

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών
Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Αξιολόγηση της Επίδρασης της Ποιότητας Ενδιαιτήματος και της Δομής Τοπίου στην
Ποικιλότητα των Πεταλούδων στην Κύπρο**

Κωνσταντινιά Σεβαστοπούλου

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Ιωάννης Βογιατζάκης

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση
των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών
στη Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου

Δεκέμβριος 2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η διερεύνηση της σχέσης της πανίδας των πεταλούδων με την ποιότητα του ενδιαιτήματος καθώς και τη δομή του τοπίου στην Κύπρο.

Έγινε προσδιορισμός της ποικιλότητας των ειδών πεταλούδων σε σαράντα (40) τετράγωνα, κάθε ένα από τα οποία έχει μέγεθος δέκα τετραγωνικά χιλιόμετρα. Ζητήθηκε η συνδρομή ειδικών - εμπειρογνομόνων προκειμένου να αξιολογήσουν την ικανότητα της κάθε χρήσης γης, όπως αυτές ορίζονται από τα στοιχεία CORINE Land Cover 2018, να συντηρεί διαφορετικά είδη πεταλούδων. Από τη βαθμολογία αυτή, εξήχθη ο δείκτης ποιότητας ενδιαιτήματος. Για την εκτίμηση της δομής του τοπίου χρησιμοποιήθηκαν διάφορες παράμετροι (ανεξάρτητες μεταβλητές), των οποίων η επίδραση στον πλούτο των ειδών των πεταλούδων (εξαρτημένη μεταβλητή), αξιολογήθηκε με γενικευμένα γραμμικά μοντέλα με κατανομή σφαλμάτων Gaussian. Αξιολογήθηκαν εννέα παράμετροι, αλλά μετά τον έλεγχο για ενδοσυσχέτιση μεταξύ των εννέα παραμέτρων που αξιολογήθηκαν αφαιρέθηκαν οι τρεις από αυτές, λόγω της συσχέτισης τους με τρεις από τις εναπομένουσες παραμέτρους. Με την ανάλυση ιεραρχικής κατάτμησης προσδιορίστηκε η συνεισφορά της κάθε μίας από αυτές στον πλούτο των ειδών των πεταλούδων. Έγινε επεξεργασία των στοιχείων με τη χρήση λογισμικών, όπως ARCGIS, FRAGSTATS, των υπολογιστικών φύλλων Microsoft EXCEL, ενώ όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο λογισμικό R. Με βάση τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, η παράμετρος του τοπίου «συννοχή αγροτικού μωσαϊκού» ήταν η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει θετικά το συνολικό πλούτο των ειδών πεταλούδων μέσα στα τετράγωνα μελέτης.

Η δημιουργία οικολογικών δικτύων έχει προταθεί ως ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης του αυξανόμενου κατακερματισμού των φυσικών οικοσυστημάτων και ως απαραίτητος παράγοντας στην εγκαθίδρυση προστατευόμενων περιοχών για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Βιοποικιλότητα, Κατακερματισμός Τοπίου, Μετρικές Τοπίου, Οικολογία Τοπίου, Πεταλούδες, Ποικιλότητα Ειδών, Ποικιλότητα Τοπίου, Χρήσεις γης.

SUMMARY

The purpose of this postgraduate dissertation is the assessment and investigation of the relationship between the diversity of butterflies' species and the habitat quality and landscape structure in Cyprus.

The diversity of butterflies' species was defined in 40 squares, 10 square kilometres, each. With the contribution and aid of experts was assessed the capability of each land use, as they are defined in CORINE Land Cover 2018 data, to conserve different butterflies' species. From the scores of each category, the Quality Habitat Index was estimated. In order to estimate the landscape structure, different parameters (independent variables) were used. Their effect on butterflies' species richness (dependent variable) was assessed with the use of generalized linear models with Gaussian distribution. Nine parameters were assessed, but after checking for multicollinearity among the nine parameters, three of them were removed because of their correlation with three of the remained parameters. With the hierarchical partitioning analysis, the contribution of each one of the six remained parameters to the butterflies' species richness was defined. The data were processed with the use of logismic systems ARCGIS and FRAGSTATS, Microsoft EXCEL, while all analyses were realized using logismic R. Based on the statistical processing of the landscape data, the parameter of "cohesion of rural mosaic" was the most important, affecting positively the whole richness of the butterflies' species in the studied squares.

The creation of ecological networks has been proposed as the best way of facing the increasing fragmentation of the natural ecosystem and as a necessary factor in establishing protected areas for the preservation of biodiversity.

KEY WORDS

Biodiversity, Butterflies, Landscape diversity, Landscape Ecology, Landscape fragmentation, Landscape metrics, Land uses, Species diversity.

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής οφείλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς τα παιδιά μου, Μαρία-Φωτεινή και Ελένη για την αμέριστη ψυχολογική υποστήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησής της, στον κο Παύλο Κρασάκη για τη βοήθεια που μού παρείχε στην κατανόηση εννοιών σχετικές με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, στην κα Έλλη Τζυρκαλλή για τη βοήθειά της στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων καθώς και στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κο Ιωάννη Βογιατζάκη για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την αμέριστη βοήθεια του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής .

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	1
Εισαγωγή.....	1
1.1 Καταγραφή Προβλήματος.....	1
1.2 Σκοπός και Χρησιμότητα της Διατριβής.....	4
1.3 Ορισμοί και Έννοιες.....	5
2.1. Οικολογία Τοπίου.....	9
2.1.2. Χρήσεις Γης και Δομή Τοπίου.....	10
2.2. Βιοποικιλότητα, Χρήσεις Γης και Δομή Τοπίου.....	11
2.2.1. Το Μεσογειακό Τοπίο.....	14
2.3. Μέτρηση της Ποιότητας των Ενδιαιτημάτων.....	14
2.4. Στατιστικές Μέθοδοι σε Οικολογικά Δεδομένα.....	16
2.5. Η Πανίδα των Πεταλούδων.....	16
2.6. Πεταλούδες, Χρήσεις Γης και η Δομή του Τοπίου.....	18
Κεφάλαιο 3	20
Μεθοδολογία.....	20
3.1. Ερευνητικά Ερωτήματα.....	20
3.2. Περιοχή Μελέτης.....	21
3.3. Οι Πεταλούδες στην Κύπρο.....	22
3.3.1 Στοιχεία ποικιλότητας ειδών πεταλούδας.....	22
3.3.2. Δεδομένα Εδαφοκάλυψης.....	23
3.4. Υπολογισμός Ποιότητας Ενδιαιτήματος.....	25
3.5. Δείκτες / Μετρικές Τοπίου.....	26
3.5.1. Επεξεργασία Δεδομένων.....	28
3.5.2. Οι Δείκτες / Μετρικές που υπολογίστηκαν.....	30
3.6. Στατιστική Ανάλυση με Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα.....	32
Κεφάλαιο 4	34
Αποτελέσματα.....	34
4.1. Υπολογισμός δομής τοπίου.....	34
4.2. Ποικιλότητα Ειδών Πανίδας Πεταλούδων.....	35
4.3. Ποιότητα Ενδιαιτήματος.....	36
4.4. Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης.....	39
Κεφάλαιο 5	41
Επίλογος.....	41
5.1. Περιορισμοί και Εισηγήσεις.....	41
5.2. Δομή Τοπίου.....	42
5.3. Συμπεράσματα.....	44

5.4. Συμπεράσματα για τη Διαχείριση των Οικοσυστημάτων	46
Παράρτημα Α	49
Οι Χρήσεις Γης Βάσει του Χάρτη CORINE Land Cover 2018	49
Τα είδη πεταλούδων στην περιοχή μελέτης	51
Βιβλιογραφία	52
Ελληνική	52
Ξένα	52
Διαδικτυακές Πηγές	61

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Καταγραφή Προβλήματος

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι πρωταρχικής σημασίας για τη συνέχιση της ζωής στον πλανήτη. Άλλωστε, στις τελευταίες δεκαετίες το θέμα αυτό απασχολεί τους ειδικούς παγκόσμια, ενώ το 1992 υπεγράφη στο Ρίο της Βραζιλίας από 193 χώρες σύμβαση για τη βιολογική ποικιλότητα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση κύρωσε τη Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα στις 21 Δεκεμβρίου 1993 και αυτομάτως, όλα τα Κράτη Μέλη της είναι Συμβαλλόμενα Μέρη (<http://www.cbd.int/>). Η σύμβαση επικυρώθηκε από την Ελλάδα με βάση το νόμο 2204 (ΕΚ 59^A/15.4.1994), (www.helecos.gr > information) και από την Κύπρο βάσει του νόμου Αρ. 4(III)1996, (Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα στην Κύπρο, 2019). Η σύμβαση έχει 3 στόχους: α) τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλομορφίας (δηλαδή της ποικιλίας των έμβιων όντων που υπάρχουν στη Γη) β) την αυτοσυντηρούμενη χρησιμοποίηση των συστατικών της βιολογικής ποικιλομορφίας και γ) τον ορθό και ισότιμο καταμερισμό των πλεονεκτημάτων που θα προκύψουν από τη χρησιμοποίηση των γενετικών πόρων (EUR-Lex).

Η βιοποικιλότητα είναι βασική προϋπόθεση για την επιβίωση και τη λειτουργία των περισσότερων οικοσυστημάτων, τα οποία φιλοξενούν τα εκατομμύρια των ειδών που υπάρχουν σήμερα και συνεισφέρουν στη διατήρηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που απαιτούνται για τη δική μας επιβίωση. Η λειτουργία του πλανήτη μας και οι κλιματικές του ισορροπίες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη ρύθμιση των κύκλων του νερού, του άνθρακα, του αζώτου, του φωσφόρου, καθώς και άλλων συστατικών, οι οποίοι με τη σειρά τους διασφαλίζονται από την ποικιλότητα των οικοσυστημάτων.

Σύμφωνα με τη μελέτη Global Biodiversity Assessment (GBA), οι κύριες αιτίες της απώλειας και της υποβάθμισης της βιοποικιλότητας είναι δημογραφικές, οικονομικές, θεσμικές και τεχνολογικές. Για παράδειγμα, οι αυξανόμενες ανάγκες για τους βιολογικούς πόρους, λόγω της αύξησης του πληθυσμού και της οικονομικής ανάπτυξης (Heywood, 1995).

Παρά το γεγονός ότι έγιναν κάποιες επιτυχημένες προσπάθειες διατήρησής της καθώς και το αυξανόμενο ενδιαφέρον του κοινού και των κυβερνήσεων για βιώσιμο τρόπο ζωής, η βιοποικιλότητα συνεχίζει να μειώνεται (Rands et al, 2010).

Η βιοποικιλότητα διαρκώς χάνεται και δημιουργείται σύμφωνα με τις μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών. Όμως, η μετανάστευση και η προσαρμογή, καθώς και η εμφάνιση νέων ειδών, εξισορροπούν τις συνέπειες της εξαφάνισης μέσα σε πολύ μεγάλες περιόδους. Οι αυξανόμενοι ρυθμοί της περιβαλλοντικής αλλαγής και η συνεχής απώλεια της παγκόσμιας βιοποικιλότητας απειλούν τις λειτουργίες και υπηρεσίες των οικοσυστημάτων (Oliver et al, 2015).

Η βιοποικιλότητα είναι απαραίτητη για την οικονομία, τον πολιτισμό, την οικολογία αλλά και για την αναψυχή των ανθρώπων. Μας προσφέρει πολυάριθμα προϊόντα, αναγκαία για την επιβίωση και την ποιότητα της ζωής μας, και ταυτόχρονα είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία της βιόσφαιρας. Οι προστατευμένες περιοχές αποτελούν έκφανση της διαφύλαξης της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Ωστόσο, οι πιέσεις που δέχεται το περιβάλλον λόγω της οικονομικής ανάπτυξης και άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, καθιστούν δύσκολη την προστασία των φυσικών περιοχών με αρκετά μεγάλο μέγεθος.

Τα οικοσυστήματα πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή, καθώς παρέχουν υλικά και υπηρεσίες μεγάλης σημασίας για την ανθρώπινη ευημερία (Bennett, 2004).

Η πραγματοποίηση μιας έρευνας βιοποικιλότητας προϋποθέτει την οριοθέτησή της σε τρεις διαστάσεις (Καρανδεινός, 2007):

- 1) την ταξινομική διάσταση (ποια είδη περιλαμβάνει η υπό μελέτη βιοκοινότητα)
- 2) τη χωρική διάσταση (ο καθορισμός των γεωγραφικών ορίων της υπό μελέτη βιοκοινότητας) και τέλος
- 3) τη χρονική διάσταση (η σύνθεση της βιοκοινότητας συνήθως μεταβάλλεται με το χρόνο).

Ο σημερινός ρυθμός εξαφάνισης της βιοποικιλότητας εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων συναγωνίζεται εκείνους των μεγάλων καταστροφών του παρελθόντος, οι οποίες όμως οφείλονταν σε φυσικά αίτια (συγκρούσεις της Γης με αστεροειδείς, ασύλληπτης έντασης ηφαιστειακές εκρήξεις κλπ.). Οι ανθρώπινες δραστηριότητες δημιουργούν πολυάριθμες απειλές στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα την εξαφάνιση ειδών και ενδιαιτημάτων αλλά και την εξάντληση των φυσικών πόρων. Όλες αυτές οι απειλές προξενούν ζημιές και καταστρέφουν τα τοπία και τα φυσικά ενδιαιτήματα, εξαφανίζουν τα είδη, ή μειώνουν τη γενετική τους ποικιλότητα. Είναι τέτοια η ταχύτητα με την οποία αναπτύσσονται οι νέες

τεχνολογίες, και η ζημιά που προξενούν οι άνθρωποι στο περιβάλλον αυξάνεται τόσο, ώστε πολλά είδη δεν έχουν το χρόνο να προσαρμοστούν στις έντονες αλλαγές.

Ο κατακερματισμός σε απομονωμένα ενδιαιτήματα μπορεί να εμποδίσει πολλά ζώα να βρουν τροφή, καταφύγια και συντρόφους, με αποτέλεσμα τη σταδιακή ελάττωση της γενετικής τους ποικιλότητας, ενώ παράλληλα μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα για την αναπαραγωγή των φυτών, εμποδίζοντας το ταξίδι των σπόρων και της γύρης. Ο ανθρωπογενής κατακερματισμός του τοπίου είναι γνωστό ότι ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για την απώλεια ειδών στις βιομηχανοποιημένες χώρες. Επιπλέον, ο κατακερματισμός που οφείλεται σε δρόμους, σιδηροδρομικές γραμμές, επέκταση οικιστικών ιστών κ.λ.π., αυξάνει περισσότερο τη διασπορά των ουσιών - ρυπαντών και του εκπεμπόμενου θορύβου και επηρεάζει τις τοπικές κλιματικές συνθήκες, την ισορροπία του νερού, το σκηνικό του τοπίου καθώς και τη χρήση γης (Jaeger, 2000).

Ειδικότερα, τα είδη των εντόμων αλλά και οι πληθυσμοί τους πλήττονται τις τελευταίες δεκαετίες σε τέτοιο βαθμό που κάποια από αυτά έχουν ήδη εξαφανισθεί ή βρίσκονται πολύ κοντά στην εξαφάνιση. Ο ρόλος των εντόμων είναι πολλαπλός. Ως παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν η λειτουργία τους ως επικονιαστές, ως ρυθμιστές του αριθμού των φυτών και των ζώων, το γεγονός ότι αποτελούν τροφή για άλλα ζώα και ανθρώπους, η συμβολή τους στην ανακύκλωση της οργανικής ύλης κ.λ.π. Αναφορικά με τις πεταλούδες, αξίζει να σημειωθεί ο σημαντικός τους ρόλος ως επικονιαστές, μεταφέροντας γύρη ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις, συμβάλλοντας στην αύξηση της γενετικής ποικιλότητας των φυτών, ως πηγή τροφής για άλλους οργανισμούς, αλλά και ως δείκτης της ευημερίας του συστήματος (Ghazanfar et al, 2016).

1.2 Σκοπός και Χρησιμότητα της Διατριβής

Η προστασία των τοπίων εξαρτάται από την εκτίμηση της κατάστασής τους (Simonson et al, 2000), γεγονός το οποίο είναι δύσκολο γιατί τα τοπία μεταβάλλονται διαρκώς, ενώ τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της κατάστασής τους, όπως η αντιπροσωπευτικότητα και η μοναδικότητα, είναι έννοιες σχετικές και μερικές φορές είναι δύσκολο να ορισθούν με αντικειμενικό τρόπο.

Εν προκειμένω, η οικονομική αξία των εντόμων αναφορικά με τη συμβολή τους στη γονιμοποίηση εκτιμήθηκε στο ποσό των 165 δισεκατομμυρίων ετησίως. Χωρίς την ύπαρξή τους, η διαδικασία αυτή θα έπρεπε να επιτελείται με τεχνητό τρόπο. Οι πεταλούδες χρησιμοποιούνται ως παράδειγμα φυτοφάγων εντόμων, τα οποία ταξονομικά έχουν μελετηθεί επαρκώς (Thomas and Mallorie, 1985).

Ενδημικά είδη πεταλούδων που ζουν σε μη τροποποιημένα περιβάλλοντα, είναι ιδιαίτερα πιθανό να απειλούνται από αλλαγές στο ενδιαίτημά τους (Thomas, 1991).

Η συνειδητοποίηση της σχέσης ανάμεσα στη χρήση γης και στην ποικιλότητα είναι απαραίτητη για την κατανόηση των δεσμών που συνδέουν τους ανθρώπους με το περιβάλλον (Haines and Young, 2009).

Η προστασία της υφιστάμενης βιοποικιλότητας των ειδών είναι πολύ σημαντική, ειδικά σε μία περιοχή όπως αυτή της Κύπρου. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αλόγιστη ανθρώπινη ανάπτυξη και ο υπερκαταναλωτισμός έχει ως αποτέλεσμα την αλματώδη μείωση της βιοποικιλότητας στον πλανήτη. Η υποβάθμιση αυτή συνεπάγεται τεράστιες κοινωνικές και οικονομικές απώλειες για τον άνθρωπο.

Η εκτίμηση των υφιστάμενων αποθεμάτων αποτελεί προϋπόθεση για τη διατήρησή τους. Ο τύπος πληροφόρησης που χρησιμοποιείται ως βάση για την επιλογή του αποθέματος δύναται να επηρεάσει το δίκτυο του τελικού αποθέματος αναφορικά με παράγοντες όπως η τοποθεσία, το μέγεθος και το σχήμα. Για παράδειγμα ένα μοντέλο που χρησιμοποιεί πληροφόρηση σε τοπικό επίπεδο ενδιαίτηματος, θα προβλέψει υψηλότερες πιθανότητες να συμβεί ένα γεγονός σε μία περιοχή με υψηλού επιπέδου ενδιαίτημα, ανεξάρτητα από την τοποθεσία (Astrid et al, 2006). Το κόστος αντικατάστασης εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών λύσεων, οι οποίες μπορούν να παρέχουν αντισταθμιστική αξία διατήρησης από οποιοδήποτε παράγοντα. Επομένως, όταν ένα τοπίο για το οποίο υπάρχουν λίγα υποκατάστατα, αντιμετωπίζει υψηλή πιθανότητα απώλειας, θα έπρεπε να του δίνεται αυξημένη προτεραιότητα (Moilanen et al, 2008).

1.3 Ορισμοί και Έννοιες

Δείκτες / Μετρικές Τοπίου (Landscape Metrics): αποσκοπούν στην ποσοτική περιγραφή του χωρικού χαρακτήρα των θεμελιωδών συστατικών του τοπίου και υπολογίζονται σε: α) επίπεδο κατατμήματος / χωροσηφίδας, β) κλάσης κατατμήματος / χωροσηφίδας και γ) επίπεδο τοπίου (Walz and Syrbe, 2013).

Δείκτες Σύνθεσης (Composition Indices): μετρούν την ποσότητα και την αναλογία που κατέχουν σε μία περιοχή τα κατατμήματα. Εκτιμούν τη σύνθεση των τοπίων χωρίς να ορίζονται χωρικά (Ποϊραζίδης, 2010). Περιγράφουν την πτυχή της απώλειας του ενδιαίτηματος. Υπολογίζονται σε επίπεδο τοπίου.

Δείκτες Διάθρωσης (Configuration Indices): προσδιορίζουν τη δομή των τοπίων μέσω της χωρικής κατανομής των κατατμημάτων / στοιχείων των τοπίων. Με άλλα λόγια, εκτιμούν ποσοτικά τη χωρική διάταξη των κατατμημάτων. Περιγράφουν την πτυχή του κατακερματισμού του τοπίου. Υπολογίζονται και για τα τρία επίπεδα (Ποϊραζίδης, 2010).

Τοπίο (Landscape): τμήμα γης που αποτελείται από διαφορετικά οικοσυστήματα (Haber, 2004). Το τοπίο είναι μία σύνθετη έννοια και περιλαμβάνει φυσικά, γεωμορφολογικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά, τα οποία είναι άρρηκτα συνυφασμένα μεταξύ τους και δημιουργούν ένα ενιαίο και μοναδικό σύνολο, δυναμικά εξελισσόμενο (Ποϊραζίδης, 2010).

Δομή Τοπίου (Landscape Structure): περιγράφεται από τη σύνθεση και τη διάταξη (χωρική διάθρωση) των διαφορετικών κατατμημάτων σε ένα τοπίο. Η δομή του τοπίου δεν είναι σταθερή, αλλά αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Όταν αλλάζει γρήγορα μπορεί να υπάρξει αύξηση στην απόσταση και στη διασπορά. Όταν ο χρόνος ζωής ενός κατατμήματος είναι πολύ μικρός, η εξαφάνιση του μεταπληθυσμού καθίσταται αναπόφευκτη (Kindlmann and Burel, 2008).

Ενδιαίτημα (Habitat): είναι ο χώρος, περιλαμβανομένων όλων των βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων στον οποίο διαβιεί ένας οργανισμός (Πίτζη, 2017). Με άλλα λόγια είναι η περιοχή που περιλαμβάνει τους πόρους (βιοτικούς και αβιοτικούς) και τις κατάλληλες συνθήκες για τη συντήρηση και επιβίωση ενός είδους και την υποστήριξη της διαβίωσής του.

Οικότοπος (Habitat): χερσαίες περιοχές ή υγράτοποι που διακρίνονται χάρη στα βιολογικά και μη βιολογικά χαρακτηριστικά τους, είτε είναι εξ' ολοκλήρου φυσικές, είτε ημιφυσικές (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, EUR-Lexeur-lex.europa.eu).

Οικολογικός Θώκος (Ecological Niche): έννοια που εκφράζει όλες τις εξαρτήσεις ενός είδους με τα αβιοτικά και βιοτικά στοιχεία της βιοκοινωνίας και του οικοσυστήματος. Δηλαδή περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες που είναι απαραίτητοι για την ύπαρξη ενός οργανισμού ή ενός είδους (Chase and Leibold, 2003). Κάθε είδος έχει ένα και μοναδικό οικολογικό θώκο μέσα σε μία βιοκοινωνία της οποίας είναι μέλος.

Κατακερματισμός Ενδιαιτήματος (Habitat Fragmentation): διαδικασία κατά την οποία μία μεγάλη έκταση ενδιαιτήματος μετατρέπεται σε μικρότερα κατατμήματα, απομονωμένα το ένα από το άλλο καθώς και από τη θεμελιώδη επιφάνεια, σε σχέση με την αρχική της κατάσταση (Wilcove et al, 1986).

Μωσαϊκό / Μοτίβο Τοπίου (Land Mosaic): διακρίνεται σε: α) κατατμήματα / χωροψηφίδες, β) διαδρόμους και γ) θεμελιώδη επιφάνεια ή μήτρα (Walz and Syrbe, 2013).

Κατατμήματα / Χωροψηφίδες (Patches): επιφάνειες που διαφέρουν στην εμφάνιση από τον περιβάλλοντα χώρο, ποικίλλουν σε μέγεθος, σχήμα, τύπο, ετερογένεια και χαρακτηριστικά των ορίων τους (Ποϊραζίδης, 2010).

Διάδρομος (Corridor): λωρίδα γης η οποία ενώνει μεταξύ τους δύο κατατμήματα. Ο σχηματισμός τους είναι πιθανό να οφείλεται σε ανθρωπογενείς αιτίες καθώς και στην τοπογραφία του εδάφους. Μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις του κατακερματισμού (Villard and Metzger, 2014), αλλά και να βοηθήσει στην εξάπλωση των εισβλητικών ειδών. Οι διάδρομοι είναι πλέον ένα σημαντικό εργαλείο για το μετριασμό του κατακερματισμού και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (Hess and Fischer, 2001), αυξάνοντας τη συνδεσιμότητα και μειώνοντας τις επιπτώσεις της διάσπασης.

Θεμελιώδης Επιφάνεια / Μήτρα (Matrix): η χρήση γης που λειτουργεί ως υπόβαθρο. Είναι το κυρίαρχο κατάτμημα με τη μεγαλύτερη έκταση. Δεν υπάρχει προσδιορίσιμη μήτρα σε όλα τα τοπία (Turner and Gardner, 2015).

Παρυφή / Κράσπεδο / Όριο (Edge): το εξωτερικό τμήμα / περίμετρος μίας χωροψηφίδας. Τα οικολογικά χαρακτηριστικά του ορίου διαφέρουν από αυτά που επικρατούν στο εσωτερικό της χωροψηφίδας. Αποτελεί μέρος της χωροψηφίδας στο οποίο συντελούνται πολύ σημαντικές οικολογικές διεργασίες (π.χ. μετακίνηση πληθυσμού, αντίσταση στην όχληση κ.ά.) (<http://www.landscape-ecology.org/index.php?id=2>).

Συρρίκνωση (Shrinkage): αποτελεί μία από τις κύριες χωρικές διεργασίες αλλαγής τοπίου (Collinge, 2009).

Απομόνωση (Isolation): μία από τις συνέπειες της διαδικασίας του κατακερματισμού (Fahrig, 2003), η οποία επηρεάζει τη γενετική δομή των πληθυσμών, αλλά και τη δημογραφική ενίσχυσή τους με νέα άτομα από γειτονικές περιοχές.

Λειτουργική Συνδετικότητα (Functional Connectivity): αποτελεί παράμετρο της λειτουργίας του τοπίου. Ο βαθμός που το τοπίο διευκολύνει ή παρεμποδίζει τη μετακίνηση ανάμεσα στα κατατμήματα και εξαρτάται από το πως ένας οργανισμός αντιλαμβάνεται και ανταποκρίνεται στη δομή του τοπίου σε μία ιεραρχία χωρικής κλίμακας (Belisle, 2005).

Δομική Συνδετικότητα ή Συνδεσιμότητα (Structural connectivity or Connectedness): αναφέρεται στο βαθμό που τα στοιχεία του τοπίου γειτνιάζουν ή υπάρχει σύνδεση ανάμεσά τους (With et al, 1997).

Δείκτες Συνοχής (Cohesion Indices): πρόκειται για μία σειρά δεικτών, όπως συνοχή δικτύου για τη βιωσιμότητα συγκεκριμένου είδους ή οικολογικού προτύπου σε ένα ενδιαίτημα, χωρική συνοχή που μετρά τη βιωσιμότητα των ανωτέρω σε ένα τοπίο, συνοχή τοπίου, ο οποίος μετρά την οικολογική ποιότητα τοπίου κ.λ.π. (Opdam et al, 2003).

Μεταπληθυσμός (Metapopulation): με την αύξηση του κατακερματισμού, η επιβίωση των ειδών εξαρτάται σημαντικά από τη διασπορά τους, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι οι τοπικοί πληθυσμοί με μεγάλο κίνδυνο εξαφάνισης θα μπορούσαν να επιβιώσουν μέσω της μετανάστευσης σε επίπεδο μεταπληθυσμού. Το γεγονός αυτό, είναι δυνατό εάν μεμονωμένα άτομα μπορούν να διασπαρούν και να δημιουργήσουν αποικίες σε νέα και κενά ενδιαίτηματα (Grilli et al, 2015).

Ποιότητα Ενδιαίτηματος (Habitat Quality): δείκτης ο οποίος εξάγεται από τη βαθμολογία της κάθε χρήσης γης, όπως αυτή έχει δοθεί από ομάδα εμπειρογνομόνων, πολλαπλασιασμένη επί το ποσοστό της έκτασης που καταλαμβάνει η χρήση γης στο τοπίο (Vogiatzakis et al, 2015).

A-Ποικιλότητα: η ποικιλότητα ειδών σε μία τοποθεσία ή μέσα σε ένα ενδιαίτημα (Legendre et al, 2005).

B-Ποικιλότητα: η διαφορά ως προς την ποικιλότητα ανάμεσα σε διαφορετικές τοποθεσίες. Η μελέτη της β-ποικιλότητας κατέχει κομβική σημασία στην κατανόηση της βιοποικιλότητας, καθώς αντικατοπτρίζει τη μεταβολή της ποικιλότητας των ειδών μεταξύ διαφορετικών βιοκοινοτήτων ή εντός της ίδιας βιοκοινότητας σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Γενικά, η β-ποικιλότητα παρέχει μια εναλλακτική προσέγγιση της βιοποικιλότητας μιας ευρύτερης γενικά περιοχής, καθώς διερευνάται ο βαθμός της αλλαγής στη σύνθεση των ειδών μεταξύ των βιοκοινοτήτων της περιοχής (Koleff et al, 2003).

Γ-Ποικιλότητα: η ποικιλότητα ειδών σε μεγαλύτερη κλίμακα και συνήθως σε περιφερειακό επίπεδο (Legendre et al, 2005).

Κεφάλαιο 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1. Οικολογία Τοπίου

Ο όρος οικολογία τοπίου εισήχθη το 1939 από το Γερμανό γεωγράφο Carl Troll (1899-1975) για να περιγράψει μία νέα διεπιστημονική επιστήμη που θα συνδύαζε τη χωρική προσέγγιση των γεωγράφων με τη λειτουργική προσέγγιση των οικολόγων.

Η οικολογία ορίζεται ως η μελέτη της αφθονίας και κατανομής των ειδών. Ο ορισμός αυτός μπορεί να επαναδιατυπωθεί ως η μελέτη της χωρικής και χρονικής κατανομής των ειδών, η οποία αποτελεί με μεγαλύτερη ακρίβεια τον τομέα της οικολογίας πληθυσμού (Hanski, 2001).

Αντικείμενο της οικολογίας τοπίου είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των έμβιων οργανισμών, των οικολογικών διεργασιών και του περιβάλλοντος χώρου σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες. Συντελεί δε, στην κατανόηση των αιτίων και συνεπειών της χωρικής ετερογένειας στα οικολογικά φαινόμενα, ενώ παράλληλα ενσωματώνει την επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

Η ετερογένεια ενός τοπίου και η επίδρασή του στον αριθμό των ειδών, αλλά και στους πληθυσμούς τους είναι ένας από τους βασικούς άξονες στους οποίους βασίζεται η επιστήμη της οικολογίας τοπίου.

Το τοπίο θεωρείται ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στις πολιτικές για την περιβαλλοντική και εδαφική βιωσιμότητα. Στην πραγματικότητα, αφορά σε περιβαλλοντικά, πολιτισμικά, κοινωνικά και οικονομικά ζητήματα και επηρεάζει τους πληθυσμούς εφόσον αντιπροσωπεύει τον τρόπο με τον οποίο αυτοί αντιλαμβάνονται το περιβάλλον στο οποίο ζουν και συνεπώς αποτελεί ένα «πολιτικό» θέμα (Cassatella and Peano, 2011).

Το τοπίο συνήθως χαρακτηρίζεται από τη γεωμορφολογία του εδάφους μίας περιοχής ή τα ενδιαίτηματα που υπάρχουν σε αυτό και η έκτασή του μπορεί να είναι από λίγα έως αρκετά τετραγωνικά χιλιόμετρα (Turner, 1989). Πιο συγκεκριμένα, ως τοπίο ορίζεται μία περιοχή που χαρακτηρίζεται από χωρική ετερογένεια σε ένα τουλάχιστον αντικείμενο έρευνας (Turner and Gardner, 2015).

Κάθε τοπίο υποδιαιρείται σε μικρότερα τμήματα, τα οποία ονομάζονται κατατμήματα ή χωροσηφίδες (patches), τα οποία είναι ομοιογενείς περιοχές που διαφοροποιούνται από τις γειτονικές τους ως προς τον τύπο, τη μορφή και την εμφάνισή τους. Ακόμη όμως και στα κατατμήματα ίδιου τύπου, εντοπίζονται διαφορές που σχετίζονται με το μέγεθος, το σχήμα και τα χαρακτηριστικά των παρυφών τους. Το σύνολό τους σε ένα τοπίο αποτελεί μία κλάση. Σύμφωνα με τους Wiens et al (2015), τα τοπία είναι μωσαϊκά κατατμημάτων. Οι οργανισμοί που κινούνται σε αυτά αντιμετωπίζουν όρια κατατμημάτων που διαφέρουν στη διαπερατότητα ή έχουν διαφορετική απήχηση σε μεμονωμένα άτομα, ενώ η χωρική τους διαμόρφωση μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τη συνδεσιμότητα του τοπίου.

Μεγαλύτερες περιοχές φυσικού ή ημιφυσικού περιβάλλοντος τείνουν να διαθέτουν μεγαλύτερη ποικιλία και ποσότητες πόρων, γεγονός το οποίο ευνοεί μεγαλύτερη αφθονία ειδών και μεγαλύτερο αριθμό ατόμων από κάθε είδος. Και οι δύο αυτοί παράγοντες προάγουν την αντοχή των λειτουργιών των οικοσυστημάτων (Oliver et al, 2015).

2.1.2. Χρήσεις Γης και Δομή Τοπίου

Ως κάλυψη γης νοείται μία επιφάνεια γης με ένα κυρίαρχο ενδιαίτημα ή τύπο βλάστησης. Σύμφωνα με τους Turner and Gardner (2015), ως χρήση γης ορίζεται ο τρόπος και ο σκοπός για τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη γη και τους πόρους της, π.χ. παραγωγή τροφίμων, στέγαση κ.λ.π. Κατά τους Haines and Young (2009), η οικονομική και κοινωνική χρήση γης είναι η ικανότητά της να προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες στον άνθρωπο.

Με τον όρο δομή τοπίου εννοούμε τη χωρική σχέση που υπάρχει ανάμεσα στα κατατμήματα και είναι αποτέλεσμα των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων (Turner and Gardner, 2015).

Η αστικοποίηση αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες αλλαγής χρήσεων γης, κατακερματισμού των ενδιαιτημάτων και απώλειας της βιοποικιλότητας.

Η εντατικοποίηση της γεωργίας μειώνει την ετερογένεια σε τοπικό επίπεδο, αλλά και σε επίπεδο τοπίου και επομένως επηρεάζει τη βιοποικιλότητα και τις διαδικασίες του οικοσυστήματος. Η σύνθεση και η διαμόρφωση του τοπίου επηρεάζουν τα τροφικά επίπεδα με διαφορετικό τρόπο και σχετίζονται περισσότερο με την ένταση της χρήσης γης σε τοπικό επίπεδο (Steckel et al, 2014).

Η ετερογένεια ενός τοπίου εξαρτάται από στοιχεία όπως ο αριθμός κλάσεων, το ποσοστό έκτασης που καταλαμβάνει η κάθε κλάση και η διάταξή τους στο χώρο, το σχήμα των κατατμημάτων και η αντίθεση μεταξύ τους (Peng et al, 2010), ενώ μπορεί να είναι το αποτέλεσμα επίδρασης φυσικών παραγόντων και ανθρωπογενών επιδράσεων. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η αποψίλωση των δασών για λόγους εκμετάλλευσης της ξυλείας, για επέκταση του αστικού ιστού, χρήση του εδάφους για καλλιέργεια, διάνοιξη δρόμων, επέκταση οδικού δικτύου κ.λ.π. Εννοείται ότι στις περισσότερες περιπτώσεις η αλλαγή είναι μόνιμη και ο κατακερματισμός της γης αναπόφευκτος. Επιπλέον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση του εδάφους επιβαρύνουν περισσότερο το περιβάλλον. Σύμφωνα με τους Hilty et al (2012), η εκτεταμένη γεωργική χρήση έχει επιφέρει αλλαγές στο τοπίο σε πολλά μέρη του κόσμου. Οι αλλαγές επιταχύνθηκαν στις αρχές του 1900, κυρίως λόγω της χρήσης μηχανημάτων, της διάνοιξης δρόμων καθώς και των νέων παγκόσμιων αγορών.

Μικρά, δασικά κατατμήματα μέσα σε καλλιέργειες καθώς και τα όρια αυτών, έχουν αισθητικό και οικολογικό ρόλο στο αγροτικό τοπίο. Οι κρίσιμοι παράγοντες για αυτούς τους ρόλους είναι η ηλικία, ο ρυθμός ενόχλησης, η περιοχή και το σχήμα των κατατμημάτων (Hietala - Koivu et al, 2004).

Η ομογενοποίηση του τοπίου είναι μία από τις μεγαλύτερες απειλές στη βιοποικιλότητα των περιοχών με εντατική γεωργία (Slancarova et al, 2014).

Σήμερα, με την πρόοδο της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι δυνατή η χαρτογράφηση των τοπίων μέσω δορυφόρων. Ειδικότερα, στην Ευρώπη χρησιμοποιείται το πρόγραμμα CORINE Land Cover 2018, το οποίο έχει χαρτογραφήσει τις χρήσεις γης σε τρία επίπεδα (I, II και III). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει τις κατηγορίες: τεχνητές επιφάνειες, γεωργικές περιοχές, δάση και ημιφυσικές περιοχές, υγρά τοπία και υδάτινες επιφάνειες και τα άλλα δύο περιλαμβάνουν τις υποκατηγορίες αυτών (παράρτημα Α).

2.2. Βιοποικιλότητα, Χρήσεις Γης και Δομή Τοπίου

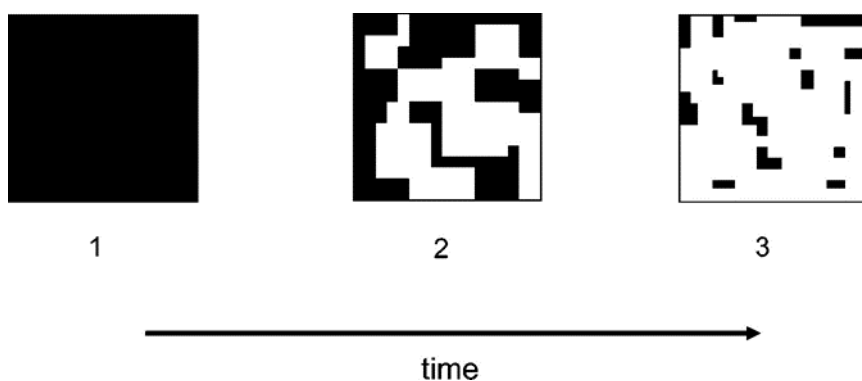
Διαφορετικοί οργανισμοί έχουν διαφορετικές απαιτήσεις αναφορικά με τη διαβίωσή τους, την εύρεση συντρόφου για αναπαραγωγή καθώς και την εύρεση τροφής. Στο περιβάλλον υπάρχει μία αλληλεπίδραση μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, η οποία επιδρά στην ύπαρξη και την αφθονία των διάφορων οργανισμών σε ένα τοπίο. Κάθε είδος δύναται να επιβιώσει σε συγκεκριμένο εύρος των ως άνω παραγόντων και αυτό αποτελεί τα όρια του οικολογικού του θώκου.

Η επιβίωση πολλών ειδών εξαρτάται από τις συνθήκες που υπάρχουν σε ένα ενδιαίτημα, ενώ η ετερογένεια του τοπίου συνδέεται στενά με την αύξηση της βιοποικιλότητας (Kisel et al, 2011). Οι πιθανότητες επιβίωσης ενός είδους με πολύ συγκεκριμένες απαιτήσεις ενδιαίτηματος είναι περισσότερες όταν τα κατατμήματα στα οποία αυτό διαβιώνει έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους έτσι ώστε να μπορεί να μετακινείται για να καλύψει τις ανάγκες του, ενώ τα μεγαλύτερου μεγέθους κατατμήματα μπορούν να στηρίξουν την επιβίωση περισσότερων ειδών, καθώς καλύπτουν περισσότερους οικολογικούς θώκους.

Η βιοποικιλότητα δεν εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες ενός μεμονωμένου οικοτόπου, αλλά και από τη χωρική αλληλεπίδραση μεταξύ των οικοσυστημάτων και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων (Walz and Syrbe, 2013).

Ο κατακερματισμός αυξάνει τον αριθμό των κατατμημάτων και μειώνει το μέγεθός τους, ενώ αυξάνεται και η απομόνωσή τους, οδηγώντας σε αλλαγές στην αφθονία των ειδών και τη δομή της βιοκοινότητας (Polus et al, 2007). Σε κάποιο σημείο, το κάθε ένα από αυτά θα είναι πολύ μικρό για να στηρίξει την ύπαρξη ενός τοπικού πληθυσμού (Di Giulio et al, 2009). Τα είδη που δεν θα μπορέσουν να διασχίσουν τη μήτρα θα περιοριστούν σε πολύ μικρά κατατμήματα, μειώνοντας τους πληθυσμούς τους και την πιθανότητα επιβίωσης τους (Fahrig, 2008).

Με τον κατακερματισμό, το τοπίο διαιρείται σε περισσότερα τμήματα (σχήμα 1)



Σχήμα 1 (Fahrig, 2003). Η διαδικασία του κατακερματισμού. Οι μαύρες περιοχές αντιπροσωπεύουν τα κατατμήματα, ενώ οι λευκές τη μήτρα.

Ο κατακερματισμός αναφέρεται στη διάσπαση ενός ενδιαίτηματος σε μικρότερα τμήματα, η οποία μπορεί να αφορά στα εξής: α) συρρίκνωση β) διχοτόμηση γ) κατακερματισμός και δ) διάτρηση. Εάν τα μικρά κατατμήματα είναι σχετικά ομοιογενή και όλα τείνουν να υποστηρίξουν την ύπαρξη ίδιων ειδών, τότε ένα σύνολο μικρών ενδιαιτημάτων θα περιέχει

σωρευτικά λιγότερα είδη από ένα μεγάλο. Εάν όμως τα μικρά κατατμήματα παρουσιάζουν ποικιλία στη σύνθεση των ειδών, τότε είναι πιθανό ένα σύνολο μικρών ενδιαιτημάτων να υποστηρίζει σωρευτικά περισσότερα είδη από ένα μεγάλο (Collinge, 2009).

Καθώς τα κατατμήματα απομονώνονται, οι τοπικές επιδράσεις κυριαρχούν και η ανθεκτικότητα των πληθυσμών που ζουν σε αυτά μπορεί να διαφοροποιείται σε κάθε ένα από αυτά, μειώνοντας κατά συνέπεια την αφθονία σε τοπικό επίπεδο (Casner et al, 2013).

Η ποσοτικοποίηση του βαθμού του κατακερματισμού προϋποθέτει την εκτίμηση του μοτίβου του ενδιαιτήματος στο τοπίο (Fahrig, 2003).

Σύμφωνα με τους Kguess and Tschardtke (1994), ο κατακερματισμός μειώνει όχι μόνο τη βιοποικιλότητα, αλλά επίσης και το ρυθμό θήρευσης ή παρασιτισμού με τον οποίο συνδέεται η επιτυχία του βιοελέγχου.

Τα μεγάλα κατατμήματα έχουν πολλούς οικολογικούς ρόλους και πολλά πλεονεκτήματα, ενώ τα μικρά με φυσική βλάστηση χρησιμοποιούνται ως συνδετικοί κρίκοι για τη διασπορά ή την επαναποίκιση των ειδών, προφυλάσσουν σπάνια ζώα, παρέχουν ετερογένεια στο τοπίο και αποτελούν ενδιαίτημα για τα ζώα που ζουν περιορισμένα σε αυτά. Στην πραγματικότητα, τα μικρά κατατμήματα παρουσιάζουν διαφορετικά πλεονεκτήματα από τα μεγάλα και πρέπει να θεωρείται ότι λειτουργούν συμπληρωματικά με αυτά και όχι ότι τα υποκαθιστούν (Forman, 1995).

Σύμφωνα με τους Bras et al (2013), η δημιουργία διαδρόμων μεταξύ τοπίων έχει μεγάλη σημασία για τον περιορισμό των καταστροφικών επιδράσεων του κατακερματισμού της γης και της αλλαγής του κλίματος στη βιοποικιλότητα.

Κάθε είδος ευημερεί σε ένα συγκεκριμένο εύρος μίας βιοτικής ή αβιοτικής παραμέτρου του περιβάλλοντος στο οποίο ζει, ενώ στις ακραίες τιμές αυτής της παραμέτρου είναι πιθανό να μην μπορεί να επιβιώσει (Ter Braak and Verdoshot, 1995). Όταν τα είδη απαιτούν δύο ή περισσότερους τύπους ενδιαιτήματος, ο κατακερματισμός καθιστά αδύνατη τη μετακίνησή τους ανάμεσά τους (Wilcove et al, 1986).

Ένας πληθυσμός ο οποίος διαβιεί σε ένα ευνοϊκό για αυτόν περιβάλλον, έχει περισσότερες πιθανότητες να αυξηθεί από εκείνον που διαβιεί σε περιβάλλον μη ευνοϊκό (Thomas et al, 2001).

Η καταστροφή του τοπίου και η αλλαγή στη χρήση γης, κατακερματίζουν το χώρο, στον οποίο ζουν φυσικοί πληθυσμοί, συχνά οδηγώντας τους σε εξαφάνιση σε τοπικό επίπεδο (Grilli et al, 2015).

Το εύρος στο οποίο ζει ένα είδος καθορίζει τον οικολογικό του θάκο, ενώ τα είδη τείνουν να διαχωρίζουν τους οικολογικούς τους θάκους για να μειώσουν τις πιέσεις που δέχονται.

2.2.1. Το Μεσογειακό Τοπίο

Το μεσογειακό τοπίο, λόγω των πολλών επιδράσεων που έχει δεχτεί παρουσιάζει μεγάλη ετερογένεια και σε αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η πλούσια βιοποικιλότητά του. Η ετερογένεια ενός τοπίου έχει συνδεθεί με την αύξηση της βιοποικιλότητας (Kisel et al, 2011). Η εξέλιξη του, οφείλεται στη μεγάλη ποικιλότητα καθώς και στη μακροχρόνια αλληλεπίδραση του περιβάλλοντος με τις ανθρώπινες κοινωνίες που έζησαν σε αυτό. Η διαδοχή των πληθυσμών στη λεκάνη της Μεσογείου σε διάστημα αρκετών χιλιετιών, επέδρασε ποικιλοτρόπως στο οικοσύστημά της. Εδώ δημιουργήθηκαν, αναπτύχθηκαν και κατέρρευσαν κάποιοι από τους μεγαλύτερους πολιτισμούς του κόσμου. Η γεωγραφική της θέση, στα όρια τριών ηπείρων, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη σύνθετης πανίδας και χλωρίδας. Σε τοπικό επίπεδο, η συνεχής αναδιαμόρφωση του τοπίου και των ενδιαιτημάτων, επέδρασε βαθιά στην κατανομή, στη δυναμική, στην αλλαγή των ειδών και στην κοινωνία. Η πιο εμφανής συνέπεια της ανθρώπινης δράσης στη Μεσόγειο ήταν η καταστροφή των δασών, όπως προκύπτει από πολλές παλαιοβοτανικές, αρχαιολογικές και ιστορικές καταγραφές. Αυτό είχε κυρίως ως αποτέλεσμα την αντικατάσταση των αειφύλλων δασών από σκληρόφυλλα και τη μακία βλάστηση, καθώς και τη γενικευμένη ερημοποίηση, λόγω της διαταραχής στην υδρολογική ισορροπία (Blondel, 2006).

2.3. Μέτρηση της Ποιότητας των Ενδιαιτημάτων

Ως ενδιαίτημα νοείται ο χώρος που διαβιεί ένας οργανισμός, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων βιοτικών και αβιοτικών χαρακτηριστικών τα οποία είναι απαραίτητα για αυτόν. Στα αβιοτικά χαρακτηριστικά κατατάσσονται το κλίμα, το ανάγλυφο κ.λ.π., ενώ στα βιοτικά οι οργανισμοί που βρίσκονται σε αυτό. Διαφέρει από το βιότοπο, ο οποίος περιλαμβάνει μόνο τα αβιοτικά στοιχεία. Κάθε οργανισμός έχει διαφορετικές ανάγκες γι' αυτό και τα ενδιαιτήματα ποικίλλουν. Ποιότητα ενδιαίτηματος είναι η ικανότητα του περιβάλλοντος να παράσχει κατάλληλες συνθήκες για την επιβίωση μεμονωμένων ατόμων και ειδών (Zlinsky et al, 2015). Είναι καθοριστικής σημασίας για την επιβίωση των ειδών, καθώς η καλή ποιότητά του συνεπάγεται τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών τόσο για την επιβίωσή τους, αλλά και για

την αναπαραγωγή τους. Κατά συνέπεια, η ποιότητα είναι μία παράμετρος η οποία διαφοροποιείται ανάλογα με τα είδη που ερευνώνται εξαιτίας των διαφορετικών απαιτήσεων τους για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους.

Σύμφωνα με τους Pywell et al, (2004), η παροχή επαρκούς πηγής νέκταρ καθώς και φυτών που μπορούν να φιλοξενήσουν τις λάρβες είναι απαραίτητη για την επιτυχή διατήρηση των ειδών πεταλούδων. Τα φυτά είναι η βασική πηγή τροφής για τις πεταλούδες, παρέχοντάς τους θρεπτικά συστατικά τόσο για τις κάμπιες όσο και για τα ενήλικα άτομα (Sawchik et al, 2003). Μη καλλιεργημένες περιοχές, όπως τα περιθώρια των αγρών, οι φυτοφράχτες και τα δάση έχουν διαφορετική δομή και σύνθεση, γεγονός που τις καθιστά πιο σταθερές και λιγότερο επιρρεπείς στις ενοχλήσεις. Είναι επομένως πιθανό να διαδραματίσουν ένα κυρίαρχο ρόλο στη διατήρηση των πεταλούδων και άλλων ασπόνδυλων, παρέχοντας τους καταφύγιο από καταστροφικές αγροτικές πρακτικές, εναλλακτικές πηγές τροφής, θέσεις αναπαραγωγής πριν την ανάπτυξη των σπαρτών καθώς και σταθερό μικροπεριβάλλον για τη διαχείμασή τους.

Μέχρι στιγμής έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τρόποι για την εκτίμηση της ποιότητας, μερικές από τις οποίες είναι η καταμέτρηση του ύψους φωλιάσματος, ο όγκος διάφορων συστάδων δέντρων κ.λ.π. Ένας άλλος τρόπος που έχει χρησιμοποιηθεί είναι η μέτρηση της πυκνότητας των ζώων, που αποτελεί μία καλή ένδειξη της ποιότητας τους. Η χρήση τους βέβαια απαιτεί χρόνο και μερικές φορές και υψηλό κόστος. Η μέτρηση της πυκνότητας των ειδών είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας, ωστόσο ένας περιορισμός που υπάρχει σε σχέση με αυτή είναι ότι τα είδη δεν επιλέγουν πάντα το πιο ποιοτικό ενδιαίτημα. Η επιλογή τους μπορεί να επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως ο ανταγωνισμός. Ωστόσο, η αυξημένη ποικιλότητα ειδών σε μία περιοχή αποτελεί ένδειξη της ποιότητάς της καθώς παρέχει στα είδη που ζουν εκεί τις κατάλληλες συνθήκες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή τους (Sergio and Newton, 2003).

Γενικά, η μέτρηση των μεταβλητών στο πεδίο είναι μία διαδικασία δύσκολη που απαιτεί πολύ χρόνο, ενώ είναι και οικονομικά ασύμφορη.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν χρησιμοποιηθεί και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, τα οποία έχουν αρκετά πλεονεκτήματα, όπως για παράδειγμα την αντικειμενικότητα των αναλύσεων.

Οι Vogiatzakis et al (2015), έχουν χρησιμοποιήσει μία διαφορετική μέθοδο, την επιστράτευση ομάδας εμπειρογνομόνων για τον υπολογισμό της ποιότητας, αξιολογώντας τα ενδιαιτήματα ως προς την ικανότητά τους να στηρίζουν σημαντικό αριθμό ειδών. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν δεν είναι εφικτή η συλλογή στοιχείων. Μπορεί να είναι η καλύτερη

δυνατή και διαθέσιμη πληροφορία, ιδιαίτερα σε σύνθετα περιβαλλοντικά θέματα με ανεπαρκή δεδομένα (Kueger et al, 2012).

Παρά το γεγονός ότι η γνώμη των ειδικών έχει χρησιμοποιηθεί πολύ σε διάφορα επίπεδα της οικολογίας, συγκριτικές μελέτες με δεδομένα πεδίου έχουν δείξει το υψηλότερο ποσοστό ανακρίβειας των μοντέλων που προκύπτουν από τις αξιολογήσεις των ειδικών (Stevenson-Holt et al, 2014).

2.4. Στατιστικές Μέθοδοι σε Οικολογικά Δεδομένα

Διάφορες στατιστικές μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των ειδών. Κάποιες από αυτές είναι η πολλαπλή γραμμική ή λογιστική παλινδρόμηση (Cunnighan and Johnson, 2011), τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα κ.λ.π. Σύμφωνα με τους Ter Braak et al (1986), η χρήση των μεθόδων παλινδρόμησης δεν είναι πρακτική εξαιτίας της φύσης των δεδομένων, όπως απουσία και παρουσία δεδομένων καθώς και μηδενικών τιμών.

Όταν οι πληθυσμοί είναι αρκετά μεγάλοι και το περιβάλλον σχετικά ομοιογενές, τα επίπεδα του πληθυσμού επαρκούν για να περιγράψουν τη δυναμική των πληθυσμών σε αποδεκτά πλαίσια. Τέτοια περίπτωση απαντάται για παράδειγμα σε πολλά μοντέλα εντόμων – παρασίτων στη γεωργία. Ωστόσο, όταν οι πληθυσμοί είναι μικροί ή απομονωμένοι, ή η συμπεριφορά των μεμονωμένων ατόμων επηρεάζεται από τοπικά γεγονότα σε ένα χωρικά ετερογενές περιβάλλον, τα μοντέλα σε επίπεδο πληθυσμού είναι αδύνατο να παρέχουν επαρκή ακρίβεια και ευαισθησία (Saarenmaa et al, 1988).

2.5. Η Πανίδα των Πεταλούδων

Η πεταλούδα από την αρχαιότητα και σε πολλούς πολιτισμούς θεωρείται σύμβολο της ομορφιάς και της ζωής. Ανήκει στο φύλο των Αρθρόποδων, στην Ομοταξία των Εντόμων και στην Τάξη των Λεπιδόπτερων. Έχει μυζητικό τύπο στοματικών οργάνων, ενώ οι πτέρυγες της καλύπτονται από επιδερμικούς σχηματισμούς (Οντριας, 1995). Έχει μακριές κεραίες οι οποίες ποικίλλουν από είδος σε είδος καθώς και δύο ζεύγη πτερύγων. Ανήκει σε μία από τις υπερικογένειες των Hesperioidea ή των Papilionoidea (όλες οι άλλες πεταλούδες). Υπάρχουν περισσότερα από 100.000 είδη σε όλο τον κόσμο.

Ο κύκλος ζωής των Λεπιδόπτερον διακρίνεται σε τέσσερα στάδια: α) αυγά β) λάρβα (κάμπια) γ) πούπα (χρυσαλίδα) και δ) ενήλικο άτομο (Culin, 2018).

Τα λεπιδόπτερα είναι ολομετάβολα έντομα, δηλαδή τα ενήλικα και μη ενήλικα άτομα διαφέρουν σημαντικά στο σχήμα, τη λειτουργία τους και την οικολογική τους συμπεριφορά. Οι λάρβες τρέφονται ενώ τα ενήλικα άτομα διασπείρονται και αναπαράγονται (Wheeler, 2009).

Τα ενήλικα άτομα έχουν κεραίες, σύνθετα μάτια, τρία ζεύγη ποδιών και σκληρό εξωσκελετό. Στο εξωτερικό μέρος του κεφαλιού τους υπάρχει η προβοσκίδα με την οποία απομυζάται το νέκταρ των λουλουδιών (Harris, 2002).

Ο κύκλος της ζωής της ποικίλλει στα διαφορετικά είδη και συνήθως κυμαίνεται από ένα μήνα ως ένα έτος. Η πεταλούδα ξεκινά τη ζωή της ως ένα πολύ μικρό αυγό. Το ενήλικο άτομο αποθέτει τα αυγά του σε φύλλα θάμνων με τα οποία τρέφεται η κάμπια που θα εκκολαφθεί από το αυγό. Καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φύλλων και αναπτύσσεται με πολύ ταχύ ρυθμό. Η μεταμόρφωσή της από την στιγμή της γέννησης, σε μορφή κάμπιας (προνύμφη), είναι τεράστια. Ως κάμπια το σώμα της είναι σκωληκόμορφο και διαθέτει μασητικό στοματικό τύπο, ενώ συχνά διαθέτει μεταξοειδείς αδένες και με τα λεπτά στρώματα μεταξιού που παράγει, δημιουργεί ένα κουκούλι, στο οποίο εισέρχεται και μετατρέπεται σε χρυσαλίδα. Όταν βγαίνει από το κουκούλι, έχει πλέον τη μορφή ενήλικης πεταλούδας. Οι πεταλούδες είναι φυτοφάγες και συχνά το μεγαλύτερο τμήμα τους παρουσιάζει περιπτώσεις σεξουαλικού διμορφισμού.

Οι πεταλούδες, όπως και όλα τα λεπιδόπτερα αντιμετωπίζουν ένα πλήθος από εχθρούς σε όλα τα στάδια της σύντομης ζωής τους, όπως μυρμήγκια, μεγάλα αρπακτικά έντομα κ.λ.π. Ο άνθρωπος και οι δραστηριότητές του αποτελούν μεγάλη απειλή για αυτές. Η ευρεία χρήση εντομοκτόνων, μαζί με τα άλλα έντομα, σκοτώνει και μεγάλους αριθμούς πεταλούδων. Τα ζιζανιοκτόνα καταστρέφουν πολλά φυτά ξενιστές μαζί με τις κάμπιες που βρίσκονται σε αυτά. Χιλιάδες πεταλούδες σκοτώνονται κάθε χρόνο από τα αυτοκίνητα στους υπεραστικούς δρόμους. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος όμως προέρχεται από καταστροφές βιοτόπων, είτε με πυρκαγιές, είτε με μεγάλα αναπτυξιακά έργα, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε εξαφάνιση ολόκληρων πληθυσμών ή ακόμα και ειδών (Μακρής, 2002).

Το κάθε είδος πεταλούδας έχει και το δικό του φυτό ξενιστή όπου θα γεννήσει τα αυγά του και μετέπειτα η κάμπια θα τρέφεται από αυτό. Έχει πολλούς εχθρούς σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής της. Μερικοί από αυτούς είναι οι αράχνες, τα πουλιά και τα μεγάλα αρπακτικά έντομα. Η άμυνα της πεταλούδας είναι η παραλλαγή. Με την παραλλαγή η πεταλούδα παραπλανά των εχθρό της ως προς το μέγεθος της καθώς την κάνει αόρατη. Τα χρώματά της είναι πολύ σημαντικά για τη φυσική επιλογή, αλλά και την αναπαραγωγική της επιτυχία.

2.6. Πεταλούδες, Χρήσεις Γης και η Δομή του Τοπίου

Τα λεπιδόπτερα είναι ανάμεσα στις πιο πολυπληθείς και ανιχνεύσιμες ομάδες των εντόμων του δάσους και έχουν σημαντικό λειτουργικό ρόλο ως επιλεκτικά φυτοφάγα, ως επικονιαστές, ως λεία για τα μεταναστευτικά στρουθιόμορφα πτηνά κ.λ.π. Επομένως, αποτελούν μία σημαντική πανίδα για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ποιότητα και η ποσότητα αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν την αφθονία των ειδών και τη δομή της κοινότητας (Summerville and Crist, 2004).

Οι πεταλούδες θεωρούνται καλοί δείκτες των περιβαλλοντικών αλλαγών, και σύμφωνα με τους Cleary and Mooers, (2004), είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε περιβαλλοντικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας. Οι πεταλούδες αποτελούν εξαιρετικά μοντέλα οργανισμών για τη μελέτη αφενός των επιδράσεων του τοπίου, όπως είναι το μέγεθος του και η απομόνωση, αφετέρου δε των επιδράσεων σε τοπικό επίπεδο, όπως είναι η ποιότητα του ενδιαιτήματος (Kramer et al, 2012).

Έχουν γίνει πολλές μελέτες με τις οποίες έχει ερευνηθεί η σχέση της πανίδας των πεταλούδων με τη δομή του τοπίου. Σε αρκετές από αυτές καταδεικνύεται ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της ετερογένειας του τοπίου και της αύξησης της ποικιλότητας των ειδών (Tews et al, 2004). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί με βάση την ύπαρξη περισσότερων οικολογικών θώκων στα ετερογενή τοπία και κατά συνέπεια την ικανοποίηση των αναγκών περισσότερων οργανισμών.

Η αφθονία των πεταλούδων σε τοπικό επίπεδο αναμένεται να επηρεάζεται ταυτόχρονα από τη διαθεσιμότητα κατάλληλων ενδιαιτημάτων και τις ιδιότητες αυτών, καθώς και από την ύπαρξη πρωτογενών πληθυσμών στο περιβάλλον τοπίο (Ekroos and Kuussaari, 2012). Οι αλλαγές στη σύνθεση των πεταλούδων μπορούν να εξηγηθούν με βάση την κάθετη στρωματοποίηση της φυτικής κάλυψης, το ανάγλυφο της, την ετερογένεια του τοπίου και το κλίμα (Mihoci et al, 2011).

Οι γεωργικές πρακτικές που ακολουθούνται τις τελευταίες δεκαετίες με σκοπό την αύξηση της παραγωγής έχουν δημιουργήσει μεγάλες ενιαίες εκτάσεις, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ομοιογενών τοπίων, γεγονός που δεν ευνοεί την ύπαρξη διαφορετικών ενδιαιτημάτων για τα είδη. Στη σύγχρονη γεωργία, η χρήση παρασιτοκτόνων και λιπασμάτων είναι κοινή πρακτική, ενώ η χρήση μηχανημάτων δημιουργεί συνθήκες απομάκρυνσης των περιφερειακών ζωνών. Κατά συνέπεια, η ετερογένεια των καλλιεργούμενων τοπίων έχει μειωθεί (Weibull et al, 2000).

Η ύπαρξη ενός συγκεκριμένου πληθυσμού πεταλούδων σε ένα βιότοπο, δεν εγγυάται ότι το μέλλον του θα είναι ασφαλές. Επιπλέον, τυχαίοι παράγοντες όπως οι κακές καιρικές συνθήκες, μπορεί να οδηγήσουν στην εξαφάνισή του και αν η ύπαρξη τέτοιων πληθυσμών είναι σε

μεγάλες αποστάσεις από τον αρχικό, η επαναποίκισή του είναι πρακτικά αδύνατη (Pollard and Yates, 1993).

Ένα συμπαγές απόθεμα αυξάνει την τοπική αντοχή, μειώνοντας τις παράπλευρες συνέπειες, ενώ ταυτόχρονα με τη διατήρηση μεμονωμένων θέσεων σε στενή επαφή διευκολύνεται η διασπορά και η εκ νέου αποίκιση κενών ενδιαιτημάτων, γεγονός που αυξάνει την πιθανότητα της επιβίωσης σε τοπικό επίπεδο (Cabeza and Moilanen, 2001).

Σύμφωνα με τους Katayama et al (2014), η ετερογένεια ευνοεί την πλειοψηφία των ειδών, εξαιρουμένων εκείνων που έχουν περιορισμένη εξάπλωση και προτίμηση σε συγκεκριμένο ενδιαίτημα. Ανάλογο ήταν το αποτέλεσμα των Aauri and De Lucio (2001), οι οποίοι μελέτησαν τον τρόπο επίδρασης του τοπίου στην αφθονία διάφορων ειδών, συμπεριλαμβανομένων των πεταλούδων. Η απώλεια των φυσικών ενδιαιτημάτων, εξαιτίας της αλλαγής χρήσης γης είναι η κύρια απειλή στην ποικιλότητα των πεταλούδων (Santos et al, 2019).

Τα αποτελέσματα των Davis et al (2007), ενισχύουν την υπόθεση ότι οι επιλογές των πεταλούδων βασίζονται σε τοπικούς παράγοντες, αλλά και σε παράγοντες του τοπίου.

Κεφάλαιο 3

Μεθοδολογία

3.1. Ερευνητικά Ερωτήματα

Όπως προκύπτει και από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, η ποικιλότητα των πεταλούδων επηρεάζεται κυρίως από δύο παράγοντες:

A) την ποιότητα των ενδιαιτημάτων και

B) τη δομή του τοπίου

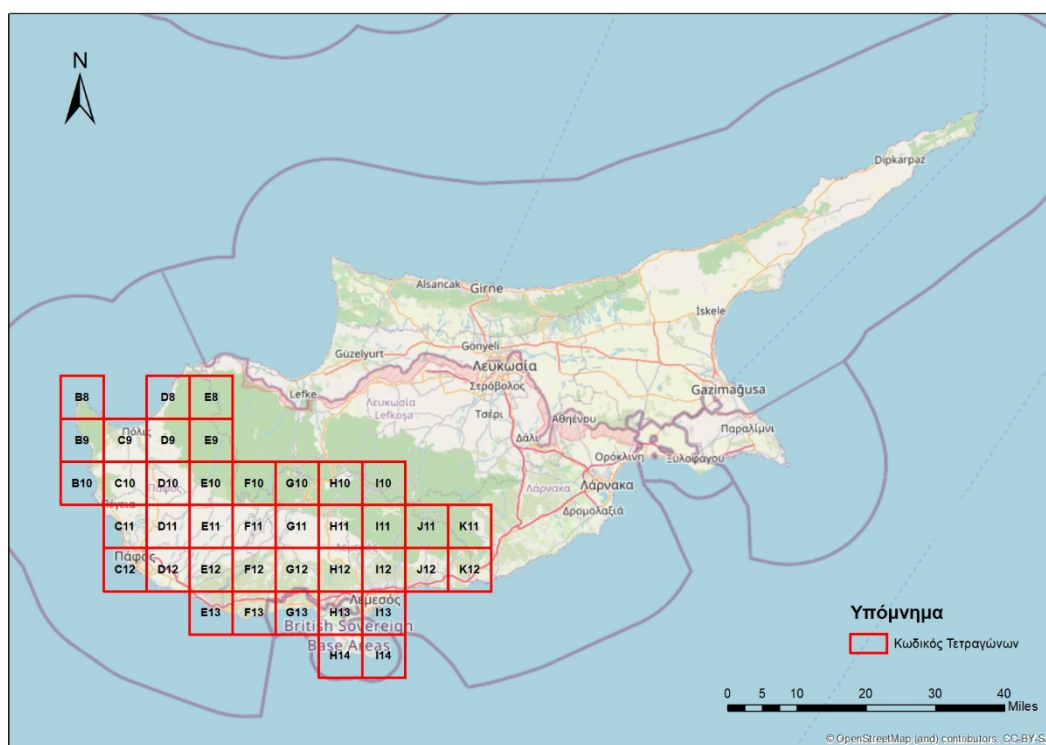
Στην παρούσα διατριβή επιχειρείται ο προσδιορισμός του βαθμού που οι δύο ως άνω παράγοντες επηρεάζουν την κατανομή της β-ποικιλότητας των ειδών της πανίδας των πεταλούδων. Συνεπώς, το ερώτημα το οποίο θα πρέπει να απαντηθεί με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας είναι εάν η ποιότητα των ενδιαιτημάτων ή η δομή του τοπίου καθορίζει την κατανομή τους. Για την προσέγγιση του θέματος είναι απαραίτητη η διερεύνηση των εξής:

- 1) Της ποιότητας των ενδιαιτημάτων στην Κύπρο και πως επηρεάζει την αφθονία των ειδών πεταλούδων
- 2) Του ποσοστού της επίδρασης της κάθε μίας μεταβλητής στην αφθονία και
- 3) Εάν η σύνθεση του τοπίου ή η διάρθρωση των καταστημάτων στο χώρο αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα στην κατανομή της πανίδας.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή συμπερασμάτων, πρέπει να είναι ταχεία, απλή στη χρήση και να παρέχει επαρκείς εκτιμήσεις του μεγέθους του πληθυσμού για όλα τα είδη που βρίσκονται σε μία περιοχή (Pollard and Yates, 1993).

3.2. Περιοχή Μελέτης

Ως περιοχή μελέτης έχει ορισθεί η έκταση της Κύπρου για την οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία καταγραφών για την πανίδα των πεταλούδων (σχήμα 2). Η Κύπρος είναι το τρίτο μεγαλύτερο νησί στη Μεσόγειο και βρίσκεται στο βορειοανατολικό της άκρο. Το κλίμα του νησιού είναι τυπικά μεσογειακό με κύριο χαρακτηριστικό τα ξηρά καλοκαίρια και προβλήματα λειψυδρίας. Η βλάστηση και οι χρήσεις γης εξαρτώνται, αλλά και καθορίζονται από το κλίμα, την τοπογραφία και τη γεωλογία της περιοχής, ενώ σε μεγάλο βαθμό εξηγούνται με βάση την παλαιογεωγραφία, αλλά και το γεγονός ότι κατοικήθηκε από πολύ παλιά λόγω των ευνοϊκών συνθηκών που επικρατούσαν, δέχτηκε πολλούς κατακτητές και αυτή η αλληλεπίδραση ευθύνεται για τη μεγάλη ποικιλομορφία που παρατηρείται. Σήμερα, περίπου το 40% του νησιού καλύπτεται από δάσος, μακία βλάστηση και φρύγανα (Ciesla, 2004).



Σχήμα 2. Τα 40 τετράγωνα, από τα οποία αντλήθηκαν στοιχεία για τα είδη των πεταλούδων. Το υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε είναι open street map.

3.3. Οι Πεταλούδες στην Κύπρο

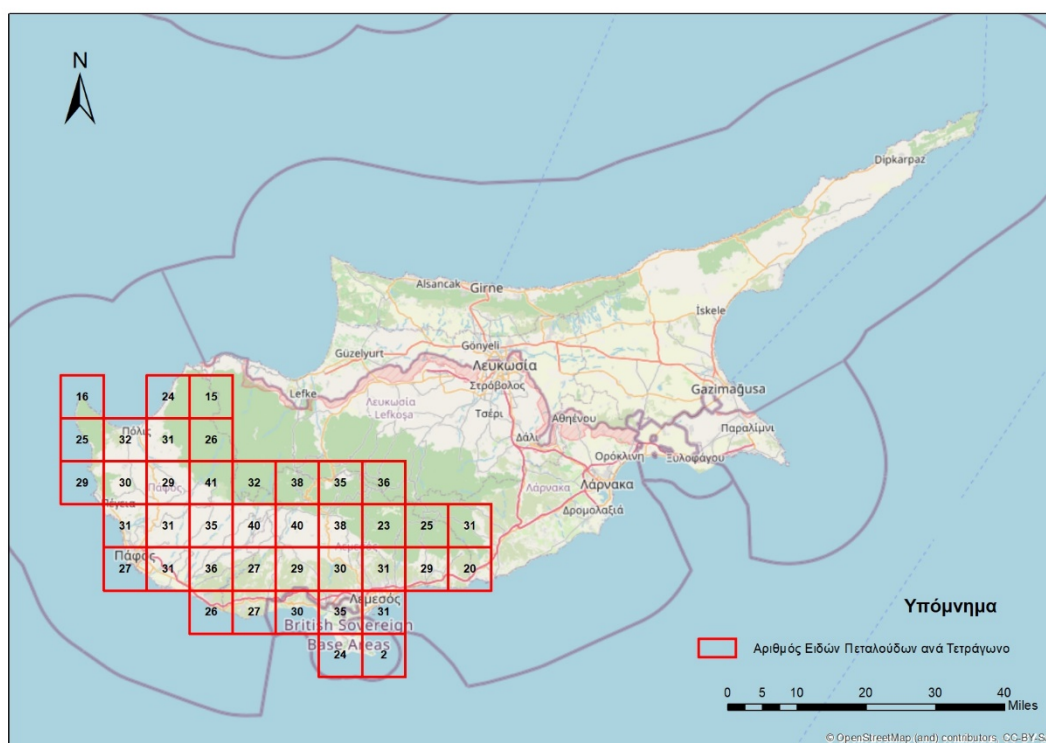
Στην Κύπρο έχουν προσδιορισθεί μέχρι τώρα 53 είδη πεταλούδων. Τρία είδη και έξι υποείδη είναι ενδημικά, δηλαδή μπορείς να τα συναντήσεις μόνο στην Κύπρο. Τα ενδημικά είδη είναι τα εξής: α) *Glaucopsyche raphos* (Chapman, 1920) β) *Maniola cypricola* (Graves, 1928) και γ) *Hipparchia cypriensis* (Holik, 1949), ενώ τα ενδημικά υποείδη είναι τα: α) *Zerynthia cerisyi cypria* (Stichel, 1907) β) *Cigaritis acama cypriaca* (Riley, 1925) γ) *Hipparchia syriaca cypriaca* (Staudinger, 1875) δ) *Chazara briseis larnacana* (Oberthur, 1909) ε) *Pseudochazara anthelia acamanthis* (Rebel, 1916) και ζ) *Hyronephele lupina cypriaca* (Riley, 1921) (Μακρής, 2002). Στην περιοχή μελέτης προσδιορίστηκαν συνολικά 47 είδη πεταλούδων (παράρτημα Β).

Η οικογένεια Lycaenidae είναι η μεγαλύτερη της Κύπρου. Ιδιαίτερα ψηλό είναι το ποσοστό της οικογένειας Pieridae, το οποίο είναι σχεδόν διπλάσιο από αυτό της Ελλάδας. Υψηλό είναι και το ποσοστό της οικογένειας Satyridae, το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των χωρών της Μέσης Ανατολής. Αντίθετα, με πολύ χαμηλό ποσοστό αντιπροσωπεύεται η οικογένεια Nymphalidae. Απρόσμενα χαμηλό είναι και το ποσοστό της οικογένειας Hesperidae, το οποίο είναι πολύ μικρότερο τόσο από αυτό της Ελλάδας, όσο και από αυτό των χωρών της Μέσης Ανατολής. Ορισμένα είδη με μεγάλη εξάπλωση στη γύρω περιοχή απουσιάζουν από την Κύπρο χωρίς φανερή αιτία. Η πλειοψηφία των πεταλούδων της Κύπρου είναι είδη με μεγάλη εξάπλωση που περιλαμβάνει ολόκληρη την Ευρώπη, τις χώρες της Μεσογείου και τη δυτική Ασία. Ένας σημαντικός αριθμός είναι είδη της Αφρικής και της Μέσης Ανατολής, μερικά από τα οποία φτάνουν στην Κύπρο ως σπάνια μεταναστευτικά. Τέλος, ένας μικρός αριθμός είναι ενδημικά (Μακρής, 2002).

3.3.1 Στοιχεία ποικιλότητας ειδών πεταλούδας

Τα δεδομένα για την ποικιλότητα προέρχονται από εθελοντές - παρατηρητές πεταλούδων, σε μορφή μήτρας παρουσίας – απουσίας ειδών, όπου τα είδη βρίσκονται στις στήλες και τα τετράγωνα στις γραμμές. Οι ερασιτέχνες παρατηρητές έχουν τη δυνατότητα να καταγράψουν την κατανομή και αφθονία ειδών σε μέρη όπου δεν υφίστανται συστηματικά καταγεγραμμένα στοιχεία (Breed et al, 2013). Η χρήση των εθελοντών για την καταμέτρηση των πεταλούδων είναι ευρέως διαδεδομένη. Επιστήμονες, με την ιδιότητα του πολίτη συμβάλλουν στη μελέτη των πεταλούδων εδώ και αιώνες. Βασικά, η καταμέτρηση αφορά στην καταγραφή παρουσίας – απουσίας συγκεκριμένου είδους πεταλούδας, σε συγκεκριμένες ημερομηνίες και ακολουθώντας ορισμένη διαδρομή (Jue and Daniels, 2015). Στην καταγραφή των πεταλούδων

της υπό μελέτη περιοχής υπάρχουν στοιχεία για την παρουσία ή απουσία ειδών με τον αριθμό 1 να υποδηλώνει την παρουσία συγκεκριμένου είδους και τον αριθμό 0, την απουσία του. Σε κάθε τετράγωνο καταγράφηκε διαφορετικός αριθμός ειδών (σχήμα 3 και πίνακας 2). Η ποικιλότητα των ειδών προσδιορίστηκε από το άθροισμα των ειδών που καταγράφηκαν σε κάθε τετράγωνο.



Σχήμα 3. Ο αριθμός των ειδών των πεταλούδων σε κάθε τετράγωνο. Το υπόβαθρο που χρησιμοποιήθηκε είναι open street map.

3.3.2. Δεδομένα Εδαφοκάλυψης

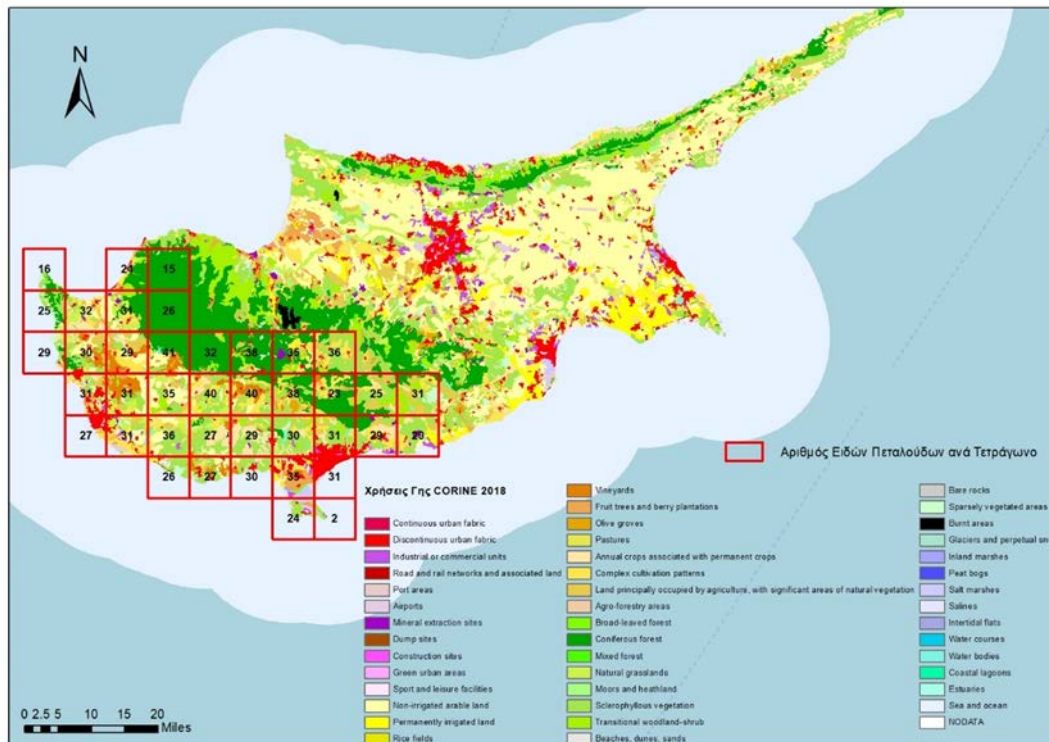
Η βλάστηση και οι χρήσεις γης καθορίζονται από τα κλιματικά και τοπογραφικά στοιχεία του νησιού. Υπάρχει μεγάλος αριθμός ενδημικών φυτών και ζώων, ενώ λόγω της ποικιλομορφίας της τοπογραφίας του νησιού, οι κλιματικές συνθήκες είναι τέτοιες που επιτρέπουν την επιβίωση πολλών ειδών ζώων και φυτών.

Η σημερινή Κύπρος διατηρεί εκτεταμένα δάση που καλύπτουν το 17% του νησιού και κατανέμονται κυρίως στις οροσειρές του Τροόδους και του Πενταδάκτυλου. Οι χαμηλότεροι λόφοι καλύπτονται από θαμνώνες διάφορων τύπων που εναλλάσσονται με καλλιέργειες και

κατά τόπους με οικισμούς. Οι πεδινές περιοχές, με κύρια την εκτεταμένη πεδιάδα της Μεσαορίας και η παράκτια ζώνη καλύπτονται από καλλιέργειες (περίπου το 45% του νησιού) και οικισμούς, αλλά τοπικά διατηρούνται μεγαλύτερες ή μικρότερες εκτάσεις φυσικής ή ημιφυσικής βλάστησης. Τα πλέον εκτεταμένα δάση αποτελούνται από τραχεία πεύκη ((*Pinus brutia*) και εξαπλώνονται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι και τα 1.400 μέτρα, καλύπτοντας μεγάλο μέρος της οροσειράς του Τροόδου, του Πενταδάκτυλου και μέρος της χερσονήσου του Ακάμα. Στην Κύπρο έχουν καταγραφεί 52 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων (Παράρτημα Οδηγίας Οικοτόπων 92/43/ΕΟΚ), από τους οποίους οι 5 εμφανίζονται αποκλειστικά στο νησί (naturemuseum.org.cy/habitat.types).

Γενικά, στα υψηλότερα ορεινά στρώματα του νησιού ευδοκούν τα δάση πεύκης, ενώ στα χαμηλότερα στρώματα απαντώνται μακία βλάστηση με χαρακτηριστικό παράδειγμα την ελιά (*Olea europaea*), την τερατσιά (*Ceratonia siliqua*), τη λατζιά (*Quercus alnifolia*), η οποία έχει ανακηρυχθεί ως το εθνικό δέντρο του νησιού, φρύγανα κ. ά. (<http://www.moa.gov.cy/forest>).

Το κάθε ένα από τα 40 τετράγωνα της περιοχής μελέτης, έκτασης 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων, στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελείται από ένα συνδυασμό διαφορετικών καλύψεων γης με βάση το χάρτη χρήσεων γης CORINE Land Cover 2018 (σχήμα 4). Σε μερικά τετράγωνα παρατηρείται αυξημένος αριθμός χρήσεων γης, ενώ κάποια άλλα αποτελούνται μόνο από μία.



Σχήμα 4. Ο χάρτης CORINE Land Cover 2018 για την Κύπρο. Απεικονίζονται όλες οι χρήσεις γης και τα υπό μελέτη τετράγωνα.

3.4. Υπολογισμός Ποιότητας Ενδιαιτήματος

Η ποιότητα ενδιαιτήματος μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα του περιβάλλοντος να παρέχει κατάλληλες συνθήκες για την επιβίωση πληθυσμών και μεμονωμένων ατόμων (Mc Dermid et al, 2005). Για τον υπολογισμό της ποιότητας ενδιαιτήματος αξιοποιήθηκε η γνώση ειδικών – εμπειρογνομόνων. Η ποιότητα τους εκτιμήθηκε και αξιολογήθηκε από ειδικούς – γνώστες της πανίδας των πεταλούδων. Η μέθοδος αυτή θεωρείται οικονομικά αποτελεσματική και λιγότερο χρονοβόρα από τις κλασικές έρευνες τοπίου. Σε αυτούς στάλθηκαν μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου οι 35 κατηγορίες που έχουν αναγνωρισθεί και χαρτογραφηθεί στο επίπεδο III του χάρτη χρήσεων γης CORINE Land Cover. Τους ζητήθηκε η βαθμολόγηση με κλίμακα από 0 έως και 5. Συνολικά, λήφθηκαν απαντήσεις από δέκα πραγματογνώμονες. Οι συμμετέχοντες γνωρίζουν άριστα την κυπριακή φύση και πανίδα των πεταλούδων και παρέχουν ένα ευρύ φάσμα απόψεων και πραγματογνωμοσύνης (Krueger et al, 2012). Η μέγιστη βαθμολογία, δηλαδή το 5 αντιστοιχεί σε καλύψεις γης που μπορούν να φιλοξενήσουν μεγαλύτερο αριθμό ειδών, ενώ το 0 αντιστοιχεί σε χρήσεις γης με τα λιγότερα είδη. Για κάθε κατηγορία χρήσης γης υπολογίστηκε ο μέσος όρος της βαθμολογίας των εμπειρογνομόνων, η μέγιστη και η

ελάχιστη τιμή καθώς και η τυπική απόκλιση (πίνακας 2). Για την τελική βαθμολογία της κάθε χρήσης γης χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος της βαθμολογίας που έλαβε από όλους τους εμπειρογνώμονες έτσι ώστε να ενσωματωθούν οι απόψεις όλων των ειδικών και να αντιπροσωπευθούν ισότιμα. Ο συνδυασμός των απόψεων από ένα μεγάλο σχετικά αριθμό συμμετεχόντων τείνει να μειώσει τις αβεβαιότητες, ειδικά στις περιπτώσεις που παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στις αξιολογήσεις τους (Kueger et al, 2012). Ο βαθμός συσχέτισης των βαθμολογιών των εμπειρογνομόνων αξιολογήθηκε βάσει του συντελεστή Kendall (W), ο οποίος παίρνει τιμές από 0 έως 1 (Legendre, 2005).

Ο τύπος βάσει του οποίου υπολογίστηκε η ποιότητα σύμφωνα με τους Vogiatzakis et al (2015), δίνεται παρακάτω:

$$QI = \sum_{i=1}^n (Q_i \times p_i)_i$$

Q_i : ο βαθμός ποιότητας κάθε τμήματος i χρήσης γης CORINE Land Cover

p_i : η αναλογία του τμήματος στην περιοχή, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο της διανυθείσας περιοχής και

n : ο αριθμός των τμημάτων στη διανυθείσα περιοχή

Από το σύνολο των 35 χρήσεων γης, όπως αυτές καταγράφονται στο επίπεδο III του χάρτη CORINE Land Cover 2018, αφαιρέθηκαν οι χρήσεις γης που αφορούν στη θαλάσσια περιοχή.

3.5. Δείκτες / Μετρικές Τοπίου

Για την κατανόηση του τρόπου επίδρασης της δομής του τοπίου στις οικολογικές διεργασίες έχουν δημιουργηθεί πολλοί δείκτες (Uuemaa et al, 2009). Ο κάθε δείκτης επιλέγεται με βάση το αποτέλεσμα που θέλουμε να εξάγουμε.

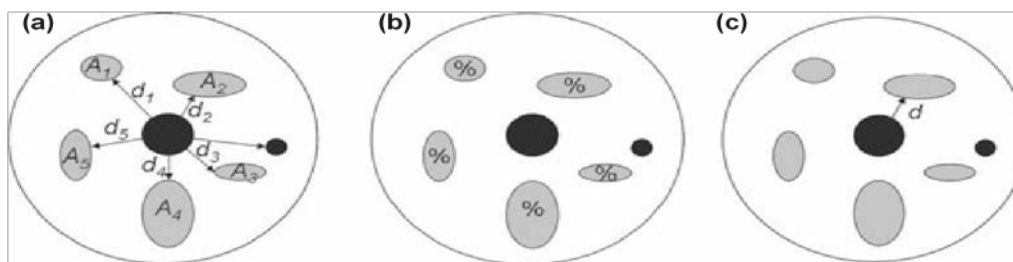
Οι δείκτες τοπίου χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά για την εκτίμηση της κατάστασης της βιοποικιλότητας, τον έλεγχο της αλλαγής του τοπίου και την εκτίμηση της επίδρασης της αλλαγής χρήσης γης στη βιοποικιλότητα. Χρησιμοποιούνται επίσης για τη μοντελοποίηση των ενδιαιτημάτων. Αποσκοπούν στην ποσοτική περιγραφή του χωρικού χαρακτήρα των θεμελιωδών συστατικών του τοπίου και υπολογίζονται σε τρία ιεραρχικά επίπεδα: κατατμήματος, κλάσεων και τοπίου. Με τη βοήθεια των δεικτών, το χωρικό πρότυπο του

τοπίου μπορεί να ποσοτικοποιηθεί και να αναλυθεί (Walz and Syrbe, 2013). Πρέπει να καλύπτουν όλα τα επίπεδα και τις ανάγκες διαφορετικών ταξινομικών ομάδων.

Οι δείκτες αυτοί ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες που αποτελούν τις βάσεις που απαιτούνται για την περιγραφή οποιοδήποτε τοπίου α) σύνθεσης και β) διάρθρωσης (Dunning et al, 1992).

Οι δείκτες σύνθεσης αναφέρονται στον αριθμό των διάφορων τύπων καλύψεων γης καθώς και στο ποσοστό που καταλαμβάνουν στο τοπίο, μετρούν τι υπάρχει και σε ποια ποσότητα ή αναλογία χωρίς όμως να περιγράφουν που βρίσκεται. Υπολογίζονται σε επίπεδο τοπίου αφού απαιτείται η συμπερίληψη όλων των κατατμημάτων για εξαγωγή αποτελεσμάτων, ενώ οι δείκτες διάρθρωσης μπορούν να υπολογιστούν και για τα τρία επίπεδα. Μεγάλη σημασία έχει η επιλογή των δεικτών, οι οποίοι πρέπει να συσχετίζονται με το προς μελέτη θέμα και να μάς οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα.

Οι Bruckmann et al (2010), χρησιμοποίησαν τρεις δείκτες για να εκτιμήσουν τη συνδετικότητα ανάμεσα στα κατατμήματα, α) το δείκτη Hanski, με τον οποίο γίνεται εκτίμηση της απόστασης ανάμεσα στο κεντρικό κατάτμημα και στα περιφερειακά, β) το συνολικό αριθμό ενδιαιτημάτων στο τοπίο ως ποσοστό κάλυψης ενδιαιτήματος και γ) την απόσταση από το επόμενο κατάτμημα (σχήμα 5).



Σχήμα 5. Bruckmann et al, 2010. Απεικόνιση των 3 μετρικών συνδετικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη: τα μαύρα είναι τα εστιακά ενδιαιτήματα, μία μεγάλη και μία μικρή περιοχή μελέτης ανά τοπίο, όπου η μεγάλη βρίσκεται στο κέντρο του τοπίου (α) ο δείκτης συνδετικότητας του Hanski, d = η απόσταση ανάμεσα στην κεντρική περιοχή μελέτης και σε ένα άλλο κατάτμημα (km), A = το μέγεθος του κατατμηματος (m^2), (b) τα ολικά κατατμήματα στο τοπίο υπολογίζονται ως ποσοστό κάλυψης ενδιαιτήματος (γκρι χρώμα), η κάλυψη ενδιαιτήματος για τις μικρές περιοχές μελέτης πάντα περιλαμβάνει την έκταση της μεγάλης περιοχής μελέτης και η κάλυψη ενδιαιτήματος για τις μεγάλες εκτάσεις περιλαμβάνει τις μικρές.

Η εστιακή περιοχή πάντα εξαιρείται (c) από τη μέτρηση της απόστασης προς το επόμενο ενδιαίτημα.

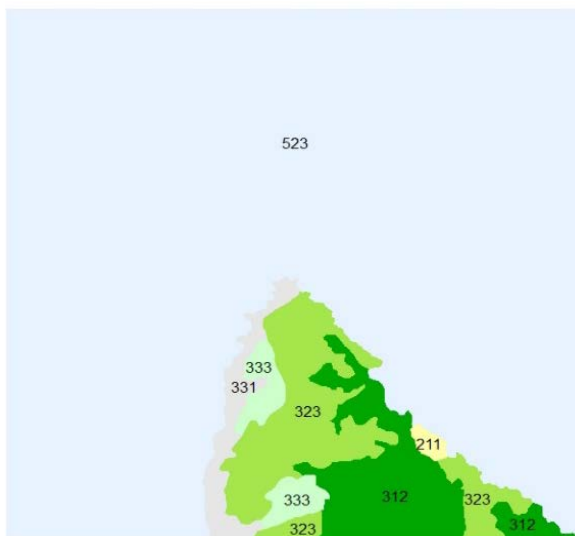
Το ιδανικό είναι να χρησιμοποιείται ο μικρότερος αριθμός ανεξάρτητων μεταξύ τους δεικτών, οι οποίοι να ποσοτικοποιούν επαρκώς τη δομή του τοπίου (Cushman et al, 2008). Οι δείκτες πρέπει να εξυπηρετούν τους σκοπούς της μελέτης και να αποφεύγεται η συμπερίληψη πολλών αχρειαστων δεικτών που να συσχετίζονται μεταξύ τους (Turner and Gardner, 2015).

3.5.1. Επεξεργασία Δεδομένων

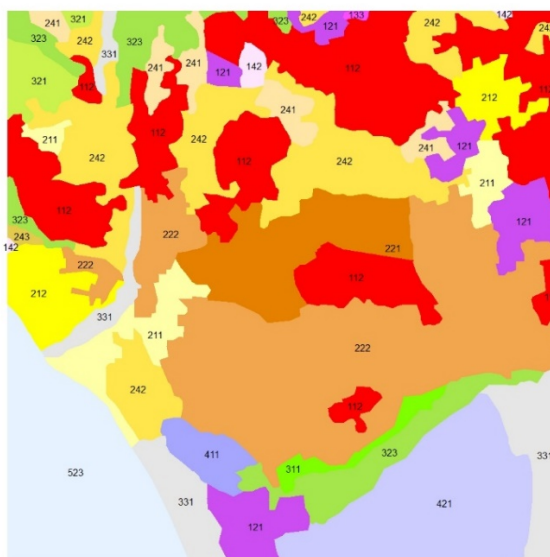
Τα στοιχεία για την παρούσα μελέτη αντλήθηκαν από το πρόγραμμα CORINE Land Cover 2018. Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 1985 (έτος αναφοράς το 1990) από το European Environment Agency με σκοπό την τυποποίηση των δεδομένων της γης στην Ευρώπη και την υποστήριξη ανάπτυξης περιβαλλοντικής πολιτικής (www.eea.europa.eu).

Η επεξεργασία τους έγινε μέσω του λογισμικού για Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ARCGIS για το σύνολο των τετραγώνων, αλλά και για κάθε ένα ξεχωριστά από τα σαράντα τετράγωνα της περιοχής μελέτης, αφού αποκόπηκαν από το σύνολο με συγκεκριμένη διαδικασία. Ενδεικτικά, στα σχήματα 6 και 7 αντίστοιχα απεικονίζονται τα τετράγωνα B8 με έξι χρήσεις συνολικά και H13 με δεκαοκτώ χρήσεις γης. Στη συνέχεια, τα δεδομένα μεταφέρθηκαν στο Microsoft EXCEL και επεξεργάστηκαν περαιτέρω προκειμένου να εξαχθούν στοιχεία για τις χρήσεις γης σε κάθε ένα από αυτά, όπως για το εμβαδό, την έκταση, το ποσοστό και της κάθε χρήσης γης και το συνολικό αριθμό των χρήσεων γης του κάθε τετραγώνου.

Παράλληλα, μέσω ARCGIS, έγινε μετατροπή των στοιχείων των τετραγώνων έτσι ώστε να είναι δυνατή η εισαγωγή τους στο λογισμικό FRAGSTATS για περαιτέρω επεξεργασία και υπολογισμό των επιθυμητών μετρικών.



Σχήμα 6. Αποκοπή του τετραγώνου Β8. Οι αριθμοί που απεικονίζονται αφορούν στις έξι συνολικά χρήσεις γης που υπάρχουν σε αυτό.



Σχήμα 7. Αποκοπή του τετραγώνου Η13. Οι αριθμοί που απεικονίζονται αφορούν στις δεκαοκτώ συνολικά χρήσεις γης που υπάρχουν σε αυτό.

3.5.2. Οι Δείκτες / Μετρικές που υπολογίστηκαν

Αρχικά, οι μετρικές που υπολογίστηκαν σε επίπεδο τοπίου ήταν οι εξής: 1) πυκνότητα ακμών (edge density), 2) αριθμός διαφορετικών τύπων καταμημάτων εντός ορίων του τοπίου (patch richness) 3) δείκτης ποικιλότητας Shannon (Shannon's diversity index) και 4) δείκτης ομοιογένειας Shannon (Shannon's evenness index) και 5) πυκνότητα ποικιλομορφίας (patch richness density), ενώ σε επίπεδο κλάσης υπολογίστηκαν οι μετρικές: 1) εμβαδό κλάσης (class area) 2) ποσοστό επί του τοπίου (percentage of landscape) και 3) δείκτης συνοχής τοπίου (landscape cohesion) (πίνακας 1). Επιπλέον, έγινε υπολογισμός και του δείκτη ποιότητας (QI), όπως αυτός περιγράφεται από τους Vogiatzakis et al (2015), καθώς και τα ποσοστά αγροτικής και δασικής κάλυψης.

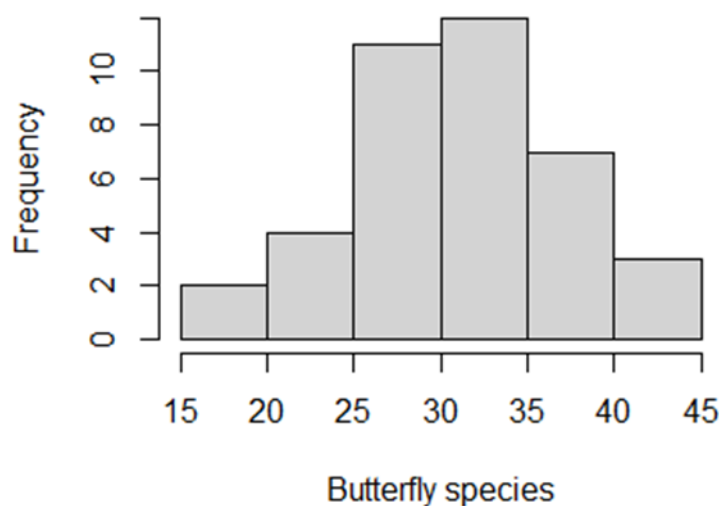
Πίνακας 1. Οι δείκτες που υπολογίστηκαν αρχικά.

Δείκτης ποικιλότητας Shannon (Shannon's Diversity Index - SHDI)	Μέτρο της σχετικής ποικιλομορφίας του κατατμήματος. Ο δείκτης είναι διαθέσιμος μόνο σε επίπεδο τοπίου και είναι ένα σχετικό μέτρο της διαφορετικότητας του κατατμήματος. Ισούται με μηδέν όταν υπάρχει μόνο ένα κατάτμημα στο τοπίο και αυξάνεται καθώς ο αριθμός των κατηγοριών κατατμημάτων και η αναλογική τους κατανομή, αυξάνονται (Τσάπαλη, 2014).
Δείκτης ομοιογένειας Shannon (Shannon's Evenness Index - SHEI)	Μέτρο της κατανομής των κατατμημάτων και της αφθονίας. Ισούται με μηδέν όταν η παρατηρούμενη κατανομή των κατατμημάτων είναι χαμηλή και προσεγγίζει το ένα όταν η κατανομή τους γίνεται πιο ομοιόμορφη (Τσάπαλη, 2014).
Πυκνότητα Ακμών (Edge Density - ED)	Ισούται με το άθροισμα των μηκών όλων των τμημάτων που αφορούν τον αντίστοιχο τύπο κατατμήματος, διαιρεμένα με το συνολικό εμβαδό του τοπίου (Τσάπαλη, 2014).
Ο αριθμός των διαφορετικών τύπων κατατμημάτων εντός ορίων του τοπίου (Patch Richness - PR)	Δείχνει τον αριθμό των διαφορετικών τύπων κατατμημάτων που βρίσκονται στο όριο ενός τοπίου (Τσάπαλη, 2014).
Πυκνότητα ποικιλομορφίας (Patch Richness Density - PRD)	Εκφράζει τον αριθμό των διακριτών τμημάτων για κάθε κλάση χρήσεων γης ανά 100 εκτάρια (Τσάπαλη, 2014).
Εμβαδό κλάσης (Class Area – CA)	Το άθροισμα των εμβαδών όλων των κατατμημάτων που ανήκουν σε μία δεδομένη κλάση. $CA > 0$, χωρίς όριο, CA προσεγγίζει το 0 καθώς το είδος του κατατμήματος γίνεται σπάνιο στο τοπίο και $CA = TA$ όταν ολόκληρο το τοπίο αποτελείται από ένα μόνο τύπο κατατμήματος (Τσάπαλη, 2014).
Ποσοστό επί του τοπίου (Percentage of Landscape – PLAND)	Ισούται με το ποσοστό του τοπίου που αποτελείται από τον αντίστοιχο τύπο κατατμήματος (Τσάπαλη, 2014). Τείνει στο 0 όταν η αντίστοιχη κλάση των κατατμημάτων γίνεται ολοένα πιο σπάνια στο τοπίο. Όταν ισούται με 100 το σύνολο του τοπίου αποτελείται από ένα κατάτμημα.
Δείκτης συνοχής (Landscape cohesion – LC)	Μετράει τη φυσική συνοχή ενός κατατμήματος. Κυμαίνεται από 0 έως 100. Όταν προσεγγίζει το 0, το τοπίο είναι λιγότερο συνδεδεμένο. Όταν στο τοπίο υπάρχει ένα και μοναδικό κατάτμημα η τιμή του είναι 0 (Πατέρα, 2012).

3.6. Στατιστική Ανάλυση με Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα

Για να αξιολογήσουμε την επίδραση των παραμέτρων του τοπίου (ανεξάρτητες μεταβλητές) στον πλούτο των ειδών πεταλούδων (εξαρτημένη μεταβλητή) χρησιμοποιήσαμε Γενικευμένα Γραμμικά Μοντέλα (Generalized Linear Models, GLMs), με κατανομή σφαλμάτων Gaussian (η εξαρτημένη μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή, Shapiro-Wilk test $p > 0.05$) (γράφημα 2). Πριν την έναρξη των αναλύσεων πραγματοποιήσαμε τυποποίηση (standardizing) των ανεξάρτητων μεταβλητών ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των εκτιμήσεων των παραμέτρων των μοντέλων.

Αρχικά ελέγξαμε για ενδοσυσχέτιση (multicollinearity) μεταξύ των εννέα παραμέτρων του τοπίου (συντελεστής Spearman $r > 0.7$) και τρεις παράμετροι δασική εδαφοκάλυψη %, κάλυψη αγροτικού μωσαϊκού % και ο δείκτης Shannon Evenness index αφαιρέθηκαν λόγω της συσχέτισης τους με τις παραμέτρους συνοχή δασικής εδαφοκάλυψης ($r = -0.90$, $p < 0.01$), συνοχή αγροτικού μωσαϊκού ($r = -0.89$, $p < 0.01$) και Shannon Diversity index ($r = 0.93$, $p < 0.01$) αντίστοιχα.



Γράφημα 1. Ιστόγραμμα κατανομής των ειδών πεταλούδων.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήσαμε ανάλυση ιεραρχικής κατάτμησης (hierarchical partitioning analysis) (Mac Nally 2002) για να προσδιορίσουμε τη συνεισφορά κάθε μιας από τις έξι εναπομένουσες παραμέτρους στον πλούτο των ειδών πεταλούδων και τις κατατάξαμε σύμφωνα με την επεξηγηματική τους ισχύ (Z-score), χρησιμοποιώντας 100 τυχαιοποιήσεις (randomizations). Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιήθηκε για να προσδιοριστεί η σημαντικότητα κάθε μιας από τις παραμέτρους πριν από την ανάπτυξη των GLMs (Matteson and Langellotto, 2010). Ακολούθως, υιοθετήσαμε μια σταδιακή προσέγγιση απλοποίησης για να καταλήξουμε στην τελική δομή του μοντέλου. Ξεκινώντας από ένα πλήρες μοντέλο με τις έξι επεξηγηματικές παραμέτρους, σταδιακά αφαιρούσαμε την παράμετρο με τη χαμηλότερη βαθμολογία Z (γράφημα 2), όπως προσδιορίστηκε από την ανάλυση ιεραρχικής κατάτμησης, μέχρι το τελικό μοντέλο να αποτελείται μόνο από στατιστικά σημαντικές παραμέτρους (επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$). Τέλος υπολογίσαμε τη συνάρτηση deviance (D^2) ως μέτρο της επεξηγηματικής ισχύος των βέλτιστων μοντέλων (Zuur et al, 2009).

Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο λογισμικό R (έκδοση R 4.0.3, R Core Team 2020) χρησιμοποιώντας τα πακέτα "MASS" και "hier.part" (Venables and Ripley 2002; Walsh and Mac Nally, 2013).

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1. Υπολογισμός δομής τοπίου

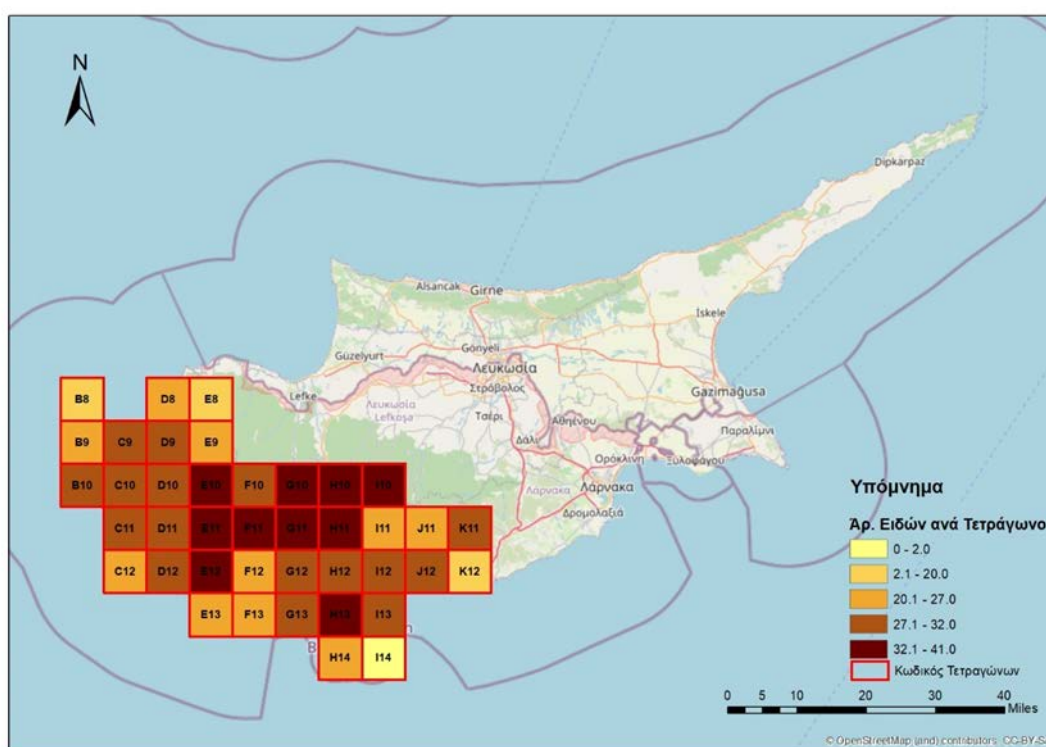
Για τον υπολογισμό της δομής του τοπίου έχουν δημιουργηθεί λογισμικά όπως το FRAGSTATS τα οποία με την εισαγωγή των απαραίτητων στοιχείων μπορούν να μετρήσουν τις επιθυμητές μετρικές. Συγκεκριμένα, ορίζεται ως Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps και δημιουργήθηκε το 1995 από τους Dr McGarigal and Marks. Δεδομένης της μεγάλης πληροφόρησης που υπάρχει σε σχέση με τους δείκτες τοπίου, το πιο καίριο σημείο είναι η κατανόηση της πληροφορίας που μπορεί να αντληθεί με τη χρήση κάθε μίας από αυτές προκειμένου να γίνει η σωστή επιλογή. Για την ανάλυση των μετρικών έγινε χρήση του λογισμικού FRAGSTATS, έκδοση 4.0 με τον κανόνα των 8 κελιών. Για τη δομή του τοπίου επιλέγηκαν δείκτες σύνθεσης και διάρθρωσης. Μέσω του λογισμικού ArcGIS αποκόπηκε ο χάρτης χρήσεων γης CORINE Land Cover 2018 για κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο. Τα κελιά της θαλάσσιας περιοχής έλαβαν τιμή μηδέν με αποτέλεσμα να είναι δυνατός ο υπολογισμός των μετρικών μόνο για τη χερσαία περιοχή. Στη συνέχεια, τα ως άνω τετράγωνα εισήχθησαν στο λογισμικό FRAGSTATS και υπολογίστηκαν δείκτες σε κάθε τετράγωνο σε επίπεδο τοπίου, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις χρήσεις γης σε αυτά. Αρχικά υπολογίστηκαν σε επίπεδο κλάσης οι μετρικές α) εμβαδό κλάσης (class area), β) ποσοστό επί του τοπίου (percentage of landscape) και γ) δείκτης συνοχής (landscape cohesion). Σε επίπεδο τοπίου επιλέγηκαν οι μετρικές: α) πυκνότητα ακμών (edge density), β) ποικιλότητα Shannon (Shannon's diversity), γ) δείκτης ομοιομορφίας Shannon (Shannon's evenness), δ) πλούτος κατατμημάτων (patch richness) και ε) πυκνότητα πλούτου κατατμημάτων (patch richness density).

Επιπρόσθετα με τον υπολογισμό των ως άνω δεικτών, υπολογίστηκε το ποσοστό έκτασης που καταλαμβάνουν οι 4 κατηγορίες χρήσης γης σύμφωνα με το χάρτη CORINE Land Cover, ήτοι, αστικές περιοχές, γεωργικές εκτάσεις, δασική γη και υγρά τοπία.

4.2. Ποικιλότητα Ειδών Πανίδας Πεταλούδων

Ο αριθμός των τετραγώνων με τις καταγραφές ανήλθε σε σαράντα. Σε κάθε ένα από τα σαράντα τετράγωνα καταγράφηκε διαφορετικός αριθμός ειδών πεταλούδων. Ο μικρότερος αριθμός καταγράφηκε στο I14 (2 είδη), τετράγωνο που καλύπτεται από την κατηγορία CORINE Land Cover Θάλασσες και Ωκεανοί σε ποσοστό 92%, ενώ ο μεγαλύτερος στο E10 (41 είδη) σε τετράγωνο που καλύπτεται από τις κατηγορίες Δάσος Κωνοφόρων κατά 55%, Αμπελώνες κατά 15%, Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη κατά 15% κ.λ.π.

Με τη χρωματική διαβάθμιση επιτυγχάνεται η οπτική αποτύπωση των διαφορών στους αριθμούς των ειδών στα τετράγωνα της περιοχής μελέτης (σχήμα 8).



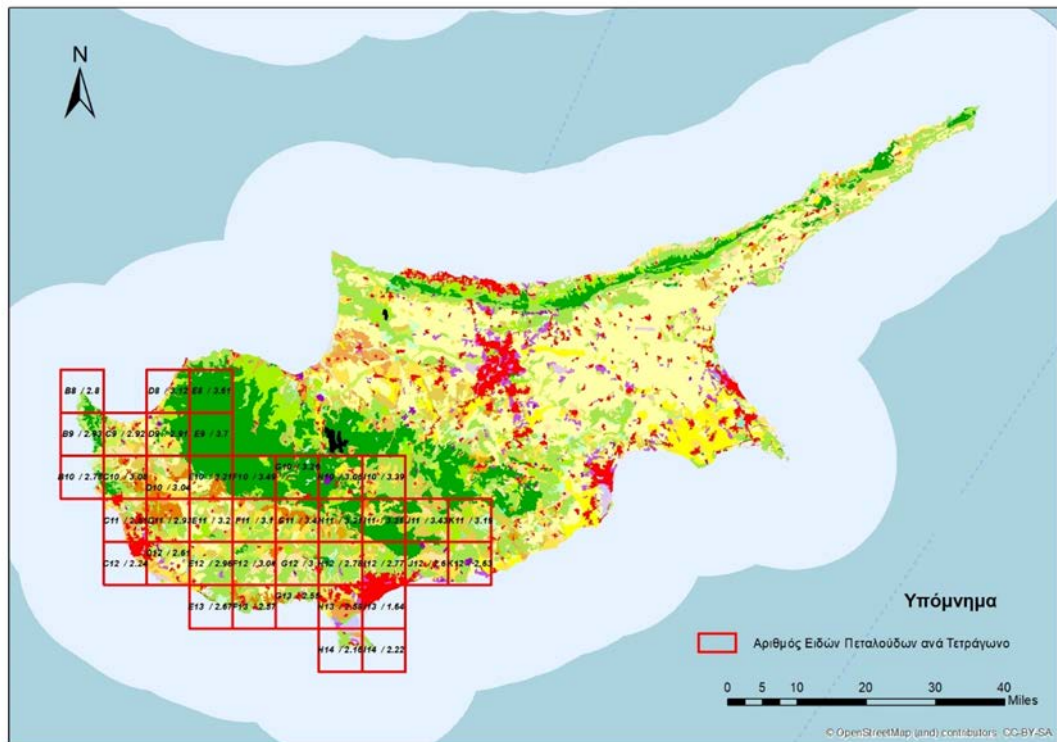
Σχήμα 8. Ο χάρτης της Κύπρου με υπόβαθρο open street map, στον οποίο απεικονίζονται τα 40 τετράγωνα με χρωματική διαβάθμιση.

4.3. Ποιότητα Ενδιαιτήματος

Για το κάθε ένα από τα σαράντα τετράγωνα υπολογίστηκε ο μέσος όρος της βαθμολογίας που έλαβε από τους εμπειρογνώμονες (πίνακας 2, σχήμα 9).

Πίνακας 2. Ο μέσος όρος της βαθμολογίας του κάθε τετραγώνου και ο αριθμός πεταλούδων που καταμετρήθηκαν σε κάθε ένα από αυτά.

Τετράγωνο	Μ.Ο. Βαθμολογίας	Αρ. Ειδών Πεταλούδων	Τετράγωνο	Μ.Ο. Βαθμολογίας	Αρ. Ειδών Πεταλούδων
B8	2.8	16	F12	3.01	27
B9	2.93	25	F13	2.57	27
B10	2.78	29	G10	3.26	38
C9	2.92	32	G11	3.4	40
C10	3.08	30	G12	3	29
C11	2.51	31	G13	2.55	30
C12	2.24	27	H10	3.06	35
D8	3.12	24	H11	3.21	38
D9	2.91	31	H12	2.78	30
D10	3.04	29	H13	2.58	35
D11	2.93	31	H14	2.16	24
D12	2.61	31	I10	3.39	36
E8	3.61	15	I11	3.31	23
E9	3.7	26	I12	2.77	31
E10	3.21	41	I13	1.64	31
E11	3.2	35	I14	2.22	2
E12	2.96	36	J11	3.43	25
E13	2.67	26	J12	2.6	29
F10	3.49	32	K11	3.19	31
F11	3.1	40	K12	2.63	20



Σχήμα 9. Ο χάρτης CORINE 2018 για την Κύπρο με τα 40 τετράγωνα της περιοχής μελέτης και το μέσο όρο βαθμολογίας που έλαβε το κάθε ένα από αυτά.

Τις μεγαλύτερες βαθμολογίες έλαβαν τα μικτά δάση με μέσο όρο 4.40, οι ζώνες μεταβατικής δασικής βλάστησης με μέσο όρο 4.11 και τα πλατύφυλλα δάση με τις περιοχές με σκληρόφυλλη βλάστηση με μέσο όρο 4.10. Οι μικρότερες βαθμολογίες λήφθηκαν από περιοχές με συνεχή αστικό ιστό, 0.60, εργοτάξια, 0.70, καμένες περιοχές 0.56 και θάλασσες και ωκεανοί, 0.60 και τέλος τα λιμάνια, τα οποία έλαβαν τη χαμηλότερη βαθμολογία, 0.30 (πίνακας 3).

Πίνακας 3. Απεικονίζονται οι κατηγορίες γης, ο μέσος όρος της βαθμολογίας που έλαβαν, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή καθώς και η τυπική απόκλιση.

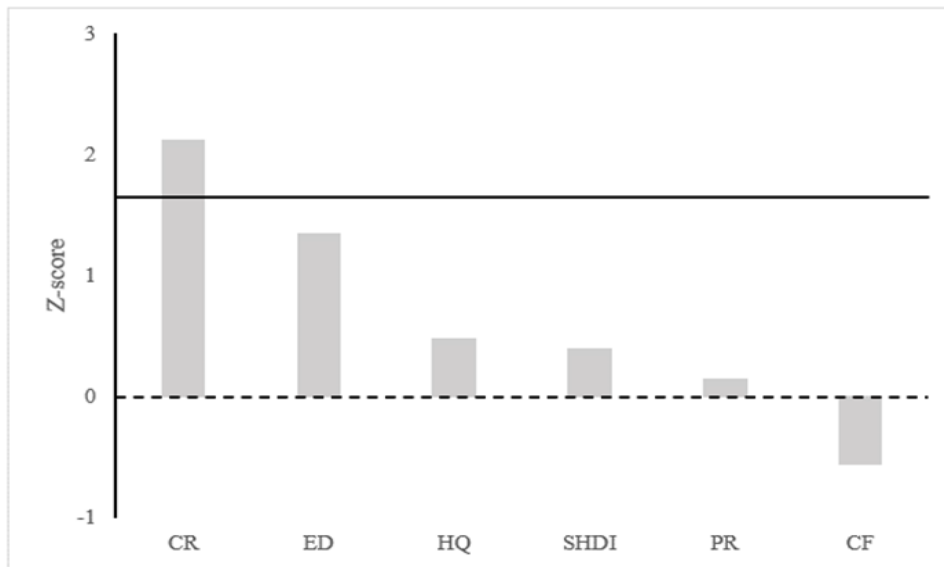
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΗΣ	Μ. Ο.	ΜΕΓΙΣΤΟ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
1.1.1. Continuous urban fabric	0.60	1	0	0.52
1.1.2. Discontinuous urban fabric	2.00	2	0	0.67
1.2.1. Industrial or commercial units	1.36	2	0	0.71
1.2.2. Road and rail networks and associated land	1.00	3	0	1.12
1.2.3. Port areas	0.30	2	0	0.67
1.2.4. Airports	1.10	3	0	0.99
1.3.1. Mineral extraction sites	1.64	2	0	0.79
1.3.2. Dump sites	1.55	1	0	0.48
1.3.3. Construction sites	0.70	1	0	0.48
1.4.1. Green urban areas	2.40	3	2	0.48
1.4.2. Sport and leisure facilities	2.00	3	1	0.47
2.1.1. Non-irrigated arable land	2.90	4	2	0.74
2.1.2. Permanently irrigated land	2.90	4	2	0.57
2.2.1. Vineyards	2.30	3	1	0.88
2.2.2. Fruit trees and berry plantations	2.90	4	2	0.88
2.2.3. Olive groves	2.40	4	2	0.82
2.3.1. Pastures	3.00	4	2	0.82
2.4.1. Annual crops associated with permanent crops	2.90	3	2	0.84
2.4.2. Complex cultivation patterns	3.60	5	2	0.84
2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of	3.80	5	3	0.88
3.1.1. Broad-leaved forest	4.10	5	3	0.88
3.1.2. Coniferous forest	3.70	5	2	0.84
3.1.3. Mixed forest	4.40	5	3	1.25
3.2.1. Natural grassland	3.70	5	1	1.25
3.2.3. Sclerophyllous vegetation	4.10	5	3	0.74
3.2.4. Transitional woodland/shrub	4.11	5	3	0.78
3.3.1. Beaches, dunes, and sand plains	2.40	4	2	0.70
3.3.2. Bare rock	2.30	4	1	0.95
3.3.3. Sparsely vegetated areas	3.10	5	1	1.59
3.3.4. Burnt areas	0.56	1	0	0.53
4.1.1. Inland marshes	2.22	3	1	0.83
4.2.1. Salt marshes	2.00	4	1	1.05
5.1.1. Water courses	2.30	4	1	1.16
5.1.2. Water bodies	2.20	4	0	1.23
5.2.3. Sea and ocean	0.60	3	0	0.97

4.4. Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης

Το βέλτιστο μοντέλο που προέκυψε από τη διαδικασία της σταδιακής απλοποίησης των γενικευμένων γραμμικών μοντέλων παρουσιάζεται στον πίνακα 4. Η παράμετρος του τοπίου «συνοχή αγροτικού μωσαϊκού» ήταν η πιο σημαντική παράμετρος που επηρεάζει θετικά το συνολικό πλούτο των ειδών πεταλούδων εντός των κελιών μελέτης.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα του βέλτιστου γενικευμένου γραμμικού μοντέλου που χαρακτηρίζει τον πλούτο των ειδών πεταλούδων σε σχέση με τις ανεξάρτητες παραμέτρους τοπίου. CR: συνοχή αγροτικού μωσαϊκού, AIC: κριτήριο αξιολόγησης μοντέλων Akaike information Criterion, D^2 : ποσοστό της συνάρτησης deviance (μέτρο της επεξηγηματικής ισχύος των μοντέλων).

Παράμετροι	Estimate	SE	z value	P	AIC	D^2
Intercept	29.8974	0.8718	34.293	< 0.001	246.8	20
CR	2.6597	0.8832	3.011	< 0.01		



Γράφημα 2. Βαθμολογία της τιμής Z-score για τις συνεισφορές των έξι παραμέτρων, μετά από 100 τυχαιοποιήσεις της μήτρας δεδομένων, για τον πλούτο των ειδών πεταλούδων. Οι βαθμολογίες Z-score πάνω από τη γραμμή αναφοράς του 1.65 χαρακτηρίζονται στατιστικά σημαντικές (διάστημα εμπιστοσύνης 95%) (Mac Nally 2002).

Κεφάλαιο 5

Επίλογος

5.1. Περιορισμοί και Εισηγήσεις

Η εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή στην παρούσα μελέτη ο αριθμός των ειδών των πεταλούδων, προσδιορίστηκε βάσει του αριθμού των ειδών που καταμετρήθηκαν στη δειγματοληπτική επιφάνεια. Η χρήση της συγκεκριμένης μεταβλητής μπορεί να οδηγήσει σε παραπλανητικά αποτελέσματα καθώς δεν λαμβάνει υπ' όψιν τις διαφορές που συγκροτούν τις κοινότητες σε δύο περιοχές ή την αφθονία των ατόμων κάθε είδους (Gotelli and Colwell, 2001). Αυτές οι παράμετροι μπορεί να περιέχουν σημαντικές πληροφορίες για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη διαχείριση των ενδιαιτημάτων.

Η αξιολόγηση των χρήσεων γης από τους εμπειρογνώμονες αποτελεί άλλο ένα θέμα προς συζήτηση και διερεύνηση καθώς τα είδη επιλέγουν το ενδιαίτημά τους και με βάση άλλους παράγοντες, όπως η τοπογραφία της συγκεκριμένης περιοχής κ.λ.π. Οι παράγοντες αυτοί δεν ήταν δυνατό να ληφθούν υπ' όψιν κατά την αξιολόγηση από τους ειδικούς.

Ένας επιπλέον προβληματισμός αφορά στον τρόπο υπολογισμού της μέτρησης της ποιότητας των ενδιαιτημάτων, ο οποίος γίνεται με την παραδοχή ότι όλα τα κατατμήματα είναι διαθέσιμα για όλα τα είδη. Αυτό στην πράξη είναι πιθανό να μη συμβαίνει καθώς η εποίκιση τους είναι δυνατό να επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων όπως από τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν, π.χ. το μικροκλίμα της περιοχής (ενδεικτικά η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου), τον ανταγωνισμό ανάμεσα στα είδη κ.λ.π.

Τα προς επεξεργασία δεδομένα σχετικά με τα είδη των πεταλούδων λήφθηκαν από ερασιτέχνες – παρατηρητές πεταλούδων και παρά το γεγονός ότι πρέπει να ακολουθείται και να τηρείται μία συγκεκριμένη διαδικασία για την καταγραφή, πάντα υπάρχει ο υποκειμενικός παράγοντας ο οποίος μπορεί να οδηγήσει σε ελλείψεις υπολογισμούς και κατ'έκταση σε εσφαλμένα συμπεράσματα καθώς τα αποτελέσματα συνδέονται στενά με την ακρίβεια των δεδομένων που έχουν χρησιμοποιηθεί.

Στους περιορισμούς της μεθόδου μπορεί να συμπεριληφθεί και ο τρόπος καταγραφής των ειδών, δηλαδή η παρουσία ή η απουσία τους. Βάσει της φύσης τους, τα δειγματοληπτικά δεδομένα δείχνουν μόνο την επαληθευμένη παρουσία ειδών στα δείγματα. Η απουσία ενός συγκεκριμένου είδους μπορεί ωστόσο να είναι είτε πραγματική, είτε ψευδής, δηλαδή το είδος να είναι παρών, αλλά να μην εντοπίστηκε (Gotelli and Coldwell, 2011).

Η παρούσα διατριβή βασίστηκε στα διαθέσιμα στοιχεία. Με βάση τα ανωτέρω, η μεθοδολογία θα μπορούσε να βελτιωθεί λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές, γεωλογικές και τοπογραφικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν τις διάφορες περιοχές του νησιού, ως επεξηγηματικές μεταβλητές στο μοντέλο καθώς και με την καταμέτρηση του αριθμού των ατόμων του κάθε είδους που εντοπίζονται στη δειγματοληπτική επιφάνεια, προκειμένου να υπάρχει πληρέστερη εικόνα.

Η κλίμακα παρατήρησης παίζει καθοριστικό ρόλο στην ικανότητα των μοντέλων να προβλέπουν την ποικιλότητα των ειδών, κατά συνέπεια ίσως να είναι απαραίτητη η αξιολόγηση με βάση κλίμακες διαφορετικού μεγέθους, από αυτή που ήδη χρησιμοποιήθηκε.

Επιπλέον, δεδομένου ότι αναφερόμαστε στη διατήρηση, ίσως να έχει μεγαλύτερη αξία η μελέτη σπάνιων ειδών, ή ειδών των οποίων ο πληθυσμός μειώνεται (Morelli et al, 2013).

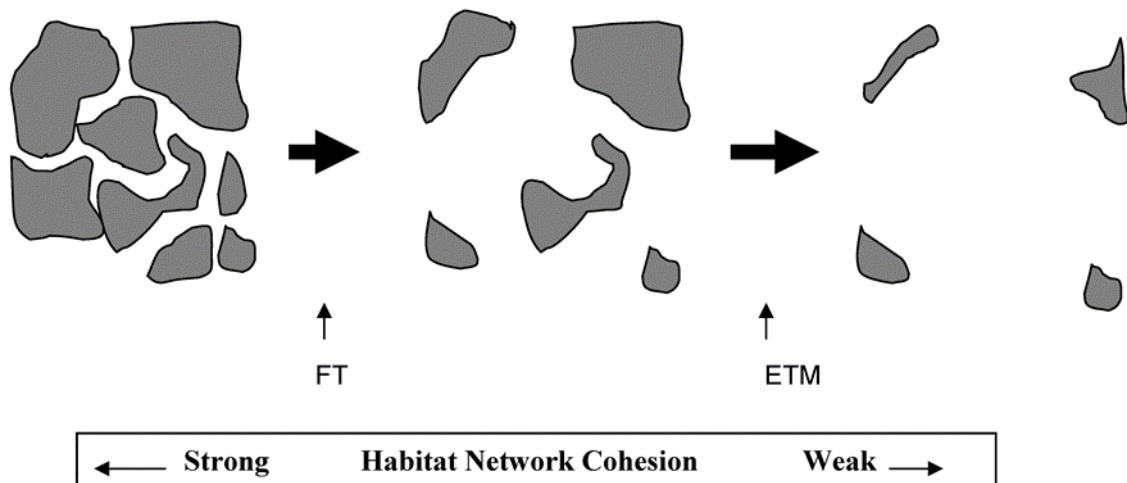
Τέλος, κρίνεται απαραίτητη η επανάληψη των δειγματοληπτικών μετρήσεων ανά τακτά χρονικά διαστήματα προκειμένου να είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μέτρων διαχείρισης που λαμβάνονται.

5.2. Δομή Τοπίου

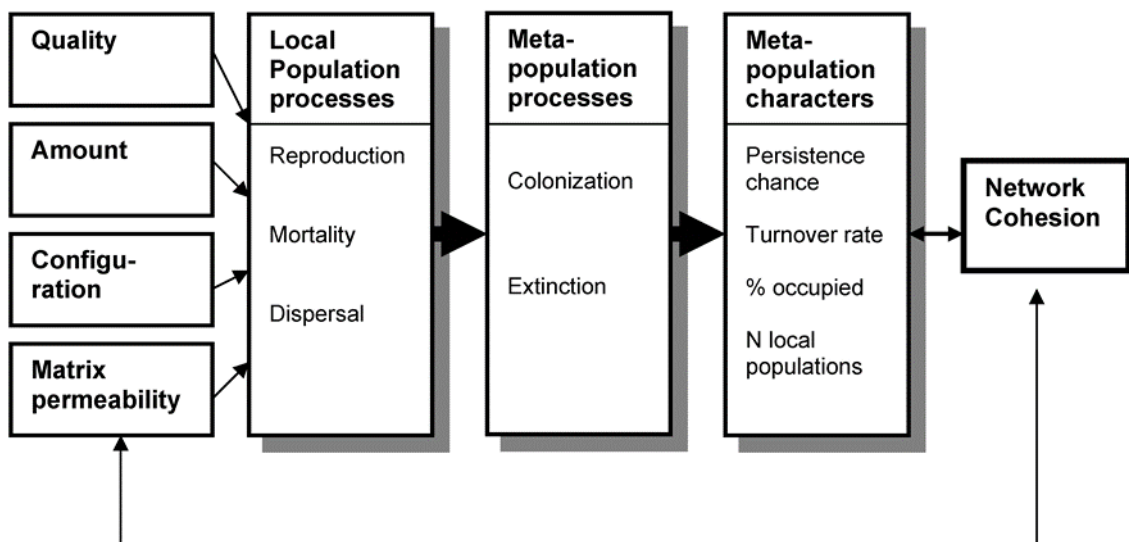
Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα είδη των πεταλούδων στα τετράγωνα μελέτης ήταν απαραίτητη η χρήση δεικτών, όπως ήδη αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η επιλογή των δεικτών είναι γενικά μία δύσκολη υπόθεση καθώς υπάρχουν διαθέσιμοι πολλοί δείκτες κάποιοι από τους οποίους είτε συσχετίζονται, είτε αλλολοεπικαλύπτονται. Με τη χρήση τους μπορούμε να έχουμε πολύτιμα στοιχεία για το τοπίο, τα οποία θα μπορούσαν να βοηθήσουν στη διαχείριση και την προστασία του.

Ένας πολύ σημαντικός δείκτης ο οποίος άλλωστε χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή, ήταν ο δείκτης «συνοχή αγροτικού μωσαϊκού». Η συνοχή ενός οικολογικού δικτύου βασίζεται στα εξής: α) ποιότητα ενδιαιτήματος, β) αριθμός ενδιαιτημάτων στο δίκτυο, γ) χωρική κατανομή των ενδιαιτημάτων και δ) διαπερατότητα μήτρας (σχήματα 10 και 11). Η διάρθρωση

επιηρεάζει την επιτυχία της διασποράς. Μεγαλύτερα ενδιαίτηματα παρουσιάζουν μικρότερους ρυθμούς εξαφάνισης και μικρότερη αναλογία παρυφών στις οποίες η ποιότητα ενδέχεται να είναι χαμηλότερη, αλλά η συμβολή της στη διασπορά είναι σχετικά σημαντική (Opdam et al, 2003).



Σχήμα 10 (Opdam et al, 2013). Σε συνθήκες αυξανόμενης εντατικοποίησης της χρήσης γης και της μειωμένης διαθεσιμότητας ενδιαιτημάτων, ένα είδος που ζει σε ένα εναπομείναν ενδιαίτημα αντιμετωπίζει τη μειωμένη συνοχή του χωρικού προτύπου του ενδιαιτηματος. Τα δύο όρια είναι ο κατακερματισμός (FT) και η εξαφάνιση του μεταπληθυσμού (ETM).



Σχήμα 11 (Opdam et al, 2003). Η λειτουργική σχέση που συνδέει τους τέσσερις παράγοντες των δικτύων ενδιαιτημάτων καθώς και η ιδέα του δικτύου συνοχής.

Σε μεγαλύτερα κατατμήματα, με τους λοιπούς παράγοντες να είναι ίδιοι, είναι πιο πιθανό να υπάρχουν περισσότερα άτομα ενός πληθυσμού, απ' ό τι στα μικρότερα. Ωστόσο, η διαφορετική γεωμετρία των κατατμημάτων μπορεί να συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στη μετανάστευση τους και να επηρεάζει την ανθεκτικότητα των πληθυσμών (Dover et al, 2009).

Αν και οι τοπικοί πληθυσμοί μπορεί να εξαφανιστούν, ένας μεταπληθυσμός μπορεί να είναι βιώσιμος εάν τα κατατμήματα συνδέονται και με αυτόν τον τρόπο, τα κενά μπορούν να επαναποικηθούν (Grilli et al, 2015).

Οι μετακινήσεις των οργανισμών, λόγω της ποικιλίας και της πολυπλοκότητας τους, είναι συχνά δύσκολο να κατανοηθούν. Οργανισμοί που διαφέρουν σε μέγεθος, δομή ή ταξινομική ομάδα, συχνά μετακινούνται με διαφορετικούς ρυθμούς και ακολουθούν διαφορετικά μονοπάτια (Wiens et al, 1995).

Εάν οι διαδικασίες σε επίπεδο τοπίου επηρεάζουν την ανθεκτικότητα του πληθυσμού, τότε επιδρούν και στη δομή του σε τοπικό επίπεδο. Σε περιοχές του τοπίου όπου ένας ή περισσότεροι πληθυσμοί δεν μπορούν να διατηρηθούν, θα έχουν μικρότερη ποικιλία ειδών, συγκριτικά με τις περιοχές του τοπίου όπου αυτοί οι πληθυσμοί αντέχουν. Εναλλακτικά, η ποικιλότητα του τοπίου μπορεί να αυξηθεί εάν διαφορετικά είδη ανταποκριθούν θετικά στη διασπορά του ενδιαιτήματος σε διαφορετικά τμήματα του τοπίου (Dunning et al, 1992).

5.3. Συμπεράσματα

Για τις πεταλούδες και άλλα είδη εντόμων, υπάρχει σοβαρή ανάγκη, πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το παρελθόν να εκτιμηθεί η κατάσταση των πληθυσμών που κινδυνεύουν και να βρεθούν τρόποι ανάκαμψής τους, ενώ η αποκατάσταση των ειδών των εντόμων που κινδυνεύουν εξαρτάται από την κατανόηση των παραγόντων που ευνοούν την ανθεκτικότητα των πληθυσμών (Schultz et al, 2019).

Σύμφωνα με μελέτη που διεξήχθη από τους Steckel et al (2014), σχετικά με τον πλούτο και την αφθονία των πληθυσμών μελισσών, σφηκών και των ανταγωνιστών τους καθώς επίσης και των ρυθμών παρασιτισμού, η αυξημένη ετερογένεια του τοπίου αύξησε τον πλούτο των ειδών, την αφθονία και το ρυθμό παρασιτισμού, ενώ η εντατικοποίηση της χρήσης γης σε τοπικό επίπεδο μόνο περιθωριακά επηρέασε αρνητικά την ολική αφθονία.

Ολόκληρη η Ευρώπη έχει υποστεί απώλεια βιοτόπων και αλλαγών κατά τη διάρκεια του τελευταίου αιώνα και στοιχεία για τη μείωση των διάφορων ταξινομικών ομάδων είναι

απαραίτητα για την εφαρμογή μέτρων διαχείρισης. Συγκεκριμένα, τα τελευταία 25 έτη παρατηρείται μείωση στην κατανομή των πεταλούδων σε ποσοστό 11% (Swaay et al, 2006).

Στην περιοχή της Φλάνδρας, 19 από τα 64 ενδημικά είδη εξαφανίστηκαν κατά τον 20ο αιώνα και τα μισά από τα εναπομείναντα είδη είναι ήδη απειλούμενα. Η περιοχή αυτή είναι έντονα αστικοποιημένη, έχει εκτεταμένο οδικό δίκτυο και εντατικές καλλιέργειες, (Maes and Van Dick, 2001).

Άλλωστε, είναι σημαντικό κατά την πρόβλεψη ενός πληθυσμού ενός είδους και το σχεδιασμό μέτρων διαχείρισής του, να εκτιμάται η επίδραση της κλιματικής αλλαγής σε όλα τα στάδια της ζωής τους (Radchuk et al, 2013), η δημογραφική δυναμική του πληθυσμού, η γονιδιακή ροή του καθώς και η προσαρμογή του στις τοπικές συνθήκες.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής διαπιστώνεται ότι επιτεύχθηκε ο σκοπός της, δηλαδή η εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την πανίδα των πεταλούδων στην Κύπρο.

Είναι αξίωμα ότι το βέλτιστο ενδιαίτημα ενός πληθυσμού έχει υψηλότερο ρυθμό αύξησης και υψηλότερη πυκνότητα ισορροπίας (Thomas et al, 2001). Υψηλές τιμές του δείκτη ποιότητας (QI) συνεπάγονται την ύπαρξη ευνοϊκών ενδιαιτημάτων που μπορούν να φιλοξενήσουν περισσότερα είδη πεταλούδων. Οι αλλαγές στην ποιότητα του περιβάλλοντος μαζί με την αυξανόμενη απομόνωση των κατατμημάτων έχουν αναφερθεί ως οι κύριες αιτίες μείωσης και εξαφάνισης πολλών ειδών πεταλούδων στην Ευρώπη (Thomas et al, 2001).

Στην παρούσα μελέτη διαπιστώνεται ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών πεταλούδων (41 είδη) καταγράφηκε στο τετράγωνο με μέσο όρο βαθμολογίας από τους εμπειρογνώμονες 3.21 η οποία ήταν η 5^η μεγαλύτερη σε όλα τα τετράγωνα. Στο τετράγωνο αυτό, το οποίο βρίσκεται στην οροσειρά του Τροόδους, καταγράφηκαν 11 χρήσεις γης με το μεγαλύτερο ποσοστό, περίπου 55%, να αποτελείται από δάσος κωνοφόρων, ποσοστό 55% περίπου και αμπελώνες σε ποσοστό 15% περίπου. Σημειώνεται ότι στο τετράγωνο E8 που έλαβε την καλύτερη βαθμολογία, ήτοι 3.61 και αποτελείται από δάσος κωνοφόρων σε ποσοστό 97%, καταγράφηκαν μόλις 15 είδη πεταλούδων, ενώ σε αυτό με τη 2^η καλύτερη βαθμολογία (τετράγωνο F10), ήτοι 3.49 και το οποίο αποτελείται από δάσος κωνοφόρων σε ποσοστό 88%, καταγράφηκαν 32 είδη. Εδώ φαίνεται ότι η ετερογένεια του τοπίου με τις συγκεκριμένες χρήσεις γης έχει σημαντικό ρόλο και ευνοεί την ύπαρξη μεγάλου αριθμού ειδών πεταλούδων. Επίσης, αναφορικά με τον αριθμό των χρήσεων γης του κάθε τετραγώνου μεγάλη σημασία έχει και το ποσοστό που κατέχει η κάθε μία από αυτές και όχι μόνο ο συνολικός αριθμός τους.

Σε πολλές από τις προηγούμενες μελέτες σχετικά με τους παράγοντες που ευνοούν την ύπαρξη των πεταλούδων, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ετερογένεια του τοπίου έχει πολύ σημαντικό ρόλο, γεγονός που συμπεραίνεται και στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής.

Από όλες τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν στα πλαίσια διερεύνησης του ποσοστού της επίδρασης της κάθε μίας μεταβλητής στην αφθονία των ειδών, η πιο σημαντική ήταν η συνοχή αγροτικού μωσαϊκού (Cohesion Rural - CR), η οποία άλλωστε έλαβε βαθμολογία z-score πάνω από τη γραμμή αναφοράς του 1.65. Οι βαθμολογίες z-score πάνω από τη γραμμή αναφοράς του 1.65 χαρακτηρίζονται στατιστικά σημαντικές. Οι υπόλοιπες παράμετροι που αξιολογήθηκαν (Edge Density - ED, Habitat Quality - HQ, Shannon's Diversity Index - SHDI, Patch Richness - PR και Cohesion Forest - CF) έλαβαν βαθμολογία z-score κάτω από τη γραμμή αναφοράς 1.65.

Από τα ανωτέρω αποτελέσματα διαφαίνεται ότι η διάρθρωση των κατατμημάτων στο χώρο αποτελεί πιο σημαντικό παράγοντα από τη σύνθεση του τοπίου στην κατανομή της πανίδας των πεταλούδων.

Σχετικά με το ερώτημα εάν η ποιότητα των ενδιαιτημάτων ή η δομή του τοπίου είναι αυτή που καθορίζει την κατανομή τους, η απάντηση, με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από την επεξεργασία των δεδομένων, είναι η δομή του τοπίου, χωρίς να παραγνωρίζεται η μεγάλη σημασία της ποιότητας των ενδιαιτημάτων για τη διατήρηση της πανίδας των πεταλούδων. Άλλωστε από τις πληροφορίες που αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, η ποικιλότητα των πεταλούδων επηρεάζεται και από τους δύο παράγοντες, ήτοι την ποιότητα των ενδιαιτημάτων και τη δομή του τοπίου.

5.4. Συμπεράσματα για τη Διαχείριση των Οικοσυστημάτων

Οι οικολογικές μελέτες δείχνουν ότι τα περισσότερα είδη πεταλούδων έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις αναφορικά με το ενδιαίτημά τους και ότι οι μειώσεις των πληθυσμών τους και οι εξαφανίσεις ειδών αποδίδονται στην απώλεια του.

Σε διαταραγμένες περιοχές και σε περιβάλλοντα που προσανατολίζονται στην παραγωγικότητα, είναι σημαντική η εκτίμηση θέσεων – κλειδιών που είτε πρέπει να προστατευθούν, είτε να διαχειριστούν, είτε να αποκατασταθούν εκτενώς (Sawchik et al, 2002).

Η δημιουργία διαδρόμων μεταξύ των ενδιαιτημάτων έχει πολύ μεγάλη σημασία για τη μείωση των επιπτώσεων του κατακερματισμού της γης και της αλλαγής του κλίματος στη βιοποικιλότητα (Bras et al, 2013).

Σύμφωνα με τους Betgman et al (2004), η συγκέντρωση των πεταλούδων σε μία κατάτμημα επηρεάζεται από το περιβαλλόμενο τοπίο σε μεγάλη χωρική κλίμακα (δεκάδες τετραγωνικά χιλιόμετρα), η οποία σπάνια αξιολογείται σε επίπεδο πρακτικής διαχείρισης και σχεδιασμού διατήρησης αναφορικά με τις πεταλούδες. Επίσης, φαίνεται να υπάρχουν ελάχιστες τιμές στην έκταση του ενδιαιτήματος που απαιτείται για την ύπαρξη αρκετών ειδών. Αυτό σημαίνει ότι η εστίαση στη διατήρηση και διαχείριση θα πρέπει να στραφεί από το κατάτμημα προς την προοπτική διαχείρισης του συνόλου του τοπίου.

Για πολλά είδη, οι εξαφανίσεις κατακερματισμένων πληθυσμών σε τοπικό επίπεδο είναι συνηθισμένη, οπότε η επαναποίκισή τους είναι σημαντική για την επιβίωσή τους. Η επιτυχής επαναποίκιση εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των ατόμων που μπορούν να μεταναστεύσουν καθώς και το βαθμό συνδεσιμότητας του τοπίου (Kindlmann and Burel, 2008).

Όσο σημαντική είναι η διατήρηση υψηλής ποιότητας ενδιαιτημάτων μέσω στοχευμένης διατήρησης για πολύτιμους τύπους κοινωνιών και ειδών σε μεμονωμένα τοπία, τόσο σημαντική είναι η διατήρηση όσο το δυνατόν περισσότερων πληθυσμών σε ένα τοπίο (Thomas et al, 2001).

Σε τοπία στα οποία η απώλεια ενδιαιτήματος είναι αναπόφευκτη, η προσπάθεια πρέπει να επικεντρώνεται στη συνδεσιμότητα των υπαρχόντων κατατμημάτων, καθώς η σωστή χωρική διάταξη μπορεί να μετριάσει τις αρνητικές επιδράσεις από την απώλεια του ενδιαιτήματος καθώς και τη βελτίωση της ποιότητάς τους (Villard and Metzger, 2014).

Είναι επιβεβλημένη η διατήρηση ύπαρξης μη καλλιεργημένων περιοχών καθώς η δομή τους διαφέρει σημαντικά από αυτές που καλλιεργούνται, συντελώντας στην ετερογένεια των τοπίων.

Η βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος με τη μορφή αυξανόμενου κατάλληλου ενδιαιτήματος και η αυξανόμενη διαπερατότητα του περιβάλλοντος τοπίου μαζί με μία σύνθετη τοπογραφία, ευνοούν την εγκατάσταση των ειδών σε τροποποιημένα από τον άνθρωπο περιβάλλοντα και εγγυώνται τη συνύπαρξη μεγάλου αριθμού ειδών στις συναθροίσεις πεταλούδων που έχουν μελετηθεί. Οι μελέτες διαχείρισης για τη διατήρηση υψηλής ποικιλότητας πεταλούδων θα έπρεπε να συνυπολογίσουν αυτές τις περιβαλλοντικές μεταβλητές, δηλαδή να διαχειριστούν ενδιαιτήματα εντός και γύρω από τις περιοχές που έχουν

κατοικηθεί και να προστατεύσουν περιοχές με υψηλή τοπογραφική ποικιλότητα, όπως τα βουνά (Chacon-Fernandez et al, 2014).

Για τη διασφάλιση της προστασίας των απειλούμενων ειδών είναι σημαντική η διατήρηση δικτύων καταταμημάτων. Γενικά, δεν είναι δυνατή η διατήρηση όλων των καταταμημάτων, κατά συνέπεια θα πρέπει να αποφασιστεί ποια από αυτά θα πρέπει να προστατευθούν κατά προτεραιότητα, ενώ το γεγονός ότι κάποιο από αυτά είναι κενό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι ακατάλληλο (Sawchik et al, 2003).

Η δημιουργία οικολογικών δικτύων έχει προταθεί ως ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης του αυξανόμενου κατακερματισμού των φυσικών οικοσυστημάτων και ως απαραίτητο στοιχείο στην εγκαθίδρυση προστατευόμενων περιοχών για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, περιλαμβάνουν δε, περιοχές πυρήνες, διαδρόμους και ζώνες αντιστάθμισης (Boitani et al, 2007).

Παράρτημα Α

Οι Χρήσεις Γης Βάσει του Χάρτη CORINE

Land Cover 2018

Πρώτο επίπεδο	Δεύτερο επίπεδο	Τρίτο επίπεδο
1. Τεχνητες επιφάνειες	1.1. Αστικός ιστός	1.1.1 Συνεχής αστικός ιστός 1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός
	1.2. Βιομηχανικές-εμπορικές ζώνες και δίκτυα μεταφορών	1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες 1.2.2 Οδικά και σιδηροδρομικά δίκτυα 1.2.3 Ζώνες λιμένων 1.2.4 Αεροδρόμια
	1.3. Ορυχεία, χώροι απορρίψεως απορριμμάτων και χώροι οικοδόμησης	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών 1.3.2 Χώροι απορρίψεως απορριμμάτων 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
	1.4. Τεχνητές μη γεωργικές ζώνες πρασίνου	1.4.1 Περιοχές αστικού πρασίνου 1.4.2 Εγκαταστάσεις αθλητισμού και αναψυχής
2. Γεωργικές περιοχές	2.1 Αρόσιμη γη	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες
	2.2 Μόνιμες καλλιέργειες	2.2.1 Αμπελώνες 2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς 2.2.3 Ελαιώνες
	2.3 Λιβάδια	2.3.1 Λιβάδια
	2.4 Ετερογενείς γεωργικές περιοχές	2.4.1 Ετήσιες καλλιέργειες που σχετίζονται με μόνιμες καλλιέργειες 2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες 2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης

		2.4.4 Γεωργο-δασικές περιοχές
3. Δάση και ημι-φυσικές περιοχές	3.1 Δάση	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων 3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 Συνδυασμοί θαμνώδους ή/και ποώδους βλάστησης	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι 3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι 3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση 3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 Ανοιχτοί χώροι με λίγη ή καθόλου βλάστηση	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, Αμμουδιές 3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι 3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση 3.3.4 Αποτεφρωμένες εκτάσεις 3.3.5 Παγετώνες και αέναο χιόνι
4. Υγρότοποι	4.1 Υγρότοποι ενδοχώρας	4.1.1 Βάλτοι στην ενδοχώρα 4.1.2 Τυρφώνες
	4.2 Παραθαλάσσιοι υγρότοποι	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι 4.2.2 Αλυκές 4.2.3 Ζώνες που καλύπτονται από παλιρροιακά ύδατα
5. Υδάτινες επιφάνειες	5.1 Χερσαία ύδατα	5.1.1 Υδατορρέυματα 5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
	5.2 Θαλάσσια ύδατα	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες 5.2.2 Εκβολές ποταμών 5.2.3 Θάλασσες και ωκεανοί

Παράρτημα Β

Τα είδη πεταλούδων στην περιοχή μελέτης

Είδος Πεταλούδας	Οικογένεια
<i>Anthocharis cardamines</i>	Pieridae
<i>Apharitis acamas</i>	Lycaenidae
<i>Aporia crataegi</i>	Pieridae
<i>Argynnis pandora</i>	Nymphalidae
<i>Aricia agestis</i>	Lycaenidae
<i>Carcharodus alceae</i>	Hesperiidae
<i>Celastrina argiolus</i>	Lycaenidae
<i>Charaxes jasius</i>	Nymphalidae
<i>Chazara briseis larnacana</i>	Satyridae
<i>Chilades trochylus</i>	Lycaenidae
<i>Colias croceus</i>	Pieridae
<i>Danaus chrysippus</i>	Danaidae
<i>Euchloe ausonia</i>	Pieridae
<i>Gegenes pumilio</i>	Hesperiidae
<i>Glaucopsyche paphos</i>	Lycaenidae
<i>Gonepteryx cleopatra</i>	Pieridae
<i>Hipparchia cypriensis</i>	Satyridae
<i>Hipparchia syriaca</i>	Satyridae
<i>Hyponephele lupina</i>	Satyridae
<i>Kirinia roxelana</i>	Satyridae
<i>Lampides boeticus</i>	Lycaenidae
<i>Lasiommata maera</i>	Satyridae
<i>Lasiommata megera</i>	Satyridae
<i>Leptotes pirithous</i>	Lycaenidae
<i>Libythea celtis</i>	Libytheidae
<i>Limenitis reducta</i>	Nymphalidae
<i>Lycaena phlaeas</i>	Lycaenidae
<i>Lycaena thersamon</i>	Lycaenidae
<i>Maniola cypricola</i>	Satyridae
<i>Papilio machaon</i>	Papilionidae
<i>Pararge aegeria</i>	Satyridae
<i>Pelopidas thrax</i>	Hesperiidae
<i>Pieris brassicae</i>	Pieridae
<i>Pieris rapae</i>	Pieridae
<i>Polyommatus icarus</i>	Lycaenidae
<i>Pontia chloridice</i>	Pieridae
<i>Pontia daplidice</i>	Pieridae
<i>Pseudochazara anthelea</i>	Satyridae
<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Lycaenidae
<i>Quercusia quercus</i>	Lycaenidae
<i>Tarucus balkanicus</i>	Lycaenidae
<i>Thymelicus acteon</i>	Hesperiidae
<i>Vanessa atalanta</i>	Nymphalidae
<i>Vanessa cardui</i>	Nymphalidae
<i>Ypthima asterope</i>	Satyridae
<i>Zerynthia cerisyi</i>	Papilionidae
<i>Zizeeria karsandra</i>	Lycaenidae

Βιβλιογραφία

Ελληνική

Καρανδεινός, Γ. Μ., (2007). Ποσοτικές Οικολογικές Μέθοδοι. Από τη θεωρία στην πράξη. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης

Μακρής, Χ. (2002) Οι πεταλούδες της Κύπρου. Πολιτιστικό Ίδρυμα Τραπέζης Κύπρου

Οντριας, Ι. Χρ., (1995). Γενική Ζωολογία – Τεύχος Τρίτο. Πανεπιστήμιο Πατρών

Πατέρα, Α. Α. (2012). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Βιολογικοί Εισβολείς: Η περίπτωση του *Ailanthus altissima* στη Λέσβο. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Περιβάλλοντος

Πίτζη, Α. (2017). Μεταπτυχιακή Διατριβή. Αξιολόγηση της Επίδρασης της Ποιότητας του Ενδιαιτήματος και της Δομής του Τοπίου στην Ποικιλότητα της Πτηνοπανίδας στην Κύπρο. Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Ποϊραζίδης, Κ. (2010). Οικολογία και Ποιότητα Τοπίου Θεωρία και Εφαρμογές. Εκπαιδευτικές Σημειώσεις. Τμήμα Τεχνολογίας Περιβάλλοντος και Οικολογίας

Τσάπαλη, Ν. (2014). Μεταπτυχιακή Διατριβή: Χωροχρονική Ανάλυση Τηλεπισκοπικών Δεδομένων Πυρκαγιών με Μεθόδους Μετρικών Τοπίου. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Ξένη

Astrid, J.A., Teeffelen, V., Cabeza, M. and Moilanen, A. (2006). Connectivity, probabilities and persistence: comparing reserve selection strategies. *Biodiversity and Conservation* 15 pp. 899-919

- Atauri, J. A. and de Lucio, J.V. (2001). The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. *Landscape Ecology* 16, pp. 147-159
- Belisle, M. (2005). Measuring landscape connectivity: the challenge of behavioral landscape ecology. *Ecology* 86(8), pp. 1988-1995
- Bennett, G. (2004). *Intergrating Biodiversity Conservation and Sustainable Use. Lessons Learned from Ecological Networks*. IUCN
- Bergmann, K. O., Askling, J, Ekberg, O, Ignell, H, Wahlman, H. and Milberg, P. (2004). Landscape effects on butterfly assemblages in an agricultural region. *Ecography* 27, pp. 619-628
- Blondel, J. (2006). The 'Design' of Mediterranean Landscapes: A Millennial Story of Humans and Ecological Systems during the Historic Period. *Hum Ecol* (2006) 34 pp. 713-729
- Boitani, L., Falcucci, A., Maiorano, L. and Rondinini, C. (2007). Ecological Networks as Conceptual Frameworks or Operational Tools in Conservation. *Conservation Biology* Volume 21, No. 6, pp. 1414-1422
- Bras, R., Cerdeira, J. O., Alagador, D. and Araujo, M. B. (2013). Linking Habitats for multiple species. *Environmental modelling & Software* 40, pp. 336-339
- Breed, G. A., Stichter, S. and Crone, E. E. (2013). Climate-driven changes in northeastern US butterfly communities. *Nature Climate Change*. Vol. 3 pp. 142-145
- Bruckmann, S. V., Krauss, J. and Steffan-Dewenter, I. (2010). Butterfly and plant specialists suffer from reduced connectivity in fragmented landscapes. *Journal of Applied Ecology* 47, pp. 799-809
- Cabeza, M. and Moilanen, A. (2001). Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trends in Ecology & Evolution* Vol.16 No.5, pp. 242-248
- Cassatella, C. and Peano, A. (2011). *Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality*

- Casner, L., Forister, M. L., O. Brien, J. M., Thorne, J., Waetjen, D. and Shapiro, A. M. (2013). Contribution of Urban Expansion and a Changing Climate to Decline of a Butterfly Fauna. *Conservation Biology*, Volume 28, No. 3, pp. 773-782
- Chase, J. M. and Leibold, M. A. (2003). Ecological niches – Linking classical and contemporary approaches. The University of Chicago Press
- Ciesla W. M. (2004). Forests and forest protection in Cyprus. *The Forestry Chronicle*, Volume 80, No. 1 pp. 107-113
- Cleary, D. F. R. and Mooers, A. O. (2004). Butterfly species richness and community composition in forests affected by ENSO-induced burning and habitat isolation in Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 20 pp. 359-367
- Collinge, S. K., 2009. Ecology of Fragmented Landscapes. The Johns Hopkins University Press
- Cunningham, M. and Johnson, D.H. (2016). What you find depends on where you look: responses to proximate habitat vary with landscape context. *Avian Conservation and Ecology* 11, pp. 1-20.
- Cushman, S. A. and McGarigal, K. (2004). Patterns in the species – environment relationship depend on both scale and choice of response variables. *Oikos* 105 pp. 117-124
- Davis, J. D., Debinski, D.M. and Danielson, B. J. (2007). Local and landscape effects on the butterfly community in fragmented Midwest USA prairie habitats. *Landscape Ecology* 22 pp. 1341-1354
- Di Giulio, M., Holderegger, R. and Tobias, S. (2009). Effects of habitat and landscape fragmentation on humans and biodiversity in densely populated landscapes. *Journal of Environmental Management* 90 pp. 2959-2968
- Dover, J. and Settele, J. 2009. The influences of landscape structure on butterfly distribution and movement: a review. *J Insect Conservation* 13 pp. 3-27
- Dunning, J. B., Danielson, B. J. and Pulliam, H. R. (1992). Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, Vol. 65, No. 1, pp. 169-175

- Ekroos, J. and Mikko, Kuussaari M. (2011). Landscape context affects the relationship between local and landscape species richness of butterflies in semi-natural habitats. *Ecography* 35 pp. 232-38
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34 pp. 487-515
- Fernandez-Chacon, A., Stefanescu, C., Genovart, M., Nichols, J. D., Hines, J. E., Paramo, F., Turco, M. and Oro, D. (2014). Determinants of extinction-colonization dynamics in Mediterranean butterflies: the role of landscape, climate and local habitat features. *Journal of Animal Ecology*, 83, pp. 276-285
- Forman, R. T. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* vol. 10 no. 3 pp. 133-142
- Ghazanfar, M., Malik, M. F., Hussain, M., Iqbal, R. and Younas, M. (2016). Butterflies and Their Contribution in Ecosystem: A Review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4 (2) pp. 115-118
- Gotelli, N. G. and Coldwell, R. K. (2011). Estimating species richness. *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press* Volume 2 Chapter 4 pp. 39-54
- Gotelli, N. G. and Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4 pp. 379-391
- Grilli, J., Barabas, G., Allesina, S. (2015). Metapopulation Persistence in Random Fragmented Landscapes. *PLOS Computational Biology* pp. 1-13
- Haber, W. (2004). Landscape ecology as a bridge from ecosystems to human ecology. *Ecological Research* 19 pp. 99-106
- Haines – Young, R. (2009). Land use and biodiversity relationships. *Land Use Policy* 26S pp. S178-S186
- Hanski, I. (2001). Spatially realistic theory of metapopulation ecology. *Naturwissenschaften* 88, pp. 372-381

- Hess, G. and Fischer, R. (2001). Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and urban planning* 55, pp. 195-208
- Heywood, V. H. (1995). Global Biodiversity Assessment. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press
- Hietala-Koivu, R., Lankoski, J., Tarmi, S. (2004). Loss of biodiversity and its social cost in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103 pp. 75-83
- Hilty, J. A., Lidicker, Jr. W. Z. and Merenlender, A. M. (2012). Corridor Ecology: The science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Island Press
- Jaeger, J. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology* 15, pp. 115-130
- Jue, D. K., Daniels, J. C. (2015). A successful model for citizen scientist involvement in building a statewide at-risk butterfly database. *J Insect Conserv* 19 pp. 421-431
- Katayama, N. Amano, T., Naoe, S., Yamakita, T., Komatsu, I., Takagawa, S., Sato, N., Ueta, M. and Miyashita, T. (2014). Landscape Heterogeneity - Biodiversity Relationship: Effect of Range Size. *Plos One* Volume 9 Issue 3, pp. 1-8
- Kindlmann, P. and Burel, F. (2008). Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology* 23, pp. 879-890
- Kisel, Y., McInnes, L., Toomey, N. H., David, C. and Orme, L. (2011). How diversification rates and diversity limits combine to create large-scale species–area relationships. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366 pp. 2514-2525
- Koleff, P., Gaston, K. J., and Lennon, J. (2003). Measuring beta diversity for presence–absence data. *Journal of Animal Ecology* 72, pp. 367-382
- Kramer, B., Poniatowski, D. and Fartmann, T. (2012). Effects of landscape and habitat quality on butterfly communities in pre-alpine calcareous grasslands. *Biological Conservation* 152, pp. 253-261
- Krueger, T., Page, T., Hubacek, K., Smith, L. and Hiscock, K. (2012). The role of expert opinion in environmental modelling. *Environmental Modelling & Software* 36, pp. 4-18

- Kruess, A. and Tscharntke, T. (1994). Habitat Fragmentation, Species Loss, and Biological - control. *Science* Vol. 264, pp. 1581-1584
- Legendre, P. (2005). Species Associations: The Kendall Coefficient of Concordance Revisited. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, Volume 10, Number 2, pp. 226-245
- Mac Nally, R. (2002). Multiple regression and inference in ecology and conservation biology: further comments on identifying important predictor variables. *Biodivers Conserv* 11 pp. 1397-1401
- Maes, D. and Van Dyck, H. (2000). Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? *Biological Conservation* 99 pp. 263-276
- Matteson, K. C. and Langellotto, G. A. (2010). Determinates of inner city butterfly and bee species richness. *Urban Ecosyst* 13 pp. 333-347.
- McDermid, G., Franklin, S.E. and LeDrew, E. F. (2005). Remote sensing for large-area habitat mapping. *Progress in Physical Geography* 29, pp. 449-474.
- Mihoci, I., Hrsak, V., Kucinic, M., Micetic-Stancovic, V., Delic, A. and Tvrtkovic, N. (2011). Butterfly diversity and biogeography on the Croatian karst mountain Biokovo: Vertical distribution and preference for altitude and aspect? *Eur. J. Entomol.* 108, pp. 623-633
- Moilanen, A., Arponena, A., Jogeir, N. Stokland, J. N. and Cabeza, M. (2008). Assessing replacement cost of conservation areas: How does habitat loss influence priorities? *Biological Conservation* 142 pp. 575-585
- Morelli, F., Pruscini, F., Santolini, R., Perna, P., Benedetti, Y. and Sisti, D. (2013). Landscape heterogeneity metrics as indicators of bird diversity: Determining the optimal spatial scales in different landscapes. *Ecological Indicators* 34 pp. 372-379
- Oliver, T. H., Heard, M. S., Isaac, N. J. B., Roy, D. B., Procter D., Eigenbrod, F., Freckleton, R., Hector, A., Orme, C. D. L., Petchey, O. L., Proença, V., Raffaelli, D., Blake Suttle, K., Mace, G. M., Martín-López, B., Woodcock, B. A. and Bullock, G. M. (2015). Biodiversity and Resilience of Ecosystem Functions. *Trends in Ecology & Evolution* Vol 30 No 11, pp. 673-684

- Opdam, P., Verboom, J., and Pouels, R. (2003). Landscape cohesion: an index for the conservation potential of landscapes for biodiversity. *Landscape Ecology* 18, pp. 113-126
- Pollard, E. and Yates, T. J. (1993). *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation*. Institute of Terrestrial Ecology and Joint Nature Conservation Committee
- Polus, E., Vandewoestijne, S., Choutt, J. and Baguette, M. (2007). Tracking the effects of one century of habitat loss and fragmentation on calcareous grassland butterfly communities. *Biodiversity Conservation* 16 pp. 3423-3436
- Pywell, R. F., Warman, E. A., Sparks, T. H., Greatorex-Davis, J. N., Walker, K. J, Meek, W. R., Carvell, C., Petit, S., and Firbank, L. G. (2004). Assessing habitat quality for butterflies on intensively managed arable farmland. *Biological Conservation* 118, pp. 313-325
- Radchuk, V. Turlure, C., and Schtickzelle, N. (2013). Each life stage matters: the importance of assessing the response to climate change over the complete life cycle in butterflies. *Journal of Animal Ecology* 82, pp. 275-285
- Rands, M. R. W., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Entwistle, A., Hodge, I., Kapos, V., Scharlemann, J. P. W., Sutherland, W. J., Vira, B. (2010). Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. *Science* Vol. 329, Issue 5997, pp. 1298-1303
- Saarenma, H. I, Stone, N.D., Folse, L.J., Packard, J.M., Grant, W.E. Makela, M.E. and Coulson, R.N. (1988). An artificial intelligence modelling approach to simulating animal/habitat interactions. *Ecological Modelling*, 44 pp. 125-141
- Santos, J.P., Sobral-Souza, T., Brown-Jr, K. S., Vancine, M. C., and Freitas, A. V. L. (2019) Effects of landscape modification on species richness patterns of fruit-feeding butterflies in Brazilian Atlantic Forest. *Diversity and Distributions* 26, pp.196-208
- Sawchik, J., Marc Dufrene, M. and Lebrun, P. (2003). Estimation of habitat quality based on plant community, and effects of isolation in a network of butterfly habitat patches. *Acta Oecologica* 24 pp. 25-33
- Schultz, C. M., Haddad, N.M., Henry, E. H. and Crone, E.E. (2019). Movement and Demography of At-Risk Butterflies: Building Blocks for Conservation. *Annu. Rev. Entomol.* 64 pp. 167-184

- Sergio, F. and Newton, I. (2003). Occupancy as a measure of territory quality. *Journal of Animal Ecology* 72 pp. 57-865
- Simonson, S. E., Opler, P.A., Stohlgren, T. J., Chong, G.W. (2001). Rapid assessment of butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiversity and Conservation* 10 pp. 1369-1386
- Slancarova, J., Benes, J., Kristynek, M., Kepka, P. and Konvicka, M. (2014). Does the surrounding landscape heterogeneity affect the butterflies of insular grassland reserves? A contrast between composition and configuration. *J Insect Conserv* 18 pp. 1-12
- Steckel, H., Westphal, C., Peters, M. K., Bellach, M., Rothenwoehrer, C., Erasmi, S., Scherber, C., Tschardtke, T. and Steffan-Dewenter, I. (2014). Landscape composition and configuration differently affect trap-nesting bees, wasps and their antagonists. *Biological Conservation* 172 pp. 56-64
- Stevenson-Holt, C. D. Watts, K., Bellamy, C. C. and Ramsey, A. D. (2014). Defining Landscape Resistance Values in Least-Cost Connectivity Models for the Invasive Grey Squirrel: A Comparison of Approaches Using Expert-Opinion and Habitat Suitability Modelling. *Plos One* Volume 9, Issue 11
- Summerville, K. S. and Crist, T. O. (2004). Contrasting effects of habitat quantity and quality on moth communities in fragmented landscapes. *Ecography* 27 pp. 3 -12
- Ter Braak, C. J .F. and Verdonschot, P. F. M. (1995). Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57/3, pp. 255-289
- Tews, J., Brose, U, Grimm, V., K. Tielborger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M. and Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat Heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31, pp. 79–92
- Thomas, J. A., Bourn, N. A. D., Clarke, R. T., Stewart, K. E., Simcox, D. J., Pearman, G. S., Curtis, R., and Goodger, B. (2001). The quality and isolation of habitat patches both determine where butterflies persist in fragmented landscapes *The Royal Society* 268 pp. 1791-1796
- Thomas, C. D. (1991). Habitat Use and Geographic Ranges of Butterflies from the Wet Lowlands of Costa Rica. *Biological Conservation* 55 pp. 269-281
- Thomas, C. D. and Mallorie, H. C. (1985). Rarity, Species Richness and Conservation: Butterflies of the Atlas Mountains in Morocco. *Biological Conservation* 33 pp. 95-117

- Turner, M. and Gardner, R. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice*
- Van Swaay, C., Cuttelod, A., Collins, S., Maes, D., Munguira, M. L., Sasic, M., Settele, J., Verovnik, R., Verstrael, T., Warren, M., Wiemers, M., and Wynhoff, I. (2010). *European Red List of Butterflies*
- Van Swaay, C. Warren, M. and Lois, G. (2006). Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation* 10 pp. 189–209
- Venables, W. N, Ripley, B., D. (2002). *Modern Applied Statistics with S*, 4th edn. Springer, New York
- Villard, M. A and Metzger, J. P. (2014). Beyond the fragmentation debate: a conceptual model to predict when habitat configuration really matters. *Journal of Applied Ecology* 51 pp. 309-318
- Vogiatzakis, I., Stirpe, M. T., Rickebusch, S., Metzger, M., Xu, G., Rounsevell, M. Bommarco, R. and Potts, S. (2015). Rapid assessment of historic, current and future habitat quality for biodiversity around UK Natura 2000 sites. *Environmental Conservation* 42 (1) pp. 31-40
- Walz, U., Syrbe, R. U. (2013). Linking landscape structure and biodiversity. *Ecological Indicators* 31 (8) pp. 1-5
- Weibull, A.C., Bengtsson, J. and Nohlgren, C. (2000). Diversity of butterflies in the agricultural landscape: the role of farming system and landscape heterogeneity. *Ecography* 23 pp. 743-750
- Wiens, J. A., Schooley, R. L. and Weeks, Jr. R. D. (1997). Patchy landscapes and animal movements: do beetles percolate? *Oikos* 78 pp. 257-264
- Wiens, J. A., Crist, T. O., Kimberly, A. With and Bruce Milne, T. (1995). Fractal Patterns of Insect Movement in Microlandscape Mosaics. *Ecology*, Vol. 76, No. 2, pp. 663-666
- Wilcove, D. S., McLellan, C. H. and Dobson, A. (1986). Habitat fragmentation in the temperate zone. *Conservation Biology*. The science of scarcity and diversity. Chapter 11 pp. 237-256
- With, K. A., Gardner, R. H., and Turner M. G. (1997). Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos* 78 pp. 151-169

Zlinsky, A. Heilmeyer, H., Balzter, H., Czucz, B. and Pfeifer, N. (2015). Remote Sensing and GIS for Habitat Quality Monitoring: New Approaches and Future Research. *Remote Sens.* 7, pp. 7987-7994

Zuur, A. F., Ieno E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A. and Smith, G. M. (2010) Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. Springer, UK

Διαδικτυακές Πηγές

www.britannica.com/animal/lepidopteran. Culin, J. (2018). Lepidopteran Encyclopaedia Britannica. Πρόσβαση: 21-11-2020

<https://animaldiversity.org/accounts/Lepidoptera>. Harris, M. (2002). "Lepidoptera" (On-line), Animal Diversity Web. Πρόσβαση: 21-11-2020

www.eea.europa.eu – CORINE Land Cover - European Environment Agency. Πρόσβαση: 21-11-2020

EUR-Lex. Access to European Union Law. Πρόσβαση: 23-11-2020

www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. Πρόσβαση: 23-11-2020

www.cbd.int/. Πρόσβαση: 23-11-2020

www.helecos.gr > information. Πρόσβαση: 23-11-2020

www.microsoft.com. Πρόσβαση: 24-11-2020

www.arcgis.com. Πρόσβαση: 24-11-2020

<https://r-project.org/>. R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Πρόσβαση: 25-11-2020

www.naturemuseum.org.cy/habitat.types. Πρόσβαση: 19-12-2020

www.moa.gov.cy/forest. Τα κυριότερα Δασικά Δέντρα της Κύπρου. Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Τμήμα Δασών. Πρόσβαση: την 19-12-2020

www.landscape-ecology.org/index.php?id=2. Πρόσβαση: 19-12-2020

www.moa.gov.cy > [moa](#) > [environmentnew.nsf](#). Στρατηγική και Σχέδιο Δράσης για τη Βιοποικιλότητα στην Κύπρο, 2019, Τμήμα Περιβάλλοντος. Πρόσβαση: 20-12-2020