Μεταβολή χαρακτηριστικών της βλάστησης κατά τη διαβάθμιση της αλατότητας σε παράκτια βοσκόμενα λιβάδια των εκβολών του ποταμού Σπερχειού

Σ. Στεφανόπουλος[1], Ε. Μουζοπούλου[1], Γ. Φωτιάδης[2], Ν. Γκουγκουλιάς[3], Μ. Βραχνάκης[1], Ι. Καζόγλου[1*]

[1] Τμήμα Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, Σχολή Τεχνολογίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Β. Γρίβα 11-13, Τ.Κ. 43100, Καρδίτσα

[2] Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Σχολή Επιστημών των Φυτών, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Δημοκρατίας 3, Τ.Κ. 36100, Καρπενήσι

[3] Τμήμα Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Περιφερειακή οδός Λαρίσης – Τρικάλων, Τ.Κ.41500, Λάρισα

*Email: ykazoglou@uth.gr

Περίληψη

Η διαβάθμιση της αλατότητας σε βοσκόμενα από νεροβούβαλους υγροτοπικά ενδιαιτήματα των εκβολών του Σπερχειού ποταμού αποτυπώνεται στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης, οι οποίες, από τη θάλασσα προς τη χέρσο, είναι: (α) ο αλμυρόβαλτος, (β) η μεταβατική ζώνη, (γ) το υγρό ποολίβαδο, και (δ) η «τάπια» (όχθες ποταμού εντός αναχωμάτων). Οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν τον Ιούλιο του 2021. Σε κάθε ζώνη βλάστησης λήφθηκαν δείγματα εδάφους και υπέργειας λιβαδικής παραγωγής σε αβόσκητες και βοσκημένες επιφάνειες, και έγιναν μετρήσεις κατά μήκος τομών βλάστησης. Οι τιμές αγωγιμότητας του εδάφους υπέδειξαν ότι τα εδάφη ήταν ισχυρώς αλατούχα στον αλμυρόβαλτο και τη μεταβατική ζώνη και μετρίως ή ελαφρώς αλατούχα στις δύο ανώτερες ζώνες. Τα αλόφυτα κυριαρχούσαν στον αλμυρόβαλτο (κάλυψη 85,3%) και τη μεταβατική ζώνη (59,3%) και ήταν παρόντα σε όλες τις ζώνες βλάστησης, τα ελόφυτα, τα ψυχανθή και τα ξυλώδη είδη ήταν παρόντα μόνο στο υγρό ποολίβαδο και την τάπια, ενώ τα άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή και οι άλλες πλατύφυλλες πόες ήταν παρόντα στις τρεις ανώτερες ζώνες. Το γυμνό έδαφος εμφάνισε τιμές κάλυψης από 4,7% στον αλμυρόβαλτο έως 14,6% στη μεταβατική ζώνη, η δε ξηροφυλλάδα από 6,7% στη μεταβατική ζώνη έως 37,3% στην τάπια. Η υπέργεια λιβαδική παραγωγή ήταν (α) 806,0 Kg/στρ. στον αλμυρόβαλτο, (β) 609,8 Kg/στρ. στη μεταβατική ζώνη, (γ) 695,5 Kg/στρ. στο υγρό ποολίβαδο, και (δ) 1089,5 Kg/στρ. στην τάπια, που ήταν η πλέον παραγωγική ζώνη βλάστησης. Τέλος, το ποσοστό βόσκησης σε κάθε ζώνη έδειξε ότι οι νεροβούβαλοι, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, έβοσκαν κατά προτεραιότητα στην τάπια (74%), δευτερευόντως στο υγρό ποολίβαδο (55%) και λιγότερο στην μεταβατική ζώνη (21%) και τον αλμυρόβαλτο (18%).

Λέξεις κλειδιά: νεροβούβαλος, αλμυρόβαλτος, προστατευόμενη περιοχή, Μαλιακός Κόλπος

Εισαγωγή

Οι υγρότοποι διακρίνονται για την υψηλή τους βιοποικιλότητα και την ποικιλομορφία τους. Οι παράκτιοι ή μεταβατικοί υγρότοποι, αυτοί δηλαδή που επηρεάζονται τόσο από το γλυκό νερό των ποταμών που εκβάλλουν σε αυτούς, όσο και από το θαλασσινό νερό αποτελούν μια ιδιαίτερη κατηγορία υγροτόπων. Τα παράκτια οικοσυστήματα, όπως τα δέλτα ποταμών, οι λιμνοθάλασσες και οι αλμυρόβαλτοι, είναι από τα πιο παραγωγικά, δυναμικά και υπό έντονη εκμετάλλευση οικοσυστήματα παγκοσμίως. Η αλλοίωσή τους από τις ανθρώπινες

δραστηριότητες είναι έντονη και παράλληλα αυξανόμενη. Παρόλα αυτά, οι παράκτιοι υγρότοποι υποστηρίζουν ένα εύρος οικοτόπων με μοναδικό πλούτο ειδών και γενετικής ποικιλότητας, αποθηκεύουν και ανακυκλώνουν θρεπτικές ουσίες, φιλτράρουν ρύπους από τα συστήματα εσωτερικών γλυκέων υδάτων και προστατεύουν τις ακτές (Pearce and Crivelli 1994, Sarika 2012, Mitsch and Gosselink 2015).

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε ότι οι παράκτιοι υγρότοποι της Ελλάδας φαίνεται να έχουν μελετηθεί κυρίως από βοτανικής – χλωριδικής (Sarika 2012, Xystrakis et. al. 2014, Sarika et al. 2018, Korakis and Gerasimidis 2006) και ορνιθολογικής άποψης (Οικονομίδου και Βασιλάκης 1994, Bobola et al. 2018, Panagiotopoulou et al. 2012, Alivizatos and Goutner 2021), και ελάχιστα από λιβαδοπονική σκοπιά, παρότι πολλοί αλμυρόβαλτοι και εκβολικά συστήματα βόσκονται από παραγωγικά ζώα (Kazoglou and Jerrentrup 2004, Καζόγλου 2007, Zogaris et al. 2017). Επιπλέον, για σημαντικούς υγροτόπους, όπως οι εκβολές του Αξιού, του Έβρου, του Αλιάκμονα, του Καλαμά, του Στρυμόνα, του Σπερχειού και άλλων ποταμών, δεν εντοπίστηκαν έρευνες σχετικά με τη διαβάθμιση της αλατότητας και τη μεταβολή της βλάστησης στα παράκτια υγροτοπικά οικοσυστήματα. Αντίθετα, στη διεθνή βιβλιογραφία για παρόμοιους υγροτόπους εντοπίστηκαν αρκετές έρευνες επί της οικολογίας των αλμυρόβαλτων, με σαφείς αναφορές στη ζωνοποίηση των παράκτιων οικοσυστημάτων σε σχέση με την αλατότητα των εδαφών και στις επιδράσεις της βόσκησης σε αυτά τα οικοσυστήματα. Η ζωνοποίηση αυτή αποτυπώνεται από την ύπαρξη διαφορετικών ζωνών βλάστησης υπό την επίδραση του πολύπλοκου υδατικού καθεστώτος (παροχές γλυκού νερού από αποστραγγιστικά κανάλια και ποταμούς, παλίρροια, επίδραση θαλασσινού νερού), των χαρακτηριστικών των εδαφών και της βόσκησης (Bromberg Gedan et al. 2009, Sweers et al. 2013, Ooi et al. 2021).

Τα ερευνητικά ερωτήματα που επεδίωξε να απαντήσει η παρούσα εργασία σχετίζονται με την ύπαρξη τέτοιων ζωνών στην προστατευόμενη περιοχή των εκβολών του Σπερχειού ποταμού. Συγκεκριμένα, μέσω αναλύσεων δειγμάτων εδάφους (αγωγιμότητα – αλατότητα) και μέσω μετρήσεων βασικών χαρακτηριστικών της λιβαδικής βλάστησης επιδιώχθηκε μια προκαταρκτική συστηματική καταγραφή στη συγκεκριμένη περιοχή βάσει των αρχών της Λιβαδοπονίας. Θεωρείται βέβαιο ότι πληρέστερες απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα, αλλά και σε άλλα απαραίτητα για την ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας προστατευόμενης περιοχής, θα δοθούν με περαιτέρω έρευνα στο μέλλον.

Βασική υπόθεση της παρούσας έρευνας ήταν ότι υπάρχει διαβάθμιση της αλατότητας στα εδάφη της περιοχής έρευνας από τις υψομετρικά χαμηλότερες (με αλμυρά νερά) προς τις υψηλότερες θέσεις, που επηρεάζονται από υφάλμυρα νερά στη ζώνη μίξης των υδάτων, και τα γλυκά νερά του Σπερχειού ποταμού. Δεύτερη υπόθεση αποτέλεσε η ύπαρξη ζωνών βλάστησης που καθορίζονται από την παραπάνω διαβάθμιση της αλατότητας, υπόθεση η οποία βασίστηκε σε οπτικές παρατηρήσεις της ομάδας έρευνας και ενισχύθηκε από την πρότερη καταγραφή διαφορετικών τύπων οικοτόπων στην περιοχή έρευνας (Sarika 2012, Sarika et al. 2018).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η καταγραφή της μεταβολής της κάλυψης της βλάστησης, λόγω διαβάθμισης της αλατότητας των εδαφών σε βοσκόμενα από νεροβούβαλους παράκτια ενδιαιτήματα και, συγκεκριμένα, σε λιβάδια παροδικά ή κατά μεγάλο χρονικό διάστημα πλημμυρισμένα από θαλασσινό νερό (λόγω πλημμυρίδας και αμπώτιδας) ή και από γλυκό νερό (τμήμα αυτών), στις εκβολές του Σπερχειού ποταμού.

Περιοχή έρευνας

Ο ποταμός Σπερχειός εντοπίζεται στην Π.Ε. Φθιώτιδας (Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας), πηγάζει στον Τυμφρηστό Ευρυτανίας και εκβάλει στον Μαλιακό Κόλπο. Η υδρολογική του λεκάνη ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της ανατολικής Στερεάς Ελλάδας. Ο Μαλιακός Κόλπος είναι ένας ημίκλειστος, ρηχός, θαλάσσιος, κολποειδής σχηματισμός στο κεντρικό τμήμα της χώρας, μεταξύ της Εύβοιας και της Στερεάς Ελλάδας, που χαρακτηρίζεται από περιορισμένη κυματική δράση εξαιτίας του σχετικά μικρού του μεγέθους και πλάτους (Ψωμιάδης 2010). Ο σημερινός Μαλιακός Κόλπος αποτελεί τμήμα της ευρύτερης λεκάνης του Σπερχειού που έχει κατακλιστεί από τη θάλασσα. Τόσο η κοιλάδα του Σπερχειού όσο και η περιοχή του Δέλτα του ποταμού είναι ενταγμένες στο Δίκτυο Natura 2000 ως Ειδική Ζώνη Διατήρησης – Τόπος Κοινοτικής Σημασίας (ΕΖΔ – ΤΚΣ) με την ονομασία «Κοιλάδα και εκβολές Σπερχειού – Μαλιακός Κόλπος – Μεσοχώρι Σπερχειού» και κωδικό GR2440002, καθώς και ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας («Κάτω ρους και εκβολές Σπερχειού ποταμού», GR2440005). Ο πυρήνας των εκβολών καλύπτει έκταση 39.664 στρ., ενώ η ευρύτερη περιοχή ανέρχεται στα 100.000 στρ.. Η μεγαλύτερη έκταση της περιοχής έξω από την παράκτια ζώνη καλύπτεται κυρίως από εντατικές ρυζοκαλλιέργειες, ενώ κοντά στις εκβολές υπάρχουν ξηρικές καλλιέργειες, χορτολιβαδικές εκτάσεις και ελαιώνες (Sarika 2012). Το τελευταίο τμήμα των εκβολών, κοντά στο στόμιο του ποταμού και εκεί που η ξηρά συναντά τη θάλασσα, σχηματίζει έναν ρηχό κόλπο σαν λιμνοθάλασσα, που ονομάζεται Λιβάρι και έχει έκταση 5000 στρ..

Η περιοχή όπου επικεντρώθηκε η παρούσα έρευνα βρίσκεται στις εκβολές του Σπερχειού ποταμού, εντός της ευρύτερης προστατευόμενης περιοχής του Μαλιακού κόλπου. Οι βοσκόμενες εκτάσεις είναι σχεδόν επίπεδες, ελάχιστα πάνω από το όριο της θάλασσας, και επηρεάζονται τόσο από την παλίρροια (άμπωτη – πλημμυρίδα, που επηρεάζουν τα εδάφη με μια μεταξύ τους υψομετρική διαφορά των 50-80 cm περίπου) όσο και από τις παροχές του ποταμού Σπερχειού (γλυκά νερά που αναμιγνύονται με τα θαλάσσια), γεγονός που προκαλεί μια διαβάθμιση της βλάστησης από τη θάλασσα προς τη χέρσο. Η διαβάθμιση αυτή είναι εμφανής από τα είδη φυτών και την αφθονία τους, που παρατηρούνται από τις υψομετρικά χαμηλότερες προς τις υψηλότερες θέσεις: (α) στην αμιγώς αλοφυτική ζώνη επικρατούν ελάχιστα είδη αλόφυτων, (β) στη μεταβατική ζώνη τα είδη φυτών αυξάνονται ελαφρώς, (γ) στη ζώνη της οποίας τα εδάφη φαίνεται να επηρεάζονται περισσότερο από τα γλυκά νερά του ποταμού, ο αριθμός των φυτικών ειδών αυξάνεται περαιτέρω, ενώ (δ) αυξημένο αριθμό ειδών φυτών φαίνεται να φιλοξενεί και η ζώνη, που περιλαμβάνει τις όχθες του ποταμού και την πλευρική της ζώνη πλημμυρών. Η τελευταία («τάπια» σύμφωνα με την τοπική ονομασία) οριοθετείται εκατέρωθεν από σχετικά χαμηλά αναχώματα, τα οποία την διαχωρίζουν σαφώς από τις τρεις προηγούμενες ζώνες βλάστησης.

Συνεπώς, οι περιβαλλοντικές – οικολογικές διαβαθμίσεις στην περιοχή έρευνας αφορούν σε (α) υψομετρική διαβάθμιση των βοσκόμενων λιβαδιών – ερευνητικών επιφανειών (max. 2 μ. από τον αλμυρόβαλτο έως την τάπια), (β) διαβάθμιση ως προς το καθεστώς πλημμυρίσματος των παραπάνω ζωνών βλάστησης, (γ) διαβάθμιση στην αλατότητα των εδαφών (ένα από τα ζητούμενα της παρούσας έρευνας), (δ) διαβάθμιση στην κάλυψη της βλάστησης στις παραπάνω ζώνες βλάστησης (επίσης ζητούμενο της παρούσας έρευνας), και (ε) διαβάθμιση στην προτίμηση των ζωνών βλάστησης από τα βόσκοντα ζώα (επίσης ζητούμενο της παρούσας έρευνας).

Εντός της περιοχής έρευνας, όπου πραγματοποιήθηκε η παρούσα έρευνα, απαντώνται τέσσερεις τύποι οικοτόπων (Sarika et al. 2018): (α) Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμπώτιδας (κωδικός Natura 1210), (β) Μεσογειακά αλίπεδα Juncetalia maritimi (1410), (γ) Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (1420), και (δ) Καλαμιώνες (72A0).

Τα βοσκόντα ζώα στην περιοχή έρευνας ήταν νεροβούβαλοι (*Bubalus bubalis*), που ανήκουν σε μία εκτροφή 110 περίπου ζώων. Ο κτηνοτρόφος επέλεξε τους βούβαλους λόγω της άριστης προσαρμογής τους στις υγροτοπικές συνθήκες, την ανθεκτικότητά τους στις ασθένειες και τις μικρότερες ανάγκες φροντίδας σε σχέση με βελτιωμένες φυλές βοοειδών γαλακτοπαραγωγής, κρεοπαραγωγής ή μικτής παραγωγικής κατεύθυνσης. Οι βούβαλοι βόσκουν και κατά τους χειμερινούς μήνες, ειδικά όταν οι καιρικές συνθήκες είναι καλές (χωρίς χιόνι και πάγο) και οι διατροφικές τους ανάγκες το χειμώνα – κατά τη διάρκεια του σταβλισμού τους – καλύπτονται από συμπληρωματική διατροφή αποτελούμενη από σανό, άχυρο και μίγμα από αλεσμένο καλαμπόκι, κριθάρι, πίτυρο και αλάτι, που χορηγείται στα ζώα από τα τέλη Νοεμβρίου έως τα μέσα Απριλίου κάθε έτους.

Μέθοδοι και υλικά

Οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν στην παρούσα εργασία αφορούσαν σε (α) εργασίες πεδίου για τη λήψη δειγμάτων εδάφους στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης και εργαστηριακές αναλύσεις των εδαφικών δειγμάτων για τον προσδιορισμό της αλατότητας μέσω της αγωγιμότητας, (β) εφαρμογή της μεθόδου γραμμής και σημείου για την εκτίμηση της κάλυψης της λιβαδικής βλάστησης, και (γ) λήψη δειγμάτων βλάστησης σε αβόσκητες και βοσκημένες επιφάνειες για τον υπολογισμό της υπέργειας λιβαδικής παραγωγής και του ποσοστού βόσκησης. Τα βόσκοντα ζώα βρίσκονταν στην περιοχή έρευνας από τις αρχές Μαΐου 2021. Οι δειγματοληψίες έγιναν στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης της περιοχής έρευνας, οι οποίες από τις τοπογραφικά χαμηλότερες (πλευρά θάλασσας) προς τις τοπογραφικά υψηλότερες (χέρσος) διακρίθηκαν οπτικά ως: (α) αλμυρόβαλτος, (β) μεταβατική ζώνη, (γ) υγρό ποολίβαδο (η καθεμιά με έκταση κάποιων εκατοντάδων στρ.), και (δ) τάπια (όχθες ποταμού – ζώνη πλημμυρών εντός αναχωμάτων που περιβάλλουν την ευρύτερη κοίτη του, με έκταση κάποιων δεκάδων στρ.).

Οι εργασίες πεδίου έλαβαν χώρα κατά τη θερινή περίοδο του 2021. Στις 20 Ιουνίου έγινε η πρώτη αναγνωριστική επίσκεψη, ενώ οι δειγματοληψίες έγιναν στο διάστημα 7-16 Ιουλίου 2021 (κατά τις πρώτες πρωινές ώρες έως το μεσημέρι, όταν οι θερμοκρασίες έφταναν τους 43 ^{o}C). Οι εδαφολογικές αναλύσεις έγιναν στο Εργαστήριο Εδαφολογίας του Τμήματος Γεωπονίας – Αγροτεχνολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Λάρισα, 20/9-30/10/2021).

Τα δείγματα εδάφους, που λήφθηκαν στο πεδίο με εδαφολήπτη σε βάθος 0-25 cm (οχτώ δείγματα συνολικά, δύο μόνο σε κάθε ζώνη βλάστησης λόγω πρακτικών περιορισμών), αρχικά μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και απλώθηκαν πάνω σε χαρτί για να αεροξηρανθούν, σε καλά αεριζόμενο χώρο και μακριά από ατμούς οξέων και αμμωνίας. Η θερμοκρασία αεροξήρανσης ήταν 25^{o} – 35^{o} C. Μετά την ξήρανση, τα δείγματα τρίφτηκαν σε γουδί πορσελάνης με προσοχή ώστε να μην σπάσουν τα τεμάχια των πετρωμάτων. Στη συνέχεια, κάθε δείγμα κοσκινίστηκε (οπές διαμέτρου 2 mm) για τη λήψη της «λεπτής γης», η οποία χρησιμοποιήθηκε για τις περαιτέρω αναλύσεις. Τα τελικά δείγματα αποθηκεύτηκαν σε ειδικά χάρτινα δοχεία και ο προσδιορισμός της αγωγιμότητας έγινε με τη μέθοδο της εκχύλισης 1:5 (έδαφος προς αποσταγμένο νερό) (Γκουγκουλιάς 2016).

Η μέθοδος της γραμμής και σημείου (Βραχνάκης και Κωστοπούλου 2006) εφαρμόστηκε κατά μήκος τομών βλάστησης (transects) με τρεις τυχαίες επαναλήψεις σε κάθε ζώνη βλάστησης. Οι τομές είχαν μήκος 50 μ. έκαστη και η καταγραφή των φυτών με την δειγματοληπτική βελόνα γινόταν ανά ένα μέτρο (πρώτη επαφή φυτού με τη βελόνα, 50 καταγραφές ανά τομή, 150 καταγραφές συνολικά ανά ζώνη βλάστησης, 600 καταγραφές στο σύνολο των τεσσάρων ζωνών βλάστησης). Τα είδη φυτών που καταγράφηκαν κατά μήκος των τομών βλάστησης χωρίστηκαν σε έξι κατηγορίες: (α) αλόφυτα, (β) ελόφυτα (εδώ περιλήφθηκε μόνο το καλάμι *Phragmites australis*), (γ) άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή, (δ) ψυχανθή, (ε) άλλες πλατύφυλλες πόες, και (στ) ξυλώδη είδη.

Για τον υπολογισμό της λιβαδικής παραγωγής και του ποσοστού βόσκησης (Νάστης και Τσιουβάρας 1991), η συγκομιδή της λιβαδικής παραγωγής ανά ζώνη βλάστησης έγινε με τυχαία δειγματοληψία τόσο σε αβόσκητες όσο και σε βοσκημένες επιφάνειες (από τρία πλαίσια 0,5 μ. Χ 0,5 μ. σε κάθε επιφάνεια). Οι αβόσκητες επιφάνειες εντοπίστηκαν στο νότιο τμήμα του Λιβαριού, σε θέση που διαχωρίζονταν από τα βοσκόμενα λιβάδια από ηλεκτροφόρα περίφραξη. Με τον τρόπο αυτό συλλέχθηκαν συνολικά 24 (12+12) δείγματα φυτών από τις τέσσερεις ζώνες βλάστησης. Η βλάστηση στα πλαίσια κόβονταν 1-2 εκ. πάνω από το έδαφος και η κομμένη βιομάζα τοποθετούνταν σε χάρτινες σακούλες. Στη συνέχεια, οι χαρτοσακούλες με την φυτομάζα, τοποθετήθηκαν σε καλά αεριζόμενο εργαστηριακό χώρο για ξήρανση στον αέρα. Ακολούθως, τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε κλίβανο στους 68 ºC για 48 ώρες και ζυγίστηκαν αμέσως μετά την ξήρανση με ζυγό ακριβείας.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Αγωγιμότητα – αλατότητα των εδαφών

Οι τιμές αγωγιμότητας των οχτώ εδαφικών δειγμάτων και ο προσδιορισμός της αλατότητάς τους δίδονται στον πίνακα 1. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με την αρχική υπόθεση εργασίας ότι η αλατότητα των εδαφών στην περιοχή έρευνας μειώνεται από τις τοπογραφικά χαμηλές προς τις υψηλότερες θέσεις και ζώνες βλάστησης.

Πίνακας 1. Τιμές αγωγιμότητας των εδαφικών δειγμάτων και προσδιορισμός αλατότητας.

α/α	Ζώνη βλάστησης	Αγωγιμότητα (ms/cm)	Προσδιορισμός αλατότητας*
1	Αλμυρόβαλτος	3,53	Ισχυρά αλατούχο έδαφος
2	Αλμυρόβαλτος	11,21	Ισχυρά αλατούχο έδαφος
3	Μεταβατική ζώνη	4,54	Ισχυρά αλατούχο έδαφος
4	Μεταβατική ζώνη	4,96	Ισχυρά αλατούχο έδαφος
5	Υγρό ποολίβαδο	1,41	Μέτρια αλατούχο έδαφος
6	Υγρό ποολίβαδο	0,73	Ελαφρά αλατούχο έδαφος
7	Τάπια (όχθες ποταμού)	0,50	Ελαφρά αλατούχο έδαφος
8	Τάπια (όχθες ποταμού)	0,77	Ελαφρά αλατούχο έδαφος

* Ο προσδιορισμός της αλατότητας έγινε σύμφωνα με τα αναφερόμενα από τον Γκουγκουλιά (2016) για γεωργικά εδάφη.

Είδη φυτών και κάλυψη βλάστησης

Στο σύνολο των ζωνών βλάστησης καταγράφηκαν 18 είδη φυτών (σχετικά χαμηλός αριθμός, που εν μέρει οφείλεται στην εποχή της δειγματοληψίας, η οποία όμως δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί νωρίτερα, κυρίως λόγω πρακτικών περιορισμών), που ανήκουν σε 11 βοτανικές οικογένειες, από τα οποία μόνο το αλόφυτο *Limonium narbonense* καταγράφηκε και στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης (Πίνακας 2). Στον αλμυρόβαλτο καταγράφηκαν 3 είδη φυτών, στη μεταβατική ζώνη 8 είδη, στο υγρό ποολίβαδο 15 είδη και στην τάπια 14 είδη, γεγονός που πιθανότατα σχετίζεται με τη μειούμενη αλατότητα από τις χαμηλές προς τις τοπογραφικά υψηλότερες ζώνες βλάστησης της περιοχής έρευνας.

Οι τιμές κάλυψης (%) των κατηγοριών φυτών μαζί με το γυμνό έδαφος και την ξηροφυλλάδα παρουσιάζονται στον πίνακα 3. Τρία (3) είδη αλοφύτων κυριάρχησαν στον αλμυρόβαλτο και τη μεταβατική ζώνη με τιμές κάλυψης 85,3% και 59,3% αντίστοιχα. Τα ελόφυτα καταγράφηκαν μόνο στο υγρό ποολίβαδο και την τάπια (9,3% και 16% αντίστοιχα), όπως και τα ψυχανθή (10,0% και 13,3% αντίστοιχα) και τα ξυλώδη είδη (0,7% και 1,3% αντίστοιχα). Στις τρεις ανώτερες ζώνες βλάστησης (μεταβατική ζώνη, υγρό ποολίβαδο και τάπια) καταγράφηκαν τα άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή (με τιμές 16,7%, 22% και 6,7% αντίστοιχα) και οι άλλες πλατύφυλλες πόες (2,7%, 18,0% και 13,3% αντίστοιχα). Γυμνό έδαφος και ξηροφυλλάδα καταγράφηκαν και στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης με μέγιστες τιμές, το μεν γυμνό έδαφος 14,6% (μεταβατική ζώνη), και η ξηροφυλλάδα 37,3% (τάπια).

Πίνακας 2. Είδη φυτών στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης της περιοχής έρευνας.

				Παρουσία* στις ζώνες βλάστησης**			
α/α	Είδος φυτού	Οικογένεια	Κατηγορία	Z1	Z2	Z3	Z4
1	*Arthrocnemum macrostachyum*	CHENOPODIACEAE	Αλόφυτα	1	1	1	0
2	*Halimione portulacoides*	CHENOPODIACEAE		1	1	0	0
3	*Limonium narbonense*	PLUMBAGINACEAE		1	1	1	1
4	*Phragmites australis*	POACEAE	Ελόφυτα	0	0	1	1
5	*Agrostis* cf *stolonifera*	POACEAE	Άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή	0	1	1	1
6	*Cynosurus cristatus*	POACEAE		0	1	1	0
7	*Elymus elongatus*	POACEAE		0	0	1	1
8	*Elymus repens*	POACEAE		0	1	1	1
9	*Juncus acutus*	JUNCACEAE		0	0	1	1
10	cf *Vicia sp*	FABACEAE	Ψυχανθή	0	0	1	1
11	*Lotus corniculatus*	FABACEAE		0	0	1	1
12	*Melilotus indicus*	FABACEAE		0	0	0	1
13	*Bupleurum tenuissimum*	APIACEAE	Άλλες πλατύφυλλες πόες	0	1	1	1
14	*Fallopia convolvulus*	POLYGONACEAE		0	0	1	0
15	*Plantago coronopus*	PLANTAGINACEAE		0	1	1	1
16	*Urospermum picroides*	ASTERACEAE		0	0	1	1
17	*Tamarix tetrandra*	TAMARICACEAE	Ξυλώδη είδη	0	0	1	1
18	*Vitex agnus-castus*	VERBENACEAE		0	0	0	1
		Σύνολο φυτικών ειδών ανά ζώνη βλάστησης		3	8	15	14

* Η παρουσία κάθε φυτικού είδους σε κάθε ζώνη βλάστησης καταγράφεται με τον αριθμό 1 (η απουσία με 0).
** Z1: Ζώνη 1 (αλμυρόβαλτος), Z2: Ζώνη 2 (μεταβατική), Z3: Ζώνη 3 (υγρό ποολίβαδο), Z4: Ζώνη 4 (τάπια - όχθες ποταμού)

Πίνακας 3. Κάλυψη (%) της βλάστησης στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης της περιοχής έρευνας (μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα).

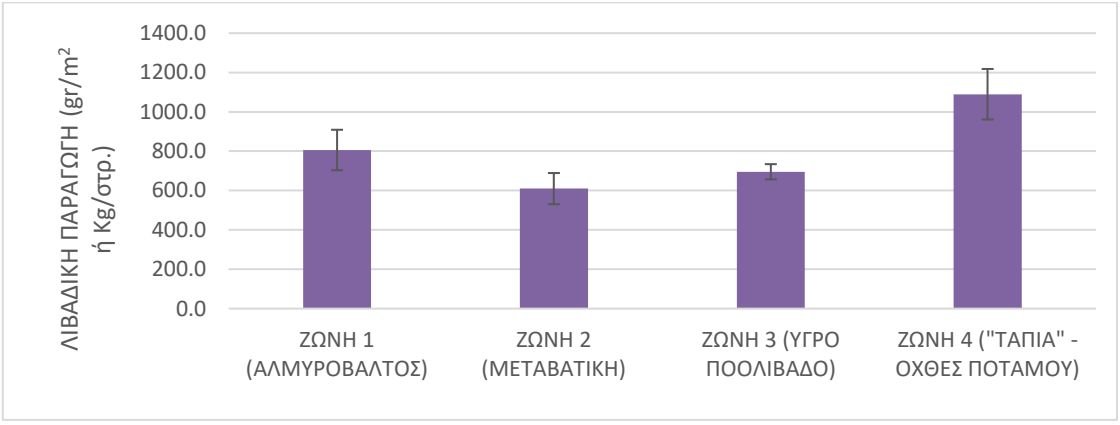
	Ζώνη βλάστησης			
Κατηγορίες κάλυψης	Αλμυρόβαλτος	Μεταβατική ζώνη	Υγρό ποολίβαδο	Τάπια (όχθες ποταμού)
Αλόφυτα	85,3±3,7	59,3±4,7	24,0±7,2	2,7±1,8
Ελόφυτα	0,0	0,0	9,3±2,4	16,0±3,1
Άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή	0,0	16,7±4,1	22,0±5,8	6,7±1,3
Ψυχανθή	0,0	0,0	10,0±9,0	13,3±4,7
Άλλες πλατύφυλλες πόες	0,0	2,7±2,7	18,0±2,3	13,3±2,9
Ξυλώδη είδη	0,0	0,0	0,7±0,7	1,3±0,7
Γυμνό έδαφος	4,7±1,3	14,6±2,4	5,3±2,4	9,4±4,1
Ξηροφυλλάδα	10,0±3,1	6,7±2,4	10,7±1,3	37,3±4,4
Σύνολο	100	100	100	100

Οι τιμές κάλυψης (%) του γυμνού εδάφους στις δύο χαμηλότερες ζώνες βλάστησης (Πίνακας 3) αποδίδονται κυρίως σε κενά που παρατηρήθηκαν στη συνέχεια της βλάστησης των αλοφύτων, πιθανότατα λόγω υψηλών συγκεντρώσεων αλάτων (σε πολλές περιπτώσεις εμφανών στην επιφάνεια του εδάφους ως κηλίδες λευκού χρώματος), ενώ στις δύο

υψηλότερες ζώνες στο ποδοπάτημα από τους νεροβούβαλους. Αντίστοιχα, οι τιμές κάλυψης (%) της ξηροφυλλάδας στον αλμυρόβαλτο αφορούσαν κατά κύριο λόγο νεκρούς ιστάμενους ιστούς αλοφύτων, ενώ, σταδιακά, προχωρώντας προς τις ανώτερες υψομετρικά ζώνες, εμφανής ήταν η επίδραση της βόσκησης στα φυτά, ειδικά στην τάπια, όπου η ξηροφυλλάδα αφορούσε κυρίως ξηρούς φυτικούς ιστούς της τρέχουσας ή της προηγούμενης περιόδου ανάπτυξης των φυτών, που είχαν ποδοπατηθεί ή μερικώς καταναλωθεί από τα βόσκοντα ζώα.

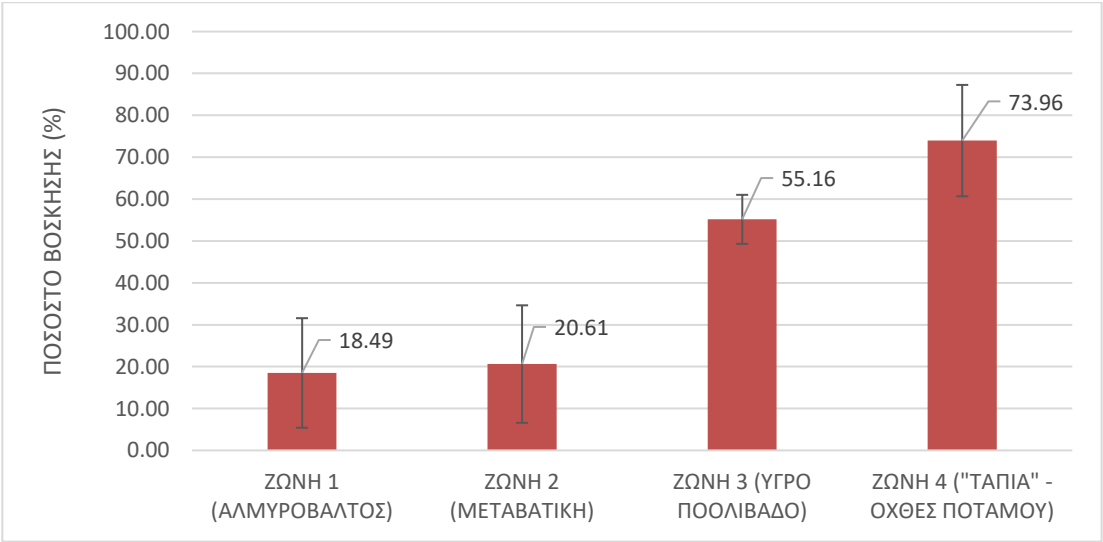
Λιβαδική παραγωγή και ποσοστό βόσκησης

Η υπέργεια λιβαδική παραγωγή υπολογίστηκε από τα δείγματα που λήφθηκαν στις αβόσκητες επιφάνειες των τεσσάρων ζωνών βλάστησης της περιοχής έρευνας (Εικόνα 1). Η πλέον παραγωγική ζώνη ήταν η τάπια (1089,5±128,5 Kg/στρ.) και ακολούθησαν ο αλμυρόβαλτος (806,0±102,9 Kg/στρ.), το υγρό ποολίβαδο (695,5±38,8 Kg/στρ.) και η μεταβατική ζώνη (609,8±79,4 Kg/στρ.).



Εικόνα 1. Υπέργεια λιβαδική παραγωγή (gr/m^2 ή Kg/στρ.) στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης της περιοχής έρευνας. Οι κάθετες μπάρες αντιστοιχούν στο τυπικό σφάλμα.

Από τα παραπάνω δείγματα φυτών (αβόσκητες θέσεις), καθώς και από τα δείγματα που λήφθηκαν σε βοσκημένες επιφάνειες (ζεύγη τιμών), υπολογίστηκε το ποσοστό βόσκησης ή χρησιμοποίησης (%) σε κάθε μία από τις τέσσερεις ζώνες βλάστησης (Εικόνα 2).



Εικόνα 2. Το ποσοστό βόσκησης ή χρησιμοποίησης (%) της λιβαδικής βλάστησης (μέσοι όροι ± τυπικό σφάλμα) από τους νεροβούβαλους στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης της

περιοχής έρευνας (έναρξη βόσκησης στις αρχές Μαΐου 2021, δειγματοληψίες σε αβόσκητες και βοσκημένες επιφάνειες στις 7/7/2021).

Οι νεροβούβαλοι, στη διάρκεια των δύο περίπου μηνών από την έναρξη της περιόδου βόσκησης το 2021, φαίνεται πως έδειξαν σαφή προτίμηση για βόσκηση στην τάπια (Εικόνα 2), γεγονός που συνάδει και με την αυξημένη τιμή κάλυψης (%) της ξηροφυλλάδας στην ίδια ζώνη (Πίνακας 3). Δευτερευόντως, φαίνεται να προτίμησαν το υγρό ποολίβαδο (ποσοστό βόσκησης 55,16±5,9%) και ακόμη λιγότερο τις δύο χαμηλότερες ζώνες βλάστησης. Τα αποτελέσματα αυτά εκτιμώνται ως αναμενόμενα, καθώς στην τάπια και το υγρό ποολίβαδο φύονται επιθυμητά για τους βούβαλους είδη φυτών, όπως το καλάμι *Phragmites australis*, τα ψυχανθή και άλλα ποώδη είδη, που συνθέτουν τη βοσκήσιμη ύλη, ενώ το ίδιο δεν ισχύει για τον αλμυρόβαλτο και τη μεταβατική ζώνη. Επιπλέον, η τάπια φαίνεται να καλύπτει τις διατροφικές ανάγκες των νεροβούβαλων και από πλευράς ποσότητας διαθέσιμης βοσκήσιμης ύλης, κάτι που δεν συμβαίνει στον αλμυρόβαλτο, όπου η σχετικά αυξημένη υπέργεια λιβαδική του παραγωγή δεν συνοδεύεται και από υψηλή περιεκτικότητα σε βοσκήσιμη ύλη, καθώς δεν περιλαμβάνει είδη φυτών που προτιμώνται από τους νεροβούβαλους.

Συμπεράσματα

Η βασική υπόθεση της παρούσας έρευνας σχετικά με τη διαβάθμιση της αλατότητας στα εδάφη της περιοχής έρευνας από τις χαμηλότερες (με αλμυρά νερά) προς τις υψομετρικά υψηλότερες θέσεις, που επηρεάζονται από τα γλυκά νερά του Σπερχειού ποταμού, φαίνεται πως επαληθεύεται από τις τιμές αγωγιμότητας των εδαφικών δειγμάτων, που συλλέχθηκαν σε αυτήν. Η δεύτερη υπόθεση της έρευνας, σχετικά με την ύπαρξη τεσσάρων διακριτών ζωνών βλάστησης, φαίνεται να ευσταθεί επίσης, απαιτείται όμως περαιτέρω ανάλυση των σχετικών δεδομένων. Τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα συνοψίζονται ως εξής:

(1) Η περιοχή έρευνας χαρακτηρίζεται από τέσσερεις ζώνες βλάστησης, οι οποίες από τη θάλασσα προς τη χέρσο είναι: (α) ο αλμυρόβαλτος, όπου καταγράφηκαν μόνο 3 είδη αλοφύτων (β) η μεταβατική ζώνη (8 είδη φυτών), (γ) το υγρό ποολίβαδο (15 είδη), και (δ) η «τάπια» (όχθες του ποταμού εντός αναχωμάτων), με 14 είδη φυτών).

(2) Τα εδάφη του αλμυρόβαλτου και της μεταβατικής ζώνης χαρακτηρίζονται ως ισχυρά αλατούχα, ενώ του υγρού ποολίβαδου και της τάπιας ως μέτρια ή ελαφρώς αλατούχα, αποτελέσματα που θα ήταν σκόπιμο να επαληθευτούν με περισσότερα δείγματα εδάφους ανά ζώνη βλάστησης σε μελλοντική έρευνα.

(3) Από τις έξι κατηγορίες φυτών στις οποίες ταξινομήθηκαν τα 18 φυτικά είδη της περιοχής έρευνας, τα «αλόφυτα» καταγράφηκαν στις τρεις χαμηλότερες ζώνες βλάστησης (με εξαίρεση το αλόφυτο *Limonium narbonense* που βρέθηκε και στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης), τα «ελόφυτα», τα «ψυχανθή» και τα «ξυλώδη είδη» μόνο στο υγρό ποολίβαδο και την τάπια, ενώ τα «άλλα αγρωστώδη και αγρωστοειδή» και οι «άλλες πλατύφυλλες πόες» καταγράφηκαν στην μεταβατική ζώνη, το υγρό ποολίβαδο και την τάπια.

(4) Η παραγωγικότερη ζώνη βλάστησης ήταν η τάπια, δεύτερη ήταν ο αλμυρόβαλτος, τρίτη το υγρό ποολίβαδο και τέταρτη η μεταβατική ζώνη. Ωστόσο, όπως προέκυψε από το ποσοστό (%) βόσκησης σε κάθε ζώνη βλάστησης, η υπέργεια λιβαδική παραγωγή δεν αποτελεί ταυτόχρονα και κριτήριο σχετικά με την περιεχόμενη σε αυτήν βοσκήσιμη ύλη, καθώς οι νεροβούβαλοι αξιοποίησαν με διαφορετικό τρόπο τη λιβαδική παραγωγή στις τέσσερεις ζώνες βλάστησης (το ποσοστό βόσκησης ήταν υψηλό στην τάπια, μέτριο στο υγρό ποολίβαδο και χαμηλό στη μεταβατική ζώνη και τον αλμυρόβαλτο).

Αναγνώριση βοήθειας

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα της διατριβής του πρώτου συγγραφέα, που εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών του στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Πολυλειτουργική Διαχείριση Δασικών Οικοσυστημάτων και Βιο-οικονομία» του Τμήματος Δασολογίας, Επιστημών Ξύλου και Σχεδιασμού, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται προς τον εκτροφέα των νεροβούβαλων κ. Φώτη Καπόλα και την οικογένειά του για τις χρήσιμες πληροφορίες που παρείχαν για την έρευνα και τη φιλοξενία τους.

Βιβλιογραφία

Βραχνάκης, Μ. και Π. Κωστοπούλου. 2006. Λιβαδοπονία: Σημειώσεις για το Εργαστηριακό μάθημα. Εργαστήριο Λιβαδοπονίας, Τμήμα Δασολογίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Λάρισας – Παράρτημα Καρδίτσας.

Γκουγκουλιάς, Ν. Κ. 2016. Μέθοδοι ανάλυσης του εδάφους. Εκδ. Γραμμικό, Λάρισα.

Καζόγλου, Ι. 2007. Επιδράσεις της βόσκησης βούβαλων στα υγρά ποολίβαδα του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών. Διδακτορική διατριβή. Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Τομέας Λιβαδοπονίας και Άγριας Πανίδας – Ιχθυοπονίας Γλυκέων Υδάτων, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 254 σελ.

Νάστης, Α. Σ. και Κ.Ν. Τσιουβάρας. 1991. Διαχείριση και βελτίωση λιβαδιών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Υπηρεσία δημοσιευμάτων, Θεσσαλονίκη. Σελ. 142.

Ψωμιάδης, Ε. 2010. Έρευνα γεωμορφολογικών και περιβαλλοντικών μεταβολών στην υδρολογική λεκάνη του Σπερχειού ποταμού με χρήση νέων τεχνολογιών. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Οικονομίδου, Ε., Κ. Βασιλάκης, Δ. Μπούσμπουρας και R. White. 1994. Εκτίμηση Οικολογικής Αξίας του Δέλτα του Καλαμά και Προκαταρτικές Προτάσεις Διαχειρίσεως (Φάση 1:1992). ΕΚΒΥ και Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών.

Alivizatos, H. and V. Goutner. 2021. Diet composition, guild structure and trophic relationships of wintering birds of prey in an estuarine wetland (The Evros Delta National Park, Greece). *Ecologica Montenegrina*, 39: 15-29.

Bobola, E., V. Goutner and V. Liordos. 2018. Foraging habitat selection and differentiation among coexisting raptors across an estuarine landscape (Evros Delta, Northern Greece). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 213: 108–114.

Bromberg Gedan, K., C.M. Crain and M.D. Bertness. 2009. Small-mammal herbivore control of secondary succession in New England tidal marshes. Department of Ecology and Biology. USA, 430pp.

Kazoglou, Y. and H. Jerrentrup. 2004. Management of wetland vegetation with water buffaloes in Greece, pp 91-93 & 133. *In:* U. Gattenlöhner, M. Hammerl-Resch, S. Jantschke (Eds). Reviving Wetlands – Sustainable Management of Wetlands and Shallow Lakes. Global Nature Fund, Living Lakes, EU LIFE Programme, D.G. Environment.

Korakis, G. and A. Gerasimidis. 2006. Coastal and halophytic habitats and their flora in Evrotas Delta (SE Peloponnisos, Greece). *Journal of Biological Research*, 6: 155-166.

Mitsch, W. J. and J.G. Gosselink. 2015. Wetlands. 5th edition. John Wiley & Sons.

Ooi, S.K., A. Barry, B. Lawrence and A. Helton. 2021. Vegetation zones as indicators of denitrification potential in salt marshes. *Ecological Applications*, 2022; 32: e2630.

Panagiotopoulou, M., S. Kazantzidis, E. Katrana and L. Alvanou. 2012. The importance of Axios-Loudias-Aliakmonas wetland complex for nesting of threatened species of gulls and terns. 12th International Congress on the Zoogeorgaphy and Ecology of Greece and adjacent regions.

Pearce, F. and A.J. Crivelli. 1994. Characteristics of Mediterranean Wetlands. Tour du Valat, Arles, France. Publications MedWet / Tour du Valat – number 1, 88pp.

Sarika, M. 2012. Flora and vegetation of some coastal ecosystems of Sterea Ellas and eastern Greece. Lazaroa 33: 65-99.

Sarika, M.A., A.N. Christopoulou, S.D. Zervou and A.C. Zikos. 2018. Vegetation units of wetland and terrestrial habitats: the case study of Spercheios River and Maliakos Gulf (Sterea Ellas, Greece), a Natura 2000 Site. Hacquetia 17/2, 189-220.

Sweers, W., S. Horn, G. Grenzdörffer and J. Müller. 2013. Regulation of reed (*Phragmites australis*) by water buffalo grazing: use in coastal conservation. *Mires and Peat*, Vol. 13 (2013/14), Art. 03, 1-10.

Xystrakis, F., K. Theodoropoulos, E. Eleftheriadou, D.A. Samaras, C. Damianidis and T. Papadopoulos. 2014. Succession rates and patterns twelve years after land use abandonment in the estuary of River Aliakmon, N. Greece. *Acta Bot. Croat.* 73(1), 21-35.

Zogaris, S., N. Skoulikidis and E. Dimitriou. 2017. River and Wetland Restoration in Greece: Lessons from Biodiversity Conservation Initiatives. *In:* N. Skoulikidis et al. (eds.), The Rivers of Greece: Evolution, Current Status and Perspectives, Hdb Env Chem, DOI 10.1007/698_2017_471, Springer International Publishing.

Change of vegetation characteristics along the salinity gradation in coastal grazing meadows of the Spercheios River estuary

S. Stefanopoulos[1], E. Mouzopoulou[1], G. Fotiadis[2], N. Gougoulias[3], M. Vrachnakis[1], Y. Kazoglou[1*]

[1] Department of Forestry, Wood Sciences and Design, School of Technology, University of Thessaly, V. Griva 11-13, P.C. 43100, Karditsa, Greece

[2] Department of Forestry and Natural Environment Management, School of Plant Sciences, Agricultural University of Athens, Dimocratias 3, P.C. 36100, Karpenissi, Greece

[3] Department of Agriculture – Agrotechnology, School of Agricultural Sciences, University of Thessaly, Larissa – Trikalon Ring Road, P.C. 41500, Larissa, Greece

*Email: ykazoglou@uth.gr

Abstract

The gradation of salinity in water buffalo grazed wetland habitats of the Spercheios River estuary is reflected by the existence of four vegetation zones, which, from the sea to the mainland, are: (a) the saltmarsh, (b) the transition zone, (c) the wet grassland, and (d) the river banks. Field work took place in July 2021: in each zone, soil and aboveground rangeland production samples were taken in ungrazed and grazed areas, and measurements were made along vegetation transects. Soil conductivity values indicated that the soils were strongly saline in the saltmarsh and the transition zone and moderately or slightly saline in the upper two zones. *Halophytes* were dominant in the saltmarsh (cover value 85.3%) and the transition zone (59.3%), and were present in all vegetation zones; *helophytes*, *legumes* and *woody species* were present only in the wet grassland and the river banks, while *other grasses and grass-like species* and *other forbs* were recorded in the three upper zones. *Bare soil* cover values ranged from 4.7% in the saltmarsh to 14.6% in the transition zone, while *litter* cover values ranged from 6.7% in the transition zone to 37.3% in the river banks. Aboveground rangeland production values in the four vegetation zones were: (a) 8060.0 Kg/ha in the saltmarsh, (b) 6098.0 Kg/ha in the transition zone, (c) 6955.0 Kg/ha in the wet grassland, and (d) 10895.0 Kg/ha in the river banks, which were the most productive zone. Finally, the percentage use in each zone showed that water buffaloes grazed mostly in the river banks (74%), secondly in the wet grassland (55%) and less in the transition zone (21%) and the saltmarsh (18%).

Keywords: *water buffalo, saltmarsh, protected area, Maliakos Gulf*