

Δομή και μεταβολές του τοπίου στην περιοχή Λιβαδίου Ελασσόνας: επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα και την ερπετοπανίδα – μια προκαταρκτική ανάλυση

R. Merken¹, M. Engelbeen¹, K. Somers¹, W. Massant¹, A. Σφουγγάρης², F. Dahdouh-Guebas¹ και N. Koedam¹

¹Research Group General Botany and Nature Management, Faculty of Sciences, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B1050 Brussels, Belgium, e-mail: nikoedam@vub.ac.be
²Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Οδός Φυτόκου, Ν. Ιωνία, 384 46 Βόλος, e-mail: asfoug@agr.uth.gr

Περίληψη

Το τοπίο στην περιοχή Δολίχη Λιβαδίου Ελασσόνας έχει υποστεί μεγάλες μεταβολές στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών. Αυτό επιβεβαιώνεται από μια σειρά αεροφωτογραφιών της περιόδου 1960-1995 και με τη δορυφορική εικόνα QuickBird υψηλής ευκρίνειας του έτους 2003. Οι μεταβολές περιλαμβάνουν νέες χρήσεις γης, αλλαγές σε υπάρχουσες χρήσεις γης, εξαφάνιση μικρής κλίμακας στοιχείων του τοπίου, καθώς και αλλαγές στο μέγεθος των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Οι μεταβολές αυτές πιθανότατα έχουν επηρεάσει την παρουσία, ποικιλότητα ειδών και την αφθονία της πανίδας που απαντάται στους διάφορους τύπους ενδιαιτημάτων του συγκεκριμένου τοπίου. Καθώς παλαιότερες απογραφές για την πανίδα της περιοχής λείπουν, η εκτίμηση των μελλοντικών επιπτώσεων σε αυτήν εξαιτίας περαιτέρω μεταβολών στο τοπίο στηρίχτηκε σε τωρινά δεδομένα. Για την εξακρίβωση των επιπτώσεων στην ορνιθοπανίδα και ερπετοπανίδα εφαρμόστηκε μια διπλή προσέγγιση, που εστιάστηκε σε τέσσερις κύριους τύπους τοπίου: 1. Αραιά θαμνολίβαδα με αγρούς, 2. Ποολίβαδα με διάσπαρτα άτομα γκορτσιάς (*Pyrus amygdaliformis*), 3. Βλάστηση ρεμάτων, 4. Αγροτικό τοπίο με μικρής έκτασης φυτοφράχτες. Η πρώτη προσέγγιση περιλάμβανε για κάθε τύπο τοπίου σύγκριση μεταξύ δειγματοληπτικών επιφανειών που υπήρχαν το 1960 και το 2003 με δειγματοληπτικές επιφάνειες που υπήρχαν το 1960 αλλά μέχρι το 2003 είχαν μεταβληθεί ριζικά ή είχαν αλλάξει μορφή. Στα ζευγάρια αυτά των δειγματοληπτικών επιφανειών, που είχαν κοινή προέλευση, έγινε συγκριτική απογραφή της ορνιθοπανίδας και ερπετοπανίδας. Η δεύτερη προσέγγιση περιλάμβανε την απογραφή της ορνιθοπανίδας το 2004 με σκοπό την αξιολόγηση της μεθοδολογίας παρακολούθησης και της επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων απογραφής της πανίδας στις δειγματοληπτικές επιφάνειες του ίδιου τύπου τοπίου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τόσο η ορνιθοπανίδα όσο και η ερπετοπανίδα επηρεάστηκαν από τις μεταβολές του τοπίου. Όμως, πιθανόν η ποσοτικοποίηση της ποικιλότητας ειδών και της αφθονίας της ορνιθοπανίδας απαιτεί μια διαφορετική ανάλυση του τοπίου που θα στηρίζεται σε διαχωρισμό της βλάστησης φυλλοβόλων - αειφύλλων, καθώς και τοπίων ανοικτού - κλειστού τύπου. Νέες χρήσεις γης, όπως δασώσεις γεωργικών εκτάσεων με ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia*) απαιτούν ιδιαίτερη μελέτη.

Λέξεις κλειδιά: Αγροτικό τοπίο, ορνιθοπανίδα, ερπετοπανίδα.

Εισαγωγή

Η έκταση που καταλαμβάνει η Ελλάδα στο χώρο των Βαλκανίων είναι αναγνωρισμένη, εκτός των άλλων και για την υψηλή της βιοποικιλότητα. Αυτή οφείλεται στο έντονο ανάγλυφο και την ποικιλία περιβαλλόντων, τη γεωγραφική θέση της χώρας που ταυτίζεται με

τους μεταναστευτικούς διαδρόμους πολλών πουλιών, το κλίμα της χώρας, όπως επίσης και στο γεγονός ότι αποτέλεσε καταφύγιο πολλών ειδών κατά την εποχή που οι παγετώνες κάλυπταν μεγάλο μέρος της Ευρώπης (Polunin 1997, Willis and Whittaker 2000). Αυτός ο βιολογικός πλούτος έχει αναγνωριστεί και επίσημα με τον χαρακτηρισμό των περιοχών που προτείνονται προς ένταξη στο Δίκτυο Natura 2000 (Φύση 2000) (URL.1). Η φυσική αυτή κληρονομιά δείχνει να έρχεται σε αντίθεση με την από χιλιετίες έντονη ανθρώπινη παρουσία και επιρροή στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο θεωρείται βέβαιο ότι και ο άνθρωπος συνέβαλε στη διαφοροποίηση του τοπίου (Papanastasis 2004). Επομένως και το «ανθρωπογενές τοπίο» περιλαμβάνει ζωντανούς οργανισμούς οι οποίοι πρέπει να τύχουν αξιολόγησης, προστασίας και διαχείρισης. Σήμερα παρατηρείται ότι το ελληνικό τοπίο έχει υποστεί δραματικές μεταβολές, ακόμη και σε απομακρυσμένες αγροτικές περιοχές (Papanastasis 2004, Papanastasis et al. 2004), οι οποίες οφείλονται στον εκσυγχρονισμό των γεωργικών πρακτικών και στις δημογραφικές αλλαγές κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Η παρούσα εργασία επιδιώκει: α) να ποσοτικοποιήσει τις μεταβολές του τοπίου μεταξύ των ετών 1960 και 2004 σε μία αγροτική περιοχή της Κεντρικής Ελλάδας, χρησιμοποιώντας την τηλεπισκόπηση και β) να εκτιμήσει τις πιθανές επιπτώσεις αυτών των μεταβολών στην ορνιθοπανίδα και την ερπετοπανίδα. Εξαιτίας της ποικιλότητας του υπό εξέταση τοπίου, τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας θα πρέπει να θεωρηθούν ως ένα πρώτο βήμα για την ποσοτικοποίηση και την «παραμετροποίηση» του τοπίου και των στοιχείων που το χαρακτηρίζουν. Αποτελεί τέλος μία διερεύνηση της κατάλληλης μεθοδολογίας που θα επιτρέψει τον προσδιορισμό των επιπτώσεων των μεταβολών του τοπίου στην ορνιθοπανίδα και την ερπετοπανίδα.

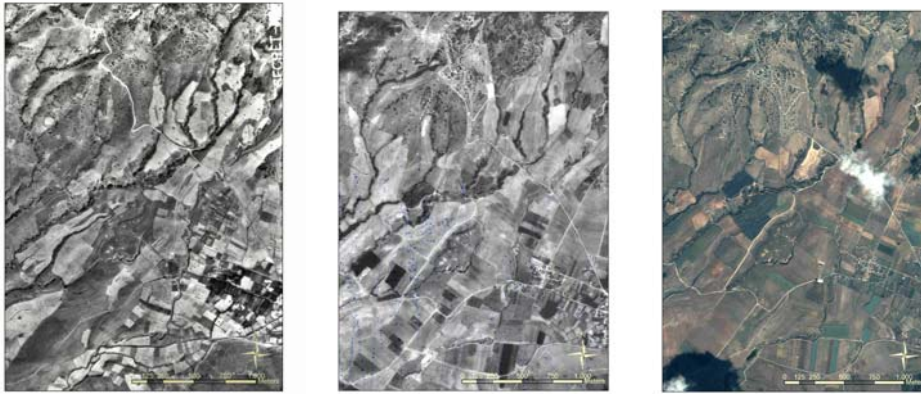
Περιοχή έρευνας

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης που έχει έκταση 40 τ.χλμ. απέχει 5 χλμ. από τους πρόποδες του Ολύμπου και 21 χλμ. από την Ελασσόνα. Η περιοχή έρευνας που έχει έκταση 6 τ.χλμ. βρίσκεται κοντά στην πρώην κοινότητα Δολίχης του Δήμου Λιβαδίου (υψόμετρο 590 μ., συντεταγμένες 40°3'54' Β και 2°10'88' Α), με πληθυσμό 500 περίπου ατόμων. Οι κύριες δραστηριότητες είναι οι καλλιέργειες και η κτηνοτροφία. Ο οικισμός Δολίχη βρίσκεται στο κέντρο μιας πεδιάδας που καλλιεργείται, ενώ περικλείεται από λόφους και βουνά με φυσικά οικοσυστήματα. Αρκετά ποτάμια και ρυάκια, που καταλήγουν στον Τιταρίσιο ποταμό, διασχίζουν το τοπίο.

Υλικά και μέθοδοι

Υλικά τηλεπισκόπησης

Χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες των ετών 1960 και 1995 και μία δορυφορική εικόνα Quickbird λήψης του 2003 (Εικόνα 1). Πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση πολυφασματικής εικόνας με τη χρήση του λογισμικού ERDAS Image, version 8.6 (ERDAS, Inc. 2001). Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την ανάλυση μίας πολυφασματικής εικόνας με μέτρια διακριτική ικανότητα (2,2x2,2 τ. μ.), αλλά με υψηλή φασματική πληροφορία, η οποία συγχωνεύεται με μια πολυφασματική εικόνα υψηλής διακριτικής ικανότητας (0,6x0,6 τ.μέτρα). Το αποτέλεσμα είναι η βελτίωση στη χωρική διακριτική ικανότητα της πολυφασματικής εικόνας, αλλά χωρίς απώλεια της φασματικής πληροφορίας (ERDAS Field Guide 2002). Το πλεονέκτημα αυτής της δορυφορικής εικόνας πολύ υψηλής διακριτικής ικανότητας (VHR) σε σχέση με Landsat δεδομένα με διακριτική ικανότητα 30x30 μ. είναι η δυνατότητα ταυτοποίησης δομών του τοπίου και εκτίμησης της σύνθεσης των ειδών (Dahdouh-Guebas 2002, Hill et al. στο Massoleni et al. 2004).



Εικόνα 1. Υλικό τηλεπισκόπησης για την περιοχή Δολίχης Ελασσόνας. Από αριστερά: αεροφωτογραφία (1960), αεροφωτογραφία (1995), δορυφορική εικόνα Quickbird (2003) (αύξηση του μεγέθους των αγροτεμαχίων, εξαφάνιση των φυτοφραχτών και των παραποτάμιων δασών).

Εργασία πεδίου

Επιλέχθηκαν τέσσερις τύποι τοπίου με κριτήριο την εκτεταμένη μεταβολή τους τις τελευταίες δεκαετίες, όπως αυτό διαπιστώθηκε από την εξέταση των αεροφωτογραφιών: (1) αραιό μακί, (2) φυτοφράχτης και ξερολιθιά, (3) παραποτάμιο δάσος, (4) λιβάδι με διάσπαρτα άτομα γκορτσιάς (*Pyrus amygdaliformis*). Οι παραπάνω τύποι σαφέστατα δεν αποτελούν μία εξαντλητική λίστα των τύπων τοπίου στην περιοχή έρευνας, η οποία περιλαμβάνει, εκτός από το πουνράρι (*Quercus coccifera*) ως κυρίαρχη βλάστηση, φρύγανα, πολλές νεαρές φυτείες ψευδακακίας (*Robinia pseudoacacia*), είδη *Prunus* και καρυδιές (*Juglans regia*). Ο τύπος “αραιό μακί” αντιστοιχεί στη βλάστηση των μικτών αγρο-δασο-λιβαδικών συστημάτων που προσδιορίζεται με τον όρο *dehesa* (Blondel and Aronson 1999). Οι φυτείες που εγκαταστάθηκαν με βάση τον Κανονισμό 2080/92 (1257/99) της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν ήταν ορατές στις αεροφωτογραφίες του 1995.

Για κάθε ένα από τους παραπάνω τύπους τοπίου προσδιορίστηκε αντίστοιχα, κατά την έρευνα πεδίου το 2003, μία έκταση που είχε υποστεί μεταβολή προς άλλες χρήσεις γης, χρησιμεύοντας ως περιοχή αρνητικού ελέγχου. Το 2004 συμπεριλήφθηκαν ξανά στην έρευνα οι συγκεκριμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες για τον κάθε τύπο τοπίου (χρονική επαναληψιμότητα) και παράλληλα προστέθηκαν οικολογικά συναφείς εκτάσεις (επαναλήψεις) (οικολογική ή χωρική επαναληψιμότητα). Η λήψη των παρατηρήσεων σχεδιάστηκε σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα που δίνεται στην εικόνα 2, ώστε να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα (Ο: ορνιθοπανίδα, Ε: ερπετοπανίδα):

- (1) Πόσο επαναλήψιμες είναι οι μετρήσεις στο χρόνο: η καλή προσαρμογή χρονικών επαναλήψεων. Συνεχόμενα έτη δίνουν συγκρίσιμες παρατηρήσεις για την πανίδα; (Ο)
- (2) Σε ποιο βαθμό συνδέεται η πανίδα με τον εκ των προτέρων επιλεγμένο τύπο τοπίου; Πόσο διαφέρει η πανίδα μεταξύ δύο τύπων τοπίου; (Ο+Ε)
- (3) Πόσο συναφείς είναι οι τύποι τοπίου που επιλέχθηκαν εκ των προτέρων - καλή προσαρμογή των χωρικών και οικολογικών επαναλήψεων; Τα συστήματα (τύποι τοπίου) που είναι παρόμοια παρουσιάζουν παρόμοια είδη πανίδας σε συγκεκριμένο έτος; (Ο)
- (4) Σε ποιο βαθμό συνδέεται η πανίδα με τα χαρακτηριστικά του τοπίου; Εάν κάποια στοιχεία της δομής του τοπίου χαθούν (στην έκταση που χρησιμεύει ως περιοχή

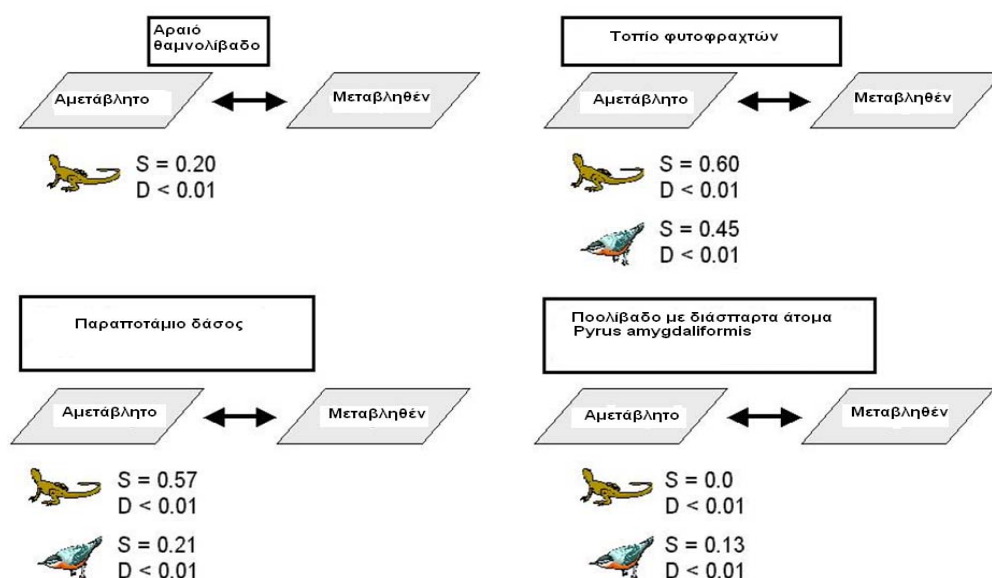
Επεξεργασία των δεδομένων

Πραγματοποιήθηκαν έξι καταγραφές της ορνιθοπανίδας σε κάθε μια επιλεγμένη δειγματοληπτική επιφάνεια. Η καταγραφή του αριθμού των ειδών χωρίστηκε σε τρεις λειτουργικές κατηγορίες: όλα τα είδη, είδη που φωλιάζουν και είδη που τρέφονται/μεταναστευτικά είδη. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει όλα τα είδη που καταγράφηκαν κατά τις παρατηρήσεις πεδίου. Η δεύτερη κατηγορία με τα είδη που φωλιάζουν περιλαμβάνει όλα τα είδη που παρατηρήθηκαν για τουλάχιστον τρεις από τις έξι καταγραφές στο πεδίο (μέσος όρος των παρατηρήσεων για κάθε είδος για έξι καταγραφές για τον καθένα τύπο τοπίου). Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει τα είδη που σπανίως ήταν παρόντα εντός ενός τύπου τοπίου κατά την καταγραφή. Η τελευταία κατηγορία αποκλείστηκε από την ανάλυση εξαιτίας της συμπτωματικής παρουσίας των ειδών αυτών.

Για κάθε καταγραφή υπολογίστηκε η αφθονία των ειδών και ο δείκτης Shannon-Wiener. Οι ομοιότητες μεταξύ δυο τύπων τοπίου υπολογίστηκαν με βάση το συντελεστή Sørensen (Kent and Coker 1992). Το Kolmogorov-Smirnov test και το t-Student test εφαρμόστηκαν με τη χρήση του λογισμικού STATISTICA 5 (Statsoft Inc. 2001) και η ανάλυση κυρίων παραγόντων (Principal Component Analysis, PCA) με τη χρήση του λογισμικού Canoco® 4.5 for Windows (ter Braak and Šmilauer 2002).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι καταγραφές στο πεδίο έδωσαν 50 είδη πουλιών και 12 είδη ερπετών (με την εξαίρεση κάποιων ειδών όπως αναφέρθηκε παραπάνω).



Εικόνα 3. Συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων (S = δείκτης Sørensen, D = δείκτης βιοποικιλότητας Shannon-Wiener). Για την ορνιθοπανίδα χρησιμοποιήθηκαν μόνο στοιχεία για τα είδη που φωλιάζουν.

Η προσέγγιση με τον εκ των προτέρων προσδιορισμό τεσσάρων τύπων τοπίου στην περιοχή της Δολίχης δεν επιτρέπει πλήρη κάλυψη με απογραφή όλων των χρήσεων γης και της πανίδας που αυτοί φιλοξενούν. Ωστόσο, καθιστά δυνατή την καταγραφή της παρουσίας και της σχετικής αφθονίας της πανίδας (το τελευταίο μόνο για την ορνιθοπανίδα), μέσα σε

κάθε τύπο τοπίου. Επιδιώχθηκε η εκτίμηση των επιπτώσεων από την απώλεια συγκεκριμένων τύπων τοπίου ή χαρακτηριστικών του τοπίου (όπως η έκταση που καταλαμβάνουν οι διάφοροι τύποι τοπίου, η πυκνότητα των απομονωμένων δένδρων, η έκταση και πυκνότητα των φυτοφραχτών κτλ.) στην ορνιθοπανίδα και την ερπετοπανίδα. Προφανώς, το άθροισμα των υπολοίπων χρήσεων γης συνδιαμορφώνει τη σύνθεση της πανίδας των μικρότερων εκτάσεων (patches) που συνθέτουν το συνολικό μωσαϊκό. Για τον εντοπισμό των επιπτώσεων των μεταβολών του μωσαϊκού στην πανίδα συγκρίθηκε πρώτα η πανίδα των δειγματοληπτικών επιφανειών που είχαν κατηγοριοποιηθεί ως: (1) αραιό μακί, (2) φυτοφράχτης και ξερολιθιές, (3) παραποτάμιο δάσος, (4) λιβάδι με διάσπαρτα άτομα γκορτσιάς (*Pyrus amygdaliformis*) με δειγματοληπτικές επιφάνειες οι οποίες είχαν χάσει αυτού του είδους τη βλάστηση ή συγκρίθηκαν οι χρήσεις γης μεταξύ των ετών 1995 και 2003, όπως επιβεβαιώθηκαν από τα δεδομένα των αεροφωτογραφιών και της δορυφορικής εικόνας (ερώτημα 4).

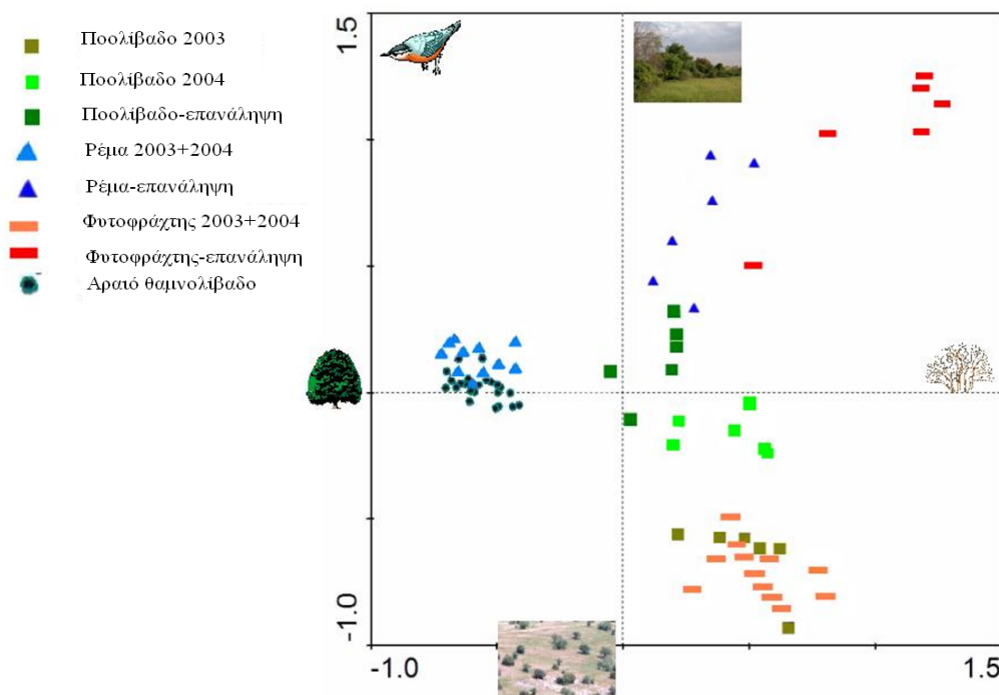
Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι υπάρχει μία υποβάθμιση στην κατάσταση της ορνιθοπανίδας στις περιοχές που έχουν υποστεί υποβάθμιση ή μεταβολή, με δυο τρόπους: (1) αλλαγή στη σύνθεση των ειδών και (2) απώλεια στην αφθονία των ειδών. Στην περίπτωση των ερπετών οι υποβαθμισμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες παρουσίαζαν συνήθως σταθερά αποδυναμωμένους πληθυσμούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις υποβαθμισμένων περιοχών μετά από εντατική έρευνα κανένα ερπετό δεν παρατηρήθηκε.

Στη σύγκριση της ορνιθοπανίδας μεταξύ των τεσσάρων τύπων τοπίου (ερώτημα 2), η προτίμηση ορισμένων ειδών για συγκεκριμένους τύπους τοπίου δεν ήταν αρκετά ισχυρή (Εικόνα 3). Για παράδειγμα, το αραιό μακί και το παραποτάμιο δάσος (2004) είχαν αρκετά παρεμφερή σύνθεση πανίδας (δείκτης Sørensen $> 0,50$). Το ίδιο ισχύει στη σύγκριση του λιβαδιού με διάσπαρτες γκορτσιές (2004) και του τοπίου με φυτοφράχτες (2004). Αναφορικά με τους φυτοφράχτες οι Hinsley and Bellamy (2000) τονίζουν ότι τα πουλιά έχουν την τάση να επιλέγουν από τους τύπους ανθρωπογενών τοπίων εκείνους που μοιάζουν περισσότερο με το φυσικό τους ενδιαίτημα. Ωστόσο, η σύνθεση της ορνιθοπανίδας στο παραποτάμιο δάσος διέφερε αρκετά μεταξύ των δύο ετών (δείκτης Sørensen $> 0,30$).

Στην έρευνα της ορνιθοπανίδας το 2004 επιχειρήθηκε η ποσοτικοποίηση της χρονικής (από έτος σε έτος, ερώτημα 1) και της χωρικής-οικολογικής (μεταξύ των δειγματοληπτικών επιφανειών, ερώτημα 2) επαναληψιμότητας των μετρήσεων. Αυτό απέδειξε ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$) στη ποικιλότητα (δείκτης Shannon-Wiener) και την αφθονία των ειδών.

Εξαιτίας της μη ικανοποιητικής επαναληψιμότητας, χρονικής και χωρικής, σε καθεμιά σύγκριση, δεν χρησιμοποιήθηκε περαιτέρω η ανάλυση αυτών των δεδομένων με βάση την εκ των προτέρων κατηγοριοποίηση. Μια έμμεση κατηγοριοποίηση (ανάλυση κύριων παραγόντων, PCA) εφαρμόστηκε στα δεδομένα που συλλέχθηκαν για την ορνιθοπανίδα, ώστε να προσδιοριστούν τα στοιχεία του τοπίου που είναι σημαντικά για τα πουλιά χωρίς την εκ των προτέρων θεώρηση των τύπων τοπίου (Εικόνα 4).

Η ομαδοποίηση των δεδομένων για τα πουλιά στο σχήμα 3 υποδηλώνει ότι: (1) το χαρακτηριστικό, φυλλοβόλο ή αειθαλές και (2) ο ανοικτός ή πυκνός (γραμμικός) χαρακτήρας της βλάστησης (και οι αλλαγές) είναι πιθανόν οι καθοριστικοί παράγοντες για την ορνιθοπανίδα, αντί των χαρακτηριστικών στα οποία βασίστηκε η αρχική κατηγοριοποίηση.



Εικόνα 4. Έμμεση κατηγοριοποίηση (ανάλυση κύριων παραγόντων, PCA) για την ορνιθοπανίδα. Άξονες, πρώτος: αειθαλές-φυλλοβόλο, δεύτερος: ανοιχτή-πυκνή βλάστηση.

Συμπερασματικά, από την ανάλυση των στοιχείων είναι εμφανές ότι η ορνιθοπανίδα και η ερπετοπανίδα επηρεάζονται από την απώλεια των διαφόρων τύπων τοπίου στην περιοχή της Δολίχης, έστω και αν αυτοί είναι μέρος μόνο ενός ευρύτερου μωσαϊκού τοπίου.

Τα μεθοδολογικά ερωτήματα που αναδύθηκαν σχετίζονται με τη χρονική και χωρική-οικολογική επαναληψιμότητα των μετρήσεων, η οποία δεν είναι η άριστη. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από στοχαστικούς παράγοντες (οι κλιματικές συνθήκες ήταν αρκετά διαφορετικές για τις ίδιες ημερομηνίες μεταξύ 2003 και 2004) και/ή την επιλογή των επαναλήψεων. Θα ήταν ίσως χρήσιμο σε ενδεχόμενη συνέχιση της έρευνας να περιληφθούν στην ανάλυση και τα είδη *Corvus* spp., *Delichon* sp., *Hirundo* spp., *Passer* spp. και *Pica pica*, επειδή αυτά μπορεί να αποτελούν παράγοντα που εξηγεί τη χαμηλή ποικιλότητα ειδών ή την απουσία κάποιων άλλων (Järvinen and Haila 1984).

Η έμμεση κατηγοριοποίηση PCA υπέδειξε ότι άλλα στοιχεία του τοπίου, όπως η κατανομή και η πυκνότητα των χαρακτηριστικών του τοπίου ή ο τύπος της φυτικής κάλυψης είναι ίσως πολύ σημαντικά. Αυτό απαιτεί μία συμπληρωματική προσέγγιση πέρα από την εκ των προτέρων κατηγοριοποίηση των τύπων τοπίου. Επιπρόσθετα, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον για μία μελλοντική αξιολόγηση να συμπεριληφθεί ο ρόλος νέων χρήσεων γης, ως ενδιαιτημάτων, όπως είναι οι φυτείες ψευδακακίας (*Robinia pseudoacacia*). Αυτές οι προσεγγίσεις θα ενταχθούν στη συνέχιση της έρευνας.

Αναγνώριση βοήθειας

Εκφράζονται θερμές ευχαριστίες προς την Dr Sandrine Godefroid για τις εποικοδομητικές ιδέες και τις παρατηρήσεις της στο αρχικό κείμενο.

Βιβλιογραφία

- Blondel, J. and J. Aronson. 1999. *Biology and wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press.
- Dahdouh-Guebas, F. 2002. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, 4: 93-112.
- ERDAS Field Guide. 2002. Leica Geosystems, GIS & Mapping Division, Atlanta, Georgia, USA. Sixth Edition.
- ERDAS Inc. 2001. *ERDAS IMAGINE Configuration Guide: ERDAS IMAGINE Version 8.5*. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia.
- Hill, J., P. Hostert and A. Röder. 2004. Long-term observation of Mediterranean ecosystems with satellite remote sensing. In: S. Massoleni, P. di Pasquale, M. Mulligan, P. di Martino and F. Rego 2004. *Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Hinsley, S.A. and P.E. Bellamy. 2000. The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds: A review. *Journal of Environmental Management*, 60: 33-49.
- Järvinen, O. and Y. Haila. 1984. Assembly of land bird communities on Northern Islands: a quantitative analysis of insular impoverishment. In: D.R. Strong, D. Simberloff, L.G. Abele and A.B. Thistle 1984. *Ecological communities: conceptual issues and the evidence*. Princeton University Press, Guildford, Surrey.
- Kent, M. and P. Coker. 1992. *Vegetation description and analysis: a practical approach*. Belhaven Press, London.
- Papanastasis, V.P. 2004. Traditional vs contemporary management of Mediterranean vegetation: the case of the island of Crete. *Journal of Biological Science*, 1: 39-46.
- Papanastasis, V.P., I. Ispikoudis, M. Arianoutsou, P. Kakouros and A. Kazaklis. 2004. Land use changes and landscape dynamics in Western Crete. In: S. Massoleni, P. di Pasquale, M. Mulligan, P. di Martino and F. Rego 2004. *Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape*. John Wiley & Sons Ltd, England.
- Polunin, O. 1997. *Flowers of Greece and the Balkans*. Oxford University Press Inc., New York.
- Statsoft Inc. 2001. *STATISTICA (data analysis software system). Version 6* Statsoft Inc., Tulsa.
- ter Braak, C.J.K. and P. Šmilauer. 2002. *Canoco reference manual and CanoDraw for Windows. User's guide: software for Canonical Ordination (version 4.5)*. Microcomputer power, Ithaca, NY.
- URL.1 : <http://www.minenv.gr/1/12/121/12103/e1210300.html>
- Willis, K.J. and R.J. Whittaker 2000. The refugial debate. *Science*, 287: 1406-1407.

Small landscape elements and landscape change in Livadi Elassonas area: effects on ornithofauna and herpetofauna - a preliminary analysis

R. Merken¹, M. Engelbeen¹, K. Somers¹, W. Massant¹, A. Sfougaris², F. Dahdouh-Guebas¹ and N. Koedam¹

¹Research Group General Botany and Nature Management, Faculty of Sciences, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B1050 Brussels, Belgium, e-mail: nikoedam@vub.ac.be

²Laboratory of Ecosystem Management and Biodiversity, Department of Agriculture, Crop Production and Rural Environment, University of Thessaly, Fytokou str., N. Ionia, 384 46 Volos, Greece, e-mail: asfoug@agr.uth.gr

Summary

The landscape in the Dolihi area of Livadi Elassonas has undergone major modifications during the past decades. This is confirmed by aerial photographs of the period 1960-1995, and by a QuickBird image taken in 2003. The modifications include new land uses, loss of small scale elements of the landscape, as well as changes in the size of cultivated land. These modifications have possibly affected the presence, the biodiversity and the abundance of various species found in the particular landscape. Since past inventories of biodiversity in the area are not available, the assessment of future impacts of further landscape modifications had to be based on present data. For the identification of the impacts on avifauna and herpetofauna a double approach was adopted that was based on four main landscape types: 1. Sparse shrubland (dehesa). 2. Grassland with some *Pyrus amygdaliformis*. 3. Riverside vegetation and 4. Agricultural landscape with some hedgerows. The first approach included a comparison for each habitat type between sample areas that were present in 1960 and 2003 with sample areas that were present in 1960 but were largely reduced or modified in 2003. In those sample pairs, which had the same origin, a comparative inventory of avifauna and herpetofauna was made. The second approach included the inventory of avifauna in 2004, with the purpose of assessing the monitoring methodology, and the repeatability of the results of the inventory in the sample areas of the same landscape type. The results show that both avifauna and herpetofauna have been influenced by the modifications in the landscape. However, the quantitative measurement of the biodiversity and abundance of avifauna possibly requires a different landscape analysis that would be based on the segregation of evergreen - deciduous, as well as open-type and closed-type landscape. New land uses such as forested agricultural areas with *Robinia pseudoacacia* require special research.

Key words: Agricultural landscape, avifauna, herpetofauna, Greece.