταθεί έτοιμος χλοοτάπητας με τα είδη *C. dactylon* x *transvaalensis* 'Mini Verde' και *P. vaginatum* 'Platinum' είχαν μεγαλύτερο βάρος από τα άλλα είδη για τα οποία χρησιμοποιήθηκε σπορά. Η ύπαρξη του έτοιμου χλοοτάπητα είδη το φυτοδόμα με επιπλέον συγκράτηση νερού, ενώ μεγαλύτερη ήταν και η πυκνότητα φυτών σε αυτά τα δύο είδη (Διαγρ. 5.3). Η ύπαρξη επιπλέον νερού στο υπόστρωμα των *C. dactylon* x *transvaalensis* 'Mini Verde' και *P. vaginatum* 'Platinum' επιβεβαιώνεται με τη μέτρηση της υγρασίας του υποστρώματος. Το είδος *C. dactylon* αρχικά παρουσίασε υψηλή υγρασία υποστρώματος μέχρι τις 13/8/2011 η οποία όμως με την πρόοδο της καταπόνησης μειώθηκε (Διάγρ. 5.15). Από τη μέτρηση της αντίστασης στοματίων παρατηρούμε ότι το *C. dactylon* δεν μπόρεσε να μειώσει της υδατικές ανάγκες της έχοντας μικρότερη αντίσταση στοματίων από το *P. vaginatum* (Διαγρ. 5.9)

Το είδος *F. arundinacea* εμφάνισε τις μεγαλύτερες ανάγκες εξατμισοδιαπνοής η οποία κατά μέσο όρο ήταν $6,97 \text{ mm d}^{-1}$. Το είδος *C. dactylon* αρχικά εμφάνισε τη χαμηλότερη εξατμισοδιαπνοή αλλά με την πρόοδο της υδατικής καταπόνησης ταυτίστηκε με τα υπόλοιπα δύο θερμοφιλα είδη. Το ψυχρόφιλο είδος διαφοροποιήθηκε και στην αθροιστική εξατμισοδιαπνοή, καταναλώνοντας σημαντικά περισσότερους υδάτινους πόρους από τις τρεις θερμοφιλες ποικιλίες, κατά 16%. Αντίστοιχες διαφορές μεταξύ θερμοφίλων και ψυχρόφιλων ειδών έχουν βρεθεί και από τους Meyer et al. (1985) με μέγιστη διαφορά 18% την περίοδο αιχμής των υδατικών αναγκών του έτους σε καλλιέργεια χλοοταπίτων στο έδαφος.

Στη τελευταία μέτρηση της υδατικής καταπόνησης το *P. vaginatum* και το *C. dactylon* x *transvaalensis* είχαν αυξημένη αντίσταση στοματίων σε σχέση με τα άλλα δύο είδη και κυρίως με το *F. arundinacea* 'Grande II'. Μεγάλη ευαισθησία και το ταχύτερο κλείσιμο των στοματίων σε φυτά του *C. dactylon* σε σύγκριση με το *Z. japonica* έχει παρατηρηθεί και από τους Beard και Sifers (1997). Το *F. arundinacea* αργεί να ανταποκριθεί στην υδατική καταπόνηση (Διάγρ. 5.9) καθυστερώντας το κλείσιμο των στοματίων του, ενώ στη μειωμένη αντίσταση των στοματίων του επιδρά

και η μεγαλύτερη πυκνότητα αυτών στα φύλλα η οποία έχει παρατηρηθεί από τους Fu and Huang (2004).

Κατά την έναρξη του πειράματος τα είδη *F. arundinacea* 'Grande II' και *Z. japonica* 'Zenith' είχαν μεγαλύτερες τιμές του δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης (SPAD) φυλλώματος, το οποίο είναι και οπτικά αντιληπτό καθώς ο γενότυπος των δύο αυτών γρασιδιών έχει εντονότερο και βαθύτερο πράσινο χρωματισμό. Με την πρόοδο της επιβαλλόμενης υδατικής καταπόνησης και ιδιαίτερα μετά την 9/8/2011, οι τιμές όλων των ποικιλιών συγκλίνουν και δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Διάγρ. 5.6)

Το *Z. japonica* διατήρησε τις μεγαλύτερες τιμές στο κανονικοποιημένο δείκτη διαφοράς βλάστησης και το υψηλότερο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης, σε συνάρτηση με τις μικρότερες τιμές αντίστασης στοματίων και τις υψηλές τιμές πρασινότητας που μετρήθηκαν, εμφανίζεται να καταπονείται λιγότερο από τα υπόλοιπα είδη. Αντίθετα το *F. arundinacea* εμφάνισε τις μικρότερες τιμές NDVI και GTC, ιδιαίτερα μετά τις 9/8/2011 όπου βλέπουμε να μειώνονται και οι τιμές του SPAD, αποδεικνύοντας ότι οι μικρές τιμές αντίστασης στοματίων που εμφάνισε οφείλονταν σε αδυναμία του συγκεκριμένου γρασιδιού να προσαρμόσει τις ανάγκες του στις συνθήκες της υδατικής καταπόνησης. Τα άλλα δύο είδη (*P. vaginatum* και *C. dactylon x transvaalensis*) είχαν ενδιάμεσες τιμές και στις δύο αυτές μετρήσεις (Διάγρ. 5.12 και Διαγρ. 5.18).

6.2. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπίτων τα οποία υπόκεινται σε υδατική καταπόνηση.

Στο *F. arundinacea* , υπάρχει διαφορετική μείωση βάρους μεταξύ πλήρους και ελλιπούς άρδευσης. Η πλήρης άρδευση στην πρώτη περίοδο είναι ευθύγραμμη ενώ στη δεύτερη περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλειπή άρδευση η μείωση του βάρους είναι μειούμενη εξαρχής αλλά με διαφορετικό ρυθμό μεταξύ 15 και 7.5 cm, καθώς το *F. arundinacea* εκμεταλλεύεται σε μεγαλύτερο βαθμό το επιπλέον νερό που υπάρχει από την αρχική άρδευση κορεσμού (Διαγρ. 5.27). Τα λυσίμετρα του *F. arundinacea* με ρηχό υπόστρωμα παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές υγρασίας κατά την περίοδο καταπόνησης και αυτό είναι αναμενόμενο λόγω του διαφορετικού όγκου υποστρώματος που δέχεται όμοια ποσότητα άρδευσης (Διαγρ. 5.47). Επίσης διαφοροποίηση εμφανίζεται μεταξύ των επεμβάσεων με πλήρη ή ελλειπή άρδευση, καθώς τα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση παρουσιάζουν εντονότερη κλίση μείωσης της υγρασίας στο υπόστρωμα τους. Αυτό αιτιολογείται καθώς τα φυτά με πλήρη άρδευση είχαν καλύτερη φυσιολογία (NDVI ,Διαγρ. 5.42., SPAD, Διαγρ.5.32. και GTC Διαγρ5.52) και ως εκ τούτου είχαν μεγαλύτερη υδατοκατανάλωση (Διαγρ. 5.58).. Τα επίπεδα υγρασίας καταλήγουν να είναι ίδια στο τέλος της μελέτης μεταξύ των επεμβάσεων που έχουν ίδιο βάθος υποστρώματος, ακριβώς όπως παρατηρήθηκε και στη μέτρηση του βάρους (Διαγρ. 5.47).

Σε όλες τις επεμβάσεις βάθους και άρδευσης του *F. arundinacea* αυξήθηκε η αντίσταση των στοματίων ταυτόχρονα με την πρόοδο της υδατικής καταπόνησης. Οι επεμβάσεις με πλήρη άρδευση παρουσίασαν μικρότερες τιμές αντίστασης στοματίων και ως εκ τούτου κατανάλωσαν μεγαλύτερες ποσότητες νερού όπως προσδιορίζεται και από την εξατμισοδιαπνοή. Η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση αυξάνει την αντίσταση των στοματίων ταχύτερα από τις άλλες (Διαγρ. 5.37) υποδεικνύοντας πως η καταπόνηση μεγιστοποιείται και είναι ταχύτερη σε μικρο βάθος υποστρώματος και με ελλειμματική άρδευση. Αντίστοιχες είναι και οι τιμές στη μέτρηση του SPAD , η επέμβαση σε υπόστρωμα 7,5 cm με ελλειπή άρδευση εμφανίζει ίδια μειούμενη τάση, αλλά διατηρεί χαμηλότερες τιμές στις περισσότερες μετρήσεις, το ταχύτερο κλείσιμο των στοματίων που καταγράψαμε όπως ήταν φυσιολογικό επηρέασε τη παραγωγή υδατανθράκων (Διαγρ. 5.32).

Λόγω της αύξησης της αντίστασης των στοματίων επήλθε μείωση των φυσιολογικών διεργασιών στα φυτά του *F. arundinacea*, η οποία ήταν εντονότερη σε υπόστρωμα βάθους 7,5 cm με ελλειμματική άρδευση μειώνοντας το NDVI και GTC. Αντιθετα οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στην επέμβαση με πλήρη άρδευση και 15 cm υπόστρωμα. Η επέμβαση με ελλειμματική άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα και η επέμβαση με πλήρη άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα, μετά τις πρώτες δύο μετρήσεις εμφανίζουν πολύ κοντινές τιμές NDVI και όμοια τάση μείωσης του ποσοστού πράσινης φυτοκάλυψης. Όλες οι καμπύλες είναι μειούμενες εξαρχής, εμφανίζοντας τα γρασίδια όλο και περισσότερο καταπονημένα (Διαγρ. 5.42 και Διαγρ. 5.52). Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις ήταν: $6,91 \text{ mm d}^{-1}$.

Ο μέσος όρος των συνολικών ημερών που απέφυγαν οι επεμβάσεις την καταπόνηση όπως αυτή ορίστηκε στο 0,62 NDVI ήταν:

- Πλήρης άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 36 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 34,66 ημέρες
- Πλήρης άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 30,66 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 24 ημέρες

Στο *P. vaginatum* υπάρχει διαφορετική μείωση του βάρους του φυτοδόματος μεταξύ πλήρους και ελλιπούς άρδευσης. Η πλήρης άρδευση στην πρώτη περίοδο είναι σταθερή ενώ στη δεύτερη περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλιπή άρδευση είναι μειούμενη εξαρχής. Μεγαλύτερο βάρος καταγράφεται στις επεμβάσεις που δέχονταν πλήρη άρδευση σε σύγκριση με τις ελλιπώς αρδευόμενες (Διαγρ. 5.28). Η επέμβαση σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση διαφοροποιείται εμφανίζοντας ομαλότερη μείωση της υγρασίας στο υπόστρωμα της (Διαγρ. 5.48). Τα φυτά του *P. vaginatum* που δέχονταν πλήρη άρδευση εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής έναντι των λυσιμέτρων με ελλιπή (Διαγρ. 5.59), εμφανίζοντας καλύτερη φυσιολογία. (NDVI, Διαγρ. 5.43., SPAD, Διαγρ. 5.33. και GTC Διαγρ. 5.53). Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις ήταν: $5,73 \text{ mm d}^{-1}$.

Σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης η αντίσταση των στοματίων του *P. vaginatum* επέδειξε ταχύτερη αύξηση των τιμών σε σύγκριση με τις επεμβάσεις οι οποίες δέχονταν πλήρη άρδευση (Διαγρ. 5.38). Οι τιμές της

πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων του αυξάνονταν στις μετρήσεις κατά τη πρώτη περίοδο καταπόνησης. Αντίθετα στη δεύτερη περίοδο καταπόνησης οι επεμβάσεις διατηρήσαν σταθερές τις τιμές χλωροφύλλης/πρασινότητας στα φύλλα τους (Διαγρ. 5.33)., υποδεικνύοντας ότι το *P.vaginatum* συνέχισε να φωτοσυνθέτει παρά το κλείσιμο των στοματίων του, μέσω της ικανότητας χρήσης αποθηκευμένων υδατανθράκων για τη φωτοσύνθεση το οποίο είναι χαρακτηριστικό των C4 φυτών (Fry and Huang, 2004). Και στις δύο μετρήσεις (Porometer και SPAD) η επέμβαση με τις αρνητικότερες τιμές ήταν αυτή σε υπόστρωμα 7,5 cm και ελλιπή άρδευση.

Οι φυσιολογικές διεργασίες των φυτών αντικατοπτρίζονται και στην οπτική ποιότητα του γρασιδιού. Η επέμβαση με πλήρη άρδευση και βαθύ υπόστρωμα έχει τις μεγαλύτερες τιμές NDVI και GTC και τη μικρότερη τάση μείωσης. Η επέμβαση με ελλειμματική άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα και η επέμβαση με πλήρη άρδευση σε ρηχό υπόστρωμα εμφανίζουν πολύ κοντινές τιμές. Αντίθετα η επέμβαση με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση μειώνει τις τιμές των NDVI και GTC ταχύτερα από τις υπόλοιπες επεμβάσεις (Διαγρ. 5.43). (Διαγρ. 5.53).

Ο μέσος όρος των συνολικών ημερών που απέφυγαν οι επεμβάσεις την υδατική καταπόνηση όπως αυτή ορίστηκε στο 0,62 NDVI ήταν:

- Πλήρης άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 59 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 26,66 ημέρες
- Πλήρης άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 30,66 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 24 ημέρες

Στο *Z. japonica* υπάρχει διαφορετική μείωση του βάρους του φυτοδώματος μεταξύ πλήρους και ελλειπούς άρδευσης. Η πλήρης άρδευση στην α περίοδο είναι ευθύγραμμη ενώ στη β περίοδο γραμμική και μειούμενη. Αντίθετα στην ελλιπή άρδευση είναι μειούμενη εξαρχής αλλά με διαφορετικό ρυθμό μεταξύ 15 και 7.5 cm (Διαγρ. 5.29). Στην υγρασία του υποστρώματος δεν υπάρχουν διαφορές το *Z. japonica* δείχνει πολύ καλή και άμεση προσαρμογή στους διαθέσιμους πόρους (Διαγρ. 5.49). Η επέμβαση με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής και έντονα μειούμενη τάση. Οι άλλες τρεις επεμβάσεις παρουσιάζουν συναφείς τιμές (Διαγρ. 5.60)., εκμεταλλεζόμενα τα διαθέσιμα νερό

όπως βλέπουμε και στις μετρήσεις υγρασίας Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις ήταν $5,31 \text{ mm d}^{-1}$.

Η ικανότητα προσαρμογής του *Z. japonica* φαίνεται και στη μέτρηση αντίστασης στοματίων, όπου τα φυτά δεν επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό και η μόνη επέμβαση που καταπονείται κλείνοντας τα στομάτια της είναι αυτή σε ρηχό υπόστρωμα και σε συνδυασμό με ελλειμματική άρδευση (Διαγρ. 5.39). Ως συνέπεια οι επεμβάσεις του *Z. japonica* διατηρούν σταθερές τις τιμές πρασινότητας/χλωροφύλλης (Διαγρ. 5.34), και δεν παρατηρείται μείωση του ρυθμού παραγωγής χλωροφύλλης στα φύλλα τους με την αύξηση της επιβαλλόμενης καταπόνησης.

Το *Z. japonica* μείωσε με τον ίδιο ρυθμό τις τιμές του NDVI στις επεμβάσεις σε υπόστρωμα 15 cm με πλήρη και ελλιπή άρδευση και στην επέμβαση σε υπόστρωμα 7,5 cm με πλήρη άρδευση. Αντίθετα στην επέμβαση σε ρηχό (7,5 cm) υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση, η οποία είναι και η περισσότερο καταπονημένη στις μετρήσεις πρασινότητας και αντίστασης στοματίων, διαφοροποιήθηκε από τις υπόλοιπες επεμβάσεις καθώς η μείωση των τιμών του NDVI ήταν ταχύτερη και έφθασε σε κατώτερες τιμές (Διαγρ. 5.44). Αντίστοιχα αποτελέσματα εμφανίζονται και στο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης καθώς την πρώτη περίοδο καταπόνησης όλες οι επεμβάσεις διατηρούν σταθερές τις τιμές τους. Στη δεύτερη περίοδο η επέμβαση σε ρηχό υπόστρωμα με ελλειμματική άρδευση διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες μειώνοντας τις τιμές πράσινης φυτοκάλυψης πολύ πιο γρήγορα ενώ αντίθετα τα φυτά που βρίσκονταν σε 15 cm υπόστρωμα με πλήρη άρδευση εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές (Διαγρ. 5.54) όπως ήταν αναμενόμενο από τις χαμηλές τιμές αντίστασης στοματίων και της υψηλές τιμές NDVI και SPAD.

Ο μέσος όρος των συνολικών ημερών που απέφυγαν οι επεμβάσεις την υδατική καταπόνηση όπως αυτή ορίστηκε στο 0,62 NDVI ήταν:

- Πλήρης άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 59 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 59 ημέρες.
- Πλήρης άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 59 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 24 ημέρες

Στο *C. dactylon* και οι δύο αρδεύσεις στην περίοδο είναι ευθύγραμμες . Στη πρώτη περίοδο οι καμπύλες είναι γραμμικές και μειούμενες αλλά με διαφορετικό ρυθμό ανάμεσα στην επέμβαση σε βαθύ υπόστρωμα με πλήρη άρδευση και τις υπόλοιπες τρεις επεμβάσεις. Η ελλιπής άρδευση κατά τη πρώτη περίοδο καταπόνησης δείχνει μεγαλύτερη των μέγιστων αναγκών του *C. dactylon* (Διαγρ. 5.30). Η επέμβαση σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση διαφοροποιείται εμφανίζοντας μικρότερη τάση μείωσης της υγρασίας στο υπόστρωμα της όπως συνέβη και με το βάρος του φυτοδόματος (Διαγρ. 5.50). Η επέμβαση του με ρηχό υπόστρωμα και ελλειμματική άρδευση παρουσιάζει τις μικρότερες τιμές εξατμισοδιαπνοής και την εντονότερη τάση μείωσης, αντίθετα η επέμβαση σε 15 cm υπόστρωμα με πλήρη άρδευση εμφανίζει την ομαλότερα μειούμενη τάση όπως παρατηρείται και στις προηγούμενες μετρήσεις. Καμία επέμβαση του *C. dactylon* δεν καταγράφει έντονη μείωση της εξατμισοδιαπνοής της, εμφανίζοντας απροθυμία του φυτού να προσαρμόσει τις ανάγκες του (Διαγρ. 5.61). Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις ήταν $5,88 \text{ mm d}^{-1}$.

Σε συνθήκες ελλειμματικής άρδευσης η αντίσταση των στοματίων του *C. dactylon* επέδειξε ταχύτερη αύξηση των τιμών, σε σύγκριση με τις επεμβάσεις οι οποίες δέχονταν πλήρη άρδευση. Όλες οι καμπύλες είχαν αυξητική τάση, με ομαλότερη την επέμβαση σε υπόστρωμα 15cm με πλήρη άρδευση (Διαγρ. 5.40), όπως παρατηρήθηκε και στις μετρήσεις βάρους και υγρασίας. Οι επεμβάσεις με πλήρη άρδευση του *C. dactylon* παρουσιάζουν σταθερές γραμμές πρασινότητας, οι επεμβάσεις με ελλιπή άρδευση έχουν αυξητική τάση, χωρίς όμως να ξεπερνούν τις τιμές των επεμβάσεων με πλήρη άρδευση. (Διαγρ. 5.35). Το *C. dactylon* συνέχισε τη φωτοσυνθετική του δραστηριότητα με ίδια ένταση, ανεξάρτητα από το κλείσιμο των στοματίων κάτι που έχει παρατηρηθεί και από τους Fry and Huang (2004) στους θερμοφίλους χλοοτάπητες.

Οι καμπύλες του NDVI και GTC μειώνονται με παρόμοιο ρυθμό μεταξύ των επεμβάσεων. Διαφοροποιείται μόνο η καμπύλη της πλήρους άρδευσης σε υπόστρωμα 15 cm, η οποία καθυστερεί να μειώσει τις τιμές (Διαγρ. 5.45) λόγω της μικρότερης καταπόνησης που εμφανίζεται στο μικρότερο κλείσιμο των στοματίων.. Στο ποσοστό φυτοκάλυψης οι επεμβάσεις του *C. dactylon* μέχρι τις 6/8/2011 που γίνεται αλλαγή στο τρόπο υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης έχουν αυξητική τάση, με την αλλαγή

της μεθοδολογίας υπολογισμού της ποσότητας άρδευσης, όλες οι επεμβάσεις παρουσιάζουν μειούμενη τάση (Διαγρ. 5.55).

Ο μέσος όρος των συνολικών ημερών που απέφυγαν οι επεμβάσεις την υδατική καταπόνηση όπως αυτή ορίστηκε στο 0,62 NDVI ήταν:

- Πλήρης άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 44 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 15 cm υπόστρωμα 26,66 ημέρες
- Πλήρης άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 26,66 ημέρες
- Ελλιπής άρδευση σε 7,5 cm υπόστρωμα 24 ημέρες

6.3. Επίδραση του βάθους και της ποσότητας άρδευσης στα διάφορα είδη χλοοταπίτων κατά τη περίοδο επαναφοράς.

Η επιλογή της μέτρησης του κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης για τη θέσπιση του κριτικού ορίου για τη ένταξη των χλοοταπίτων σε περίοδο επαναφοράς, είχε σαν αποτέλεσμα, όπως συμπεραίνεται και απ τις μετρήσεις κατά τη διάρκεια της καταπόνησης, οι χλοοτάπητες που εντάσσονταν σε περίοδο επαναφορά να είναι εξίσου καταπονημένοι. Με την επιλογή της οριακής τιμής 0,62 η χλοοτάπητες δεν έδειξαν διαφοροποίηση κατά την επαναφορά του, όλοι οι χλοοτάπητες επανήλθαν με τον ίδιο ρυθμό. Πιθανολογείται ότι η επιλογή μικρότερης τιμής NDVI θα μπορούσε να εμφανίσει διαφοροποίηση ως προς την ικανότητα επαναφοράς μεταξύ των επεμβάσεων με το σκεπτικό ότι η καταπόνηση θα ήταν μεγαλύτερη. .

Βάρος φυτοδώματος.

Τα φυτοδώματα με υπόστρωμα 15 cm είναι σημαντικά βαρύτερα από αυτά των 7,5 cm και το βάρος αυτό δικαιολογείται από το επιπλέον βάρος του υποστρώματος. Αντίθετα δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων με ίδιο βάθος υποστρώματος είτε όσον αφορά το είδος των γρασιδιών είτε την ποσότητα άρδευσης . Επισημαίνεται ότι όλες οι επεμβάσεις εντός των πρώτων 8-10ημέρων φτάνουν σε τιμές κοντά στο μέγιστο βάρος του (Διαγρ. 5.65. έως Διαγρ. 5.68).

Δείκτης πρασινότητας / χλωροφύλλης των φύλλων. (SPAD)

Μετά την έναρξη της επαναφοράς όλα τα είδη των γρασιδιών αυξάνουν τις τιμές SPAD άμεσα και αυτή η αύξηση συνεχίζεται για όσο διαρκεί η περίοδο επαναφοράς. Η χλωροφύλλη/πρασίνισμα είναι δείκτης της φυσιολογικής κατάστασης των φυτών, η χλωροφύλλη μειώνεται όταν τα φυτά υποβάλλονται σε οποιαδήποτε καταπόνηση (Dudey, 2005). Με βάση την ταχύτητα της επανάκαμψης είναι προφανές πως η καταπόνηση δεν ήταν ισχυρή σύμφωνα με τα ευρήματα .

Παρατηρήθηκε ότι στα λυσίμετρα του *F. arundinacea* σε υπόστρωμα με βάθος 7,5 cm και πλήρη άρδευση, μείωση των τιμών κατά τις τελευταίες μετρήσεις, το οποίο

πιθανολογείται ότι οφείλεται στις συνθήκες ανοξείας λόγω της συχνής άρδευσης κατά την επαναφορά. Παρόμοιο πρόβλημα εμφανίστηκε και στην επέμβαση σε βαθύ υπόστρωμα με ελλειπή άρδευση του *P. vaginatum* (Διαγρ. 5.70. έως Διαγρ. 5.73.).

Αντίσταση στοματίων. (Porometer)

Όλα τα γρασίδια χρειάστηκαν 2 με 3 μετρήσεις για να επαναφέρουν της αντίσταση των στοματίων σε φυσιολογικά χαμηλά επίπεδα. Δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Διαγρ. 5.75. έως Διαγρ. 5.78).

Κανονικοποιημένος δείκτης διαφοράς βλάστησης. (NDVI)

Όλοι οι χλοοτάπητες ανεξαρτήτου επέμβασης αύξησαν τις τιμές του αντίστοιχου NDVI το οποίο μεγιστοποιείται κατά την 5^η ή 6^η μέτρηση (20 ή 24 ημέρες μετά την έναρξη της επαναφοράς) ενώ στη συνέχεια οι τιμές του NDVI μειώθηκαν πιθανότατα λόγω της υπερεπάρκειας της εδαφικής υγρασίας (Διαγρ. 5.80. έως Διαγρ. 5.83).

Ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης.

Όλες οι επεμβάσεις του επαναφέρουν το ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης με τον ίδιο ρυθμό. Πιθανολογείται ότι η μείωση της πράσινης φυτοκάλυψης στις τελευταίες μετρήσεις οφείλονται σε προβλήματα υποξίας/ανοξείας (Διαγρ. 5.85. έως Διαγρ. 5.88).

Προσδιορισμός υγρασίας υποστρώματος.

Όλα τα γρασίδια και όλες οι επεμβάσεις τους χρειάστηκαν 18-20 ημέρες για να καταγράψουν τις μέγιστες τιμές υγρασίας στο υπόστρωμα τους. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ρηχών και βαθέων υποστρωμάτων σε όλα τα γρασίδια, με τις ρηχές επεμβάσεις να έχουν σημαντικά μεγαλύτερες τιμές υγρασίας στο υπόστρωμα, αυτό είναι αναμενόμενο λόγω του διαφορετικού όγκου υποστρώματος που δέχεται την ίδια ποσότητα άρδευσης. Το ψυχρόφιλο *F. arundinacea* παρουσιάζει μικρότερες μέγιστες τιμές από τα θερμόφιλο είδη, καταναλώνοντας μεγαλύτερες ποσότητες νερού (Διαγρ. 5.90. έως Διαγρ. 5.93).

Προσδιορισμός εξατμισοδιαπνοής.

Στο *F. arundinacea* παρατηρούνται αυξημένες τιμές στη πρώτη μέτρηση, οι οποίες περιορίζονται με τη πάροδο των ημερών επαναφοράς. Το φαινόμενο αυτό δεν εμφανίζεται στις θερμοφιλες ποικιλίες. Στα θερμοφιλα είδη η εξατμισοδιαπνοή είναι όμοια σε όλη τη περίοδο επαναφοράς με ελάχιστη πρωτική τάση. Η επέμβαση του *C. dactylon* σε υπόστρωμα 15 cm και πλήρη άρδευση, η οποία ήταν η τελευταία επέμβαση που εισήλθε σε περίοδο επαναφοράς, παρουσιάζει απότομη αύξηση των υδατικών αναγκών τις από τις χαμηλές τιμές κατά τη καταπόνηση, σε επίπεδο ίδιο με τις άλλες επεμβάσεις (Διαγρ. 5.95. έως Διαγρ. 5.98).

Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις ήταν: για το *F. arundinacea* 6,80 mm d⁻¹, για το *P. Vaginatium* 6,43 mm d⁻¹, για το *Z. japonica* 6,46 mm d⁻¹ και για το *C. dactylon* 5,72 mm d⁻¹. Αν συγκρίνουμε αυτές τις τιμές με τη μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή κατά τη περίοδο της καταπόνησης (*F. arundinacea* 6,91 mm d⁻¹, *P. Vaginatium* 5,73 mm d⁻¹, *Z. japonica* 5,31 mm d⁻¹ και *C. dactylon* 5,88 mm d⁻¹), παρατηρούμε ότι μόνο τα είδη *Z. japonica* και *P. Vaginatium* είχαν την ικανότητα να μειώσουν τις ανάγκες τους κατά τη περίοδο καταπόνησης.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.

Στη παρούσα μελέτη μελετήθηκε η συμπεριφορά χλοοταπήτων ,για χρήση σε ημίεντατικά φυτοδώματα, σε ξηροθερμικό μεσογειακό κλίμα μεγάλων αστικών περιοχών όπως η Αθήνας.

Μελετήθηκε η επίδραση τριών παραγόντων , ώστε να διερευνηθεί ο καταλληλότερος συνδυασμός για τη υλοποίηση τέτοιων κατασκευών. Οι παράγοντες που μελετηθήκαν ήταν :

- I. Τέσσερα διαφορετικά είδη χλοοταπήτων, τρία θεμόφιλα και ένα ψυχρόφιλο, οι οποίοι ήταν τα *Festuca arundinaceae* 'Grande II' (ψυχρόφιλος) , *Paspalum vaginatum* 'Platinum', *Cynodon dactylon x transvaalensis* 'Mini Verde' και *Zoysia japonica* 'Zenith'.
- II. Δύο διαφορετικές αρδεύσεις, πλήρης και ελλειμματική, όπως αυτές προέκυψαν από βιβλιογραφική αναζήτηση.
- III. Και δύο διαφορετικά βάθη υποστρώματος, 7,5cm και 15cm.

Τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων είναι:

- ✓ Όλα τα είδη χλοοταπήτων έδωσαν καλύτερα αποτελέσματα με τη χρήση πλήρους αρδεύσεως και μεγάλο βάθους υπόστρωμα (15cm).
- ✓ Η άρδευση με μεγαλύτερη ποσότητα νερού επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη των χλοοταπήτων. Τα λυσίμετρα που δέχονταν πλήρη άρδευση παρουσίασαν μεγαλύτερο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης, μεγαλύτερες τιμές NDVI, πρασινότητας, μεγαλύτερη υγρασία στο υπόστρωμα τους και μικρότερη αντίσταση των στοματίων του.
- ✓ Το βάθος του υποστρώματος δεν επέδρασε στις μετρήσεις που αφορούσαν τις φυσιολογικές διεργασίες των φυτών , αλλά επέδρασε θετικά στις μετρήσεις που αφορούσαν την οπτική ποιότητα του χλοοτάπητα, τα λυσίμετρα με βάθος υποστρώματος 15 cm κατέγραψαν μεγαλύτερο ποσοστό πράσινης φυτοκάλυψης, μεγαλύτερες τιμές NDVI με αυξητική τάση διαφοράς όσο η

επιβαλλόμενη καταπόνηση αυξανόταν. Η αύξηση του βάθους του υποστρώματος όμως σημαίνει και αύξηση της στατικής επιβάρυνσης του κτιρίου, κάτι που δεν είναι εφικτό σε όλες τις περιπτώσεις.

- ✓ Το είδος *Z. japonica* 'Zenith' είναι αυτό που επέδειξε τη μεγαλύτερη αντοχή στην υδατική καταπόνηση, καθώς διατήρησε το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες κατά 24 περισσότερες ημέρες με ελλιπή άρδευση.
- ✓ Σε πλήρη άρδευση και βαθύτερο υπόστρωμα τα είδη *Zoysia japonica* 'Zenith' και *P. vaginatum* 'Platinum' διατήρησαν το χρώμα και τις φυσιολογικές διεργασίες τους καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος (59 ημέρες).
- ✓ Το *Z. japonica* είναι το μόνο που κατάφερε να διατηρήσει το χρώμα και τις φυσιολογικές της διεργασίες, σε υπόστρωμα 7,5 cm με χρήση πλήρους άρδευσης.
- ✓ Η μικρότερη ποσότητα νερού καταναλώθηκε από το είδος *Z. japonica* (299,94mm για 59 ημέρες) σε υπόστρωμα ύψους 15 cm με εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης. Οι επεμβάσεις του *Z. japonica* με πλήρη άρδευση σε βαθύ και ρηχό υπόστρωμα χρειάστηκαν 332,82 και 307,80 mm αντίστοιχα. Ενώ το *P. vaginatum* χρειάστηκε 323,63 mm νερού σε βάθος υποστρώματος 15cm με εφαρμογή πλήρους άρδευσης.
- ✓ Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις τη περίοδο της καταπόνησης ήταν: *F.arundinacea* 6,91 mm d⁻¹ , *P. vaginatum* 5,73 mm d⁻¹ , *Z. japonica* 5,31 mm d⁻¹ και *C.dactylon* 5,88 mm d⁻¹.
- ✓ Αυξημένες συνολικά υδατικές ανάγκες κατά 16% εμφάνισε η *F.arundinacea* σε σύγκριση με τα θερμοφιλά είδη.
- ✓ Σε όλα τα είδη βλέπουμε ότι η αντικατάσταση της πλήρους άρδευσης σε ρηχό υπόστρωμα 7,5 cm, με βαθύτερο υπόστρωμα 15 cm απαιτεί μικρότερη ποσότητα άρδευσης.
- ✓ Από τα αποτελέσματα υπολογίζεται ότι για την περίοδο της μελέτης, η οποία ταυτίζεται με την περίοδο αιχμής των υδατικών απαιτήσεων, η άρδευση ενός χλοοτάπητα *Z. japonica* συνολικής έκτασης 100 m² σε φυτοδόμα των Αθηνών θα απαιτούσε 15 m³ νερό μηνιαίως. Το κόστος με τις υπάρχουσες τιμολογιακές τιμές θα ήταν $5 \times 0,4138 = 2,07\text{€}$ για τα πρώτα 5 m³ νερού και $10 \times 0,6471 = 6,47\text{€}$ για τα υπόλοιπα 10 m³. Συνολικά 8,55 € μηνιαίως.

- ✓ Οι επεμβάσεις που δέχονταν πλήρη άρδευση παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές εξατμισοδιαπνοής σε όλα τα γρασίδια.
- ✓ Όλα τα είδη επέδειξαν πολύ καλή ικανότητα επαναφοράς μετά από τη συγκεκριμένη περίοδο καταπόνησης.
- ✓ Τα είδη *F.arundinacea* και *P.vaginatium* παρουσίασαν συμπτώματα ανοξείας με τη συνεχή άρδευση στο 100% της εξάτμισης κατά τη περίοδο επαναφοράς.
- ✓ Η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή για όλες τις επεμβάσεις κατά τη περίοδο επαναφοράς ήταν: για το *F.arundinacea* 6,60 mm d⁻¹ , για το *P. vaginatium* 6,43 mm d⁻¹, για το *Z. japonica* 6,46 mm d⁻¹ και για το *C. dactylon* 5,72 mm d⁻¹.
- ✓ Αν συγκρίνουμε αυτές τις τιμές με τη μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή κατά τη περίοδο της καταπόνησης, παρατηρούμε ότι μόνο τα είδη *Z. japonica* και *P. vaginatium* είχαν την ικανότητα να μειώσουν τις ανάγκες τους κατά τη περίοδο καταπόνησης.
- ✓ Το υπόστρωμα που δημιουργήθηκε έδειξε πολύ καλές φυσικές ιδιότητες και συνέβαλε στη καλή ανάπτυξη των υπό διερεύνηση χλοοταπήτων.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- Akbari H, D.M. Kurn, S.E. Bretz, and J.W. Hanford, 1997, Peak power and cooling energy savings of shade trees, *Energy and Buildings* 25:139-148
- Akbari H. , E. Davis Susan, J. Huang, and P. Liu, 1992. *The Urban Heat Island*, EPA
- Akbari H., M. Pomerantz, and H. Taha, 2001. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban area, *Solar Energy* 70:295- 310
- Allen R., L. Pereira, D. Raes and M. Smith. , 1998. *Crop evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements*.FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Food and Agric.Org. of the United Nations.
- Aronson L., A. Gold, R. Hull and J. Cisar, 1987. Cool-season turfgrasses response to drought stress. *Crop Science* 27:1261-1266
- Aronson L., A. Gold, R. Hull and J. Cisar, 1987. Evapotranspiration of cool-season turfgrasses in the humid Northeast. *Agronomy Journal* 79:901-905
- Beard J, 1989. Turfgrass water stress: drought resistance components, physiological mechanisms and species-genotype diversity, Tokyo,6th International Turfgrass Research Conference
- Beard J. and S. Sifers, 1997. Genetic diversity in dehydration avoidance and drought resistance within the *Cynodon* and *Zoysia* species. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 8:603-10
- Berndtsson J., T. Emilsson and L. Bengtsson, 2005. The influence of extensive vegetated roofs on runoff water quality, University of Lund,
- Brown P., 2003. Turfgrass consumptive use values for Tuscon area. Turf irrigation management series: IV. The University of Arizona, AZ
- Brown P., C. Mancino, M. Young, T. Thompson, P. Wierenga, and D. Kopec, 2001. Penman-Monteith crop coefficients for use with desert turf systems. *Crop Science* 41:1197-1206
- Brouwer C., A. Gofeau and M. Heibloem , 1985. *Irrigation water management - training manual - introduction to irrigation*, F.A.O.

- Carrow R., 1995. Drought resistance aspects of turfgrasses in the southeast : Evapotranspiration and crop coefficients. *Crop Science* 35:1685-1690
- Casnoff D., R. Green and J. Beard, 1989. Leaf blade stomatal densities of ten warm-season perennial grasses and their evapotranspiration rates., Tokyo, The 6th International Turfgrass Research Conference
- Caudrey D., 2005. Green roof systems acknowledging the potential, bachelor of science, Robert Gordon University
- Devitt D. and W. Miller ,1988. Subsurface drip irrigation for Bermudagrass with saline water. Department of Plant Science, University of Nevada
- Devitt D., R. Morris and D. Bowman , 1992. Evapotranspiration ,crop coefficients and leaching fractions of irrigated desert turfgrass systems. *Agronomy Journal* 84:717-723
- Dubey S.R., 2005. Photosynthesis in plants, under stressful conditions. p. 859-876. In: Ressler, M.(ed). *Handbook of photosynthesis*. 2nd Ed. Taylor & Francis, London, U.K.
- Duble J., 2004. Turfgrasses their management and use in the southern zone, Texas, Texas A&M university press
- Duble J., 2002. Water management on turfgrasses. Texas agrilife Extension system. Texam A&M University.
- Dunnet N. and A. Nolan, 2002. The effect of substrate depth and supplementary watering on the growth of nine herbaceous perennials in a semi-extensive green roof. *ISHS Acta Horticulturae* 643: International Conference on Urban Horticulture.
- Emilsson T., and K. Rolf , 2005. Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden. *Urban Forestry Urban Greening*. Elsevier volume: 3, 2:103-111
- Ervin E., and A. Kosky, 1998. Drought avoidance aspects and crop coefficients of Kentucky bluegrass and Tall fescue turfs in the semiarid west. *Crop Science* 38:788-795
- Eumorfopoulou, E., D. Aravantinos, ,1998. The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece. *Energy and buildings*.

- Ferguson K. 1994. Subsurface drip irrigation for turf. 15th annual int'l irrigation Assn.Expo and Tech Conf, Atlanta
- Fry J. and B. Huang, 2004. Applied turfgrass science and physiology, New Jersey, John Wiley& Sons
- Fu J. and B. Huang, 2004. Leaf characteristics associated with drought resistance in tall fescue cultivar. *Acta Horticulturae*.
- Garrot D., C. Mancino, 1994. Consumptive water use of three intensively managed bermudagrasses growing under arid conditions. *Crop Science* 34:215-221
- Gibeault V. and J. Meyer, 1987. Turfgrass performance when underirrigated. *Applied Agricultural Research* vol. 2, no 2, p 117-119. Springer Verlag New York Inc.
- Gibeault V. and J. Meyer, 1989. Tracking trends in irrigation. *Golf course management*. Vol. May. pp.6-12
- Gibeault V., J. Meyer, V. Youngner and S. Cockerham, 1985. Irrigation of turfgrass below replacement of evapotranspiration as a means of water conservation performance of commonle used turfgrasses, University of California, Riverside,28: 347-356
- Hilaire R., M. Arnold, C. Wilkerson, D. Dewitt, B. Hurd, B. Lesicar, V. Lohr, C. Martin, G. Mc Donald , R. Morris, D. Pittenger, D. Shaw and D. Zoldoske ,2008. Efficient water use in residential urban landscapes. *HortScience* 43(7) 2081-2092
- Hilten N.R., M.T. Lawrence and W.E. Tollner, 2008. Modeling stormwater runoff from greenroofs with HYDRUS-1D, www.sciencedirect.com
- Huang B. , R. Duncan and R. Carrow, 1997. Drought resistance mechanisms of seven warm-season turfgrasses under surface soil drying, *Crop Science* 37:1863-9
- Huang B., 1999. Water relations and root activities of *Buchloe dactyloides* and *Zoysia japonica* in response to localized soil drying. Kansas State University, Plant and soil 208
- Jia X., M. Dukes and J. Jacobs, 2009. Bahiagrass crop coefficients from eddy correlation measurement in Central Florida. *Irrigation Science*
- Karcher D. and M. Richarson, 2003. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. *Crop Science Society of America*, Vol. 43 No. 3, p. 943-951

- Karcher D. and M. Richardson , 2004. Batch analysis of digital images to evaluate turfgrass characteristics. Crop Science Society of America, Vol. 45 No. 4, p. 1536-1539
- Kotsiris G. , A. Andoutsopoulos and G. Kotopoulos, 2009. A Comparison of Insulation Characteristics Between a Planted Roof and a Roof Varnished with a high performance Reflective Material. XXXIII CIOSTA- CIGR V conference 2009, Reggio Calabria (Italy).
- Kotsiris G. , P. Nektarios , A. Paraskeuopoulou. 2012. *Lavandula angustifolia* Growth and physiology is affected by substrate type and depth when grown under Mediterranean semi-intensive green roof conditions. HortScience 47(2): 1-7
- Kristin L., I. Getter and R. Bradley, 2003. The role of extensive green roofs in sustainable development. Michigan State University
- Laberge K., 2003. Chicago's City Hall green roof. 1st North America Conference, Washington, DC
- Lamm F., 2002. Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. Tenerife, International Meeting on Advances in Drip/Micro Irrigation.
- Liu K., 2003. Engineering performance of rooftop gardens through field evaluation. Pro. of the 18th International Convention of the roof consultants Inst., 93-103
- Meyer J. and V. Gibeault, 1986. Turfgrass performance under reduced irrigation, California, California Agriculture
- Moran A., B. Hunt, and G. Jennings, 2004. A North Carolina field study to evaluate green roof runoff quality and plant growth. 2nd North America Green Roof Conference, Portland, OR
- Nektarios P., N. Ntoulas, A. Zacharopoulou and I. Chronopoulos , 2010. Athens concert hall roof garden construction, Conf. On Landscape and Urban Hort, Acta Hort, 881
- Nektarios P., S. Kastritais, N. Ntoulas, P. Tsiotsiopoulos, 2011. Substrate amendment effects on potted plant production and dry weight partition of *Lantana camara*. HortScience 46(6): 864-869
- Niachou, A. and M. Santamouris, , 2001. Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance, Energy and buildings,

- Ntoulas, N., P.A. Nektarios, K. Spaneas and N. Kadoglou. 2012. Semi-extensive green roof substrate type and depth effects on *Zoysia matrella* 'Zeon' growth and drought tolerance under different irrigation regimes. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B – Soil and Plant Science. *In press*.
- Nydrioti E., M. Papadopoulou and P. Nektarios, 2010. Turfgrass growth and evapotranspiration in intensive green roof system, ISHS Acta Horticulturae 881: II International Conference on Landscape and Urban Horticulture
- Oberlander H., E. Whitrlaw and E. Matsuzaki, 2002. Introduction manual for greening roofs. Public works and Government Services, Canada
- Osmundson T. , 1999. Roofgardens, history design and constructions, Norton, England
- Peck S. and M. Kuhn , 2003. Design guidelines for green roofs. Ontario Association of Architects
- Peck S., C. Callaghan, M. Kuhn, and B. Bass, 1999. Greenbacks from green roofs :Forging a new industry in Canada. Canada Mortgage and Housing Corporation. Ottawa ,Canada
- Pei-Chun L., 2010. The effect of roof heat insulation by different green roof type using turfgrass, shrubs and trellis, Master Thesis, Chayong University of Technology
- Penman H., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol 193, No 1032, p.120-145
- Qian Y. , J. Fry and W. Upham, 1996. , Rooting and drought avoidance of warm-season turfgrasses and tall fescue, Kansas, Crop. Sci. 37:905-10
- Qian Y. and J. Fry, 1997. Water relations and drought tolerance of four turfgrasses. J. Am. Soc. Hort. Sci 122:129-33S
- Roehr D. and Y. Kong , 2010. Runoff reduction effect of green roofs in Vancouver, BC Kelowna, BC, and Shanghai, P.R, China. Canadian Water Resources Journal, 35:53-68
- Romero C. and M. Dukes, 2009. Turfgrass and ornamental plants evapotranspiration and crop coefficient literature review. Florida, Agricultural and Biological Engineering Department University of Florida

- Smeal D., J. Tomko and R. Boyles ,2001. Cool and warm season turfgrass irrigation study. In O'Neill M. (Ed). Thirty-fourth Annual Progress Report,2001. New Mexico State University. Agricultural Science Center at Farmington.
- Smith M., R. Allen, J. Monteith, L. Pereira, A. Perrier and W. Pruitt ,1992. Report on the expert consultation on procedures for revision of FAO guidelines for prediction of crop water requirements. Rome. Land and Water Development Division, , United Nations Food and Agricultural Service
- Snodgrass E. and L. Snodgrass, 2006. Green roof plants, Maryland, Timber press.
- Stewart, E. and W. Mills, 1967. Effect of depth to water table and plant density on evapotranspiration rate in southern Florida. Transactions of the AWAE, vol 10, 6:769-847
- Suarez-Rey E., C. Choi, P. Waller and D. Kopec ,2000. Comparison of subsurface drip irrigation and sprinkler irrigation for Bermuda grass turf in Arizona. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan.
- Yok Tan P. and A. Sia, 2005. A pilot green roof research project in Singapore, p. 399-415. In Proc. of 3rd North American Green Roof Conference: Greening rooftops for sustainable communities, Washington, DC. 4-6 May 2005. The Cardinal Group. Toronto.
- Zoldoske D., S. Genito and A. Jorgensen, 1994. Subsurface drip irrigation for turfgrass. California State University Center for Irrigation Technology 2pp

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

- Ζαχαροπούλου Α., 2004. Μελέτη των μεθοδολογιών ανάπτυξης φυτοκάλυψης σε δώματα και εφαρμογές στο σχεδιασμό τους. Μεταπτυχιακή μελέτη, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κανταρτζή Ν., 2002. Ανθοκομία, τόμος 10ος , Αυτοέκδοση
- Καραμπέτσος, Ν. 2004. Φυσιολογία Φυτών, σημείωσης μαθήματος Φυσιολογία Φυτών, ΑΤΕΙ Καλαμάτας

- Κοτσίρης Γ., Α. Ανδρουτσόπουλος, Χ. Λιναρδόπουλος, Χ. Φραδέλου και Γ. Κοτοπούλης, 2007. Μελέτη της Θερμικής Άνεσης σε βιοκλιματικό κτίριο και Διερεύνηση της φυτοκάλυψης του δώματος στην επίτευξή της, 23ο Συνέδριο ΕΕΕΟ, Χανιά.
- Μπαμπίλης Δ., 2004. Αρδευτικά έργα πρασίνου. Αθήνα, εκδόσεις Σταμούλης
- Μπάμπιλης Δ. και Π. Λόντρα , 2005. Ο ταρατσόκηπος ως μέσον αντιπλημμυρικής προστασίας των αστικών περιοχών. 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωργικής Μηχανικής. Γ.Π.Α., Αθήνα.
- Νεκτάριος Π., 2007. Σημειώσεις μαθήματος κηποτεχνικά έργα. Αθήνα, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Ντούλας Ν., Π. Νεκτάριος, Ε. Χαραλάμπους, Α. Ψαρούλης και Δ. Χριστοφόρου, 2011. Επίδραση του είδους και του βάθους του υποστρώματος εκτατικού φυτοδώματος καθώς και της υδατικής καταπόνησης στην ανάπτυξη και εδαφοκάλυψη του *Zoysia matrella* 'ZEON'. Λεμεσός, 25ο συνέδριο Ε.Ε.Ε.Ο.
- Πανάς Ε. , 2007. Συμπεράσματα από το συνέδριο. Πράσινες οροφές για μια βιώσιμη Αθήνα. Αθήνα, Δεκέμβριος 2007.
- Πέρδιος Σ. , 2006, Ενεργειακή απόδοση κτηρίων και κατασκευή κήπων σε δώματα, περιοδικό Ενέργεια, Αθήνα, Νοέμβριος 2006
- Σπαντιδάκης Γ., 1999. Γραστής, Αθήνα, εκδόσεις Σταμούλης
- Φυντικάκης Ν. , 2007. Ανακυκλώσιμες, αναστρέψιμες και από-υλοποιημένες επιδερμίδες κτιρίου. Πράσινες οροφές για μια βιώσιμη Αθήνα. Αθήνα, Δεκέμβριος 2007.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση εξατμισοδιαπνοής τη περίοδο καταπόνησης.

Ημερομηνία	21-Ιουλ		22-Ιουλ		23-Ιουλ		24-Ιουλ		25-Ιουλ		26-Ιουλ		27-Ιουλ	
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ														
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	0,22	0,808	2,43	0,1686	4,14	0,0741	3,13	0,1172	1,44	0,3092	0,63	0,5625	2,55	0,1576
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	11,35	0,0069	52,74	0,0001	57,6	0,0001	39,48	0,0002	41,7	0,0002	30,57	0,0005	21,9	0,0012
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	0,02	0,8805	17,1	0,0061	3,35	0,1169	1,45	0,2745	2,65	0,1548	12	0,0134	23,32	0,0029
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	6,13	0,0481	0,86	0,3893	3,59	0,1069	0,06	0,8153	2,07	0,1999	0,56	0,4828	1,6	0,2526
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ														
AB	0,39	0,8619	1,23	0,4048	3,6	0,072	1,2	0,4134	2,97	0,1057	2,95	0,1066	1,9	0,2276
AC	0,32	0,7374	1,57	0,2837	8,06	0,02	3,13	0,117	0,44	0,664	1,25	0,3529	0,56	0,5973
AD	0,13	0,8825	0,08	0,9211	2,76	0,1413	0,99	0,4244	1,26	0,3499	1,98	0,2183	0,28	0,7628
BC	1,49	0,309	0,03	0,9927	0,31	0,8185	0,74	0,5644	0,39	0,7667	1,83	0,2416	1,92	0,2269
BD	0,19	0,8995	1,79	0,2485	0,62	0,6252	0,11	0,9513	1	0,454	1,35	0,3439	1,07	0,4307
CD	0,03	0,8728	0	0,9808	0,04	0,8532	0,06	0,8141	2,48	0,1662	3,78	0,1	2,21	0,1874
ABC	0,58	0,7346	2,25	0,1735	2,94	0,1077	1,31	0,376	1,26	0,3923	1,81	0,2435	0,98	0,5085
ABD	0,49	0,7979	0,75	0,6337	1,94	0,2193	0,88	0,5584	0,38	0,8704	0,57	0,7429	0,18	0,9721
ACD	0,34	0,724	4,93	0,054	0,01	0,9852	0,03	0,9746	0,96	0,4358	1,62	0,2735	0,78	0,4986
BCD	0,44	0,7352	1,77	0,2529	1,91	0,2285	0,47	0,7124	2	0,2153	5,77	0,0335	3,86	0,0751
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ														
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
ΜΕΣΟΙ A	10,27161		9,912148		6,815581		6,187412		5,850968		6,808768		6,676585	
B	10,06972		9,797227		6,557438		6,615317		6,072095		6,952518		6,925704	
C	10,36976		9,472843		6,360827		6,375176		6,09956		6,70463		6,6125	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,25494		0,561464		0,387298		0,429411		0,396581		0,494958		0,400379	
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ														
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	12,32782	a	11,62347	a	7,93838	a	7,69777	a	7,216784	a	7,930775	a	7,630047	a
<i>Paspalum vaginatum</i>	9,606221	b	9,342606	b	6,046479	c	5,98392	bc	5,643897	bc	6,64662	b	6,503521	bc
<i>Cynodon dactylon</i>	9,296244	b	8,379871	c	5,711444	c	5,658333	c	5,238615	c	5,717042	c	6,172066	c
<i>Zoysia japonica</i>	9,675469	b	9,713791	b	6,623474	b	6,243545	b	5,936737	b	6,966338	b	6,693075	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,44908		0,648323		0,447214		0,495842		0,457932		0,571528		0,462318	
ΑΡΔΕΥΣΗ														
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	10,1936		10,15229	a	6,69821		6,482042		6,116667		7,101221	a	7,072242	a
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	10,25927		9,377582	b	6,461678		6,309742		5,90135		6,529167	b	6,427113	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,02465		0,458433		0,316228		0,350613		0,323807		0,404131		0,326908	
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ														
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	9,708011	b	9,678022		6,702377		6,41338		6,104284		6,753427		6,665141	
15 cm	10,74487	a	9,851849		6,457512		6,378404		5,913732		6,87696		6,834214	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,02465		0,458433		0,316228		0,350613		0,323807		0,404131		0,326908	

Ημερομηνία	28-Ιουλ		29-Ιουλ		30-Ιουλ		31-Ιουλ		1-Αυγ		2-Αυγ		3-Αυγ		4-Αυγ	
	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΒΑ																
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ																
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,31	0,3377	0,37	0,7044	7,51	0,0233	1,55	0,286	0,1	0,9079	2,01	0,2149	0,5	0,6305	10,04	0,0122
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	18,77	0,0019	10,9	0,0077	6,39	0,0268	13,18	0,0047	10,24	0,0089	31,96	0,0004	18,24	0,002	24,73	0,0009
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	21,77	0,0034	29,89	0,0016	16,75	0,0064	46,4	0,0005	58,34	0,0003	22,98	0,003	4,21	0,0859	112,34	0
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	0,38	0,5627	0,28	0,6175	3,05	0,1313	0,45	0,5288	1,77	0,2321	66,34	0,0002	0,86	0,3896	1,39	0,2838
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ																
AB	0,62	0,7094	0,56	0,7539	1,18	0,4248	1,93	0,2212	0,38	0,8699	3,46	0,0783	1,15	0,4341	1,48	0,323
AC	0,34	0,7263	0,91	0,4504	2,37	0,1747	0,21	0,8179	0,38	0,7013	1,35	0,3291	0,73	0,5217	1,53	0,2898
AD	0,14	0,8738	0,73	0,5212	1,14	0,3808	2,95	0,1281	0,46	0,6543	0,39	0,6935	0,54	0,6073	0,59	0,5814
BC	5,85	0,0325	12,42	0,0055	7,98	0,0162	7,55	0,0185	6,22	0,0285	7,02	0,0218	1,05	0,4374	33,19	0,0004
BD	0,61	0,6336	0,06	0,9785	0,82	0,5305	0,83	0,5259	1,1	0,4206	2,47	0,1597	1,41	0,3299	6,27	0,028
CD	7,9	0,0307	2,09	0,1984	0,96	0,3662	15,12	0,0081	1,5	0,2665	6,41	0,0445	7,83	0,0313	4,8	0,0711
ABC	1,49	0,3195	1,46	0,3299	2,39	0,1569	3,31	0,0852	0,62	0,7134	1,75	0,2559	0,58	0,7386	2,82	0,1161
ABD	0,26	0,9356	0,89	0,5559	1,62	0,2864	1,82	0,2416	0,62	0,71	0,84	0,5814	0,81	0,5984	2,16	0,1855
ACD	0,81	0,4887	3,78	0,0866	0,12	0,8923	5,66	0,0416	1,07	0,401	2,52	0,1603	3,75	0,0878	3,47	0,0998
BCD	3,39	0,0948	3,3	0,0996	2,08	0,2039	2,05	0,2082	1,66	0,2729	1,14	0,4072	4,4	0,0583	2,43	0,1636
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ																
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ																
ΜΕΣΟΙ A	7,049604		7,060211		6,917958	b	6,769366		7,242342		6,847623		4,159624		4,802201	a
B	6,93257		7,295775		7,623239	a	6,770951		7,327113		6,98618		4,146127		5,189525	b
C	7,267077		7,15757		7,811972	a	7,105986		7,326761		7,059331		3,881514		5,133891	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,51707		0,544581		0,604097		0,536615		0,481462		0,266729		0,794511		0,226078	
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ																
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	7,992488	a	7,834507	a	8,099178	a	7,544718	a	7,987324	a	7,455634	a	5,735368	a	5,485211	a
<i>Paspalum vaginatum</i>	6,912852	b	6,905399	bc	7,169601	b	7,23392	ab	6,990845	b	6,712911	b	3,446362	b	4,950704	b
<i>Cynodon dactylon</i>	6,190023	c	6,460563	c	6,953286	b	6,065258	c	6,828756	b	6,389789	b	3,285563	b	4,585446	c
<i>Zoysia japonica</i>	7,233568	b	7,426056	ab	7,631103	ab	6,687441	b	7,356573	b	7,31784	a	3,807512	b	5,136737	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,59706		0,628828		0,697551		0,61963		0,555944		0,307992		0,917423		0,261052	
ΑΡΔΕΥΣΗ																
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	7,484742	a	7,653345	a	7,875763	a	7,492664	a	7,904401	a	7,182394	a	4,340786		5,439319	a
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	6,679724	b	6,659918	b	7,050822	b	6,273005	b	6,677347	b	6,755692	b	3,796616		4,63973	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,422185		0,444649		0,493243		0,438144		0,393112		0,217784		0,648716		0,184592	
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ																
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	7,029401		7,108803		7,287265		6,942664		7,184096		6,606573	b	4,191608		5,08392	
15 cm	7,135065		7,20446		7,639319		6,823005		7,397653		7,331514	a	3,945794		4,995129	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,422185		0,444649		0,493243		0,438144		0,393112		0,217784		0,648716		0,184592	

Ημερομηνία	5-Αυγ		6-Αυγ		7-Αυγ		8-Αυγ		9-Αυγ		10-Αυγ		11-Αυγ		12-Αυγ	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΒΑ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ																
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,93	0,2257	0,31	0,7476	1,46	0,305	0,99	0,4264	1,07	0,4012	0,83	0,4819	2,01	0,2142	11,96	0,0081
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	4,94	0,0463	25,14	0,0009	52,24	0,0001	6,64	0,0247	19,57	0,0017	48,26	0,0001	50,82	0,0001	8,87	0,0126
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	46,47	0,0005	65,51	0,0002	107,73	0	72,36	0,0001	65,45	0,0002	375,5	0	961,17	0	371,62	0
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	8,52	0,0267	1,57	0,2573	0,32	0,5895	7,2	0,0364	2,75	0,1485	44,45	0,0006	155,9	0	46,52	0,0005
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ																
AB	0,17	0,9754	1,32	0,3732	2,22	0,1775	1,44	0,3333	0,68	0,6751	1,67	0,2739	4,71	0,0405	0,33	0,8988
AC	0,69	0,5385	1,74	0,2541	4,98	0,0532	0,83	0,4802	0,1	0,908	0,38	0,7008	1,37	0,3243	0,8	0,4925
AD	0,28	0,7643	0,44	0,6622	2,52	0,1608	0,45	0,6572	0,31	0,747	0,84	0,4763	0,91	0,4511	0,59	0,5843
BC	24,44	0,0009	20,91	0,0014	23,22	0,0011	16,16	0,0028	7,62	0,018	38,53	0,0003	55,35	0,0001	16,88	0,0025
BD	2,24	0,1843	0,79	0,5425	2,38	0,1681	6,33	0,0274	3,92	0,0728	9,99	0,0095	14,03	0,004	1,96	0,2221
CD	0,73	0,4263	7,9	0,0308	0,15	0,7104	8,55	0,0265	9,47	0,0217	6,21	0,0471	12,17	0,013	0,24	0,6394
ABC	0,67	0,6825	0,93	0,5333	3,35	0,0833	1,77	0,2523	1,42	0,3412	0,9	0,5503	3,8	0,0645	2,09	0,1961
ABD	0,66	0,6862	0,66	0,6863	4,3	0,0495	0,16	0,9788	0,84	0,579	1	0,5001	1,28	0,3863	1,99	0,2108
ACD	0,57	0,5955	3,94	0,0807	2,61	0,1527	0,27	0,7707	0,48	0,6382	1,46	0,3037	6,29	0,0337	1,3	0,3385
BCD	0,62	0,6274	3,27	0,1011	2,58	0,1491	2,35	0,1714	8,89	0,0126	25,93	0,0008	16,06	0,0028	3,9	0,0736
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ																
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ																
ΜΕΣΟΙ A	6,588644		5,18349		7,352993		6,134595		5,780031		3,899648		4,697359		3,762016	b
B	5,989261		5,108304		7,512676		6,379137		5,672335		3,927465		4,766285		4,227729	a
C	6,16963		5,061678		7,549472		6,071127		5,999472		3,801496		4,85647		4,326585	a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,871809		0,410583		0,290408		0,45655		0,550755		0,260771		0,201508		0,304709	
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ																
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	6,879695	a	6,033425	a	8,425235	a	6,744601	a	6,956616	a	3,120657	c	4,290962	a	3,885798	b
<i>Paspalum vaginatum</i>	6,074296	ab	4,823787	bc	7,253638	b	6,128521	b	5,680047	b	4,285915	a	5,204577	b	4,150939	b
<i>Cynodon dactylon</i>	5,383333	b	4,418114	c	6,755399	c	5,941901	b	5,611678	c	4,437089	a	5,195775	b	4,523122	a
<i>Zoysia japonica</i>	6,532512	a	5,15892	b	7,427582	b	5,889906	b	5,027817	bc	3,669014	b	4,467958	a	3,88081	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,00668		0,4741		0,335335		0,527179		0,635957		0,301112		0,232681		0,351848	
ΑΡΔΕΥΣΗ																
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	7,208979	a	5,663028	a	7,968369	a	6,824178	a	6,562445	a	4,721244	a	5,83213	a	5,0902	a
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	5,225939	b	4,554095	b	6,962559	b	5,528286	b	5,075635	b	3,035094	b	3,747506	b	3,130135	b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,711829		0,335239		0,237118		0,372772		0,449689		0,212918		0,164531		0,248794	
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ																
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	5,792958	b	5,022829		7,437852		5,971831	b	5,666742		3,588087	b	4,370041	b	3,763439	b
15 cm	6,64196	a	5,194294		7,493075		6,380634	a	5,971338		4,168251	a	5,209595	a	4,456896	a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,711829		0,335239		0,237118		0,372772		0,449689		0,212918		0,164531		0,248794	

Ημερομηνία	13-Αυγ		14-Αυγ		15-Αυγ		16-Αυγ	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΝΑ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ								
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,4	0,3164	1,58	0,2808	21,14	0,0019	11,48	0,0089
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	2,93	0,1214	0,49	0,6992	9,23	0,0115	13,93	0,0041
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	51,65	0,0004	33,55	0,0012	263,34	0	590,55	0
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	7,25	0,0359	1,36	0,2871	71,01	0,0002	94,1	0,0001
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ								
AB	0,3	0,9157	0,49	0,7981	2,79	0,119	1,36	0,3586
AC	0,03	0,9734	0,31	0,7449	0,91	0,451	0,32	0,7382
AD	0,11	0,9017	0,99	0,4245	1,36	0,3253	2,65	0,1495
BC	1,23	0,3793	0,89	0,4993	10,64	0,0081	14,2	0,0039
BD	0,15	0,9261	0,18	0,9067	6,98	0,0221	5,33	0,0396
CD	0,76	0,4181	0,23	0,6489	1,06	0,3434	4,53	0,0773
ABC	0,11	0,9921	0,37	0,8772	0,81	0,5961	0,6	0,723
ABD	0,17	0,9766	0,39	0,8643	0,21	0,961	0,45	0,8247
ACD	0,11	0,9016	0,48	0,6414	1,41	0,3143	0,78	0,5008
BCD	1,23	0,377	1,79	0,2485	12,39	0,0056	12,36	0,0056
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ								
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ								
ΜΕΣΟΙ A	5,311708		3,215933		7,966109 a		5,497917 a	
B	5,390493		3,044542		7,628345 a		5,35446 a	
C	4,878609		3,48618		6,856866 b		5,073885 b	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,767709		0,603947		0,423794		0,217998	
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ								
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	5,576408		3,226056		7,304343 bc		5,368936 b	
<i>Paspalum vaginatum</i>	5,069249		3,064319		7,525 b		5,219523 bc	
<i>Cynodon dactylon</i>	5,468545		3,390493		8,029695 a		5,629577 a	
<i>Zoysia japonica</i>	4,610094		3,323944		7,011385 c		4,981808 c	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,886474		0,697378		0,489356		0,251722	
ΑΡΔΕΥΣΗ								
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	6,101585 a		3,834859 a		8,615023 a		6,183822 a	
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	4,260563 b		2,667547 b		6,320188 b		4,416099 b	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,626832		0,493121		0,346027		0,177995	
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ								
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	4,83615 b		3,133509		6,871772 b		4,947144 b	
15 cm	5,525998 a		3,368897		8,063439 a		5,652778 a	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,626832		0,493121		0,346027		0,177995	

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

2. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση του ποσοστού πράσινης φυτοκάλυψης (Green Turf Cover) τη περίοδο καταπόνησης.

Ημερομηνία		19/7/11	27/7/11	3/8/11	9/8/11	13/8/11	17/8/11
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΒΑ							
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value
A: ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	0,36/0,7089	1,22/0,3589	0,09/0,9164	0,56/0,5960	0,95/0,4383	1,84/0,2375	
B: ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,17/0,3972	1,56/0,2940	9,60/0,0105	3,88/0,0742	15,19/0,0033	4,70/0,0512	
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	0,23/0,6517	1,36/0,2874	1,73/0,2363	14,46/0,0089	88,30/0,0001	35,44/0,001	
D: ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	0,14/0,7196	0,59/0,4719	0,93/0,3716	0,83/0,3977	20,53/0,0040	13,37/0,0106	
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ							
AB	1,41/0,3440	0,73/0,6464	0,09/0,9955	0,91/0,5438	0,59/0,7297	0,47/0,8104	
AC	1,02/0,4162	1,03/0,4124	0,08/0,9275	0,63/0,5654	2,51/0,1614	1,11/0,3902	
AD	0,49/0,6345	1,03/0,4128	3,06/0,1213	2,08/0,2065	6,95/0,0274	2,59/0,1546	
BC	1,33/0,6628	1,17/0,3972	2,26/0,1821	2,74/0,1357	9,44/0,0109	2,19/0,1904	
BD	0,56/0,6628	0,98/0,4626	0,33/0,8062	0,63/0,6244	0,91/0,4886	0,68/0,5953	
CD	0,47/0,5189	0,30/0,6025	0,82/0,3989	0,45/0,5266	7,69/0,0323	0,02/0,8874	
ABC	1,19/0,4188	0,57/0,7458	0,78/0,6160	0,69/0,6697	1,24/0,4011	0,42/0,8406	
ABD	0,97/0,5149	1,29/0,3812	3,50/0,0764	0,69/0,6654	2,97/0,1056	1,60/0,2916	
ACD	2,75/0,1418	0,31/0,7417	2,39/0,1721	2,97/0,1269	1,09/0,3932	1,72/0,2564	
BCD	0,64/0,6189	0,73/0,5687	0,33/0,8033	0,75/0,5610	2,28/0,1792	0,64/0,6178	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ							
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ							
ΜΕΣΟΙ	A	96,17858306	96,37347259	96,56836213	89,40643356	73,39772931	53,94279227
	B	88,70191902	92,80603853	96,56645959	92,25805955	82,18990691	63,1141568
	C	95,60451093	96,14007837	96,67564582	92,78149157	83,25209807	67,17536438
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		2,668755	6,4292	1,05617	4,12778	3,976504	7,08345
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ							
ΜΕΣΟΙ	<i>Festuca arundinacea</i>	93,01759575	93,53878412	93,54442479 b	84,21688609 b	72,49664477 b	49,32790123 c
	<i>Paspalum vaginatum</i>	97,38623528	97,03347265	96,68071003 b	89,33771566 b	71,37121494 b	56,19481459 bc
	<i>Cynodon dactylon</i>	94,61278588	95,87071618	97,12864649 b	95,45165603 a	89,63689271 a	65,73722972 ab
	<i>Zoysia japonica</i>	94,67131815	96,7204728	98,76962745 a	95,45014577 ab	90,02570177 a	72,55638944 a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		3,08161	7,4238	1,21956	4,76635	4,591715	8,1793
ΑΡΔΕΥΣΗ							
ΜΕΣΟΙ	ΠΛΗΡΗ	95,76155416	96,37806729	96,99458043	96,35098678 a	93,35096648 a	75,02587724
	ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	94,08241338	95,20365559	96,06712395	85,87721499 b	68,41426062 b	46,88229024
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		2,17903	5,2494	0,86236	3,37032	3,246835	5,7836 a
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ							
ΜΕΣΟΙ	7,5 cm	95,67378687	96,06106965	96,19057859	89,86003648	74,87016743 b	52,31102365 b
	15 cm	94,34698827	95,60593245	96,86487663	92,45559028	87,19475895 a	70,25915049 a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		2,17903	5,2494	0,86236	3,37032	3,246835	5,7836

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05 ,με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

3. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση του κανονικοποιημένου δείκτη διαφοράς βλάστησης (NDVI) τη περίοδο. καταπόνησης.

Ημερομηνία		21/7/11	28/7/11	4/8/11	9/8/11	13/8/11	16/8/11
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA							
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio/P-Value						
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,81/0,2558	0,86/0,4777	0,50/0,6352	3,86/0,0969	1,40/0,3300	0,15/0,8642	
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	15,55/0,0057	18,70/0,0038	27,11/0,0016	27,72/0,0015	5,02/0,0572	1,14/0,4178	
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	1,20/0,3241	0,53/0,4981	0,33/0,5918	88,50/0,0002	65,81/0,0005	14,45/0,0126	
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	31,02/0,0026	23,14/0,0048	34,34/0,0021	70,01/0,0004	21,31/0,0058	13,52/0,0143	
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ							
AB	0,29/0,9201	0,43/0,833	3,54/0,0935	5,22/0,0451	0,89/0,5615	0,64/0,6997	
AC	0,05/0,9507	0,22/0,8073	5,51/0,05445	0,59/0,5911	0,42/0,6775	0,06/0,9396	
AD	0,00/0,9959	0,02/0,9774	1,50/0,3082	6,88/0,0366	3,61/0,1069	1,24/0,3651	
BC	0,30/0,8225	0,24/0,8639	8,03/0,0234	15,16/0061	3,70/0,0966	0,38/0,7722	
BD	5,69/0,0455	1,15/0,4138	0,37/0,7785	0,61/0,6385	0,31/0,8179	0,10/0,9590	
CD	0,03/0,8684	0,20/0,6705	4,33/0,0919	3,21/0,1332	2,04/0,2124	0,87/0,3942	
ABC	0,75/0,6380	0,74/0,6421	5,07/0,0476	2,02/0,2289	0,87/0,6598	0,09/0,9939	
ABD	0,66/0,6908	0,96/0,5273	1,14/0,4513	1,42/0,3580	0,25/0,9393	0,09/0,9940	
ACD	2,28/0,1981	2,13/0,2138	5,12/0,0616	5,25/0,0590	3,36/0,1190	1,16/0,3867	
BCD	1,35/0,3577	0,24/0,8673	3,31/0,1154	7,01/0,0306	0,74/0,5711	0,27/0,8472	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ							
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ							
ΜΕΣΟΙ	A	0,802409778	0,782038444	0,776497778	0,725376667	0,688246111	0,655866389
	B	0,798088667	0,772760333	0,760237467	0,706128333	0,673266333	0,639991133
	C	0,792110813	0,771398375	0,76899175	0,712318375	0,687204125	0,656961938
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		0,097347	0,1214495	0,00911725	0,0101054	0,0196761	0,0780366
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ							
ΜΕΣΟΙ	<i>Festuca arundinacea</i>	0,77793175	0,7595375	0,758092333 b	0,677385583 c	0,6613085 b	0,625553833
	<i>Paspalum vaginatum</i>	0,793763	0,767073083	0,764633583 ab	0,711685167 b	0,66720825 b	0,65992025
	<i>Cynodon dactylon</i>	0,789557917	0,753304333	0,745772417 b	0,720007083 b	0,70026125 ab	0,654579667
	<i>Zoysia japonica</i>	0,830844636	0,825611091	0,808204909 a	0,759123 a	0,722955727 a	0,681184
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		0,0105395	0,01254325	0,1087295	0,0120514	0,0203214	0,0402979
ΑΡΔΕΥΣΗ							
ΜΕΣΟΙ	ΠΛΗΡΗ	0,798819462	0,7828545	0,775091538	0,746483769 a	0,7329305 a	0,703100808 a
	ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	0,79541876	0,76637824	0,76558328	0,6813822 b	0,62644608 b	0,59514552 b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		0,00767885	0,0098005	0,0071918	0,00797125	0,01552075	0,03077805
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ							
ΜΕΣΟΙ	7,5 cm	0,783160625	0,759988208	0,755578083	0,691743875 b	0,65957325 b	0,613827083 b
	15 cm	0,8118205	0,791671375	0,780890917	0,741576875 a	0,717010333 a	0,700416542 a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		0,00767885	0,0098005	0,0071918	0,00797125	0,01552075	0,03077805

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

4. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση της αντίστασης των στοματίων του χλοοτάπητα τη περίοδο. καταπόνησης.

Ημερομηνία	27/7/11	3/8/11	9/8/11	12/8/11	13/8/11	14/8/11	16/8/11	18/8/11
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA								
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,25/0,3529	0,29/0,7553	0,55/0,6012	0,08/0,9271	1,16/0,3748	0,66/0,5528	0,48/0,6383	1,09/0,3932
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,28/0,3641	1,04/0,4401	1,80/0,2481	1,71/0,2643	0,98/0,4642	1,33/0,3489	2,72/0,1373	17,52/0,0022
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	0,00/0,9594	0,67/0,4446	20,91/0,0038	24,52/0,0026	12,00/0,0134	13,44/0,0105	29,02/0,0017	8,54/0,0266
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	0,08/0,7913	0,56/0,4842	3,11/0,1285	4,42/0,0803	0,00/0,9914	0,73/0,4245	0,84/0,3953	3,00/0,1341
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ								
AB	0,09/0,9950	0,18/0,9727	0,91/0,5435	0,16/0,9800	0,50/0,7899	0,56/0,7489	0,34/0,8945	0,30/0,9181
AC	0,76/0,5066	0,35/0,7161	0,04/0,9629	0,10/0,9024	1,49/0,2977	0,37/0,7047	0,29/0,7553	0,45/0,6603
AD	0,07/0,9369	0,41/0,6839	1,64/0,2708	0,31/0,7479	0,72/0,5233	0,20/0,8261	0,41/0,6798	0,23/0,8005
BC	0,46/0,7214	1,10/0,4201	1,78/0,2507	1,99/0,2167	2,28/0,1792	2,47/0,1590	1,39/0,3339	2,27/0,1804
BD	0,08/0,9711	0,33/0,8053	1,39/0,3326	0,59/0,6449	0,65/0,6123	1,49/0,3091	1,25/0,3725	2,25/0,1827
CD	0,19/0,6801	1,25/0,3059	1,90/0,2168	3,83/0,0982	0,13/0,7355	1,37/0,2869	0,06/0,8221	0,51/0,5023
ABC	0,23/0,9533	0,14/0,9859	0,85/0,5755	0,08/0,9958	0,57/0,7470	0,38/0,8689	0,16/0,9804	0,38/0,8701
ABD	0,40/0,8523	0,38/0,8698	0,97/0,5120	0,72/0,6492	0,36/0,8810	0,36/0,8830	0,52/0,7795	0,66/0,6841
ACD	0,52/0,6206	0,31/0,7473	1,63/0,2729	0,47/0,6438	0,87/0,4655	0,22/0,8055	0,26/0,7763	0,77/0,5033
BCD	0,08/0,9708	0,72/0,5767	2,61/0,1466	0,45/0,7260	0,13/0,9397	1,56/0,2944	0,15/0,9248	0,36/0,7859
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ								
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,19666667	1,64444444	4,07322222	10,83777778	12,25166667	9,62944444	13,42222222	24,07222222
ΜΕΣΟΙ	1,52388889	1,64388889	3,25944444	9,00555556	5,73222222	9,76111111	10,71944444	23,65555556
B	2,585	1,351875	3,056875	10,631875	10,239375	7,1825	9,525	25,2375
C	1,09435	0,8258	1,204025	3,34844	3,785425	3,25181	2,55111	3,902095
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ								
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,4075	2,26166667	4,47833333	10,8875	7,32416667	9,0675	8,92083333	14,35833333 c
ΜΕΣΟΙ	<i>Festuca arundinacea</i>	1,08083333	1,02916667	3,2775	13,3375	12,48166667	12,03083333	14,6 39,65 a
	<i>Paspalum vaginatum</i>	1,63916667	1,32	2,17566667	6,3525	7,09166667	6,79166667	8,44583333 b
	<i>Cynodon dactylon</i>	2,96166667	1,9325	4,35916667	10,95666667	9,33083333	6,71	10,14166667 19,48333333 bc
	<i>Zoysia japonica</i>	1,26365	0,953555	1,39029	3,86645	4,37103	3,754865	2,94577 4,50575
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ								
ΑΡΔΕΥΣΗ								
ΜΕΣΟΙ	ΠΛΗΡΗ	1,885714286	1,259615385	1,755307692 b	3,983461538 b	4,467307692 b	5,557307692 b	6,255769231 b 18,70384615 b
	ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	1,803846154	1,838076923	5,105384615 a	17,61538462 a	15,55346154 a	12,49461538 a	16,29615385 a 30,90769231 a
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ								
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ								
ΜΕΣΟΙ	7,5 cm	1,87333333	1,84125	4,28075	12,73125	9,042916667	7,720416667	11,30625 26,76666667
	15 cm	1,6884	1,412	2,8008	7,9084	8,9324	9,3184	9,546 22,568
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ								
		0,893535	0,674265	0,983085	2,73399	3,090785	2,65509	2,082975 3,186045

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

5. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση του δείκτη πρασινότητας/χλωροφύλλης των φύλλων, τη περίοδο. καταπόνησης.

Ημερομηνία	21/7/11	27/7/11	3/8/11	9/8/11	11/8/11	13/8/11	15/8/11	17/8/11
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA								
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value
A: ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ								
B: ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,51/0,2937	10,46/0,0111	7,79/0,0215	2,94/0,1634	1,05/0,4067	0,19/0,8290	1,99/0,2168	0,01/0,9933
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	10,68/0,0081	55,08/0,0001	31,99/0,0004	7,09/0,0213	0,08/0,9710	0,14/0,9329	3,31/0,0990	1,11/0,4145
D: ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	0,15/0,7093	1,87/0,2202	2,31/0,1791	11,41/0,0149	9,18/0,0231	0,59/0,4699	16,34/0,0068	10,15/0,0189
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	0,89/0,3823	4,62/0,0751	0,18/0,6863	0,45/0,5263	0,30/0,6012	5,44/0,0585	3,81/0,0988	3,35/0,1169
AB								
AC	0,22/0,9551	2,35/0,1615	3,09/0,0975	0,93/0,5348	1,05/0,4793	0,59/0,7343	2,12/0,1908	0,27/0,9320
AD	0,86/0,4701	0,64/0,5607	0,34/0,7276	0,71/0,5267	0,24/0,7910	4,61/0,0614	0,83/0,4816	0,06/0,9413
BC	0,15/0,8637	1,12/0,3874	1,38/0,3220	3,03/0,1232	0,69/0,5392	0,28/0,7621	1,27/0,3465	0,08/0,9229
BD	0,38/0,7694	0,30/0,8267	1,90/0,2308	8,18/0,0153	2,63/0,1451	3,88/0,0741	0,23/0,7837	0,98/0,4615
CD	0,87/0,5057	0,63/0,6204	0,64/0,6148	3,52/0,0885	0,80/0,5366	0,74/0,5659	0,06/0,9765	0,57/0,6544
ABC	0,03/0,866	27,23/0,0020	1,62/0,2504	0,31/0,5991	0,11/0,7515	1,80/0,2288	1,85/0,2228	0,05/0,8249
ABD	1,65/0,2783	2,03/0,2044	0,76/0,6239	0,83/0,5846	1,47/0,3255	0,19/0,9691	2,60/0,1347	0,21/0,9598
ACD	0,43/0,8383	0,84/0,5826	1,84/0,2375	1,97/0,2146	1,53/0,3097	0,25/0,9401	0,42/0,8416	1,23/0,4036
BCD	0,61/0,5722	0,48/0,6400	1,98/0,2185	0,37/0,7075	0,45/0,6583	1,80/0,2446	1,11/0,3897	0,78/0,4998
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ	1,32/0,3519	5,93/0,0316	1,40/0,3309	6,47/0,0261	0,76/0,5579	0,39/0,7658	0,52/0,6865	0,59/0,6438
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ								
ΜΕΣΟΙ A	24,16666667	22,30555556 b	25,4 a	20,67222222	29,05555556	20,49444444	25,23888889	17,1
B	21,71111111	20,39444444 b	25,31111111 a	25,64444444	24,67222222	17,96666667	20,02222222	17,53333333
C	19,11875	29,3875 a	19,54375 b	17,5625	21,125	17,06875	22,0125	19,625
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	5,09395	2,860765	3,062425	3,18458	4,256575	6,08075	3,75171	5,9715
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ								
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	32,03333333 a	40,98333333 a	40,675 a	24,41666667 ab	24,35833333	16,7	19,38333333	23,29166667
<i>Paspalum vaginatum</i>	7,83333333 c	14,51666667 c	17,65833333 c	14,43333333 c	23,45833333	19,225	24,34166667	13,75
<i>Cynodon dactylon</i>	18,51666667 bc	11,06666667 c	14,89166667 b	17,23333333 bc	23,13333333	18,10833333	29,63333333	19,55
<i>Zoysia japonica</i>	29,525 ab	31,60833333 b	23,925 ab	26,275 a	24,81666667	20,225	20,86666667	21,88333333
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	5,88195	3,30333	3,536185	3,677235	4,91507	7,0214	4,332105	6,8953
ΑΡΔΕΥΣΗ								
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	21,33333333	24,11153846	24,15769231	26,38846154 a	31,13846154 a	19,82307692	25,46923077 a	24,82692308 a
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	21,21538462	22,61153846	21,53076923	17,1 b	19,06538462 b	16,03846154	17,49615385 b	12,53461538 b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	4,15918	2,335805	2,50046	2,6002	3,47548	4,964895	3,06326	4,875715
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ								
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	20,375	26,59583333	24,72083333	19,875	24,725	13,83333333	21,1125	15,97083333
15 cm	22,74	22,068	23,604	21,16	23,436	23,248	25,696	23,216
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	4,15918	2,335805	2,50046	2,6002	3,47548	4,964895	3,06326	4,875715

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

6. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση του βάρους ανά τετραγωνικό μέτρο του φυτοδόματος, τη περίοδο. καταπόνησης.

Ημερομηνία	20/7/11		21/7/11		22/7/11		23/7/11		24/7/11		25/7/11		26/7/11	
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA														
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	0,49	0,6378	0,15	0,8655	0,45	0,6585	1,24	0,3533	0,78	0,5016	0,63	0,5655	0,86	0,4707
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	7,53	0,0185	8,14	0,0155	10,47	0,0085	12,75	0,0052	13,59	0,0044	14,58	0,0037	18,37	0,002
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	0,01	0,9082	0,62	0,4626	0,1	0,7625	1,06	0,3438	2,18	0,1899	4	0,0925	8,13	0,0291
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	1443,64	0	979,08	0	967,14	0	1239,68	0	1087,76	0	1043,59	0	1113,02	0
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ														
AB	1,18	0,4239	1,03	0,4862	0,72	0,6485	1,02	0,4918	1,02	0,4901	1,22	0,4068	1,02	0,4888
AC	0	0,9981	0,26	0,7758	0,69	0,5385	0,12	0,8851	0,21	0,8138	0,14	0,876	0,17	0,8439
AD	1,28	0,3454	0,49	0,6367	0,08	0,9211	0,43	0,6696	0,4	0,6848	0,36	0,7102	0,74	0,5161
BC	0,82	0,5289	0,13	0,9401	0,09	0,9624	0,55	0,6637	0,91	0,4882	1,18	0,3935	1,42	0,3266
BD	2,26	0,1816	1,21	0,3851	1,98	0,2191	1,59	0,2878	1,57	0,2908	1,43	0,3237	1,77	0,2518
CD	0,03	0,8792	0	0,9511	0,02	0,8914	0,04	0,8483	0	0,9857	0,02	0,8869	0,01	0,9254
ABC	0,57	0,7443	0,47	0,8107	0,77	0,6227	0,72	0,6525	0,68	0,6717	0,76	0,6267	0,76	0,6252
ABD	2,31	0,1665	1,12	0,447	1,04	0,4824	1,41	0,3424	1,54	0,3067	1,67	0,2754	1,59	0,2933
ACD	0,07	0,9374	0,22	0,812	0,03	0,9663	0,13	0,8808	0,04	0,9583	0,09	0,9129	0,02	0,9761
BCD	0,25	0,8563	0,31	0,8186	0,14	0,9351	0,26	0,8522	0,3	0,8264	0,21	0,8868	0,52	0,6864
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ														
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
ΜΕΣΟΙ	A	112,4785	102,003	102,021	100,7831	102,1074	102,0048	100,8224						
	B	117,4937	107,5379	108,5012	108,3821	107,9476	108,1944	106,8326						
	C	115,8902	104,9559	106,008	106,872	106,5913	106,3958	105,5274						
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		4,92297	5,95454	5,95599	5,34736	5,66717	5,76348	5,5727						
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ														
ΜΕΣΟΙ	<i>Festuca arundinacea</i>	112,4249 bc	98,71103 b	98,53239 b	98,42829 b	97,38944 b	96,53592 b	94,80599 b						
	<i>Paspalum vaginatum</i>	118,9698 a	109,3636 a	110,221 a	110,4311 a	111,1023 a	111,2261 a	110,3034 a						
	<i>Cynodon dactylon</i>	118,105 ab	108,8207 a	110,743 a	110,6284 a	110,6829 a	111,03 a	110,7953 a						
	<i>Zoysia japonica</i>	109,6021 c	99,92664 b	100,3043 b	100,8194 b	100,712 b	101,1282 b	99,50516 b						
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		5,68455	6,87572	6,87739	6,1746	6,54389	6,65509	6,4348						
ΑΡΔΕΥΣΗ														
ΜΕΣΟΙ	ΠΛΗΡΗ	116,8947	105,3084	107,0398	107,7819	108,1605	108,6398	108,1587 a						
	ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	112,8919	103,253	102,9861	102,5899	102,0208	101,5071	99,69671 b						
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		4,01958	4,86186	4,86305	4,3661	4,62723	4,70586	4,55009						
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ														
ΜΕΣΟΙ	7,5 cm	83,56783 b	73,11964 b	74,04693	73,66445 b	73,78715 b	73,91628 b	72,83394 b						
	15 cm	145,9831 a	135,2914 a	135,8535	136,4891 a	136,1562 a	136,0438 a	134,871 a						
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ		4,01958	4,86186	4,86305	4,3661	4,62723	4,70586	4,55009						

Ημερομηνία	27/7/11		28/7/11		29/7/11		30/7/11		31/7/11		1/8/11		2/8/11	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΝΑ														
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,03	0,4132	0,99	0,4249	0,9	0,4551	0,6	0,5806	0,77	0,5042	0,34	0,7246	0,64	0,561
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	19,34	0,0017	14,88	0,0035	20,02	0,0016	22,7	0,0011	21,43	0,0013	21,44	0,0013	20,49	0,0015
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	12,36	0,0126	12,41	0,0125	17,14	0,0061	24,42	0,0026	23,78	0,0028	22,32	0,0032	27,42	0,0019
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	1130,13	0	834,66	0	1046,06	0	1139,48	0	1080,64	0	1031,9	0	1009,93	0
AB														
AC	1,06	0,472	0,7	0,6592	0,95	0,5244	1,09	0,4579	1,06	0,4717	1,39	0,3503	1,04	0,4804
AD	0,22	0,812	0,04	0,9606	0,17	0,8453	0,12	0,891	0,18	0,8361	0,22	0,8082	0,12	0,8872
BC	0,85	0,4733	0,77	0,5026	1,03	0,4121	1,37	0,3227	1,15	0,3766	0,79	0,4943	0,9	0,4552
BD	1,91	0,2293	1,53	0,3004	1,85	0,2392	2,11	0,1998	2,23	0,1852	2,19	0,1908	2,77	0,1336
CD	1,99	0,2164	1,69	0,2677	2,03	0,2118	2,2	0,1895	2	0,216	2,61	0,1463	1,87	0,2351
ABC	0,02	0,8935	0,22	0,6558	0,12	0,746	0,15	0,7124	0,21	0,6617	0,6	0,4684	0,36	0,5716
ABD	0,79	0,6062	0,57	0,7419	0,73	0,646	0,76	0,6235	0,68	0,6728	0,61	0,7187	0,59	0,7294
ACD	1,59	0,2932	1,46	0,3283	1,38	0,353	1,62	0,2866	1,42	0,3406	1,52	0,3109	1,43	0,3366
BCD	0,02	0,9755	0,01	0,9936	0,02	0,9805	0,06	0,9464	0,01	0,995	0,13	0,8784	0,01	0,993
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ	0,67	0,6013	0,63	0,6212	0,78	0,5475	0,88	0,5042	0,9	0,4955	0,51	0,69	0,97	0,4672
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
ΜΕΣΟΙ A	100,4624		98,72606		98,62027		98,44804		98,3971		97,54656		96,9608	
B	106,4484		105,5123		104,9265		104,1596		104,3545		103,573		102,8635	
C	105,4046		104,2037		103,6825		102,8071		103,2206		101,605		101,6263	
	5,5063		6,33082		5,67214		5,38873		5,54694		5,70472		5,62013	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ														
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ														
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	94,327	b	93,02547	b	92,51702	b	91,94237	b	92,2142	b	91,64977	b	91,42371	b
<i>Paspalum vaginatum</i>	110,1074	a	108,1829	a	108,5073	a	108,0795	a	108,1048	a	107,4191	a	106,6499	a
<i>Cynodon dactylon</i>	110,6025	a	110,0454	a	109,7008	a	109,2639	a	109,6555	a	108,8759	a	108,2674	a
<i>Zoysia japonica</i>	99,29566	b	97,98462	b	97,14777	b	96,46972	b	96,60857	b	94,44214	b	94,49988	b
	6,35813		7,31021		6,54962		6,22237		6,40505		6,58725		6,48957	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ														
ΑΡΔΕΥΣΗ	108,4487	a	107,6569	a	107,4705	a	107,431	a	107,7327	a	106,7315	a	106,787	a
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	98,88366	b	97,14098	b	96,58775	b	95,50843	b	95,63439	b	94,63139	b	93,86522	b
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	4,49588		5,1691		4,63128		4,39988		4,52906		4,65789		4,58882	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ														
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	72,69949	b	71,79404	b	71,36061	b	71,08977	b	71,22293	b	70,02232	b	70,41149	b
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	134,4668	a	132,8251	a	132,5758	a	131,788	a	132,0686	a	131,1711	a	130,0089	a
15 cm	4,49588		5,1691		4,63128		4,39988		4,52906		4,65789		4,58882	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ														

Ημερομηνία	3/8/11		4/8/11		5/8/11		6/8/11		7/8/11		8/8/11		9/8/11	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΝΑ														
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,1	0,3916	0,81	0,4896	0,99	0,4261	0,95	0,4374	0,85	0,4717	1,1	0,3906	0,98	0,4268
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	26,4	0,0007	17,76	0,0022	20,12	0,0016	20,8	0,0014	22,24	0,0012	23,9	0,001	21,43	0,0013
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	36,61	0,0009	26,36	0,0021	26,83	0,0021	33,09	0,0012	35,28	0,001	33,82	0,0011	25,2	0,0024
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	1260,51	0	835,1	0	860,89	0	989,9	0	1094,58	0	1150,56	0	1106,78	0
AB														
AC	1,17	0,4271	1,18	0,4229	0,74	0,6409	0,79	0,6105	0,85	0,5737	0,84	0,5802	0,69	0,6689
AD	0,18	0,843	0,07	0,9369	0,25	0,7873	0,15	0,8619	0,23	0,7987	0,26	0,7823	0,38	0,7017
BC	1,48	0,301	0,48	0,6382	1,15	0,3772	1,25	0,3523	1,12	0,3861	1,18	0,3685	0,85	0,4722
BD	2,97	0,1188	2,32	0,1744	1,61	0,2839	1,72	0,2611	1,91	0,2288	1,68	0,2701	1,23	0,3781
CD	2,52	0,1545	1,48	0,3129	1,32	0,3523	1,35	0,3433	1,48	0,3121	1,23	0,3766	1,32	0,3513
ABC	0,51	0,5001	0,09	0,7771	0,39	0,5569	1,15	0,3251	0,89	0,3807	1,36	0,2875	1,27	0,3023
ABD	0,88	0,5591	0,6	0,726	0,52	0,7782	0,62	0,7102	0,65	0,6935	0,68	0,6753	0,65	0,6952
ACD	1,73	0,2618	0,86	0,5695	1,1	0,4575	1,43	0,3372	1,48	0,3228	1,51	0,3159	1,41	0,3441
BCD	0,09	0,9171	0,18	0,8366	0,01	0,9927	0,11	0,8971	0,03	0,9667	0,03	0,9729	0,03	0,9678
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ														
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ														
ΜΕΣΟΙ A	98,0957	97,98435		95,73412		97,72066		95,47582		91,69914		87,36933		
B	104,1737	102,8098		102,231		103,8323		101,1765		97,25407		93,2428		
C	103,2113	102,8169		101,4643		103,2927		100,7826		97,28619		92,92275		
	5,08797	6,20932		6,07587		5,68824		5,42177		5,24073		5,25433		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ														
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	92,28286 b	91,56831 b		89,84601 b		92,81174 b		90,7392 b		86,95411 b		83,30739 b		
<i>Paspalum vaginatum</i>	108,1636 a	106,6965 a		106,3123 a		107,1894 a		104,8924 a		101,116 a		96,53216 a		
<i>Cynodon dactylon</i>	109,7341 a	109,8994 a		108,4151 a		110,6011 a		107,9804 a		104,4033 a		99,88808 a		
<i>Zoysia japonica</i>	95,92242 b	95,70117 b		94,10763 b		95,65763 b		93,0892 b		89,55141 b		85,59131 b		
	5,87509	7,16991		2,02742		6,56821		6,26052		6,05148		6,06718		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΡΔΕΥΣΗ														
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	108,2779 a	107,8895 a		106,2479 a		108,458 a		105,9333 a		101,8618 a		96,90211 a		
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	94,97321 b	94,17153 b		92,90177 b		94,52308 b		92,09629 b		88,71182 b		85,11898 b		
	4,15431	5,06989		4,96093		4,64443		4,42686		4,27904		4,29015		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ														
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	71,38712 b	71,02855 b		69,92703 b		71,70581 b		69,24786		65,84754 b		62,16534 b		
15 cm	131,6644 a	130,9041 a		129,4135 a		131,4241 a		129,1027		125,1648 a		120,4941 a		
	4,15431	5,06989		4,96093		4,64443		4,42686		4,27904		4,29015		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ														

Ημερομηνία	10/8/11		11/8/11		12/8/11		13/8/11		14/8/11		15/8/11		16/8/11		17/8/11	
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΟΝΑ																
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value	F-Ratio	P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ																
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	1,06	0,4039	0,71	0,5292	0,45	0,6578	0,59	0,5843	0,45	0,6594	1,3	0,3405	0,78	0,5011	0,71	0,5307
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	17,62	0,0022	12,45	0,0055	11,34	0,0069	9,02	0,0121	9,15	0,0117	8,35	0,0146	6,31	0,0276	5,9	0,032
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	20,43	0,004	14,47	0,0089	10,66	0,0171	7,75	0,0318	8,35	0,0277	4,96	0,0676	3,37	0,1162	1,44	0,2753
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	1097,25	0	972,3	0	1026,32	0	959,89	0	1060,54	0	1182,12	0	1033,29	0	1027,79	0
AB																
AC	0,61	0,7186	0,48	0,8059	0,47	0,8089	0,37	0,8713	0,44	0,832	0,63	0,7078	0,58	0,7371	0,53	0,7689
AD	0,32	0,7346	0,33	0,7332	0,34	0,7235	0,39	0,6958	0,38	0,6983	0,58	0,5895	0,48	0,6433	0,26	0,7759
BC	0,73	0,5206	0,61	0,575	0,56	0,5994	0,54	0,6065	0,53	0,6114	0,5	0,6292	0,44	0,6651	0,17	0,8473
BD	0,88	0,501	0,44	0,7355	0,21	0,8831	0,1	0,9556	0,07	0,9718	0,02	0,9944	0,03	0,9929	0,1	0,9593
CD	1,31	0,3553	1,15	0,4015	1,11	0,4146	0,88	0,5019	0,91	0,4912	0,77	0,5523	0,54	0,672	0,39	0,7626
ABC	1,71	0,2393	1,17	0,3207	1,29	0,2995	1,13	0,3288	1,05	0,346	0,83	0,3967	0,6	0,4692	0,54	0,4887
ABD	0,63	0,7059	0,52	0,7746	0,52	0,7792	0,49	0,7986	0,54	0,7635	0,57	0,7423	0,47	0,809	0,55	0,7577
ACD	1,38	0,3522	1,2	0,4148	1,21	0,4101	1,05	0,4785	1,12	0,4484	1,25	0,3977	0,99	0,5028	0,82	0,5929
BCD	0,04	0,9588	0,08	0,9215	0,08	0,9267	0,11	0,896	0,09	0,9185	0,18	0,8421	0,15	0,8626	0,31	0,7441
BCD	0,05	0,9839	0,11	0,9519	0,13	0,941	0,21	0,8839	0,21	0,8892	0,29	0,8285	0,24	0,8622	0,27	0,8452
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ																
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	86,00524		85,40571		84,19484		82,65548		82,65837		77,44523		80,83803		76,50031	
ΜΕΣΟΙ A	91,89218		91,20892		89,40689		87,69131		87,73631		83,00477		86,4079		80,97379	
B	91,62925		90,54186		88,58032		87,25386		86,86485		82,6668		85,52472		80,63122	
C	5,21759		5,44077		5,23609		5,3392		5,05083		4,67845		5,0116		4,86777	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ																
ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	83,3223 b		84,10481 b		83,20223 b		82,10904 b		82,72465 b		78,69812 bc		82,67805 ab		78,05528 ab	
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	94,70939 a		92,98556 a		91,00364 a		89,18791 a		88,96162 a		83,96479 ab		87,15552 a		82,69988 a	
<i>Paspalum vaginatum</i>	97,75039 a		96,24525 a		93,8896 a		91,67838 a		91,12872 a		85,49388 ab		87,95292 a		82,09268 a	
<i>Cynodon dactylon</i>	84,22512 b		83,44026 b		81,81467 b		80,6723 b		80,31232 b		75,82911 c		78,93087 b		74,223 b	
<i>Zoysia japonica</i>	6,02475		6,28246		6,04611		6,16517		5,83219		5,40221		5,7869		5,62081	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ																
ΑΡΔΕΥΣΗ	95,17086 a		93,98727 a		91,78261 a		89,902 a		89,7941 a		84,30683		87,37893		81,98061	
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	84,21881 b		83,77798 b		82,69466 b		81,55909 b		81,48774 b		77,5131		80,89094		76,57853	
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	4,26014		4,44237		4,27525		4,35944		4,12398		3,81994		4,09195		3,97452	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ																
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	61,16627 b		60,88882 b		59,49081 b		58,31296 b		58,33889 b		54,15927 b		57,30163 b		53,23097 b	
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	118,8373 a		117,4991 a		115,4643 a		113,5109 a		113,2248 a		107,8337 a		111,057 a		105,3045 a	
15 cm	4,26014		4,44237		4,27525		4,35944		4,12398		3,81994		4,09195		3,97452	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ																

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)

7. Πίνακας ANOVA και πίνακας μέσων. Πολυπαραγοντική ανάλυση ANOVA για τη μέτρηση της υγρασίας του υποστρώματος, τη περίοδο καταπόνησης.

Ημερομηνία	9/8/11	10/8/11	11/8/11	12/8/11	13/8/11	14/8/11	15/8/11	16/8/11	17/8/11
ΠΙΝΑΚΑΣ ANOVA									
ΚΥΡΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value	F-Ratio/P-Value
A:ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ	1,30/0,3387	0,24/0,7972	8,44/0,0180	0,18/0,8418	1,14/0,3158	0,52/0,6212	0,67/0,5480	0,88/0,4624	0,21/0,8130
B:ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	47,50/0,0001	16,18/0,0028	45,62/0,0002	16,40/0,0027	10,16/0,0091	12,75/0,0052	8,67/0,0133	22,19/0,0012	21,06/0,0014
C: ΑΡΔΕΥΣΗ	205,66/0,0000	49,14/0,0004	289,14/0,0000	72,54/0,0001	33,32/0,0012	78,02/0,0001	36,03/0,0010	92,10/0,0001	70,78/0,0002
D:ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	73,68/0,0001	20,08/0,0042	17,43/0,0058	3,34/0,1175	13,92/0,0097	15,87/0,0072	0,29/0,6094	31,93/0,0013	16,16/0,0070
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ									
AB	0,80/0,6033	0,29/0,9214	0,93/0,5316	0,44/0,8290	0,62/0,7132	1,15/0,4341	0,16/0,9799	0,85/0,5766	1,03/0,4851
AC	0,49/0,6368	0,31/0,7441	2,28/0,1838	0,60/0,5770	0,52/0,6187	0,05/0,9470	0,16/0,8537	0,70/0,5341	0,29/0,7558
AD	3,77/0,0869	0,48/0,6395	0,98/0,4287	0,53/0,6133	0,09/0,9183	0,46/0,6535	0,03/0,9702	0,20/0,8237	1,38/0,3210
BC	4,17/0,0593	0,94/0,4788	17,18/0,0024	6,70/0,0242	2,28/0,1800	5,67/0,0348	3,08/0,1119	10,98/0,0075	5,58/0,0360
BD	4,14/0,0658	3,89/0,0738	2,30/0,1774	1,19/0,3902	2,44/0,1626	1,01/0,4492	0,60/0,6392	0,69/0,5888	3,27/0,1013
CD	0,73/0,4269	0,47/0,5179	0,00/0,9899	0,13/0,7296	0,02/0,9001	1,50/0,2671	0,16/0,7001	2,72/0,1503	12,2/0,0120
ABC	2,28/0,1694	0,93/0,5332	1,85/0,2371	0,86/0,5729	1,87/0,2334	0,27/0,9296	0,09/0,9944	0,81/0,5995	1,11/0,4498
ABD	2,57/0,1375	0,55/0,7605	1,56/0,3010	0,58/0,7395	2,35/0,1609	1,05/0,4767	0,28/0,9262	0,54/0,7612	0,46/0,8139
ACD	0,19/0,8349	0,20/0,8253	0,89/0,4580	0,15/0,8676	3,34/0,1059	0,64/0,5592	0,60/0,5777	0,63/0,5663	0,11/0,9002
BCD	3,08/0,1119	1,51/0,3043	7,49/0,0188	2,40/0,1663	0,71/0,5781	1,12/0,4127	1,29/0,3609	0,61/0,6349	0,99/0,4596
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΣΩΝ									
ΜΠΛΟΚ ΘΕΣΗΣ									
ΜΕΣΟΙ A	19,07777778	12,75555556	8,3 b	8,594444444	9,216666667	6,183333333	6,45	6,955555556	6,166666667
B	19,23333333	11,9	8,922222222 a	8,488888889	9,022222222	6,205555556	6,555555556	6,816666667	5,85
C	20,35	13,06875	10,14375 a	8,7875	10,23125	6,65625	7,18125	7,1875	5,90625
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑ	0,967365	1,263825	0,47108	0,810035	0,953925	0,556285	0,83422	0,4430495	0,400733
ΜΕΣΟΙ <i>Festuca arundinacea</i>	14,875 c	9,191666667 b	7,2 c	6,983333333 c	7,875 b	6,25 b	6,208333333 b	6,683333333 b	6,383333333 b
<i>Paspalum vaginatum</i>	24,16666667 a	16,48333333 a	11,775 a	11,75 a	12,35 a	8,441666667 a	9,141666667 a	9,008333333 a	7,558333333 a
<i>Cynodon dactylon</i>	22,9 a	14,54166667 a	10,58333333 b	9,158333333 b	9,691666667 b	5,983333333 b	6,85 b	6,741666667 b	5,25 c
<i>Zoysia japonica</i>	17,25833333 b	10,575 b	8,116666667 c	7,3 bc	8,25 b	5,416666667 b	5,3 b	5,725 b	4,825 c
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	1,117015	1,45934	0,543955	0,93535	1,1015	0,642345	0,96327	0,51159	0,4627265
ΑΡΔΕΥΣΗ									
ΜΕΣΟΙ ΠΛΗΡΗ	24,55238095 a	17,44615385 a	12,22307692 a	10,77692308 a	11,15769231 a	7,892307692 a	8,419230769 a	8,076923077 a	6,988461538 a
ΕΛΛΕΙΜΑΤΙΚΗ	15,52692308 b	10,25384615 b	6,85 b	6,580769231 b	8,111538462 b	4,938461538 b	5,234615385 b	5,734615385 b	4,934615385 b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,78985	1,03191	0,384635	0,66139	0,778875	0,454205	0,681135	0,3617485	0,327197
ΒΑΘΟΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ									
ΜΕΣΟΙ 7,5 cm	17,02916667 b	14,5875 a	10,075 a	9,291666667	10,72916667 a	7,2625 a	7,025	7,875 a	6,541666667 a
15 cm	22,892 a	10,796 b	8,944 b	8,452	8,528 b	5,988 b	6,908	6,376 b	5,612 b
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ	0,78985	1,03191	0,384635	0,66139	0,778875	0,454205	0,681135	0,3617485	0,327197

Με έντονη γραφή σημαίνεται η ύπαρξη διαφορών για πιθανότητα P-Value < 0,05, με τη μέθοδο ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (LSD)