



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών "Περιβαλλοντική Βιολογία - Διαχείριση Χερσαίων και Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων"

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Σύγχρονη φυτογεωγραφική ανάλυση στο Κεντρικό και Νότιο Αιγαίο



Άννα Ν. Καγιαμπάκη

Ηράκλειο, Μάρτιος 2011



UNIVERSITY OF CRETE
DEPARTMENT OF BIOLOGY

Postgraduate Studies Programme "Environmental Biology - Management of Terrestrial and Marine Resources"

PhD Thesis

Contemporary phytogeographical analysis in the Central and Southern Aegean archipelago



Anna N. Kagiampaki

Iraklion, March 2011

Στους γονείς μου Νικόλαο και Ευαγγελία,
και στους αδερφούς μου Μανώλη και Γιάννη
ως ελάχιστο «ευχαριστώ»



Εξώφυλλο:

Ο χάρτης προέρχεται από το “Google maps” και η «περιοικλάδα»-αραβούργημα από την ιστοσελίδα <http://luizalenora.deviantart.com>. Η σύνθεση της εικόνας έγινε από τον Γιάννη Καγιαμπάκη, και συμβολίζει τις χλωριδικές σχέσεις μεταξύ των νησιών και των γύρω περιοχών.

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Βοτανικής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης του Πανεπιστημίου Κρήτης.



Επιβλέπων Καθηγητής:

Καθηγητής Μυλωνάς Μωσής (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καθηγητής Μυλωνάς Μωσής (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Καθηγητής Τζανουδάκης Δημήτριος (Πανεπιστήμιο Πατρών)

Επίκουρη Καθηγήτρια Λύκα Κωνσταντία (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής:

Καθηγητής Κοτζαμπάσης Κυριάκος (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Καθηγητής Καρακάσης Ιωάννης (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Επίκουρος Καθηγητής Πουλακάκης Νικόλαος (Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Λέκτορας Πανίτσα Μαρία (Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ευχαριστώ πολύ τον Καθηγητή μου, κ. Μωυσή Μυλωνά, για την επιλογή του θέματος, την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξη του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διατριβής. Τον ευχαριστώ επίσης για όλα τα σπουδαία οικολογικά, βιογεωγραφικά και βιολογικά που έμαθα από τον ίδιο, διότι πρόκειται για πραγματικό Δάσκαλο.

Ιδιαίτερος ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. Δημήτρη Τζανουδάκη και την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. Ντίνα Λύκα για την ουσιαστική βοήθεια και υποστήριξη τους, στο χλωριδικό μέρος και στη μαθηματική ανάλυση των δεδομένων αντίστοιχα, και για τις πολύτιμες παρατηρήσεις τους και τις διορθώσεις τους, που βελτίωσαν σημαντικά τη διατριβή μου.

Μεγάλη τιμή για μένα ήταν η συμμετοχή των κ.κ. Κοτζαμπάση Κυριάκου, Καρανάση Γιάννη και Πουλακάκη Νίκου, Καθηγητών του Πανεπιστημίου Κρήτης, και της κ. Πανίτσα Μαρίας, Λέκτορα του Πανεπιστημίου Δυτικής Ελλάδας, στην Εξεταστική Επιτροπή της διατριβής μου, και τους ευχαριστώ θερμά για τις παρατηρήσεις και τις συμβουλές τους.

Είμαι ευγνώμων στον κ. Κυπριωτάκη Ζαχαρία, Καθηγητή του Ανωτάτου Τεχνολογικού Ιδρύματος Κρήτης, για την πολύτιμη συνεργασία του στο θέμα της μελέτης της χλωρίδας της Μήλου, με τη διάθεση των δειγμάτων που ο ίδιος είχε συλλέξει, και την καθοδήγησή του στη δική μου δειγματοληψία και στον προσδιορισμό των δειγμάτων. Τον ευχαριστώ θερμά και ελπίζω το επιστέγασμα αυτής της συνεργασίας να είναι η δημοσίευση του χλωριδικού καταλόγου του ξεχωριστού αυτού νησιού.

Η Dr. Kirsten Bruhn Møller και ο σύζυγός της Dr. K.I. Christensen, από το Ινστιτούτο Βοτανικής του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης, μετά από προσωπική επικοινωνία, μου απέστειλαν τα αδημοσίευτα δεδομένα τους για τη χλωρίδα της Πάτμου, δίνοντας την άδειά τους να τα χρησιμοποιήσω στις αναλύσεις της διατριβής μου. Για το λόγο αυτό τους ευχαριστώ θερμά και δεν έχω ξεχάσει την υπόσχεσή μου προς αυτούς.

Στην προσπάθειά μου να γράψω κάποιες εργασίες για τη σχέση έκτασης-αριθμού ειδών και για το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο, αλλά και στην όλη πορεία εκπόνησης της διατριβής, υποστηρικτές μου ήταν η Δρ. Κατερίνα Βαρδινογιάννη, με την πολυποίκιλη και σφαιρική γνώση της και τις ιδέες της, και ο Δρ. Κώστας Τριάντης, που ήδη διαπρέπει στο χώρο της βιογεωγραφίας. Τους ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου για τη σημαντική επιστημονική συμβολή τους και την καταλυτική τους βοήθεια.

Ξεχωριστές ευχαριστίες και στον Καθηγητή κ. Δαμανάκη Μιχάλη για τις γνώσεις και τη βοήθεια που μας έχει προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια, ιδιαίτερα στους προσδιορισμούς της πολύ δύσκολης Οικογένειας των Poaceae. Σπουδαία βοήθεια για τον προσδιορισμό κάποιων Orchidaceae μας προσέφερε ο κ. Αντώνης Αλιμπέρτης, και τον ευχαριστούμε πολύ γι' αυτό.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον Δρα. Σπύρο Σφενδουράκη, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών, για τις μεγάλης σπουδαιότητας διορθώσεις και τις παρατηρήσεις του στις εργασίες μου, καθώς και τους Διδάκτορες Αποστόλη Τριχά, Άρη Παρμακέλη και Στέλιο Σημαιάκη, για το χρόνο που αφιέρωσαν στη μελέτη των τελικών κειμένων, και για τα σχόλιά τους. Για τη γλωσσική επιμέλεια ευχαριστώ πάρα πολύ (και τους περιμένω στην Κρήτη, μαζί με τον αδερφό μου το Γιάννη), την κ. Sarah Min και τον κ. Carl Carruthers.

Για το Εργαστήριο Βοτανικής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, ό,τι και να πω είναι απειροελάχιστο. Όλες οι στιγμές έχουν γράψει ιστορία. Ευχαριστώ το Μανώλη Αβραμάκη, την Ελένη Χατζηνικολάκη και την Αντωνία Δαρδιώτη για την αγάπη τους και την υποστήριξή τους σε όλα τα επίπεδα, επιστημονικά και ανθρώπινα. Πέτρος Λυμπεράκης: ένα όνομα – σύμβολο. Οποιαδήποτε συζήτηση μαζί του καταλήγει σε ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα για μένα. Τον ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου για όλα, ακόμη και για τη γειννίαση των εργαστηρίων, διότι συχνά τον ενοχλούσαμε μόνο και μόνο για να περάσουμε στην Πτέρυγα «Ξ». Η Πασχαλιά Καπλή είναι μια πρόσχαρη παρουσία, που με έχει βοηθήσει «αθόρυβα» αλλά αποτελεσματικά, ίσως και χωρίς να το ξέρει. Θα πάει ψηλά αυτό το παιδί, κι ας αχολείται με σάβρες και συναφή. Μεγάλο ευχαριστώ στο Μανώλη Νικολακάκη και στη Μίνα Τριχάλη και σε όλους τους υπόλοιπους φίλους και συνεργάτες από το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης, συμπεριλαμβανομένου του κ. Γιάννη Ζηδιανάκη, ο οποίος πάντα μου μεταφέρει τα «παλαιοχλωριδικά νέα» με το μοναδικό του τρόπο.

Και βεβαίως τίποτα δε θα ήταν εφικτό χωρίς την οικογένειά μου. Δεν ξέρω τι να γράψω και τι να αφήσω: κάθε στιγμή, πραγματικά, οι γονείς μου ήταν στο πλάι μου και με στήριζαν έμπρακτα με όλες τους τις δυνάμεις. Ο Μανώλης και ο Γιάννης, τα αδέρφια μου, ξέρουν ότι είμαι περήφανη γι' αυτούς και τους ευχαριστώ για όλα, ακόμη και για τη βοήθειά τους σε πολύ σημαντικά πρακτικά ζητήματα. Γι' αυτούς η προσφώνηση «φανταστικέ αδερφέ» αποκτά πραγματικό νόημα. Την Αθανασία την ευχαριστώ το ίδιο, σαν αδερφή μου, και της είμαι ευγνώμων για κάθε δευτερόλεπτο στα Χανιά, στο Ηράκλειο και όπου αλλού έχουμε βρεθεί ως τώρα.

Τέλος ευχαριστώ τους φίλους, συναδέλφους και Προϊσταμένους μου, που με στήριζαν με διάφορους τρόπους στο γραφείο, και που πάντοτε ενδιαφέρονταν για την πορεία της εργασίας μου. Την Ιωάννα, την καλύτερή μου φίλη, την ευχαριστώ για τη συμπληρωματική και συνεργιστική δράση που έχουμε ως χαρακτήρες (σαν οργανισμοί στα οικοσυστήματα), έτσι ώστε όλα να καταλήγουν σε χαμόγελα.

Ελπίζω να μην ανοίξατε τη διατριβή μόνο και μόνο για να διαβάσετε τον Πρόλογο (όπως έχω κάνει εγώ κάποιες φορές). Συνεχίστε την ανάγνωση παρακαλώ: το φυτογεωγραφικό ταξίδι στο Αιγαίο ξεκινάει τώρα και σίγουρα είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 Το αντικείμενο της φυτογεωγραφίας	13
1.2 Η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων	14
1.3 Κριτική στη θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων	17
1.4 Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών	19
1.4.1 Γενικά στοιχεία	19
1.4.2 Μαθηματικές εκφράσεις της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών	20
1.4.3 Η βιολογική σημασία των παραμέτρων z και c	23
1.5 Το φαινόμενο των μικρών νησιών (Small Island Effect)	28
1.5.1 Πρότυπα διερεύνησης του φαινομένου των μικρών νησιών	32
1.6 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και οι όροι «ενδιαίτημα» και «οικότοπος»	34
1.6.1 Τα ενδιαίτηματα των φυτών	39
1.6.2 Το πρότυπο «Χώρος» (Choros model)	41
1.7 Σκοπιμότητα και στόχοι της παρούσας διατριβής	44
1.8 Η περιοχή μελέτης	45
1.8.1 Γεωγραφική θέση και βασικά στοιχεία γεωμορφολογίας	45
1.8.2 Κλίμα	49
1.8.3 Στοιχεία παλαιογεωγραφίας και παλαιοχλωρίδας	51
1.8.4 Γενικά στοιχεία για τη χλωρίδα. Φυτογεωγραφική διαίρεση	58
1.8.4.1 Ιστορία χλωριδικών μελετών στο Αιγαίο από το 17 ^ο αιώνα	58
1.8.4.2 Γενικά στοιχεία για τη χλωρίδα των νησιών της περιοχής μελέτης	61
1.8.4.3 Οι χλωρίδες των μικρών νησιών	62
1.8.4.4 Ενδημισμός	63
1.8.4.5 Φυτογεωγραφική διαίρεση του Αιγαίου	69
1.9 Αγγειακά φυτικά είδη	83
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	85
2.1 Έκταση νησιών	85
2.2 Συγκέντρωση των χλωριδικών δεδομένων: διαθεσιμότητα και πληρότητα	85
2.2.1 Η χλωρίδα της Μήλου	95
2.2.2 Επεξεργασία των χλωριδικών δεδομένων	96
2.3 Εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών	97

2.3.1	Συνολική αγγειακή χλωρίδα	97
2.3.2	Το φαινόμενο των μικρών νησιών	98
2.3.2.1	Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο	99
2.3.3	Ο αριθμός των ενδημικών αγγειακών φυτικών ειδών σε σχέση με την έκταση των νησιών	102
2.3.4	Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών	102
2.4	Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και η «υπόθεση των ενδιαιτημάτων»	103
2.4.1	Η περιβαλλοντική ετερογένεια, η έκταση και ο αριθμός των ειδών	111
2.4.2	Ανάλυση μονοπατιού	112
2.4.3	Το πρότυπο «Χώρος»	114
2.4.4	Η υπόθεση των ενδιαιτημάτων για την ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών	115
2.5	Λογισμικά αναλύσεων	116
3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	117
3.1	Έκταση νησιών και αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών	117
3.2	Εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών	117
3.2.1	Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών για τα νησιά της περιοχής μελέτης	117
3.2.2	Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών στις τρεις επιμέρους φυτογεωγραφικές περιοχές	126
3.3.	Το φαινόμενο των μικρών νησιών	130
3.3.1	Η περιβαλλοντική ετερογένεια στην ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών	131
3.3.2	Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο	133
3.4	Ο αριθμός των ενδημικών αγγειακών φυτικών ειδών σε σχέση με την έκταση των νησιών	136
3.5	Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών	140
3.6	Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και το πρότυπο «Χώρος»	144
4.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ	152
4.1	Έκταση νησιών και αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών	152
4.2	Σχέση έκτασης – συνολικού αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών	152
4.2.1	Σύγκριση με τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών ζωικών ταξινομικών	175

ομάδων	
4.3 Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών στις τρεις επιμέρους φυτογεωγραφικές περιοχές	176
4.4 Το φαινόμενο των μικρών νησιών	178
4.4.1 Η περιβαλλοντική ετερογένεια στην ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών	182
4.4.2 Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο	183
4.5 Σχέση έκτασης – αριθμού ενδημικών ειδών	186
4.6 Ο αριθμός ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών	189
4.7 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και το πρότυπο «Χώρος»	193
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	200
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	207
SUMMARY	234
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	238
I. Η βλάστηση των νησιών της περιοχής μελέτης	239
II. Πίνακες και Χάρτες	249
Πίνακας Π.1: Νησιά, έκταση, αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, βιβλιογραφικές πηγές χλωρίδας	249
Πίνακας Π.2: Τα νησιά με παρόμοια ή ίση έκταση σε Κεντρικό και Ανατολικό Αιγαίο, σε Κεντρικό και Νότιο και σε Νότιο και Ανατολικό Αιγαίο	260
Πίνακας Π.3: Τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου που εντάσσονται στο Φαινόμενο των Μικρών Νησιών	266
Πίνακας Π.4: Στενοενδημικά και συνενδημικά στα νησιά της περιοχής μελέτης	269
Πίνακας Π.5: Σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών Οικογενειών	274
Πίνακας Π.6: Τύποι κάλυψης για CORINE Land Cover στα νησιά	277
Πίνακας Π.7: Νησιά εξ ολοκλήρου στο δίκτυο NATURA 2000	279
Πίνακας Π.8: Ενδιακτιήματα στα νησιά βάσει των οικολογικών δεικτών SAIVs	284
ΧΑΡΤΕΣ	287

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής είναι μια σύγχρονη φυτογεωγραφική μελέτη του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου μέσα από εφαρμογές της θεωρίας της νησιωτικής βιογεωγραφίας. Συγκεκριμένα, διερευνάται η σχέση έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών στα νησιά, το φαινόμενο των μικρών νησιών, ο ενδημισμός σε σχέση με την έκταση των νησιών, οι επιμέρους εκφάνσεις της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών σε επίπεδο οικογενειών και ενσωματώνεται η έννοια της περιβαλλοντικής ετερογένειας στην κλασική φυτογεωγραφική προσέγγιση.

Στη μελέτη αυτή συμπεριλαμβάνονται 197 νησιά και 2.313 φυτικά είδη συνολικά. Τριάντα έξι από τα νησιά ανήκουν στο Κεντρικό Αιγαίο, 92 στο Ανατολικό Αιγαίο και 69 στο Νότιο Αιγαίο, ενώ ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών προέκυψε από την επεξεργασία των χλωριδικών δεδομένων 67 εργασιών των τελευταίων τεσσάρων δεκαετιών. Στο πλαίσιο της διατριβής μελετήθηκαν ακόμη δείγματα της χλωρίδας της Μήλου, από τα οποία προέκυψε ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών του νησιού.

Μελετήθηκε η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών: (1) για το σύνολο των νησιών και για τις τρεις επιμέρους φυτογεωγραφικές περιοχές που την αποτελούν (Κεντρικό, Ανατολικό και Νότιο Αιγαίο), (2) για τα ενδημικά είδη σε διάφορες χωρικές κλίμακες του ενδημισμού, και (3) ξεχωριστά για τα είδη κάθε Οικογένειας αγγειακών φυτικών ειδών στα νησιά της περιοχής μελέτης όπου εξαπλώνεται.

Διερευνήθηκε επίσης το «φαινόμενο των μικρών νησιών» και εξετάστηκε η συμβολή ορισμένων παραμέτρων στη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών των μικρών νησιών του Νοτίου Αιγαίου. Οι παράμετροι αυτές ήταν το μέγιστο υψόμετρο, η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, ο δείκτης σχήματος των νησίδων, το ποσοστό της έκτασής τους που «προστατεύεται» από γειτονικά νησιά και η απόσταση διείσδυσης διαταραχής.

Έγινε προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας μέσω των τύπων κάλυψης γης CORINE Land Cover 2000 και των τύπων οικοτόπων σύμφωνα με το δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000. Επίσης, για το Νότιο Αιγαίο έγινε προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας μέσω των οικολογικών δεικτών “Southern Aegean Indicator Values”. Στη συνέχεια δοκιμάστηκαν οι υποθέσεις της «έκτασης *per se*» και των «ενδιαιτημάτων», καθώς και το πρότυπο «Χώρος», που συνδυάζει την έκταση και την περιβαλλοντική ετερογένεια σε μία μεταβλητή.

Διαπιστώθηκε ότι για τα αγγειακά φυτικά είδη των 197 νησιών του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση και στον αριθμό των ειδών και ακολουθείται ο κανόνας της αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης και η τιμή

της παραμέτρου z της εξίσωσης έκτασης-αριθμού ειδών ανταποκρίνεται σε πραγματικά γεωγραφικά και ιστορικά χαρακτηριστικά του αρχιπελάγους.

Οι «στορικά» θεωρούμενες ως τρεις διαφορετικές φυτογεωγραφικές περιοχές, δηλαδή το Κεντρικό, το Ανατολικό και το Νότιο Αιγαίο, αποτελούν ουσιαστικά μέρος μιας ενιαίας φυτογεωγραφικής περιοχής. Διαφοροποιείται μόνο ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης, μεταξύ Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου.

Δεν υποστηρίζεται η ύπαρξη του «παραθύρου των Κυκλάδων». Αντιθέτως, είναι εμφανής η στενή φυτογεωγραφική σχέση του Κεντρικού Αιγαίου με το Ανατολικό και το Νότιο Αιγαίο. Γενικά, επιβεβαιώνεται ότι τα φυτογεωγραφικά όρια των επιμέρους νησιωτικών συγκροτημάτων του Αιγαίου δεν είναι αυστηρά.

Το φαινόμενο των μικρών νησιών (SIE) καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης και στο Νότιο Αιγαίο ξεχωριστά, με την εφαρμογή ασυνεχούς προτύπου που συνδυάζει δύο γραμμικές σχέσεις σε μια εξίσωση. Στα μικρά νησιά η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών είναι σημαντικά ασθενέστερη και η έκταση ερμηνεύει χαμηλό ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών. Αντιθέτως, το πρότυπο ανίχνευσης του SIE που ενσωματώνει την περιβαλλοντική ετερογένεια δεν είναι αποτελεσματικό για την περιοχή μελέτης. Στα μικρά νησιά κυρίαρχη παράμετρος ερμηνείας του αριθμού των ειδών παραμένει η έκταση, και ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί και την απόσταση διείσδυσης διαταραχής. Το μέγιστο υψόμετρο, ο δείκτης σχήματος των νησιών και η επιφάνεια που προστατεύεται από τα γειτονικά νησιά δεν είναι σημαντικές για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής στο Νότιο Αιγαίο.

Ο αριθμός των στενοενδημικών παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με την έκταση και αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό καθώς αυξάνεται αυτή. Υποστηρίζεται, έτσι η πρόταση ότι τα νησιά μπορούν να θεωρηθούν ως ισοδύναμα των βιογεωγραφικών περιοχών, ως προς τα τοπικά ενδημικά. Η διαφοροποίηση που παρατηρείται της περιοχής μελέτης είναι ότι τα περισσότερα από τα στενοενδημικά της προήλθαν κυρίως από αλλοπάτρια ειδογένεση.

Οι σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών των Οικογενειών διαφέρουν σημαντικά από το συνολικό πρότυπο της αγγειακής χλωρίδας και διαμορφώνονται από το μέγιστο αριθμό ειδών των Οικογενειών στα νησιά και από την εξάπλωσή τους στην περιοχή μελέτης. Για ορισμένες Οικογένειες μπορούν να δοθούν κάποιες ερμηνείες του προτύπου έκτασης – αριθμού ειδών που ακολουθούν, βάσει βιομορφικών και οικολογικών χαρακτηριστικών των ειδών τους. Η τιμή της σταθεράς c στη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών κυμαίνεται αναλόγως με το συνολικό αριθμό ειδών της μελετούμενης Οικογένειας στην περιοχή μελέτης. Το αποτέλεσμα αυτό υποστηρίζει την οικολογική άποψη, σύμφωνα με την οποία η παράμετρος c αποτελεί δείκτη της χωρητικότητας (capacity) της μελετούμενης περιοχής σε είδη. Όσο μεγαλύτερο είναι το απόθεμα των ειδών (species pool), τόσο μεγαλύτερος αριθμός ειδών μπορεί να υπάρχει στη μονάδα της έκτασης.

Βασικό πρόβλημα στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας είναι η επιλογή του μέτρου για την ποσοτικοποίησή της. Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας μέσω των τύπων κάλυψης γης CORINE και των τύπων οικοτόπων NATURA 2000 έδειξε ότι η έκταση των νησιών είναι αποτελεσματικότερη στην ερμηνεία της διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Η περιβαλλοντική ετερογένεια εξαρτάται από την έκταση σε τέτοιο βαθμό, ώστε είτε είναι αδύνατος ο συνδυασμός τους ως ανεξάρτητες μεταβλητές, είτε, ακόμη και αν συνδυαστούν, η πρώτη δε συμβάλλει στην ερμηνεία σημαντικά υψηλότερου ποσοστού διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Το συμπέρασμα αυτό αλλάζει εάν ο τρόπος προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας γίνει βάσει κριτηρίων που πλησιάζουν περισσότερο στην πραγματική έννοια του ενδιαίτηματος των φυτών, όπως μέσω των οικολογικών Δεικτών “Southern Aegean Indicator Values” στο Νότιο Αιγαίο.

Το πρότυπο «Χώρος», ακόμη και με ένα πολύ γενικευμένο μέτρο περιβαλλοντικής ετερογένειας, όπως είναι οι τύποι κάλυψης γης CORINE και οικοτόπων NATURA 2000, εμφανίζει βελτιωμένη ικανότητα περιγραφής σε σχέση με το κλασικό πρότυπο ερμηνείας του αριθμού των ειδών, έστω και αν αυτή δεν είναι προφανής ή θεαματική. Το μεγάλο μειονέκτημα του προτύπου είναι το κενό στον ορισμό των ενδιαιτημάτων ή και της περιβαλλοντικής ετερογένειας. Όμως, η αποτελεσματικότητά του δείχνει αφενός ότι στις βιογεωγραφικές αναλύσεις δεν μπορεί να μη λαμβάνεται υπόψη η περιβαλλοντική ετερογένεια, και αφετέρου ότι η ερμηνεία της ποικιλότητας των ειδών απαιτεί πιο σύνθετες προσεγγίσεις.

Η έκταση και η περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοεπηρεάζονται και αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε ο αριθμός των ειδών είναι κοινό αποτέλεσμα των δύο. Οι δύο υποθέσεις που αφορούν στην έκταση και στην περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοσυμπληρώνονται, περιγράφοντας έτσι καλύτερα το πρότυπο της αύξησης των ειδών. Η ανάπτυξη πιο εκλεπτυσμένων μεθόδων ποσοτικοποίησης της περιβαλλοντικής ετερογένειας θα μπορούσε να δώσει ακριβέστερες πληροφορίες σχετικά με το ερώτημα «έκταση *per se*» ή «ποικιλότητα ενδιαιτημάτων – περιβαλλοντική ετερογένεια».

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το αντικείμενο της φυτογεωγραφίας

Τα φυτά και η βλάστηση στο χώρο και στο χρόνο (Frey & Loesch 1998).

Η φυτογεωγραφία ή γεωβοτανική είναι η **βιογεωγραφία των φυτών** και ασχολείται με τη μελέτη και την ερμηνεία της κατανομής τους στη γη, της σχέσης τους με το περιβάλλον και με τα υπόλοιπα φυτά, και της δυναμικής της χλωρίδας και της βλάστησης ενός γεωγραφικού χώρου στο πέρασμα του χρόνου (Γκανιάτσας 1967, Frey & Loesch 1998). Αναπόφευκτα ενσωματώνει στοιχεία συστηματικής, περιγραφής της βλάστησης και προσδιορισμού των φυτικών διαπλάσεων, οικολογίας και ιστορίας της χλωρίδας και της βλάστησης. Δεν εστιάζει όμως ή δεν εμβαθύνει στη μορφολογία, την ανατομία, τη φυσιολογία και τη συστηματική των φυτών (Frey & Loesch 1998).

Η φυτογεωγραφία διαιρείται σε τέσσερις κλάδους, που αλληλοσυμπληρώνονται (Frey & Loesch 1998):

1. Χλωριδική (ή χλωριστική) φυτογεωγραφία (ή γεωγραφία της χλωρίδας), με δύο διαφορετικές εκδοχές: α) Στατιστική σύγκριση βασικών στοιχείων της χλωρίδας, αλλά κατά προτίμηση της συνολικής χλωρίδας, σε μια ομάδα γεωγραφικών περιοχών, και β) Λεπτομερείς μελέτες προτύπων διαφοροποίησης και εξέλιξης, κυρίως μέσω πειραματικών μεθόδων, σε συμπλέγματα ειδών που κατανέμονται σε όλες τις μελετούμενες περιοχές (Strid 1996).

2. Οικολογική φυτογεωγραφία, η οποία μελετά τις σχέσεις μεταξύ των φυτών και του περιβάλλοντός τους, την επίδραση των εξωτερικών παραγόντων στα ίδια τα φυτά και την απόκριση αυτών. Καθορίζει έτσι ποιοι από τους εξωτερικούς παράγοντες καθιστούν δυνατή την ανάπτυξη των φυτικών ειδών στην περιοχή όπου εξαπλώνονται (Γκανιάτσας 1967).

3. Φυτοκοινωνιολογία ή κοινωνιολογική φυτογεωγραφία, που ερευνά τις φυτοκοινωνίες και ασχολείται με την περιγραφή τους, τη συστηματική τους κατάταξη και τη διερεύνηση των αιτίων σχηματισμού τους (Braun-Blanquet 1932).

4. Ιστορική - εξελικτική φυτογεωγραφία, η οποία ασχολείται με την ιστορία της χλωρίδας και της βλάστησης στη γη και προσπαθεί να ανασυνθέσει τη «διαδρομή» που ακολούθησαν τα φυτικά είδη στο χρόνο, αλλά και τις μεταβολές που υπέστησαν, έως ότου καταλήξουν στα σύγχρονα πρότυπα εξάπλωσής τους. Οι γνώσεις της γεωλογίας και της παλαιοντολογίας αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο του κλάδου αυτού (Brown & Lomolino 1998, Wiens & Donoghue 2004).

Ο συνδυασμός των μακροχρόνιων ερευνών των τεσσάρων αυτών κλάδων με τις γνώσεις συστηματικής, οικολογίας, κλιματολογίας, γεωλογίας, παλαιοντολογίας, παλαιογεωγραφίας και εξέλιξης, έχει σχηματίσει μία λίγο – πολύ ικανοποιητική εικόνα της φυτογεωγραφικής διάρθρωσης της γης, των χλωριδικών βασιλείων και των ζωνών βλάστησης με τις υποδιαίρεσεις τους (Frey & Loesch 1998).

1.2 Η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων

Στο θέμα αυτό εντύφησαν δύο νεαροί επιστήμονες και ευαίσθητοι παρατηρητές της φύσης. Ο ένας από αυτούς είχε τα μαθηματικά ως «δεύτερη γλώσσα». Ο άλλος έβλεπε τον κόσμο «φιλτράροντάς» τον μέσα από την εικόνα ενός τροπικού δάσους βροχών και πίστευε ότι τα μυρμήγκια ήταν οι απόλυτοι παγκόσμιοι πρωταθλητές βαρέων βαρών (Forman 2006).

Τα νησιά, με τη στενή γεωγραφική έννοια του όρου, αν και καταλαμβάνουν αναλογικώς μικρή έκταση στην επιφάνεια της γης, κατέχουν σημαντική θέση στη βιογεωγραφική και βιολογική έρευνα. Αυτό συμβαίνει γιατί οι νησιωτικές εκτάσεις είναι ιδανικές για τη διεξαγωγή φυσικών πειραμάτων: διαθέτουν ένα σαφώς οριοθετημένο περιβάλλον για τους χερσαίους οργανισμούς που ζουν εκεί, το οποίο περικλείεται από δυσμενή για τους ίδιους οργανισμούς χώρο (θάλασσα). Τα νησιά είναι σχετικά απλά, απομονωμένα και πολυάριθμα, ώστε προσφέρονται για στατιστικές αναλύσεις και συγκρίσεις (McArthur & Wilson 1967). Τα ίδια όμως ισχύουν και για τα «νησιά» με την ευρύτερη οικολογική έννοια, δηλαδή τους απομονωμένους «νησιωτικούς» οικοτόπους στη χέρσο, όπως είναι οι κορυφές των ορέων, οι πηγές, οι λίμνες και τα σπήλαια (McArthur & Wilson 1967).

Υπάρχουν δύο κατηγορίες πραγματικών νησιών: τα χερσογενή ή ηπειρωτικά, που έχουν προέλθει από τον κατακερματισμό και τον αποχωρισμό μεγάλων τμημάτων γης από την ηπειρωτική περιοχή, και τα θαλασσογενή ή ωκεάνια, που έχουν προέλθει μέσα από τη θάλασσα, είτε λόγω ηφαιστειακής δραστηριότητας, είτε λόγω σύγκρουσης των λιθοσφαιρικών πλακών μεταξύ τους (Whittaker & Fernández-Palacios 2007).

Τα χερσογενή διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες: σε εκείνα που από τη θέση που βρίσκονται θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως θαλασσογενή, αλλά στην πραγματικότητα αποτελούν παλαιά τμήματα ηπειρωτικών περιοχών, και σε εκείνα που εντοπίζονται στην ηπειρωτική υφαλοκρηπίδα και διαχωρίστηκαν από την ηπειρωτική χώρα κατά τη μετάβαση από το Πλειστόκαινο στο Ολόκαινο, περίπου 11.500 χρόνια πριν από σήμερα (Whittaker & Fernández-

Palacios 2007). Επίσης, είναι δυνατόν να σχηματιστούν νησιά και από κοραλλία (κοραλλιογενή νησιά). Είναι προφανές ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της χλωρίδας και της πανίδας των χερσογενών ησιών έχει άμεση σχέση με τη χλωρίδα και την πανίδα της ηπειρωτικής περιοχής από την οποία έχουν αποκοπεί. Αντιθέτως, στα θαλασσογενή νησιά η χερσαία χλωρίδα και πανίδα δεν προϋπήρχαν, αλλά μετανάστευσαν σε αυτά με διάφορους τρόπους από τις γειτονικές περιοχές.

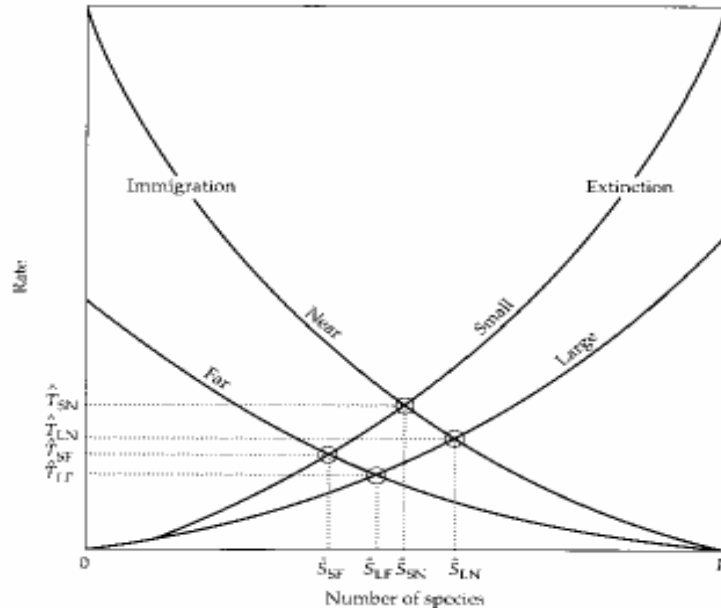
Τα νησιά υπάρχουν σε πολλά σχήματα και μεγέθη και η διευθέτησή τους στο χώρο, η γεωλογία, το περιβάλλον και τα βιοτικά τους χαρακτηριστικά είναι εξαιρετικά ποικίλα. Τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά τους εξαρτώνται από τον τύπο του νησιού. Για παράδειγμα, τα ηφαιστειογενή νησιά έχουν την τάση να είναι απότομα, ενώ με την πάροδο του χρόνου διαμελίζονται. Τα κοραλλιογενή νησιά είναι σχετικά επίπεδα. Το κλίμα στα νησιά είναι ηπιότερο από ό,τι στις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές. Επίσης, είναι υγρότερο και με ισχυρότερους ανέμους (Brown & Lomolino 1998). Τα νησιά είναι απομονωμένα και σε αυτά οι εξελικτικές διαδικασίες λειτουργούν με διαφορετικούς ρυθμούς. Υπάρχει μικρή ή καθόλου γενετική ροή για να εξασθενίσει τις επιδράσεις της επιλογής και των μεταλλάξεων. Στα νησιά συχνά καταγράφεται ασυνήθιστος αριθμός ενδημικών ειδών ανά μονάδα επιφάνειας. Ωστόσο, τόσο στη θεωρία όσο και στην πράξη, η ίδια η απομόνωση είναι που καθιστά τα νησιά περισσότερο ευαίσθητα στις φυσικές αλλαγές και τα είδη τους πιο επιρρεπή στην εξαφάνιση.

Η ούτως ή άλλως μεγάλη σημασία της μελέτης των νησιών για την επιστήμη της οικολογίας ενισχύθηκε ακόμη περισσότερο από τη **διατύπωση της θεωρίας της βιογεωγραφίας των νήσων από τους Robert McArthur & Edward Wilson (1963, 1967)**. Η δυναμική αυτή θεωρία αποτέλεσε σπουδαίο και ιστορικό βήμα για την οικολογία, συγκρινόμενη με την απλή συγκέντρωση δεδομένων και παρατηρήσεων σε νησιά και τις στατικές θεωρήσεις που υπήρχαν ως τότε.

Οι McArthur & Wilson (1967) παρατήρησαν ότι στον Ειρηνικό και σε άλλα αρχιπελάγη: (1) τα μεγαλύτερα νησιά έχουν περισσότερα είδη από ό,τι τα μικρά νησιά, και (2) τα νησιά που βρίσκονται κοντά σε ηπειρωτικές περιοχές έχουν περισσότερα είδη από τα νησιά που είναι απομονωμένα. Στη συνέχεια, ανέπτυξαν μια θεωρία που ερμήνευε τα πρότυπα αυτά, με βάση τον αποικισμό των νησιών από είδη (μετανάστευση ειδών προς τα νησιά) και την εξαφάνιση των ειδών από τα νησιά. Ο αριθμός των ειδών σε ένα νησί αντιπροσωπεύει την ισορροπία ανάμεσα στο βαθμό του αποικισμού και στο βαθμό της εξαφάνισης (Simberloff & Wilson 1969, Terborgh 1974, Abbott 1980, Wilcox & Murphy 1985) (Εικόνα 1.1).

Η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων ενσωμάτωσε γραφική και μαθηματική «κομψότητα» και παρείχε μια απλή μηχανιστική ερμηνεία των προτύπων του αριθμού των ειδών στα αρχιπελάγη (Forman 2006). Οι προβλέψεις με βάση τη θεωρία αυτή ήταν «αξιοπρεπείς» (McArthur & Wilson 1967, Williamson 1981, Rey 1981, Shafer 1990, Peters 1991) και τα πρώτα εμπειρικά δεδομένα την υποστήριξαν από πολλές απόψεις (Simberloff & Wilson 1969, Crowell 1973 & 1986).

Η ενιαία θεωρία των McArthur & Wilson ερμήνευε τα **τρία βασικά χαρακτηριστικά των νησιωτικών βιοκοινωνιών**: τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών, τη σχέση απομόνωσης – αριθμού ειδών και την εναλλαγή ειδών (species turnover). Σύμφωνα με τους Brown & Gibson (1983):



Εικόνα 1.1: Το πρότυπο ισορροπίας στη βιογεωγραφία των νήσων των McArthur & Wilson (1963), όπου παρουσιάζεται η επίδραση του μεγέθους των νησιών (μικρά και μεγάλα νησιά, δύο καμπύλες εξαφάνισης (Extinction)) και η επίδραση της απομόνωσής τους (κοντινά και απομακρυσμένα, δύο καμπύλες εποίκισμού (Immigration)) στον αριθμό των ειδών σε κατάσταση ισορροπίας (\hat{S}) και στο ρυθμό της εναλλαγής των ειδών (\hat{I}). Το σημείο τομής των καμπυλών για διαφορετικούς συνδυασμούς μεγέθους – απομόνωσης (SF, LF, SN, LN) αντιστοιχεί στο σχετικό αριθμό ειδών και στο ρυθμό εναλλαγής τους σε κατάσταση ισορροπίας.

Ανεξαρτήτως ταξινομικής ομάδας ή οικοσυστήματος, ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνεται όσο αυξάνεται η έκταση, αλλά η σχέση δεν είναι γραμμική. Ο αριθμός των ειδών αυξάνεται λιγότερο γρήγορα στα μεγαλύτερα νησιά.

Τα νησιά που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από μία ή περισσότερες ηπειρωτικές περιοχές εποίκίζονται με ταχύτερο ρυθμό από ό,τι τα απομακρυσμένα νησιά. Οι πλησιέστερες στα νησιά ηπειρωτικές περιοχές αποτελούν τις «πηγές» («δεξαμενές») ειδών για τα νησιά, διότι τα είδη που εποίκίζουν τα νησιά προέρχονται από αυτές. Ανεξαρτήτως του μηχανισμού διασποράς, η πιθανότητα ενός οργανισμού να διασχίσει το «φράγμα» που χωρίζει την «πηγή» από την έκταση – «στόχο», μειώνεται όσο αυξάνεται το εύρος του φράγματος αυτού. Ο ρυθμός μετανάστευσης μειώνεται αυξανόμενης της απόστασης από τη «δεξαμενή» των ειδών, χαμηλώνοντας το σημείο ισορροπίας στα πιο απομακρυσμένα νησιά. Η τοπική απώλεια των ειδών οφείλεται είτε σε δευτερογενή αποδημία είτε στο θάνατο και των τελευταίων αντιπροσώπων στο νησί.

Ο ρυθμός του εποικισμού είναι υψηλότερος στα μεγαλύτερα νησιά απ' ό,τι στα μικρότερα, επειδή μεγαλύτερη είναι και η έκταση – «στόχος» των ειδών που φτάνουν εκεί.

Η εξαφάνιση είναι μεγαλύτερη στα μικρά νησιά από ό,τι στα μεγάλα, επειδή στα μεγάλα νησιά υπάρχουν μεγαλύτεροι πληθυσμοί και περισσότεροι πόροι που τους υποστηρίζουν. Πράγματι, τα μεγέθη των πληθυσμών όλων των ειδών μειώνονται όσο μειώνεται η έκταση του νησιού και συνεπώς, καθώς ο πληθυσμός γίνεται μικρότερος, αυξάνεται δραστικά η πιθανότητα εξαφάνισης. Επομένως, ο ρυθμός εξαφάνισης θα είναι μεγαλύτερος σε κάποιο μικρό νησί από ό,τι σε κάποιο μεγαλύτερο.

Τελικά, ο αριθμός των ειδών ενός νησιού είναι αποτέλεσμα δυναμικής ισορροπίας μεταξύ του ρυθμού εξαφάνισής τους και του ρυθμού εποίκησης από άλλα είδη. Η εισαγωγή νέων για το νησί ειδών ή η εξαφάνιση κάποιων που προϋπήρχαν, αλλάζουν το σημείο ισορροπίας μόνο πρόσκαιρα. Σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα η ισορροπία αποκαθίσταται. Νέο σημείο δυναμικής ισορροπίας, με διαφορετικό αριθμό ειδών από εκείνον που προϋπήρχε, δημιουργείται επίσης είτε με τη μεταβολή της επιφάνειας του νησιού, είτε με τη μεταβολή της απόστασής του από την πηγή των ειδών (Brown & Gibson 1983).

Η κλασική εργασία των McArthur & Wilson ενέπνευσε πολλούς ερευνητές, οι μελέτες των οποίων επιχειρούν να φωτίσουν διάφορες «σκοτεινές πλευρές» των νησιωτικών χλωρίδων, όπως είναι η εναλλαγή των ειδών (species turnover) (ενδεικτικά Heatwole & Levins 1973, Abbott 1974, Nilsson & Nilsson 1982, Flood & Heatwole 1986, Höner & Greuter 1988) και οι παράγοντες που καθορίζουν τον αριθμό των ειδών (ενδεικτικά Nilsson & Nilsson 1978, Rydin & Borgegård 1988, Heatwole 1991, Kohn & Walsh 1994, Rosenzweig 1995, Moody 2000). Η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων εφαρμόζεται ευρέως τα τελευταία χρόνια πρακτικά για τη μελέτη των επιπτώσεων του κατακερματισμού των οικοσυστημάτων στη βιοποικιλότητα και γενικώς για την ανάπτυξη της βιολογίας της διατήρησης (Wu & Vankat 1995). Ενέπνευσε επίσης αρκετές έρευνες στο χώρο της δυναμικής των πληθυσμών και της οικολογίας του τοπίου, ενώ χρησιμοποιήθηκε στην ερμηνεία μαζικών εξαφανίσεων κάποιων ειδών στο γεωλογικό χρόνο (Wu & Vankat 1995).

1.3 Κριτική στη θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων

Κάποιοι ισχυρίστηκαν ότι είναι τόσο απλή όσο πρέπει, ώστε να είναι άχρηστη (Brown & Lomolino 1998).

Η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων έδωσε σημαντική ώθηση στις έρευνες της οικολογικής βιογεωγραφίας. Πολλές από τις μελέτες που ακολούθησαν σε νησιά ή σε άλλους

απομακρυσμένους οικοτόπους σχεδιάστηκαν ειδικά για να αξιολογήσουν ή να ερμηνεύσουν το μοντέλο¹ των McArthur & Wilson (Brown & Lomolino 1998).

Πλεονέκτημα του μοντέλου είναι ότι κατορθώνει να συμπύζει πολλές και σπουδαίες πληροφορίες για τα νησιά, τις οποίες μάλιστα παρουσιάζει με τη μορφή μιας απλής μαθηματικής σχέσης, που δίνει ξεκάθαρες και ελέγξιμες εκτιμήσεις των ποιοτικών τάσεων (αυξήσεων ή μειώσεων) του αριθμού των ειδών και του ρυθμού εναλλαγής τους, όταν μεταβάλλεται η έκταση και η απομόνωση των νησιών.

Από την άλλη πλευρά, η ίδια αυτή απλότητα του μοντέλου σχολιάστηκε αρχικά από τους McArthur & Wilson (1967) και στη συνέχεια αποτέλεσε αιτία για να κατακριθεί από ορισμένους άλλους μελετητές, που ισχυρίστηκαν ότι περισσότερο περιπλέκει, παρά ξεκαθαρίζει τα πρότυπα και τις διαδικασίες που βρίσκονται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος της νησιωτικής βιογεωγραφίας (π.χ. Sauer 1969, Lack 1970, Carlquist 1974, Gilbert 1980, Williamson 1989, Brown & Lomolino 1998), και αυτό γιατί προϋποθέτει αρκετές παραδοχές. Ως εκ τούτου, ενδέχεται να μην είναι εφαρμόσιμο σε αρκετούς τύπους νησιών.

Τα κυριότερα σημεία της κριτικής που έχει δεχτεί η θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων είναι τα παρακάτω (Brown & Lomolino 1998):

1. Είναι πιθανόν σε ορισμένα νησιά, ο εποικισμός και η εξαφάνιση να μη φτάνουν ποτέ σε ισορροπία, ιδιαίτερα όταν, στην πάροδο του χρόνου, οι διαδικασίες αυτές ανακόπτονται από γεωλογικά και κλιματικά γεγονότα, τα οποία δημιουργούν, μεταβάλλουν και καταστρέφουν τα νησιά.
2. Το «τεχνικό σφάλμα» του μοντέλου να μην προσδιορίζει ποια είδη μπορούν να συνυπάρχουν σε ένα νησί. Αυτό το έλλειμμα οφείλεται στο γεγονός ότι το μοντέλο δε λαμβάνει υπόψη του τις οικολογικές σχέσεις και τις ενδοειδικές αλληλεπιδράσεις και θεωρεί ότι η εναλλαγή των ειδών είναι σε μεγάλο βαθμό τυχαία (stochastic) διαδικασία.
3. Ο εποικισμός και η εξαφάνιση αντιμετωπίζονται ως διαδικασίες ανεξάρτητες μεταξύ τους. Όμως, η ενίσχυση ήδη εγκατεστημένων πληθυσμών, μέσω του συνεχιζόμενου εποικισμού, μειώνει την πιθανότητα εξαφάνισης του συγκεκριμένου είδους. Επίσης, η έκταση των νησιών επηρεάζει τόσο τον εποικισμό, όσο και την εξαφάνιση.
4. Τα είδη που διαβιούν σε κάποιο νησί μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές ειδών και να έχουν φτάσει σε αυτό με διάφορες διαδικασίες, όπως διασπειρόμενα από τις ηπειρωτικές περιοχές μέσω της θάλασσας, ή βηματικά από νησί σε νησί (stepping-stone colonization) ή να έχουν διατηρηθεί στο νησί μετά την αποκοπή του από τη χέρσο, ή ακόμη και να εξελίχθηκαν σε νέα είδη, τα σημερινά ενδημικά του νησιού (ειδογένεση). Είναι δύσκολο να διαπιστωθούν οι πηγές αυτές,

¹ Ο όρος «μοντέλο», ιταλικής προέλευσης, χρησιμοποιείται συχνά αντί του «προτύπου» και του «υποδείγματος».

διότι απαιτείται προσεκτική μελέτη της συστηματικής και της ιστορικής εξάπλωσης των ειδών του νησιού.

5. Εφόσον υπάρχουν είδη που προέρχονται από ειδογένεση μέσα στο ίδιο το νησί, η βασική υπόθεση του μοντέλου – ότι ο αριθμός των ειδών επηρεάζεται μόνο από τον εποικισμό και την εξαφάνιση – καταστρατηγείται. Η αύξηση του αριθμού των ειδών λόγω ειδογένεσης έχει αναλογικά μεγάλη σπουδαιότητα σε απομονωμένα νησιά, αλλά συμβαίνει με αργούς ρυθμούς στον οικολογικό χρόνο. Παρ' όλ' αυτά, μπορεί να γίνει τροποποίηση του μοντέλου, έτσι ώστε να συμπεριλάβει την ειδογένεση.

6. Η έκταση αποτελεί πολύ γενικό και έμμεσο μέτρο της ικανότητας των νησιών να υποστηρίζουν τους πληθυσμούς των ειδών. Τα μεγαλύτερα νησιά τείνουν να συμπεριλαμβάνουν περισσότερους διαφορετικούς οικοτόπους, οι οποίοι με τη σειρά τους υποστηρίζουν περισσότερα διαφορετικά είδη. Επομένως, απαιτείται ένα μοντέλο, το οποίο να ενσωματώνει παραμέτρους αντιπροσωπευτικές της ποικιλότητας των ενδιατημάτων. Το σημείο αυτό, καθώς και τα προηγούμενα σημεία (3)-(5), θα συζητηθούν στη συνέχεια στο πλαίσιο των στόχων και των αποτελεσμάτων της παρούσας διατριβής.

1.4 Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών

1.4.1 Γενικά στοιχεία

Πολύ πριν γίνουν κατανοητά διάφορα γνωστά πρότυπα βιοποικιλότητας, οι οικολόγοι αντιλήφθηκαν ότι οι μεγαλύτερες εκτάσεις (με βλάστηση) περιλαμβάνουν γενικώς περισσότερα είδη από τις μικρότερες (Gleason 1925) και αυτό μπορεί να γίνει δεκτό ως αξίωμα. Δεν είναι όμως σαφές πότε και από ποιον διαπιστώθηκε και διατυπώθηκε ο κανόνας αυτός:

- Οι Dony (1963), Williams (1964), και Bramson et al. (1998) αποδίδουν την ανακάλυψη του κανόνα στον H.C. Watson, αλλά με διαφορετική ημερομηνία: οι δύο πρώτοι το 1859, ενώ οι Bramson et al. νωρίτερα, το 1835. Ο Watson (1859) παρουσίασε το πρώτο εμπειρικό παράδειγμα του προτύπου «*μεγαλύτερη έκταση συνεπάγεται περισσότερα είδη*» για τα φυτικά είδη της Αγγλίας.

- Ο Quamen (1996) αποδίδει τη διατύπωση στον Johann Rheinhold Forster (1772), το φυσιογνώστη που συμμετείχε στο δεύτερο ταξίδι του Captain James Cook στο βόρειο Ειρηνικό, και παρατήρησε μεταξύ άλλων ότι ο αριθμός των φυτών που υπάρχουν στα νησιά αυξάνεται με την έκταση (Lomolino 2001).

- Σύμφωνα με τον Rosenzweig (1995), υπάρχουν αναφορές για την πρώτη διατύπωση του κανόνα αυτού από τον De Candolle (1855).

Η σχέση ανάμεσα στον πλούτο των ειδών και την έκταση έχει εδώ και πολύ καιρό προσελκύσει το ενδιαφέρον των φυτοκοινωνιολόγων, όπως φαίνεται από τις εργασίες των Gleason (1922), Braun-Blanquet (1932) και Cain (1938) (Shmida & Wilson 1985). Παρ' όλ' αυτά, αν και οι Βοτανικοί υπήρξαν ουσιαστικά πρωτοπόροι στο χώρο της βιογεωγραφίας, από τις ανασκοπήσεις του Simberloff (1974), των Connor & McCoy (1979) και του Gilbert (1980), φαίνεται ότι οι εμπειρικές μελέτες για την εξέταση της θεωρίας των McArthur & Wilson στράφηκαν κυρίως προς τους ζωικούς οργανισμούς, ενώ ορισμένες μελέτες νησιωτικών χλωρίδων ήταν μεθοδολογικά λανθασμένες (Abbott 1983, Nillson & Nillson 1983). Οι μελέτες για τα φυτά των νησιών αυξήθηκαν γρήγορα στην αρχή, έπειτα όμως ο σχετικός ρυθμός αύξησης επιβραδύνθηκε. Από τη δεκαετία του 1960 μέχρι το 1993 ο αριθμός τέτοιων μελετών για τα φυτά είναι μικρότερος του αντίστοιχου αριθμού για τους ζωικούς οργανισμούς (Baldi & McCollin 2003).

1.4.2 Μαθηματικές εκφράσεις της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών

Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών εκφράστηκε μαθηματικά από έναν Βοτανικό, τον Olaf Arrhenius (1921), μέσω της εξίσωσης με την ανεξάρτητη μεταβλητή υψωμένη σε δύναμη (power function):

$$S = c A^z \quad (1)$$

Όπου S ο αριθμός των ειδών, A η έκταση του νησιού, c παράμετρος (συντελεστής) και z παράμετρος (εκθέτης).

Αργότερα και ο Preston (1962) συμφώνησε ότι η εξίσωση (1) εκφράζει καλύτερα τη σχέση επιφάνειας - αριθμού ειδών.

Λογαριθμίζοντας² τα δύο μέλη της εξίσωσης (1), προκύπτει:

$$\log S = \log c + z \log A \quad (2)$$

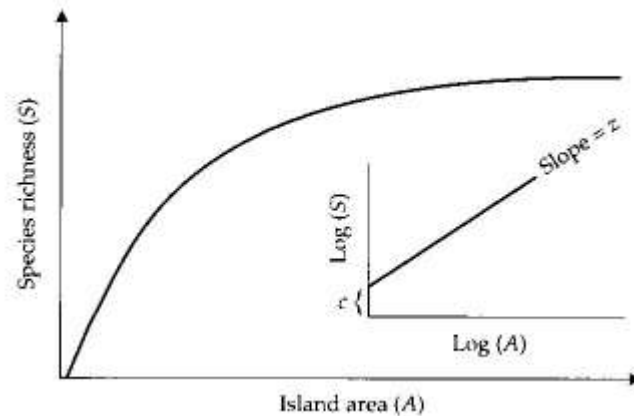
Η εξίσωση (2) παριστάνεται από ευθεία. Η παράμετρος z είναι η κλίση της ευθείας, ενώ ο δεκαδικός λογάριθμος του c είναι η σταθερά (Εικόνα 1.2).

Η έκταση επηρεάζει άμεσα τον αριθμό των ειδών, έχοντας σημαντικό ρόλο στον εποικισμό και στην εξαφάνιση (Ricklefs & Lovette 1999):

α) Τα μεγαλύτερα νησιά αποτελούν μεγαλύτερους, άρα ευκολότερους, «στόχους» για τα άτομα που διασπείρονται (Gilpin & Diamond 1976, Lomolino 1990).

² Στο εξής, σε κάθε αναφορά σε «λογάριθμο» χωρίς άλλο προσδιορισμό, θα εννοείται πάντοτε ο δεκαδικός λογάριθμος.

β) Τα μεγαλύτερα νησιά έχουν τη δυνατότητα υποστήριξης μεγαλύτερων πληθυσμών (Rosenzweig 1995). Οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί έχουν μικρότερες πιθανότητες εξαφάνισης, αφού κατά κανόνα εμπεριέχουν μεγαλύτερη γενετική ποικιλότητα (π.χ. Frankham et al. 2002), αλλά επίσης έχουν δυνατότητα επιβίωσης σε περίπτωση τυχαίων εξαφανίσεων (Pimm et al. 1988, Rosenzweig 1995). Επίσης, τα μεγαλύτερα νησιά διαθέτουν περισσότερους πόρους, αρκετούς για να υποστηρίξουν μεγαλύτερους πληθυσμούς.



Εικόνα 1.2: Η σχέση έκτασης νησιού – αριθμού ειδών στη δυναμική και τη διπλή λογαριθμική έκφρασή της (από Rosenzweig 1995, τροποποιημένο).

Η έμμεση επιρροή της έκτασης στον αριθμό των ειδών οφείλεται κυρίως στην αλληλεπίδρασή της με άλλους παράγοντες που επιδρούν άμεσα σε αυτόν. Μία από τις παραμέτρους αυτές είναι η ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων. Μεγαλύτερη ποικιλότητα ενδιαιτημάτων σημαίνει και παρουσία περισσότερων ειδών με διαφορετικές απαιτήσεις. Αλλά ο αριθμός των διαφορετικών ενδιαιτημάτων θεωρείται ότι αυξάνεται καθώς αυξάνεται το μέγεθος του νησιού (Watson 1964, Williams 1964, Kohn & Walsh 1994, Ricklefs & Lovette 1999, Sfenthourakis 1996, Triantis et al. 2005). Συνεπώς, η έκταση και η ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους μεταβλητές.

Ας υποθέσουμε ότι υπάρχουν τρεις περιοχές A_1 , A_2 και A_3 :

- Η περιοχή A_1 είναι τμήμα μιας περιφέρειας, οπότε περιέχει είδη των οποίων τα ενδιαιτήματα βρίσκονται σε αυτήν, και είδη που βρίσκονται εκεί μέσω διασποράς από άλλα σημεία της περιφέρειας, ανεξάρτητα από την ικανότητά τους να εγκατασταθούν στο σημείο όπου έφτασαν.
- Η περιοχή A_2 είναι μια απομακρυσμένη περιοχή, οπότε περιέχει μόνο τα είδη των οποίων τα ενδιαιτήματα υπάρχουν σε αυτήν, επειδή λόγω της απομόνωσης δεν είναι δυνατή η μετανάστευση ειδών προς αυτήν. Επιπροσθέτως, αν όλα τα είδη της περιοχής A_2 έχουν εξελιχθεί κάπου αλλού, τότε αυτή αποτελεί βιογεωγραφικό νησί. Έτσι, ως νησί, η περιοχή A_2 θα έχει λιγότερα είδη σε σύγκριση με την περιοχή A_1 .

- Η περιοχή A_3 είναι μια περιφέρεια απολύτως «αυτόνομη» οικολογικά, οπότε περιέχει είδη που έχουν εξελιχθεί σε αυτήν, μέσω της ειδογένεσης. Επομένως θα έχει λιγότερα είδη από την περιοχή A_2 , γιατί ο ρυθμός μετανάστευσης σε ένα νησί είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό ειδογένεσης.

Οι McArthur & Wilson (1963, 1967) προέβλεψαν ότι η καμπύλη της σχέσης έκτασης-αριθμού ειδών γίνεται πιο απότομη αυξανόμενης της απομόνωσης, λόγω του μειωμένου ρυθμού εποίκισης στα απομονωμένα νησιά. Ωστόσο, η αυξημένη ένδεια των βιόκοσμων των νησιών λόγω αύξησης της απομόνωσης συγχέεται με μεταβολές σε άλλα χαρακτηριστικά των νησιών, και ιδιαίτερος με την έκταση. Η επίδραση της απόστασης είναι δύσκολο να εξεταστεί και τα αποτελέσματα τέτοιων μελετών παραμένουν διφορούμενα.

Έχουν προταθεί τέσσερις τύποι καμπύλων της σχέσης έκτασης-αριθμού ειδών (Rosenzweig 1995), οι οποίες αντιστοιχούν σε διαφορετικές κλιμακίες χώρου (Rosenzweig 1999). Οι καμπύλες διαφέρουν γιατί περιλαμβάνουν συνδυασμούς των εξής έξι διαφορετικών διαδικασιών: δειγματοληψία, διασπορά, περιβαλλοντική ετερογένεια, μετανάστευση, εξαφάνιση και ειδογένεση. Επίσης, ο Scheiner (2003) όρισε έξι τύπους καμπύλων έκτασης – αριθμού ειδών, βασιζόμενος σε διαφορετικούς συνδυασμούς: (1) του προτύπου των επιφανειών δειγματοληψίας (quadrats ή επιφάνειες γενικά) (εγκιβωτισμένες, συνεχείς, ασυνεχείς ή «νησίδες»), (2) του τρόπου διάταξης διαδοχικά μεγαλύτερων εκτάσεων στο χώρο, με κριτήριο την ύπαρξη ή την απουσία σαφούς δομής, και (3) την προέλευση της καμπύλης από πραγματικές τιμές ή από μέσες τιμές. Οι έξι τύποι καμπύλων διαφέρουν ως προς το σχήμα και τον τρόπο που ενσωματώνουν την ποικιλότητα και τις κλιμακίες του χώρου.

Εκτός από τη θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων (McArthur & Wilson 1963, 1967), τη σχέση έκτασης-αριθμού ειδών έχουν αξιοποιήσει η βιολογία των μεταπληθυσμών, η εξελικτική οικολογία και η μακροοικολογία (Wilson 1961, Brown 1995, Rosenzweig 1995). Επίσης, στη βιολογία της διατήρησης η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη μεταβολών στην ποικιλότητα των ειδών σε περιπτώσεις απώλειας ενδιαιτημάτων και για την ανάπτυξη στρατηγικών για τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας εντός γεωγραφικώς περιορισμένων αποθεμάτων και κατακερματισμένων οικοσυστημάτων (Shafer 1990, Brooks et al. 1997, 1999a, 1999b).

Οι πρώτες διαφορετικές μαθηματικές εκφράσεις της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών που δημοσιεύτηκαν μετά την εξίσωση του Arrhenius ήταν:

- Η ημιλογαριθμική εξίσωση του Gleason (1922) ($S = c + z \log A$), που χρησιμοποιήθηκε κυρίως από φυτογεωγράφους, επειδή προσαρμοζόταν καλύτερα στα δεδομένα για μερικές φυτοκοινωνίες (Kilburn 1966, Connor & McCoy 1979, Bond 1983, Rydin & Borjesson 1988, Rejmánek & Rosén 1992, Keeley 2003, Keeley & Fotheringham 2003). Επίσης, η εξίσωση αυτή είναι κατά

κανόνα αποτελεσματικότερη σε μικρές γεωγραφικές κλίμακες (π.χ. He & Legendre 1996, Rosenzweig & Ziv 1999).

- Η μαθηματική σχέση του Archibald (1949): $S = B/(c+A^z)$, στην οποία υπάρχει μια ακόμη σταθερά, η B, και ο λόγος B/c δίνει το μέγιστο αριθμό ειδών της περιοχής. Η σχέση αυτή δεν αποτέλεσε ποτέ αντικείμενο ιδιαίτερης διερεύνησης, εκτός στην εργασία των He & Legendre (1996), αλλά φαίνεται να είναι αποτελεσματικότερη σε μεγάλες γεωγραφικές κλίμακες. Το μοντέλο του Arrhenius (1921) φαίνεται να περιγράφει καλύτερα τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών σε ενδιάμεσες γεωγραφικές κλίμακες.

Οι Connor & McCoy (1979) εξέτασαν εκατό διαφορετικές ομάδες δεδομένων, συγκρίνοντας τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών σε εξισώσεις με της μορφής S-A, logS-logA, S-logA και logS-A. Σύμφωνα με τα αποτελέσματά τους, κανένα από τα πρότυπα αυτά δεν μπορεί *a priori* να θεωρηθεί ως το βέλτιστο. Παρ' όλ' αυτά, τόνισαν ότι το μοντέλο του Arrhenius (1921) εμφάνισε καλύτερη προσαρμογή από το εκθετικό μοντέλο, αλλά το εκθετικό μοντέλο έδειξε καλύτερη προσαρμογή στις μικρές εκτάσεις. Οι Drakare et al. (2006) εφάρμοσαν τις σχέσεις των Arrhenius και Gleason σε ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων, και τα αποτελέσματά τους συμφωνούν απολύτως με αυτά των Connor & McCoy (1979).

Τα τελευταία χρόνια έχουν προταθεί περισσότερα από 20 μοντέλα για την περιγραφή της σχέσης έκτασης–αριθμού ειδών (Tjørve 2003, 2009, Dengler 2009, αλλά και Williams et al. 2009), **αλλά το μοντέλο του Arrhenius (1921) είναι αυτό που χρησιμοποιείται συχνότερα** (για συζήτηση δείτε Scheiner 2003, Fattorini 2006, Tjørve 2003, 2009, Dengler 2009 και Williams et al. 2009).

Επισημαίνεται ότι ο εκάστοτε «αριθμός των ειδών» που χρησιμοποιείται στις διάφορες μελέτες, αναφέρεται σε μία εξεταζόμενη ταξινομική ομάδα, και όχι στο σύνολο των ζωικών ή φυτικών ειδών των νησιών ή των περιοχών.

1.4.3 Η βιολογική σημασία των παραμέτρων z και c

Η παράμετρος z στη λογαριθμική εξίσωση των Arrhenius (1921) και Preston (1962) είναι, όπως προαναφέρθηκε, η κλίση της ευθείας που παριστάνεται από την εξίσωση. Όμως, οι τιμές του z από μόνες τους δεν είναι ενδεικτικές του ρυθμού με τον οποίο αυξάνεται (πόσο γρήγορα αυξάνεται) ο αριθμός των ειδών σε σχέση με την έκταση. Χρειάζεται να γνωρίζουμε τις τιμές και των δύο παραμέτρων, z και c (Gould 1979).

Βέβαια, συχνά η υψηλή τιμή του z συνδέεται με γρήγορη αύξηση του αριθμού των ειδών όταν αυξάνεται η έκταση. Αυτό το συμπέρασμα έχει αξία μόνο όταν οι τιμές του c είναι ίσες μεταξύ

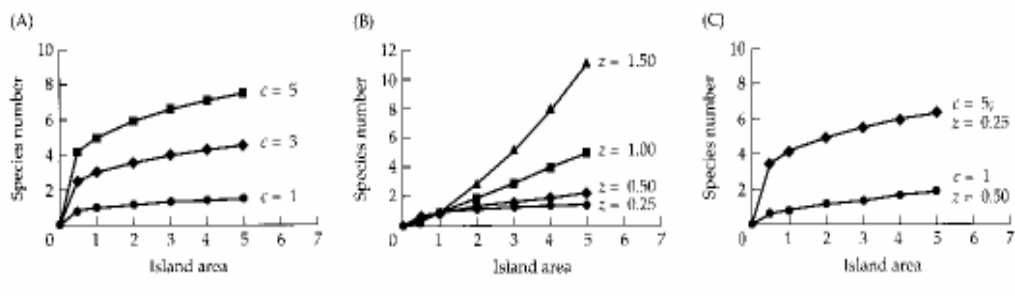
των υπό μελέτη νησιωτικών συμπλεγμάτων και ταξινομικών ομάδων. Συνήθως οι τιμές του c ποικίλουν πολύ (για τα αρχιπελάγη και τα τάξα) ενώ οι τιμές του z τείνουν να είναι πιο συντηρητικές. Αυτό οδήγησε τον Gould (1979) να προτείνει ότι μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα μόνο όταν συγκρίνονται τιμές c για αρχιπελάγη με περίπου ίσες τιμές z .

Η επίδραση της αλλαγής της μίας παραμέτρου, με την άλλη παράμετρο σταθερή, ή της μεταβολής και των δύο παραμέτρων, φαίνεται στην Εικόνα 1.3. Η σχέση έκτασης-αριθμού ειδών (η κλίμακα είναι αριθμητική), επηρεάζεται έντονα από σχετικά μικρές αλλαγές του c , ενώ παραμένει σχετικώς ανεπηρέαστη σε αλλαγές του z , σε τυπικές φυσικές κοινότητες. Επιπλέον, εάν αυτές οι δύο παράμετροι αλλάζουν συγχρόνως, όπως γίνεται σίγουρα στη φύση, τότε η κλίση στη σχέση έκτασης-αριθμού ειδών (πάλι σε αριθμητική κλίμακα), είναι μικρότερη σε μελέτες που αναφέρουν υψηλότερες τιμές z (Εικόνα 1.3 C).

Προσπάθειες ερμηνείας της συσχέτισης έκτασης-αριθμού ειδών και θεωρητικοί υπολογισμοί της παραμέτρου z έγιναν από τους Preston (1962), McArthur & Wilson (1967), May (1975), Connor & McCoy (1979), Sugihara (1980), Coleman (1981), Harte & Kinzig (1997), Harte et al. (1999) και May & Stumpf (2000).

Ο May (1975) υποστήριξε ότι το z αποτελεί μαθηματική ιδιότητα της log-normal κατανομής και δεν περιγράφει μια συγκεκριμένη διαδικασία των βιοκοινωνιών, συνεπώς δεν μπορεί να έχει βιολογική σημασία. Οι Connor & McCoy (1979) επίσης δεν είναι βέβαιοι ότι μπορεί να αποδοθεί βιολογική σημασία στο z (αλλά και στο c) κάτι που υποστηρίζουν και οι He & Legendre (1996).

Ο Preston (1962) θεωρεί ότι το z αντιπροσωπεύει τη **βιοποικιλότητα**.



Εικόνα 1.3: Πώς μεταβάλλεται η καμπύλη έκτασης – αριθμού ειδών ($S=cA^z$), όταν μεταβάλλονται οι τιμές των παραμέτρων z και c . (A): Η τιμή του z παραμένει σταθερή και μεταβάλλεται η τιμή του c . (B): Η τιμή του c παραμένει σταθερή και αλλάζει η τιμή του z . (C): Μεταβάλλονται οι τιμές και των δύο παραμέτρων (c και z) (από Brown & Lomolino 1998).

Σύμφωνα με τους McArthur & Wilson (1967), η τιμή της παραμέτρου z έχει βιολογική σημασία για «ομοιόμορφα» νησιωτικά συγκροτήματα. Αυτό σημαίνει ότι τα νησιά ενός αρχιπελάγους πρέπει να φέρουν ενιαία βασικά χαρακτηριστικά, αναλόγως με τη μελετούμενη

ταξινομική ομάδα. Πάντως, με τη διάκριση των νησιών σε «οικολογικά νησιά ηπειρωτικών περιοχών» όταν $z < 0,15$, «ηπειρωτικά» όταν $0,15 < z < 0,35$ και «ωκεάνια» όταν $z > 0,35$, οι McArthur & Wilson (1967) απέδωσαν φυσική και βιολογική έννοια στο z , συσχετίζοντάς το με την **απομόνωση** αλλά και με την **περιβαλλοντική ετερογένεια** και τη **β-ποικιλότητα**. Η β-ποικιλότητα εκφράζεται από τη διαφορά ανάμεσα στον αριθμό των ειδών δύο «γειτονικών» γεωγραφικά περιοχών, που χαρακτηρίζονται από διαφορετικές οικολογικές συνθήκες (ποικιλότητα μεταξύ βιοτόπων – among habitat diversity) (Crawley 2003). Η β-ποικιλότητα είναι χαμηλή, όταν υπάρχει μεγάλη αλληλεπικάλυψη στη σύνθεση των ειδών μεταξύ των δύο «γειτονικών» περιοχών. Αντιθέτως, η β-ποικιλότητα είναι μέγιστη, όταν οι δύο «γειτονικές» περιοχές δεν έχουν καθόλου κοινά είδη (Crawley 2003). Υψηλή β-ποικιλότητα για μια περιοχή θα συνεπαγόταν μεγάλο πλούτο ειδών, ακόμα και αν κάθε ξεχωριστό ενδιαίτημα δεν ήταν ιδιαίτερος πλούσιο σε είδη (Parizeau 1997).

Ο Martin (1981) υποστηρίζει ότι το z έχει σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, την περιβαλλοντική ποικιλότητα, το μέγεθος της περιοχής που αποτελεί πηγή ειδών για τα νησιά και την παρουσία ή την απουσία ενδιάμεσων σταθμών (δηλαδή νησιών «stepping stones»).

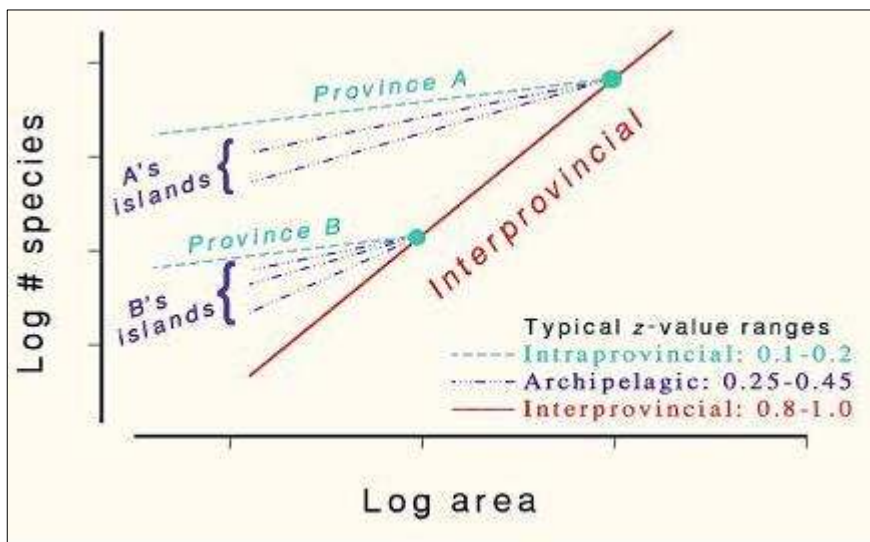
Χαμηλές τιμές του z αποδίδονται συχνά στην πρόσφατη απομόνωση του νησιωτικού συγκροτήματος από την ηπειρωτική περιοχή, στη μικρή του απόσταση από τις κοντινές περιοχές, στη μεγάλη ικανότητα διασποράς των ειδών της μελετούμενης ταξινομικής ομάδας και στην παρουσία ενδιάμεσων σταθμών (McArthur & Wilson 1967, Connor & McCoy 1979, Μυλωνάς 1982, Μπότσαρης 1996, Brown & Lomolino 1998, Τριάντης 2002).

Όσον αφορά στην απομόνωση, σύμφωνα με τους Connor & McCoy (1979), κλίσεις της ευθείας μεταξύ 0,20 και 0,35 δείχνουν μέτρια απομονωμένες περιοχές ή ηπειρωτικά, μέτρια απομονωμένα νησιά, μεγαλύτερες του 0,35 ισχυρά απομονωμένα (ωκεάνια ή θαλασσογενή) νησιά, ενώ κλίσεις μικρότερες από την τιμή 0,20 δείχνουν μη απομονωμένες περιοχές, δηλαδή είτε νησιά που έχουν στενή σχέση με τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές (ηπειρωτικά ή χερσογενή νησιά), είτε οικολογικά νησιά.

Σύμφωνα με τον Rosenzweig (1995, 2003, 2004), τρεις διαφορετικές σχέσεις συνθέτουν το «πρότυπο έκτασης–αριθμού ειδών». Οι σχέσεις αυτές εκφράζουν διαδικασίες που συμβαίνουν σε διαφορετικές χωρικές και χρονικές κλίμακες (Shmida & Wilson 1985, Crawley & Harral 2001) και δίνουν διαφορετικές τιμές της παραμέτρου z (δείτε επίσης Triantis et al. 2008) (Εικόνα 1.4). Οι τιμές του z κυμαίνονται από 0,55 έως 1,00 μεταξύ βιογεωγραφικών περιοχών, από 0,1 έως 0,2 εντός μιας βιογεωγραφικής περιοχής και από 0,25 έως 0,55 για τις νησιωτικές περιοχές (αρχιπελάγη) ή για απομονωμένα ενδιαιτήματα (habitat patches) (Rosenzweig 1995, 2004).

Συνεπώς, η κλίση της ευθείας SAR³ (στη λογαριθμική κλίμακα) είναι πιο απότομη για τα νησιά σε σχέση με τις ηπειρωτικές περιοχές, ή, με άλλα λόγια, οποιαδήποτε μείωση στην έκταση ενός νησιού μειώνει την ποικιλότητα περισσότερο από αντίστοιχη μείωση στην έκταση ενός τμήματος της ηπειρωτικής χώρας.

Οι Collins et al. (2002) επισημαίνουν ότι η τιμή του z εξαρτάται από την αλληλεπικάλυψη στη σύνθεση των ειδών των περιοχών που εισάγονται στην εξίσωση. Στις καμπύλες που προκύπτουν από εκτάσεις οι οποίες ανήκουν στην ίδια βιογεωγραφική περιοχή, (intra-provincial curves), υπάρχει αλληλεπικάλυψη στη σύνθεση των ειδών, δηλαδή πολλά κοινά είδη μεταξύ των εξεταζόμενων εκτάσεων, και για το λόγο αυτό παρατηρείται «αργή» αύξηση του αριθμού των ειδών με την έκταση, οπότε και το z είναι σχετικά χαμηλό. Αντιθέτως, όταν οι εξεταζόμενες εκτάσεις μοιράζονται λίγα κοινά είδη, υπάρχει μια «ταχύτερη» αύξηση του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης, οπότε και το z είναι σχετικά υψηλό. Αυτό παρατηρείται σε καμπύλες που προκύπτουν από εκτάσεις διαφορετικών βιογεωγραφικών περιοχών (inter-provincial curves).



Εικόνα 1.4: Σχηματική απεικόνιση των σχέσεων έκτασης-αριθμού ειδών ανάμεσα σε νησιά, μεταξύ βιογεωγραφικών περιοχών και μεταξύ περιοχών μέσα σε μια βιογεωγραφική περιοχή και οι τυπικές τιμές της κλίσης z (από Rosenzweig 1995, Rosenzweig 2004, τροποποιημένο).

Αρχιπελάγη με μικρά νησιά τείνουν να έχουν πιο έντονες κλίσεις από αρχιπελάγη με μεγάλα νησιά (Hamilton & Armstrong 1965, Schoener 1976, Connor & McCoy 1979, Williamson 1981). Ο Preston (1962) παρατήρησε ότι τα μικρά απομονωμένα νησιά έχουν λιγότερα είδη ανά μονάδα έκτασης και υψηλότερες τιμές z , από ό,τι περιοχές αντίστοιχης έκτασης με συνεχόμενα

³ Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών για συντομία θα αναφέρεται στο εξής ως “SAR” από τα αρχικά του όρου στην αγγλική γλώσσα (*Species – Area Relationship*).

ενδιαιτήματα στις ηπειρωτικές περιοχές. Αυτό συμβαίνει γιατί, αν κάποιο είδος γίνει πολύ σπάνιο σε κάποιο νησί, είναι πιθανότερο να εξαφανιστεί, καθώς δεν υπάρχει υψηλή «ανατροφοδότηση», όπως στις ηπειρωτικές περιοχές. Η επίδραση αυτών των εξαφανίσεων είναι πιο έντονη στα μικρά νησιά παρά στα μεγαλύτερα, με αποτέλεσμα πιο απότομες κλίσεις της καμπύλης έκτασης - αριθμού ειδών. Γενικώς, όταν μια δειγματοληπτική επιφάνεια είναι μικρή, τα πιο σπάνια είδη δεν υπάρχουν σε αυτήν. Αν προοδευτικά αυξάνεται η δειγματοληπτική περιοχή, συλλέγονται περισσότερα άτομα, μερικά από τα οποία ανήκουν σε διαφορετικά είδη από εκείνα που έχουν ήδη καταγραφεί στη μικρή επιφάνεια και ορισμένα μάλιστα είναι αντιπρόσωποι σπάνιων ειδών. Επιπρόσθετα, οι μεγαλύτερες περιοχές τείνουν να ενσωματώνουν νέους τύπους ενδιαιτημάτων και επομένως και εξειδικευμένων σε αυτά ειδών (Preston 1962).

Επίσης, στα νησιωτικά συγκροτήματα όπου υπάρχει μεγάλη διαφορά έκτασης ανάμεσα στα μεγαλύτερα και τα μικρότερα νησιά, παρατηρείται αύξηση της τιμής του z . Για παράδειγμα, στη μελέτη των χερσαίων μαλακίων των νησιών του Αργοσαρωνικού από τον Μπότσαρη (1996), όπου ο λόγος «μεγαλύτερο νησί / μικρότερο νησί» είναι 100.000, το z ισούται με 0,15 για τα μεγάλα και μεσαία νησιά, ενώ αυξάνεται σε 0,19 με την προσθήκη των μικρών νησιών.

Οι μελέτες για την παράμετρο c είναι συγκριτικά πολύ λίγες. Σύμφωνα με τους McArthur & Wilson (1967), το c σχετίζεται με τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, τη μελετούμενη ταξινόμηση ομάδα και την α -ποικιλότητα και ελαττώνεται με την αύξηση της απομόνωσης, αλλά και σε «φτωχά» περιβάλλοντα. Η α -ποικιλότητα είναι ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη έκταση (Crawley 2003). Παράλληλα όμως, οι ίδιοι οι McArthur & Wilson (1967) τονίζουν πως δεν υπήρχε η δυνατότητα διατύπωσης κάποιας θεωρίας για την εκτίμηση και την ερμηνεία του c .

Άλλοι μελετητές θεωρούν ότι το c ποικίλει ανάλογα με την απομόνωση, την απόσταση από μια πλούσια πηγή, τον αριθμό των ειδών στα τάξα και την κλίμακα στην οποία μετράται η έκταση. Σημαντικό στη μελέτη της σταθεράς αυτής είναι ότι η τιμή της εξαρτάται τόσο από τις μονάδες μέτρησης (Connor & McCoy 1979), όσο και από την τιμή του z (Gould 1979, Rosenzweig 1995). Για να συγκριθούν οι κλίσεις δύο ευθειών SAR, πρέπει οι τιμές του c των δύο αυτών ευθειών να είναι ίδιες (να μην παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά) (Gould 1979, Rosenzweig 1995, Brown & Lomolino 1998, Lomolino, 2001), αλλά παρά τις πολυάριθμες βιογεωγραφικές μελέτες δεν έχει προστεθεί σχεδόν τίποτε νέο στις γνώσεις μας για τη βιολογική της σημασία και τη στατιστική της συμπεριφορά (δείτε Lomolino 2001).

Ο Gould (1979) πρότεινε ότι η πυκνότητα των οργανισμών, ο αριθμός των ειδών στα ανώτερα τάξα, ο βαθμός της απομόνωσης και η κλίμακα μέτρησης της έκτασης, επηρεάζουν ποικιλοτρόπως την τιμή της παραμέτρου c . Το συμπέρασμα του Gould (1979) είναι ότι «στην πραγματικότητα είναι τόσο μεγάλη η ποικιλία (των παραγόντων) που ενσωματώνονται στην τιμή του c , ώστε η

τιμή του σπανίως αποτελεί αντικείμενο συζήτησης». Οι Willig & Lyons (2000) κατέγραψαν μια γεωγραφική διακύμανση στις τιμές των z και c , συγκρίνοντας συσσωρευτικές καμπύλες έκτασης – αριθμού ειδών (cumulative species–area curves) για είδη θηλαστικών που προέκυψαν από δειγματοληψία σε εγκιβωτισμένες επιφάνειες εντός ζωνών διαφορετικού γεωγραφικού πλάτους στη Βόρεια και Νότια Αμερική. Παρατήρησαν ότι, ακολουθώντας τις διαβαθμίσεις του γεωγραφικού πλάτους από τον ισημερινό προς τους πόλους, οι τιμές του z αυξάνονται, ενώ οι τιμές του c μειώνονται.

Πάντως, «παραδοσιακά» η σταθερά c θεωρείται ως δείκτης της ικανότητας της μελετούμενης περιοχής να υποστηρίζει άτομα και είδη (McArthur & Wilson 1967, Connor & McCoy 1979, Brown & Lomolino 1998), αλλά μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν αρκετές αποδείξεις για τη στήριξη της άποψης αυτής.

Ένα σφάλμα στη χρήση του c είναι ότι μερικοί θεωρούν δεδομένο ότι αυτό, ως τιμή του S για $A=1$ και $\log A=0$, πρέπει να αντιπροσωπεύει τον αριθμό των ειδών στη μονάδα της έκτασης. Όμως, αν τα πραγματικά δεδομένα της έκτασης απέχουν πολύ από την τιμή του $A=1$, τότε η ικανότητα του c να προβλέψει τον αριθμό των ειδών είναι περιορισμένη σε πολύ μικρά νησιά (Βαρδινογιάννη 1994). Ένα σφάλμα που επίσης γίνεται συχνά είναι να θεωρείται η τιμή του c απλώς ως το σημείο τομής της ευθείας και του άξονα των τετμημένων στη γραφική παράσταση $\log A - \log S$.

Οι Connor & McCoy (1979) καταλήγουν εκφράζοντας το σκεπτικισμό τους για το αν μπορεί να αποδοθεί βιολογική σημασία στη σταθερά c (όπως και στην παράμετρο z , που προαναφέρθηκε), και το ίδιο υποστηρίζουν οι He & Legendre (1996).

Μια σημαντική παρατήρηση σε σχέση με το c είναι ότι η τιμή του επηρεάζεται από την κλίμακα μέτρησης της έκτασης, δηλαδή μεταβάλλεται ανάλογα με τη μονάδα μέτρησης της έκτασης, κάτι που δε συμβαίνει με το z . Επομένως, εάν συγκρίνουμε τιμές c διαφόρων ευθειών έκτασης – αριθμού ειδών, πρέπει αρχικά να σιγουρευτούμε ότι οι εκτάσεις έχουν μετρηθεί με την ίδια μονάδα μέτρησης (Rosenzweig 1995).

1.5 Το φαινόμενο των μικρών νησιών (Small Island Effect)

«...στην καμπύλη έκτασης – αριθμού ειδών είναι αναμενόμενο τουλάχιστον ένα πραγματικά ανώμαλο χαρακτηριστικό για τα πολύ μικρά νησιά» (McArthur & Wilson 1967)

Στα περισσότερα αρχιπελάγη, η έκταση γίνεται σταδιακά ανεπαρκής παράγοντας εκτίμησης του αριθμού των ειδών, καθώς μειώνεται το μέγεθος των νησιών (Burns et al. 2009). Οι

περισσότερες βιογεωγραφικές μελέτες είχαν εστιάσει στα μεγάλα νησιά (Lomolino 2000), παραβλέποντας έτσι ότι στα μικρά νησιά ο πλούτος των ειδών μπορεί να μην ακολουθεί το γενικό πρότυπο της σχέσης με την έκταση (δείτε Lomolino & Weiser 2001, Triantis et. al. 2006 για συζήτηση), αλλά, αντιθέτως, μπορεί να μεταβάλλεται ανεξάρτητα από την αύξηση της έκτασης. Το χαρακτηριστικό αυτό, που ονομάζεται «φαινόμενο των μικρών νησιών» (Small Island Effect - SIE⁴) επισημάνθηκε αρχικά από τον Preston (1962) και τον Wiens (1962) και διερευνήθηκε από τον Niering (1963), ο οποίος μελέτησε τα ανώτερα φυτά της ατόλης Καπινγκαμαράνγκι στη Μικρονησία (Εικόνα 1.5), και αργότερα αναφέρθηκαν σε αυτό και οι McArthur & Wilson (1967). Επομένως, τα νησιά που είναι μικρότερα από μια «τιμή κατωφλίου» της έκτασης φαίνεται ότι υπόκεινται σε παράγοντες άλλους από την έκταση, οι οποίοι μπορεί να είναι καθοριστικοί για τον αριθμό των ειδών τους (Wiens 1962, Niering 1963, Schoener 1976, Sfenthourakis 1996, Μπότσαρης 1996, Losos 1996, Morrison 1997, Πανίτσα 1997, Whittaker 1998, Lomolino 2000, Barrett et al. 2003, Triantis et al. 2006, αλλά δείτε και Woodroffe 1986).

Ακολούθησαν αριετές εργασίες που αναφέρονται στο SIE: των Whitehead & Jones (1969), Rusterholz & Howe (1979), Woodroffe (1986), Dunn & Loehle (1988), Heatwole (1991), Μπότσαρης (1996), Morrison (1997), Brown & Lomolino (1998), Kelt (2000), Lomolino (2000, 2002), Lomolino & Perault (2001), Lomolino & Weiser (2001), Anderson & Wait (2001), Whittaker et al. (2001), Whittaker (2004), Τριάντης (2002), Barrett et al. (2003), Gentile & Argano (2005), Triantis et al. (2003, 2005, 2006, 2008), Panitsa et al. (2006), Hannus & Numers (2008), Morrison & Spiller (2008), Sfenthourakis & Triantis (2009), Burns et al. (2009). Όμως, ο αριθμός των εργασιών αυτών είναι ακόμη πολύ μικρός σε σχέση με τον τεράστιο αριθμό εργασιών που διερευνούν τη SAR και, κατ' αναλογία, η διαθέσιμη πληροφορία για τα μικρά νησιά είναι λίγη.

Εργασίες που αφορούν σε διάφορες ταξινομικές ομάδες σε μικρονησία του Αιγαίου εξετάζουν το SIE:

Στη διδακτορική της διατριβή για τη **χλωρίδα και τη βλάστηση νησίδων του Ανατολικού Αιγαίου, η Πανίτσα (1997)** διαπίστωσε ότι η αύξηση της επιφάνειας **δε συνεπάγεται απαραίτητα αύξηση του αριθμού των φυτικών ειδών**. Ως παράμετροι που πιθανώς να συνετέλεσαν στην ποσοτική και ποιοτική διακύμανση της σύνθεσης της χλωρίδας των νησίδων, αναφέρονται τυχαίοι παράγοντες, ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπως είναι η βόσκηση και η φωτιά, και μικροοικολογικές διαφορές. Για παράδειγμα, εάν σπέρματα ενός φυτικού είδους εισάγονται κατά τακτά διαστήματα σε σημαντικές ποσότητες, είναι δυνατόν να υπάρξει επιτυχής εγκαθίδρυση πληθυσμού του είδους. Στις βραχονησίδες, έντονες καταιγίδες ή κάλυψη της ξηράς από κύματα, δίνουν έμμεσα την ευκαιρία μετανάστευσης σε σπέρματα φυτικών ειδών που μεταφέρονται με τη θάλασσα. Οι

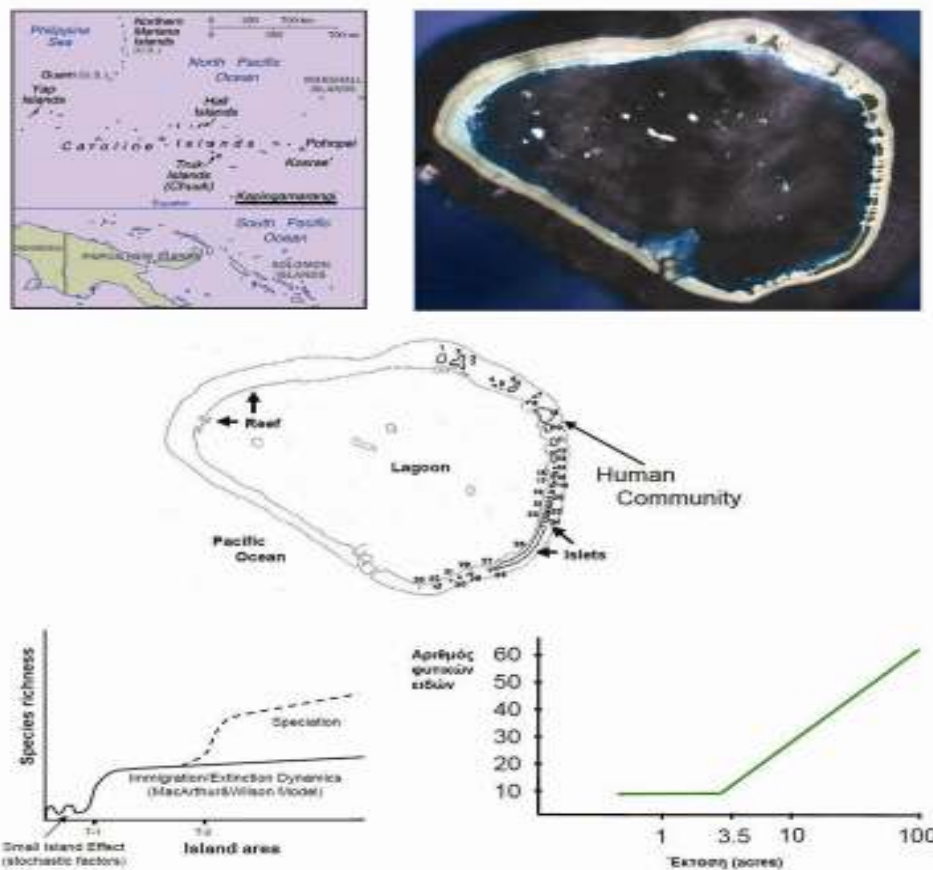
⁴ Στο εξής, όπου αναφέρεται το «φαινόμενο των μικρών νησιών» θα χρησιμοποιείται η συντομογραφία «SIE» από τον αγγλικό όρο, όπως είναι γνωστή και στη διεθνή βιβλιογραφία.

ανθρωπογενείς επεμβάσεις δίνουν τη δυνατότητα σε νέα είδη να εγκατασταθούν σε οικοτόπους που πριν τη διαταραχή ήταν κατειλημμένοι από άλλα.

Από τους Panitsa et. al. (2006) εξετάστηκε το SIE σε 86 νησίδες του Αιγαίου με έκταση μικρότερη από 0,050 km², μεταξύ των οποίων και ορισμένα που περιλαμβάνονται στις αναλύσεις της παρούσας διατριβής. Συμπέραναν ότι ο πλούτος των ειδών στα μικρά νησιά μπορεί να συμπεριφέρεται ιδιόσυγκρασιακά, αλλά αυτό δε σημαίνει πάντα παρουσία του τυπικού SIE: ο αριθμός των φυτικών ειδών των νησίδων του Αιγαίου φαίνεται να ακολουθεί το κλασσικό πρότυπο της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών (Arrhenius 1921). Η προσαρμογή αυτή στο μοντέλο αποδίδεται κυρίως στη συμβολή των νησίδων που δε βόσκονται από αιγοπρόβατα. Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ως προς τη συμβολή τους στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών, δηλαδή η ποικιλότητα των οικοτόπων, το υψόμετρο και η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, ερμηνεύουν μικρό ποσοστό της μεταβολής του αριθμού των ειδών. Αυτό σημαίνει ότι ίσως να υπάρχουν άλλοι παράγοντες, μη τυπικοί (non-standard), ή ακόμα και τυχαίες (stochastic) επιδράσεις, που συμβάλλουν σημαντικά στον αριθμό των ειδών. Ειδικά για την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων όμως, υπάρχει το πρόβλημα του σαφούς ορισμού, στο οποίο θα γίνει εκτενής αναφορά στο κεφάλαιο της περιβαλλοντικής ετερογένειας.

Ο Μπότσαρης (1996), στη διδακτορική του διατριβή για τη βιογεωγραφία των χερσαίων μαλακίων των νησιών του Σαρωνικού κόλπου, συμπέρανε ότι υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού των ειδών και της έκτασης των νησιών, με εξαίρεση τα μικρού μεγέθους νησιά. Για αυτά εξέτασε τη συμμετοχή άλλων παραμέτρων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών: την απόσταση από την πλησιέστερη ηπειρωτική περιοχή και από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, την περίμετρο του νησιού και το μέγιστο υψόμετρο του νησιού. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα τοπογραφικά στοιχεία κάθε νησιού δύνανται να επηρεάσουν τον αριθμό των ειδών που αυτό αποικιά. Επίσης, για να εξακριβώσει την πιθανή συμβολή γεγονότων που συνέβησαν κατά τη γεωλογική ιστορία των νησιών, εξέτασε τη συσχέτιση που μπορεί να υπάρχει μεταξύ του αριθμού των ειδών και της μέγιστης ισοβαθούς καμπύλης της απομόνωσης.

Ο Σφενδουράκης (1994) στη διδακτορική του διατριβή για τα χερσαία ισόποδα των νησιών του κεντρικού Αιγαίου συμπεριέλαβε 20 νησίδες με έκταση μικρότερη των 10 km². Παρατήρησε το φαινόμενο των μικρών νησιών για τις πολύ μικρές νησίδες έκτασης έως 1 km² περίπου. Ο αριθμός των ειδών προβλέπεται καλύτερα από την ετερογένεια των οικοτόπων, ενώ η έκταση των νησιών, η έκταση των ασβεστολίθων, το μέγιστο υψόμετρο και η απόσταση από το κοντινότερο μεγάλο νησί δεν αποτελούν στατιστικώς σημαντικές παραμέτρους.



Εικόνα 1.5: Ο Niering (1963) εξέτασε τη σχέση έκτασης–αριθμού για τα ανώτερα φυτά της ατόλης Καπινγκαμαράνγκι στη Μικρονησία. Τα νησιά που είναι μικρότερα από μια «τιμή κατωφλίου» της έκτασης φαίνεται ότι υπόκεινται σε παράγοντες άλλους από την έκταση (τυχαίους παράγοντες). Αυτό οδηγεί στην εμφάνιση δύο ευθειών με διαφορετική κλίση στη σχέση έκτασης–αριθμού ειδών: η ευθεία με τη μικρότερη κλίση αντιπροσωπεύει τα μικρά νησιά.

Ο Τριάντης (2006) εξέτασε το SIE για τα **χερσαία ισόποδα και σαλιγκάρια στα νησιωτικά συμπλέγματα της Αστυπάλαιας** (13 νησιά έκτασης από 2.3×10^{-3} έως $95,87 \text{ km}^2$) και της **Καλύμνου** (12 νησιά έκτασης από 4×10^{-3} έως $110,8 \text{ km}^2$) και για τα **χερσαία σαλιγκάρια στο νησιωτικό σύμπλεγμα της Σκύρου** (12 νησιά έκτασης από 2×10^{-3} έως 208 km^2). Στην ανάλυση χρησιμοποίησε τον αριθμό των ενδιαιτηματικών τύπων. Το SIE ανιχνεύτηκε στην περίπτωση των σαλιγκαριών και των ισόποδων του συγκροτήματος της Καλύμνου, αλλά και στα υπόλοιπα τρία σύνολα δεδομένων, η επίδραση της έκτασης ήταν ιδιαίτερος χαμηλή. Ως κύρια αιτία θεωρεί τον πρόσφατο, στο γεωλογικό χρόνο, σχηματισμό των τριών νησιωτικών συγκροτημάτων, που έχει ως αποτέλεσμα τα νησιά να «συμπεριφέρονται» σαν τμήματα μιας ενιαίας ξηράς, όπου η παρουσία των ενδιαιτηματικών τύπων και η παθητική δειγματοληψία ατόμων των ειδών (Rosenzweig 1995) αποτελούν τους κύριους παράγοντες καθορισμού του αριθμού των ειδών. Η έκταση επιδρά κυρίως έμμεσα, μέσω του αριθμού των ενδιαιτηματικών τύπων. Στο συγκρότημα της Καλύμνου είναι πιο

έντονη η έλλειψη άμεσης επίδρασης της έκτασης, διότι, εξαιτίας του πιο πρόσφατου σχηματισμού του, το νησιωτικό σύμπλεγμα εμφανίζει πιο έντονο “ηπειρωτικό” χαρακτήρα σε σχέση με τα άλλα δυο. Επίσης, ο Τριάντης (2006) τονίζει πως το SIE πρέπει να αναγνωριστεί ως ιδιосуγγρασιακό φαινόμενο, και όχι ως ένα γενικευμένο πρότυπο με σταθερή συμπεριφορά, που μπορεί να εκφραστεί με κάποιο γενικευμένο μοντέλο. Η ύπαρξη του φαινομένου εξαρτάται από τα γενικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη νησιωτικού συγκροτήματος και της υπό μελέτη ομάδας αλλά και από αμιγώς τυχαία γεγονότα.

Ως παράμετροι που είναι πιθανόν να καθορίζουν πόσα και ποια είδη έχουν την ικανότητα να υποστηρίξουν πληθυσμούς στα μικρά νησιά έχουν θεωρηθεί τα περιβαλλοντικά τους χαρακτηριστικά (υψόμετρο, σχήμα των νησίδων και βαθμός απομόνωσής τους), η ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων, περιστασιακές διαταραχές και άλλα τυχαία (stochastic) γεγονότα, ενδοειδικές αλληλεπιδράσεις και επεμβάσεις του ανθρώπου (Μπότσαρης 1996, Losos 1996, Whittaker 1998, Losos & Spiller 1999, Sadler 1999, Lomolino 2001, Schoener et al. 2001).

Για τους καθοριστικούς αυτούς παράγοντες έχουν διατυπωθεί οι παρακάτω τρεις υποθέσεις, που επιχειρούν να ερμηνεύσουν τον αριθμό των ειδών στα μικρά νησιά:

α) Η **υπόθεση της «παροχής» στη βιογεωγραφία των νήσων** (subsidized island biogeography), σύμφωνα με την οποία στα μικρά νησιά εισρέουν μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών από τη θάλασσα και η εισροή αυτή υπερσκελίζει την επίδραση της δειγματοληπτικής επιφάνειας (sampling area) στον αριθμό των ειδών στα νησιά (Anderson & Wait 2001, Barrett et al. 2003).

β) Η **«υπόθεση των ενδιαιτημάτων»** (habitat hypothesis), σύμφωνα με την οποία η διαθεσιμότητα διαφορετικών ενδιαιτημάτων επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των ειδών από ό,τι η έκταση αυτή καθαυτή (Triantis et al. 2006, Whittaker 1998).

γ) Η **«υπόθεση των διαταραχών»** (disturbance hypothesis), σύμφωνα με την οποία τα μικρά νησιά είναι πιο ευάλωτα απέναντι σε διαταραχές που οφείλονται στην ύπαρξη της θάλασσας. Επομένως, σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή, τα μικρά νησιά ενδέχεται να διανύουν κάποιο στάδιο «ανάκαμψης» μετά από διαταραχή, άρα υποστηρίζουν διάφορους αριθμούς ειδών, που δεν ανταποκρίνονται στην έκτασή τους σύμφωνα με τη SAR (Whittaker 1998).

1.5.1 Πρότυπα διερεύνησης του φαινομένου των μικρών νησιών

Δύο εξισώσεις, που έχουν προταθεί από τους Lomolino & Weiser (2001) και Gentile & Argano (2005), είναι μέχρι σήμερα οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες για τη διερεύνηση του φαινομένου των μικρών νησιών. Οι δύο αυτές εξισώσεις συσχετίζουν την έκταση με τον αριθμό των ειδών χρησιμοποιώντας πρότυπα της μορφής «σπασμένου ραβδιού» (“broken-stick” species-area

models), τα οποία περιέχουν μια λογική έκφραση. Η λογική έκφραση δημιουργεί ένα σημείο διακοπής (breakpoint) στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Το σημείο διακοπής αντιπροσωπεύει μια τιμή κατωφλίου της έκτασης, στην οποία η απόκριση του αριθμού των ειδών στην παράμετρο της έκτασης αλλάζει απότομα. Τα νησιά που έχουν έκταση μικρότερη από την τιμή κατωφλίου, είναι εκείνα για τα οποία ισχύει το **φαινόμενο των μικρών νησιών**.

Η εξίσωση των **Lomolino & Weiser (2001)** είναι ένα απλό συνδυαστικό πρότυπο γραμμικής παλινδρόμησης (Neter et al. 1996):

$$Y = b_0 + b_1 [(\log A - T) \times (\log A \geq T)] \quad (3)$$

Όπου Y είναι ο λογάριθμος του αριθμού των ειδών ($\log S$)⁵, $\log A$ είναι ο λογάριθμος της έκτασης των νησιών, T είναι η τιμή κατωφλίου του λογαρίθμου της έκτασης ($\log A$) που αντιστοιχεί στο όριο της έκτασης, κάτω από το οποίο ισχύει το φαινόμενο των μικρών νησιών, και $\log A \geq T$ είναι η λογική έκφραση, που έχει τιμή μηδέν (0) ή ένα (1). Για τα νησιά που ο λογάριθμος της έκτασής τους είναι μικρότερος της τιμής T , η ανεξάρτητη μεταβλητή λαμβάνει μηδενική τιμή και συνεπώς ο λογάριθμος του αριθμού των ειδών δεν εξαρτάται από την έκταση και ισούται με την τιμή της σταθεράς b_0 . Για τα νησιά μεγαλύτερης έκτασης, όπου ο $\log A$ είναι μεγαλύτερος από την τιμή T , η ανεξάρτητη μεταβλητή ισούται με τη διαφορά ανάμεσα στο $\log A$ και στην τιμή του σημείου διακοπής T .

Όμως, σύμφωνα με τους **Gentile & Argano (2005)**, η εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) μεροληπτεί, επειδή *a priori* υποθέτει την ύπαρξη του SIE και «αναγκάζει» την εξίσωση να εμφανίσει SIE. Επομένως, αν και αποτελεί μια καλύτερη απεικόνιση της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών, δεν είναι κατάλληλη για την ανίχνευση του SIE. Έτσι, οι Gentile & Argano (2005) χρησιμοποίησαν ένα ασυνεχές πρότυπο, που συνδυάζει δύο γραμμικές σχέσεις σε μία εξίσωση:

$$Y = (b_0 + b_1 \log A) \times (\log A \leq T) + (b_2 + b_3 \log A) \times (\log A > T) \quad (4)$$

Όπου η εξαρτημένη μεταβλητή Y και οι ανεξάρτητες $\log A$ και T ορίζονται όπως και στην προηγούμενη εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001). Σε αντίθεση όμως με την προηγούμενη εξίσωση, υπάρχει μία λογική έκφραση για καθένα από τις δύο συνδυασμένες γραμμικές σχέσεις: η $\log A \leq T$ και $\log A > T$, που δίνουν την τιμή μηδέν (0) αν οι ανισώσεις είναι ψευδείς, και ένα (1), αν οι ανισώσεις είναι αληθείς. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι τα δεδομένα χωρίζονται σε δύο υποσύνολα, για καθένα από τα οποία εφαρμόζεται ένα διαφορετικό πρότυπο.

⁵ Εφόσον στη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών χρησιμοποιήθηκε η διπλή λογαριθμική μορφή της εξίσωσης του Arrhenius (1921), και στις εξισώσεις με σημείο διακοπής χρησιμοποιούνται οι λογάριθμοι της έκτασης και του αριθμού των ειδών.

Παρόμοιες εξισώσεις γραμμικής παλινδρόμησης με σημείο διακοπής από τους Neter et al. (1996) εφάρμοσαν και οι Morrison & Spiller (2008) στη συγκριτική τους μελέτη μεταξύ δύο νησιωτικών συγκροτημάτων στις Μπαχάμες, που επηρεάστηκαν σε διαφορετικό βαθμό από την έλευση δύο τυφώνων τα έτη 1996 και 2001.

1.6 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και οι όροι «ενδιαίτημα» και «οικότοπος»

Η «υπόθεση των ενδιαιτημάτων» (“habitat hypothesis”) (Williams 1964), επιχειρεί να ερμηνεύσει την αύξηση του αριθμού των ειδών με βάση την αύξηση της περιβαλλοντικής ετερογένειας, η οποία εκφράζεται ως αύξηση του αριθμού των ενδιαιτημάτων. Μεγαλύτερη περιβαλλοντική ετερογένεια σημαίνει δυνατότητα υποστήριξης περισσότερων ειδών με διαφορετικές ανάγκες, άρα και μεγαλύτερο συνολικό αριθμό ειδών στην εξεταζόμενη έκταση. Η «υπόθεση των ενδιαιτημάτων» αντιπαρατίθεται στην υπόθεση της “έκτασης *per se*” (Preston 1960, 1962, McArthur & Wilson 1963, 1967), η οποία αποδίδει την αύξηση του αριθμού των ειδών, που παρατηρείται σε μεγαλύτερες επιφάνειες, στην αύξηση της έκτασης αυτής καθαυτής.

Δεν υπάρχει συμφωνία μεταξύ των μελετητών για το ποια από τις δυο αυτές υποθέσεις είναι ιδανικότερη για την ερμηνεία του προτύπου της αύξησης των ειδών (Williams 1964, McArthur & Wilson 1967, Simberloff 1976, Maly & Doolittle 1977, Connor & McCoy 1979, Gilbert 1980, Kitchener et al. 1980a, 1980b, 1982, Williamson 1981, 1988, Tonn & Magnuson 1982, Boecklen & Gotelli 1984, Rafe et al. 1985, Boecklen 1986, Gibson 1986, Rydin & Borgegård 1988, Kohn & Walsh 1994, Σφενδουράκης 1994, Μπότσαρης 1996, Ricklefs & Lovette 1999, Davidar et al. 2001, Fox & Fox 2000).

Σημαντικό είναι όμως ότι πολλές έρευνες απέδειξαν πως οι δύο παραπάνω υποθέσεις αλληλοσυμπληρώνονται, περιγράφοντας έτσι καλύτερα το πρότυπο της αύξησης των ειδών. Ως “αριθμός των ειδών” στα παρακάτω παραδείγματα εννοείται ο αριθμός των ειδών της ταξινομικής ομάδας, με την οποία ασχολείται κάθε εργασία και όχι το σύνολο των ειδών όλων των ταξινομικών ομάδων της περιοχής μελέτης. Επίσης, οι ορισμοί της «περιβαλλοντικής ετερογένειας» και των «ενδιαιτημάτων» διαφέρουν μεταξύ των επιστημόνων:

- Οι Harner & Harper (1976) μελέτησαν δασικά οικοσυστήματα στη νότιο Γιούτα των Η.Π.Α. και στο νότιο Μεξικό και έδειξαν ότι εκτός από την έκταση, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και τα ενδιαιτήματα. Η έκταση και η περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοεπηρεάζονται και

αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ο ένας παράγοντας μπορεί να «υποκαθιστά» τον άλλο.

- Οι Boström & Nilsson (1983) στην ανάλυσή τους κράτησαν σταθερό τον αριθμό των ενδιαιτημάτων, ενώ μετέβαλλαν την έκταση, αποδεικνύοντας ότι αγνοώντας τα ενδιαιτήματα, η έκταση δεν ήταν επαρκής για την ερμηνεία της παρατηρούμενης μεταβολής του αριθμού των ειδών.

- Οι Rafe et al. (1985) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως οι δυο παράγοντες συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους και καθορίζουν από κοινού τον αριθμό των ειδών.

- Ο Gibson (1986) συμπέρανε ότι άμεση επίδραση της έκτασης ήταν φανερή μόνο σε εκτάσεις μικρότερες του 0,1 ha και ότι σε μεγαλύτερες εκτάσεις η διάκριση των επιπτώσεων των ενδιαιτημάτων από αυτές της έκτασης καθίσταται ιδιαίτερα δύσκολη.

- Ο Newmark (1986) δεν αποκλείει την αλληλοσυσχέτιση μεταξύ των παραμέτρων έκτασης και ενδιαιτημάτων, παρά το γεγονός ότι από τα αποτελέσματα της εργασίας του δεν προκύπτει μεταξύ τους σχέση.

- Οι Kohn & Walsh (1994) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως και οι δυο παράγοντες συμμετέχουν στον καθορισμό του αριθμού των ειδών στα νησιωτικά συστήματα.

- Ο Rosenzweig (1995), χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της Haila (1983) και των Haila et al. (1983), κατέληξε σε μια σημαντική γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στον αριθμό των ειδών και των ενδιαιτημάτων και υπογράμμισε ότι η ποικιλία των ενδιαιτημάτων έχει καθοριστικότερο ρόλο από την έκταση στη διαμόρφωση του συγκεκριμένου προτύπου.

- Οι Ricklefs & Lovette (1999) συμπέραναν ότι η έκταση και τα ενδιαιτήματα συνδέονται έντονα και αποτελούν τα βασικά στοιχεία καθορισμού του αριθμού των ειδών.

Η έννοια του ενδιαιτήματος (habitat) είναι θεμελιώδης για την οικολογία, αλλά συχνά χρησιμοποιείται χωρίς να είναι ακριβής ο ορισμός της, με αποτέλεσμα να υπάρχει σύγχυση. Χαρακτηριστικό είναι ότι συχνά στη βιβλιογραφία, ο ορισμός του ενδιαιτήματος συνοδεύεται από φράσεις που δηλώνουν την έλλειψη ακριβολογίας, όπως είναι το «περισσότερο ή λιγότερο» ή το «σε γενικές γραμμές». Σε άλλες περιπτώσεις τονίζεται πως “το ενδιαιτήμα είναι δύσκολο να οριστεί” (Kohn & Walsh 1994). Σύμφωνα με τον Rosensweig (1995), το ενδιαιτήμα ανήκει στην ομάδα των οικολογικών προτύπων, που πολλές φορές θεωρούνται ως δεδομένα και σαφή, ενώ στην πραγματικότητα ισχύει μάλλον το αντίστροφο. Πραγματικά, δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός του ενδιαιτήματος στις διάφορες εργασίες (π.χ. Deshayes & Morisset 1988, Koh et al. 2002, Duarte et al. 2008, Hannus & Numers 2008).

Έτσι, ως ενδιαιτήμα νοείται «ο τόπος όπου ένα είδος (μικροοργανισμού, φυτού ή ζώου) ζει». Μια πρώτη ανάγνωση της σύντομης αυτής περιγραφής δημιουργεί ένα ερώτημα και ένα συμπέρασμα. Το ερώτημα είναι “ποιοι παράγοντες ορίζουν επακριβώς τον «τόπο»” και το

συμπέρασμα είναι ότι το ενδιαίτημα διαφέρει για κάθε taxon. Οι Nilsson et al. (1988) συμπεραίνουν πως “είναι δύσκολο να αποφασίσει κανείς εκ των προτέρων για το τι θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ενδιαίτημα για ένα κολεόπτερο ή ένα χερσαίο σαλιγκάρι”. Πάντως, το “habitat” από τα λατινικά στα ελληνικά αποδίδεται ως «αυτός κατοικεί». Με αυτήν την έννοια χρησιμοποιούσε ο Linnaeus (1753) τον όρο στο *Species plantarum*, για να δείξει τη γεωγραφική προέλευση των ειδών. Ο De Candolle (1813) χρησιμοποιεί τον όρο “habitatio” για να δείξει τη θέση όπου βρίσκεται ή ιστάται ένας οργανισμός. Αυτή όμως η αρχική σημασία του όρου αργότερα υπέστη μεταβολές (Wagenitz 1996).

Ο Newmark (1986) τονίζει πως ένα από τα προβλήματα στην εξέταση της σχετικής ισχύος των υποθέσεων της «έκτασης αυτής καθαυτής» (“area per se”) και των ενδιαιτημάτων είναι η έλλειψη ενός ξεκάθαρα και κοινά αποδεκτού ορισμού της έννοιας του ενδιαιτήματος.

Στην οικολογία υπάρχουν τουλάχιστον πέντε διαφορετικές προσεγγίσεις της έννοιας του ενδιαιτήματος (Looijen 1995, 1998):

H1. «Το περιβάλλον στο οποία ένα είδος ζει»: Το ενδιαίτημα ορίζεται ως η θέση όπου ένας οργανισμός ή ένα είδος ιστάται ή ζει (standing place or living place of an organism or a species) (Hanson 1962, Odum 1971, McNaughton & Wolf 1973, Whittaker et al. 1973, Krebs 1988, 1994, Barbour et al. 1999). Αναφέρεται συνεπώς στο πραγματικό ενδιαίτημα του είδους. Ως «περιβάλλον» εννοείται εδώ είτε το σύνολο των βιοτικών και / ή αβιοτικών παραγόντων που παρατηρούνται (υπάρχουν) σε μια συγκεκριμένη θέση, είτε μια έκταση που χαρακτηρίζεται από διακριτές, λίγο-πολύ ομοιογενείς βιοτικές και / ή αβιοτικές συνθήκες (Looijen 1995, 1998).

H2. «Το περιβάλλον που ικανοποιεί τις οικολογικές απαιτήσεις και τα οικολογικά όρια ενός είδους» (Odum 1971, Whittaker et al. 1973, Whittaker 1975, Andrewartha & Birch 1984). Δε διασαφηνίζεται εάν το είδος ήδη ζει σε αυτά ή εάν το συγκεκριμένο περιβάλλον είναι θεωρητικώς στη διάθεση του είδους. Πρόκειται για το εν δυνάμει ενδιαίτημα του είδους. Άρα, ο ορισμός (H1) αποτελεί ουσιαστικά υποπερίπτωση του ορισμού (H2). Παράλληλα, ο ορισμός (H2) επιτρέπει την ερμηνεία της απουσίας ειδών από περιοχές στις οποίες υπάρχει το κατάλληλο ενδιαίτημα, ως αποτέλεσμα άλλων οικολογικών παραγόντων, όπως είναι η απομόνωση. Το «περιβάλλον» εδώ έχει την ίδια έννοια με εκείνη που έχει στον ορισμό H1 (Looijen 1995, 1998).

H3. «Το περιβάλλον στο οποίο ένα είδος θα μπορούσε να ζήσει»: Ο ορισμός αυτός προσεγγίζει τα περιβάλλοντα εκείνα στα οποία το είδος δυνητικά θα μπορούσε να ζει, χωρίς όμως αυτό να συμβαίνει στην πραγματικότητα. Πρόκειται για το πρότυπο της κατοικήσιμης θέσης ή του κατάλληλου περιβάλλοντος (habitable place or suitable environment) (Whittaker et al. 1973, Begon & Mortimer 1981, Daubenmire 1984). Το περιβάλλον εδώ ορίζεται ως μια έκταση που χαρακτηρίζεται από διακριτές, λίγο-πολύ ομοιογενείς βιοτικές και / ή αβιοτικές συνθήκες (Looijen 1995, 1998).

H4. «Το περιβάλλον μιας βιοκοινωνίας» (environment of a community) (Hanson 1962, Whittaker et al. 1973, Krebs 1988, 1994, Begon & Mortimer 1981). Οι Frey & Loesch (1998) χρησιμοποιούν τον όρο “Habitat”, τον οποίο μεταφράζουν ως «θέση όπου ένα είδος φυτού ίσταται», και με την ευρύτερη έννοια, ως «χαρακτηριστική θέση όπου ζει ή κατοικεί μια φυτοκοινωνία». Ο Looijen (1995, 1998) θεωρεί πιθανόν ότι στον ορισμό αυτόν η έννοια του περιβάλλοντος είναι η ίδια με εκείνη του ορισμού H3.

H5. «Ο τύπος βλάστησης μιας περιοχής»: Ο ορισμός αυτός προέρχεται από τον Ricklefs (1979) (vegetative cover of an environment). Ο ορισμός αυτός, που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως τμήμα του ορισμού (H4), είναι αυτός που χρησιμοποιείται ευρύτερα στις οικολογικές και βιογεωγραφικές μελέτες, επειδή ακριβώς προσφέρει τη δυνατότητα της εύκολης προσέγγισης των ενδιατημάτων μέσω του προσδιορισμού των τύπων βλάστησης της περιοχής (Τριάντης 2002). Είναι προφανές όμως ότι ο ίδιος ορισμός δεν μπορεί να υιοθετηθεί για το σύνολο των τάξεων και σίγουρα όχι για την πλειοψηφία των φυτικών ειδών, αφού τα ίδια συναποτελούν τους τύπους βλάστησης, ενώ, αντιθέτως, για τα ζώα ο τύπος βλάστησης αποτελεί σημαντικότερη συνιστώσα του «φυσικού υποδοχέα».

Οι ορισμοί (H1) και (H2) αναφέρονται στο είδος, θεωρώντας ότι το ενδιαίτημα δεν μπορεί να οριστεί ανεξάρτητα από αυτό (species-specific definition), ενώ οι ορισμοί (H3), (H4) και (H5) αναφέρονται στη βιοκοινωνία και επομένως μπορούν να είναι ανεξάρτητοι του είδους. Επιπλέον, οι ορισμοί (H3), (H4) και (H5) δέχονται ότι περισσότερα του ενός είδους βρίσκονται στο ίδιο ενδιαίτημα, ενώ οι ορισμοί (H1) και (H2) προϋποθέτουν ότι κάθε είδος διαθέτει το δικό του ξεχωριστό ενδιαίτημα, χωρίς βέβαια να αποκλείεται το ενδεχόμενο της επικάλυψης των ενδιατημάτων.

Ο «οικότοπος»⁶ είναι άλλος ένας βασικός όρος της οικολογίας που παραμένει αδιευκρίνιστος και η ασάφεια που τον περιβάλλει σχετίζεται άμεσα και με την έννοια του ενδιαιτήματος. Το «ενδιαίτημα» (habitat) χρησιμοποιείται κυρίως από τους Άγγλους επιστήμονες, ενώ ο οικότοπος χρησιμοποιείται από τους υπόλοιπους Ευρωπαίους επιστήμονες, αλλά δεν είναι σπάνιο οι δύο αυτοί όροι να αντιμετωπίζονται ως συνώνυμοι. Στην αγγλική γλώσσα, με τον όρο «οικότοπος» νοείται το περιβάλλον μιας βιοκοινωνίας (ορισμός B1=ορισμός H4), ενώ στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές γλώσσες ο ίδιος όρος αναφέρεται κυρίως στα περιβάλλοντα που είναι κατάλληλα για ένα συγκεκριμένο είδος (B2 = H2). Παράλληλα, ο «οικότοπος» ορίζεται και ως “μια τοπογραφική μονάδα που χαρακτηρίζεται τόσο από ενιαία φυσικά χαρακτηριστικά όσο και από ενιαία χλωρίδα και πανίδα” (a topographic unit characterized by both uniform physical conditions and uniform plant and animal life) (B3 = H3) (Hanson 1962). Επομένως, καθέναν

⁶ Αν και στα κείμενα του Looijen (1995, 1998) και στη βιβλιογραφία που ο ίδιος έχει αναλύσει χρησιμοποιείται ο όρος “biotope”, στην παρούσα διατριβή δεν αποδίδεται ως «βιότοπος», αλλά ως «οικότοπος», διότι ο βιότοπος συμπληρώνεται από γεωγραφικό προσδιορισμό.

από τους τρεις διαφορετικούς ορισμούς του οικοτόπου αντιστοιχεί σε κάποιον από τους ορισμούς του ενδιαίτηματος, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.1. Ο Looijen (1995, 1998) για τον «οικότοπο» συνιστά τον ορισμό «περιοχή (τοπογραφική μονάδα), που χαρακτηρίζεται από διακριτά, λίγο – πολύ ομοιόμορφες βιοτικές και / ή αβιοτικές συνθήκες (πρόκειται δηλαδή για ένα σύνολο γειτονικών θέσεων, που έχουν λίγο – πολύ παρόμοια περιβάλλοντα) (B3 = H3).

Πίνακας 1.1: Οι συσχετισμοί των όρων «ενδιαίτημα» (H) και «οικότοπος» (B) με βάση την ανάλυση της οικολογικής βιβλιογραφίας από τον Looijen (1995, 1998).

B1/H4, H5: το περιβάλλον μιας βιοκοινωνίας.

B2/H2: τα περιβάλλοντα που ικανοποιούν τις οικολογικές απαιτήσεις και τα οικολογικά όρια ενός είδους.

B3/H3: το περιβάλλον στο οποίο ένα είδος θα μπορούσε να ζήσει.

H1: τα περιβάλλοντα στα οποία ένα είδος ζει.

Ο Looijen (1995, 1998) πιστεύει ότι το πρόβλημα της σύγχυσης μπορεί να ξεπεραστεί, εάν ο ένας όρος χρησιμοποιείται στο επίπεδο της βιοκοινωνίας και ο άλλος στο επίπεδο του είδους. Ο ίδιος ο Looijen (1995, 1998) θεωρεί ότι το ενδιαίτημα θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να περιγράψει το μέρος ή τα μέρη (περιβάλλοντα) στα οποία ένα είδος ζει (πραγματικό ενδιαίτημα), ή το μέρος το οποίο φέρει τα χαρακτηριστικά εκείνα που απαιτούνται για να ζήσει το είδος αυτό, δηλαδή ικανοποιεί τις οικολογικές απαιτήσεις (εν δυνάμει ενδιαίτημα). Ο Τριάντης (2002) πιστεύει ότι ο συγκεκριμένος ορισμός προσφέρει λύση και στο πρόβλημα του ορισμού ενός και μόνου ενδιαίτηματος για κάθε είδος, αφού επιτρέπει την περιγραφή περισσότερων του ενός περιβαλλόντων για κάθε είδος. Είναι γνωστό άλλωστε στην Οικολογία, πως υπάρχουν είδη εξειδικευμένα σε ένα συγκεκριμένο ενδιαίτημα (specialists) αλλά και είδη που συναντώνται σε περισσότερα του ενός (generalists).

Στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (ΕΕΛ 206/7/22-7-92) ως “natural habitats” ορίζονται «εκτάσεις ηπειρωτικές ή υδάτινες που διακρίνονται βάσει γεωγραφικών, αβιοτικών και βιοτικών χαρακτηριστικών, είτε οι εκτάσεις αυτές είναι εξ ολοκλήρου φυσικές ή ημифυσικές». Στην Κοινή Υπουργική Απόφαση 33318/1998 (1289 Β’/28-12-1998) για τον «καθορισμό μέτρων και διαδικασιών για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων (ενδιαιτημάτων) καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας», με την οποία η ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με τις διατάξεις της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, ο όρος “natural habitats” έχει μεταφραστεί ως «φυσικοί οικοτόποι (ενδιαιτήματα)» και ορίστηκε όπως στην πρωτότυπη Οδηγία. Στην πραγματικότητα όμως η Οδηγία αναφέρεται σε οικοτόπους και ενδιαιτήματα όπως

ορίστηκαν παραπάνω, σε τύπους βλάστησης και σε ορισμένους βιοτόπους (με γεωγραφικό προσδιορισμό).

1.6.1 Τα ενδιαίτηματα των φυτών

Σύμφωνα με τον Yapp (1922), με τον όρο «ενδιαίτημα» νοείται το μέρος όπου ένα είδος φυτού ή μια φυτοκοινωνία κατοικεί, συμπεριλαμβανομένων όλων των λειτουργικών παραγόντων που επηρεάζουν τα φυτά, εκτός του ανταγωνισμού. Η ακριβής θέση όπου απαντάται ένα φυτό ονομάζεται «τοποθεσία» (locality) ή «σταθμός» (station). Μια δεδομένη φυτοκοινωνία μπορεί να απαντάται σε πολλές τοποθεσίες (γεωγραφική αναφορά), όμως συνήθως υπάρχει σε ένα ορισμένο και οικολογικώς χαρακτηριστικό ενδιαίτημα.

Ήδη όμως από το *“Plant Sociology”* (Braun-Blanquet 1932) τονίζεται ιδιαίτερος το πρόβλημα του αδρού ορισμού της έννοιας του ενδιαίτηματος και στη μελέτη των φυτών και των κοινωνιών τους. *“Όσο περισσότερο επιχειρήσαμε να περιορίσουμε το πρόβλημα της έννοιας του ενδιαίτηματος, τόσο πιο περίπλοκος έγινε ο ορισμός του. Οι λειτουργικοί εξωγενείς παράγοντες είναι τόσο πολυάριθμοι και ποικίλοι, οι πιθανοί συνδυασμοί τους τόσο πολλαπλοί και οι αλληλεπικαλύψεις τόσο συχνές, ώστε ένας ξεκάθαρος και αναμφίβολος ορισμός των ενδιαιτημάτων σύμφωνα με τους εξωγενείς παράγοντες φαίνεται σχεδόν ακατόρθωτος”*. Στη συνέχεια, ο συγγραφέας δέχεται ότι οι **μετρήσιμοι λειτουργικοί παράγοντες του ενδιαίτηματος** αποτελούν ένα από τα τρία συμπλέγματα παραγόντων που πρέπει να εξεταστούν για την επαρκή κατανόηση των φυτοκοινωνιών.

Λειτουργικοί παράγοντες του ενδιαίτηματος, απαραίτητοι για την οικολογική περιγραφή των κοινωνιών είναι οι κλιματικοί ή ατμοσφαιρικοί παράγοντες, οι εδαφικοί παράγοντες, οι ορογραφικοί ή τοπογραφικοί παράγοντες και οι βιοτικοί παράγοντες ή η επίδραση του «ζώντος περιβάλλοντος» (living environment).

Ως ενδιαίτημα των φυτικών οργανισμών γενικώς χαρακτηρίζονται οι οικολογικές συνθήκες στη θέση όπου αναπτύσσεται κάθε φυτό. Στον ορισμό αυτό δεν προσδίδεται γεωγραφική διάσταση και στις οικολογικές συνθήκες περιλαμβάνονται το κλίμα, το έδαφος και βιοτικοί παράγοντες, όπως είναι τα φυτά και τα ζώα που συνυπάρχουν, οι μικροοργανισμοί, ακόμα και ο άνθρωπος (Wagenitz 1996, Frey & Loesch 1998).

Ένας τρόπος προσέγγισης των ενδιαιτημάτων είναι μέσω των τιμών των «συστημάτων των οικολογικών δεικτών» για τα φυτά, που βασίζονται στη μέτρηση αβιοτικών παραμέτρων του περιβάλλοντος των φυτών και τα κατατάσσουν σε κατηγορίες αναλόγως με τις τιμές των παραμέτρων αυτών, οι οποίες εκφράζουν τις απαιτήσεις των ειδών ως προς τους συγκεκριμένους παράγοντες. Το πρώτο τέτοιο ποσοτικό σύστημα για φυτά – δείκτες αναπτύχθηκε από τον

Ellenberg το 1948. Οι δείκτες του περιβάλλοντος των φυτών, τους οποίους χρησιμοποίησε είναι το φως, η θερμοκρασία, η «ηπειρωτικότητα», η υγρασία του εδάφους, ο βαθμός απόκρισης στην περιεκτικότητα του εδάφους σε ασβέστιο, ο βαθμός της παρουσίας αζώτου και η αντοχή στο αλάτι. Η διαβάθμιση των τιμών των χαρακτηριστικών αυτών είναι από 1 έως 9 ή 1 έως 12. Τα είδη με τον ίδιο συνδυασμό των χαρακτηριστικών αυτών αποτελούν μια **οικολογική ομάδα**. Ένα τέτοιο σύστημα τιμών δεικτών προτάθηκε για πρώτη φορά για τη μεσογειακή χλωρίδα και μάλιστα για το νησί της Νάξου, από τον Böhling (1995).

Εύκολα μπορεί να γίνει αντιληπτό ότι στην προσπάθεια προσδιορισμού του ενδιαιτήματος ενός είδους φυτού, εκτός των στενόοικων ομάδων, όπως είναι τα υδροχαρή φυτά, τα αλόφυτα και τα γνήσια χασμόφυτα⁷ ή ακόμη και τα ορόφυτα, ο ερευνητής μπορεί ουσιαστικά να εμβαθύνει και να εξειδικεύσει τον ορισμό του ενδιαιτήματος για κάθε είδος φυτού.

Σε διάφορες δημοσιεύσεις συχνά αναφέρεται ο τύπος βλάστησης ως τύπος ενδιαιτήματος. Αυτό όμως δεν μπορεί να γίνει δεκτό, εκτός ίσως για τα είδη που δεν αποτελούν χαρακτηριστικά και δομικά στοιχεία στη σύνθεση της συγκεκριμένης φυτοκοινωνίας ή διάπλασης, αλλά ουσιαστικά συνυπάρχουν με τα δομικά αυτά στοιχεία, ή, όπως συμβαίνει σε αρκετές περιπτώσεις, εξαρτώνται από αυτά για να επιβιώσουν, όπως η ενδημική της Κρήτης *Campanula spatulata* ssp. *filicaulis*, που συχνά αναπτύσσεται υπό την προστασία αγκαθωτών θάμνων των φρυγάνων.

Οι Kohn & Walsh (1994) υπογραμμίζουν τη δυσκολία στον ορισμό του ενδιαιτήματος των φυτών και επισημαίνουν ότι όταν τα μελετούμενα είδη είναι δικοτυλήδονα, πρέπει να αποφεύγεται η «κυκλική» αναφορά σε χαρακτηριστικά δικοτυλήδονα είδη. Οι ίδιοι διαφοροποιούν τους τύπους των ενδιαιτημάτων βάσει σημαντικών για τα φυτά φυσικών χαρακτηριστικών των νησιών, αναφέροντας απλώς περιγραφικά των τύπο της φυτοκάλυψης, χωρίς να κάνουν αναφορά στα κυρίαρχα είδη. Οι Deshayé & Morisset (1988) εύστοχα όρισαν τα ενδιαιτήματα των φυτών προσδιορίζοντας τους διαφορετικούς συνδυασμούς ανάμεσα σε πέντε προεπιλεγμένους αβιοτικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες: το υπόστρωμα, το υδατικό ισοζύγιο, την κλίση, την έκθεση και τη δυνητική κάλυψη από χιόνι. Αρχικά έγινε η διάκριση των υποστρωμάτων και στη συνέχεια εξετάστηκαν οι υπόλοιποι παράγοντες, οι οποίοι χωρίστηκαν με τη σειρά τους σε συγκεκριμένες διαβαθμίσεις – υποκλάσεις των τιμών.

⁷ Γνήσια χασμόφυτα είναι τα αποκλειστικά χασμόφυτα, που έχουν καταγραφεί αποκλειστικά πάνω στα γκρεμνά, με παντελή απουσία ή ευκαιριακή παρουσία σε άλλους βιοτόπους, όπου όμως δεν καρποφορούν, και τα κυρίως χασμόφυτα, τα οποία έχουν καταγραφεί με εμφανώς μεγαλύτερη συχνότητα στα γκρεμνά απ' ό,τι σε άλλους βιοτόπους. Οι δύο αυτές κατηγορίες θεωρείται ότι έχουν καλύτερη προσαρμογή στα γκρεμνά (Κοπριωτάκης 1995).

1.6.2 Το πρότυπο «Χώρος» (Choros model)

Η ασάφεια στον ορισμό των ενδιδαιτημάτων αλλά και άλλων οικολογικών εννοιών αποτελεί μία πρώτη και βασική δυσκολία στη «στροφή» των βιογεωγραφικών και οικολογικών μελετών προς την εξέταση της ποικιλίας των ενδιδαιτημάτων, ξεχωριστά ή σε συνδυασμό με την έκταση. Η δεύτερη δυσκολία είναι ακριβώς η δυστοκία που παρατηρείται στον ορισμό των τύπων των ενδιδαιτημάτων κάθε ταξινομικής ομάδας, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατές οι συγκρίσεις σε παγκόσμιο επίπεδο. Αντιθέτως, η έκταση στο επίπεδο είναι μια μετρήσιμη έννοια με ξεκάθαρη και αναμφισβήτητη φυσική παρουσία και υπόσταση.

Τέλος, μέχρι πρότινος δεν υπήρχε ένα μαθηματικό μοντέλο που να συσχετίζει τον αριθμό των ειδών με την έκταση και με τα ενδιδαιτήματα, εκτός των εξισώσεων των Buckley (1982), Rafe et al. (1985) και Tjørve (2002). Οι δύο πρώτες εξ αυτών, τουλάχιστον, δεν χρησιμοποιήθηκαν έκτοτε από κανέναν ερευνητή εξαιτίας της πολυπλοκότητάς τους και των βασικών τους παραδοχών (Τριάντης 2006).

Προκειμένου να καλυφθεί το κενό της απουσίας ενός μοντέλου ικανού και αποτελεσματικού για τη συσχέτιση του αριθμού των ειδών, της έκτασης και των ενδιδαιτημάτων, οι Triantis et al. (2003) πρότειναν μια εξίσωση, που συνδυάζει τις υποθέσεις «area *per se*» και «habitat hypothesis». Έτσι, εισήγαγαν μια νέα έννοια, που εκφράζει την ικανότητα ενός νησιωτικού ή ηπειρωτικού συστήματος να διατηρήσει ένα συγκεκριμένο αριθμό ειδών μιας ταξινομικής ομάδας και την ονόμασαν «**Χώρος**» (**Choros, K**). Ουσιαστικά, η παράμετρος αυτή δίνει τη συνολική επίδραση της έκτασης και των ενδιδαιτημάτων στον καθορισμό του αριθμού των ειδών σε μια περιοχή. Ο **Χώρος** εκφράζεται μαθηματικά ως το γινόμενο της έκτασης μίας περιοχής επί του αριθμού των ενδιδαιτημάτων που υπάρχουν σε αυτή:

$$K = H * A$$

όπου H είναι ο αριθμός των ενδιδαιτημάτων και A η έκταση της περιοχής.

Ο αριθμός των ειδών S της περιοχής εκφράζεται έπειτα μέσω της εμπειρικής εκθετικής σχέσης:

$$S = cK^z \quad (5)$$

Η σχέση αυτή προφανώς είναι ανάλογη με αυτήν που προτάθηκε από τον Arrhenius (1921), ($S = cA^z$), με αντικατάσταση της έκτασης (A) από το Χώρο (K).

Για την απόδειξη της ισχύος και της λειτουργικότητας του προτεινόμενου μοντέλου, οι Triantis et al. (2003) χρησιμοποίησαν 24 διαφορετικά σύνολα δεδομένων, που προήλθαν από 19 διαφορετικές εργασίες (Kitchener et al. 1980a, 1980b, 1982, Reed 1981, Haila et al. 1983, Newmark 1986, Deshayes & Morisset 1988, Rydin & Borgegård 1988, Kohn & Walsh 1994, Sfenthourakis 1994, 1996, Μπότσαρης 1996, Nilsson et al. 1998, Lawesson et al. 1998, Ricklefs & Lovette 1999, Kotze et al. 2000, Davidar et al. 2001, Granados et al. 2001).

Η σύγκριση των σχέσεων έκτασης – αριθμού ειδών και της εξίσωσης (2), τόσο με βάση τις τιμές του R^2 όσο και με την χρήση του Κριτηρίου Πληροφορίας Akaike (Akaike's Information Criterion, AIC) (Sakamoto et al. 1986) έδειξε ότι:

α) Σε 22 από τα 24 σύνολα δεδομένων, το πρότυπο *Χώρας* περιέγραφε αποτελεσματικότερα τη διακύμανση των ειδών. Επιπλέον, σε 19 από τις 22 παραπάνω περιπτώσεις, η βελτίωση που προσφέρει το μοντέλο *Χώρας* είναι και στατιστικά σημαντική.

β) Σχεδόν σε όλα τα σύνολα δεδομένων που μελετήθηκαν, οι τιμές των παραμέτρων c και z που προέκυψαν ήταν μικρότερες από αυτές που προέκυψαν από τη χρήση της κλασικής σχέσης. Στατιστικά σημαντική ήταν η διαφορά των τιμών, όσον αφορά στη παράμετρο z στις περιπτώσεις των Haila (1983), Deshayé & Morisset (1988), Sfenthourakis (1994, 1996) και Kohn & Walsh (1994).

Με εξαίρεση τα εδαφικά κολεόπτερα (carabid beetles) και τα χερσαία μαλάκια στην εργασία των Nilsson et al. (1988), στην πλειοψηφία των παραπάνω περιπτώσεων ο αριθμός ειδών σε κάθε περιοχή περιγράφεται αποτελεσματικότερα από το πρότυπο *Χώρας*. Οι Nilsson et al. (1988) εξέτασαν τις υποθέσεις *area per se* και της ποικιλίας των ενδιαιτημάτων για τις δύο παραπάνω ομάδες και για τα ξυλώδη φυτά σε 17 νησιά μιας λίμνης στη Σουηδία. Τονίζουν ότι ο αριθμός των φυτικών ειδών δεν μπορεί εκ των προτέρων να θεωρηθεί ως μέτρο της ποικιλίας των ενδιαιτημάτων για πολλούς οργανισμούς. Παρ' όλα αυτά, ορίζουν τους διαφορετικούς τύπους ενδιαιτημάτων βάσει ενός μαθηματικού αλγορίθμου, που στηρίζεται στους τύπους βλάστησης της μελετούμενης περιοχής, με τις περισσότερες μεταβλητές να αποτελούν απευθείας μετρήσεις της δομής της δασικής βλάστησης. Όμως, αντικειμενικά, οι τύποι των ενδιαιτημάτων που καθορίζουν με τη μέθοδο αυτή, δεν μπορούν να θεωρηθούν ως τα πραγματικά ενδιαιτήματα των κολεοπτέρων και των χερσαίων μαλάκων. Επίσης, ακόμη και αν επιτυγχάνεται προσέγγιση κάποιων ενδιαιτημάτων, υπάρχει μεγάλη απώλεια πληροφορίας και δεν περιγράφεται το σύνολο αυτών. Η μέθοδος αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί καταλληλότερη για την περίπτωση των ξυλωδών φυτών, όπου το μοντέλο *Χώρας* ήταν αποτελεσματικότερο.

Σύμφωνα με τον Rosenzweig (1995), επειδή η έκταση και τα ενδιαιτήματα είναι στενά συνδεδεμένα στη φύση, καθεμιά από τις δύο παραμέτρους αυτές μπορεί να υποκαταστήσει την άλλη σε μια σχέση με τον αριθμό των ειδών μιας περιοχής, καλύπτοντας ουσιαστικά την επίδραση της άλλης παραμέτρου.

Σε τρεις τουλάχιστον εργασίες (Kohn & Walsh 1994, Ricklefs & Lovette 1999, Fox & Fox 2000) μελετήθηκαν ποσοτικά η επίδραση της έκτασης και των ενδιαιτημάτων στον αριθμό των ειδών και ο βαθμός της αλληλεπίδρασής τους. Οι Kohn & Walsh (1994) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι και οι δυο αυτοί παράγοντες συμμετέχουν στον καθορισμό του αριθμού των ειδών φυτών μιας περιοχής, προτείνοντας ότι οι υποθέσεις *area per se* και ποικιλίας ενδιαιτημάτων δεν

είναι αλληλοαποκλειόμενες αλλά αλληλοσυμπληρούμενες. Το ίδιο υποστηρίζεται από τους Newmark (1986), Rozenzweig (1995), Ricklefs & Lovette (1999) και Fox & Fox (2000). Επίσης, οι Kohn & Walsh (1994) θεωρούν ότι ένα πρότυπο περιγραφής του αριθμού των ειδών σε μια περιοχή θα πρέπει να περιλαμβάνει τόσο την έκταση, όσο και τον αριθμό των ενδιαιτημάτων. Οι Triantis et al. (2003) θεωρούν ότι επιτυγχάνουν τη ζητούμενη αυτή αλληλοσυμπλήρωση μέσω του παράγοντα *Χώρας*, ο οποίος μπορεί να αποδώσει την επίδραση της έκτασης και των ενδιαιτημάτων αλλά και την αλληλεπίδρασή τους για τη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών.

Με τη χρήση του μοντέλου *Χώρας*, οι τιμές της παραμέτρου z μειώθηκαν σε όλες τις εργασίες που μελετήθηκαν από τους Triantis et al. (2003). Όμως, και σε εκείνες εργασίες που η μείωση ήταν και στατιστικά σημαντική, η τιμή του z παρέμεινε μέσα στα όρια που έχουν προταθεί για κάθε βιογεωγραφική κατηγορία περιοχών (Rosenzweig (1995), Brown & Lomolino (1998)). Μοναδική εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση της εργασίας των Deshaye & Morisset (1988), όπου η ιδιαίτερα υψηλή τιμή για νησιωτικό συγκρότημα, μειώθηκε σε τιμή εντός των ορίων της συγκεκριμένης κατηγορίας. Όσον αφορά τη σταθερά c , και με δεδομένη την ανάγκη ουσιαστικότερης μελέτης της βιολογικής σημασίας της, οι Triantis et al. (2003) προτείνουν ότι η τιμή της θα μπορούσε να αποτελεί ένδειξη της χωρητικότητας μιας περιοχής όσον αφορά μια συγκεκριμένη ταξινομική ομάδα, λαμβάνοντας υπ' όψιν και την επίδραση της ετερογένειας των ενδιαιτημάτων.

Όσο για τα μικρά νησιά, το μοντέλο των Triantis et al. (2003) μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να περιγράψει τη συμπεριφορά του αριθμού των ειδών σε αυτά, τουλάχιστον αποτελεσματικότερα από την σχέση του Arrhenius (1921). Χαρακτηριστικά αναφέρονται δύο εργασίες:

- Ο Reed (1981) μελετά την ορνιθοπανίδα των βρετανικών νησίδων Coquet και Hibre, οι οποίες έχουν την ίδια έκταση (0,065 Km²), και η απόστασή τους από την ηπειρωτική περιοχή είναι σχεδόν ίση, 1,3 και 1,9 km αντιστοίχως. Η νησίδα Coquet έχει 8 είδη και 7 ενδιαιτήματα, ενώ η νησίδα Hibre έχει 10 είδη και 12 ενδιαιτήματα. Η κλασική σχέση αριθμού ειδών και έκτασης προβλέπει τον ίδιο αριθμό ειδών για τις δυο νησίδες, περίπου 8,5 είδη, ενώ το μοντέλο *Χώρας*, προβλέπει 8 και 9 είδη αντιστοίχως.

- Ο Μπότσαρης (1996), που μελετά τη μαλακοπανίδα των νησιών του Αργοσαρωνικού, καταγράφει 4 είδη χερσαίων μαλακίων και έναν τύπο ενδιαιτήματος στη νησίδα Υδρούσα και 6 είδη χερσαίων μαλακίων σε δύο τύπους ενδιαιτημάτων στη νησίδα Μάρκελος. Οι δύο αυτές νησίδες έχουν την ίδια έκταση (0,0025 km²) και η απόστασή τους από την πλησιέστερη ακτή είναι 1,2 και 0,6 km αντιστοίχως. Με τη σχέση του Arrhenius προβλέπονται 5,5 είδη για κάθε νησί, ενώ με το μοντέλο *Χώρας* 5 είδη για την Υδρούσα και 6 για τη νησίδα Μάρκελος.

Στα παραπάνω παραδείγματα, το σημαντικό στοιχείο δεν είναι το γεγονός της στατιστικά σημαντικής ή όχι περιγραφής του αριθμού των ειδών στις νησίδες, αλλά το γεγονός πως με τη

συνεκτίμηση του αριθμού των ενδιαιτημάτων μπορεί να προβλεφθεί ποια από τις νησίδες θα φέρει μεγαλύτερο αριθμό ειδών, καθώς με βάση την κλασική σχέση θα έφεραν τον ίδιο αριθμό ειδών (Τριάντης 2002, Triantis et al. 2003).

Τα παραδείγματα αυτά, υποδηλώνουν πως στις περιπτώσεις των μικρών νησιών, που η ετερογένεια των ενδιαιτημάτων αποτελεί έναν από τους σημαντικούς παράγοντες καθορισμού του αριθμού των ειδών που παρατηρείται, το μοντέλο Χώρος έχει την ικανότητα να προσεγγίζει και να περιγράφει αποτελεσματικότερα το φαινόμενο του μικρού νησιού συγκρινόμενο με την κλασική σχέση αριθμού ειδών και έκτασης. Είναι βέβαια δεδομένο πως σε περιπτώσεις μικρών νησιών, που τυχαία γεγονότα καθορίζουν τη σύνθεση και το μέγεθος της μελετούμενης πανίδας του, δεν μπορούν να προσεγγιστούν μέσα από γενικά μοντέλα (Τριάντης 2002, Triantis et al. 2003).

1.7 Σκοπιμότητα και στόχοι της παρούσας διατριβής

Τα νησιά αποτελούν το κύριο μορφολογικό γνώρισμα του ελληνικού χώρου. Η ελληνική επικράτεια περιλαμβάνει περισσότερα από 6.000 νησιά και νησίδες, μοναδικό χαρακτηριστικό στην ευρωπαϊκή ήπειρο, εκ των οποίων μόνο τα 227 είναι κατοικημένα. Εκτός από τη γεωγραφική και εθνική – στρατηγική σημασία τους, αλλά και τη συμβολή τους στην ιστορία και στον πολιτισμό της χώρας μας, τα νησιά αποτελούν σπουδαίο κεφάλαιο για το φυσικό περιβάλλον, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας (είδη χλωρίδας και πανίδας με τα ενδιαιτήματά τους και οικοσυστήματα), καθώς και για την ποικιλία του τοπίου.

Η παρούσα διατριβή έχει ως στόχο να προσεγγίσει έναν αρκετά μεγάλο αριθμό νησιών του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου, μέσω εφαρμογών από τη θεωρία της βιογεωγραφίας των νήσων. Πιο συγκεκριμένα, στην εργασία αυτή διερευνάται η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών φυτών στα νησιά, το φαινόμενο των μικρών νησιών, η σχέση του ενδημισμού με την έκταση των νησιών, οι επιμέρους εκφάνσεις της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών σε επίπεδο οικογενειών και ενσωματώνεται η έννοια της περιβαλλοντικής ετερογένειας στη φυτογεωγραφική αυτή προσέγγιση.

Η πρωτοτυπία και το ενδιαφέρον της διατριβής εστιάζονται στο ότι:

- 1) Οι νησιωτικές περιοχές που καλύπτει παρουσιάζουν ιδιαίτερο χλωριδικό και φυτογεωγραφικό ενδιαφέρον.
- 2) Υπάρχει συσσωρευμένη γνώση σχετικά με τη χλωρίδα, τη βλάστηση και τις φυτογεωγραφικές σχέσεις της περιοχής του Αιγαίου, αλλά οι μέχρι σήμερα ανάλογες φυτογεωγραφικές αναλύσεις ήταν περιορισμένες σε συγκεκριμένα νησιά και αποσπασματικές.

3) Ο μεγάλος αριθμός νησιών που συμπεριλαμβάνεται, σε σύγκριση με αντίστοιχες υπάρχουσες (κυρίως ζωογεωγραφικές) αναλύσεις για το Αιγαίο, οδηγεί σε μια ολοκληρωμένη φυτογεωγραφική εικόνα για το Κεντρικό και Νότιο Αιγαίο.

1.8 Η περιοχή μελέτης

1.8.1 Γεωγραφική θέση και βασικά στοιχεία γεωμορφολογίας

Η περιοχή μελέτης εκτείνεται από τα μικρονήσια της Άνδρου και τη Σάμο έως τα Κύθηρα, τη Γαύδο, τη Χρυσή και τα Κουφονήσια της Κρήτης και ως το Καστελλόριζο (Εικόνα 1.6). Τα νησιά που έχουν συμπεριληφθεί στις αναλύσεις ανήκουν στα εξής νησιωτικά συγκροτήματα:

α) Στις **Κυκλάδες**, που αποτελούν σύμπλεγμα 56 νησιών με κυριότερα τα Αμοργό, Ανάφη, Άνδρο, Αντίπαρο, Δήλο, Το, Τζια (Κέα), Κίμωλο, Κύθνο, Μήλο, Μύκονο, Νάξο, Πάρο, Σαντορίνη, Σέριφο, Σίινο, Σίφνο, Σύρο, Τήνο, Φολέγανδρο και τις «Μικρές Κυκλάδες», που αποτελούνται από τα νησιά Δονούσα, Ηρακλειά, Κουφονήσια και Σχοινούσα.

β) Στα **νησιά του Βορειοανατολικού Αιγαίου**, από τα οποία εξετάζονται φυτογεωγραφικά τα νησιά του Ιακρινού πελάγους, δηλαδή τη Σάμο, την Ιακρία και τους Φούρνους. Τα υπόλοιπα νησιά του Βορειοανατολικού Αιγαίου είναι τα Άγιος Ευστράτιος, Θάσος, Λέσβος, Λήμνος, Οινούσες, Σαμοθράκη, Χίος και Ψαρά.

γ) Στα **Δωδεκάνησα**, που περιλαμβάνουν τα νησιά Αστυπάλαια, Κάλυμνος, Κάρπαθος, Κάσος, Καστελλόριζο, Κως, Λειψοί, Λέρος, Νίσυρος, Πάτμος, Ρόδος, Σύμη, Τήλος, Χάλκη.

δ) Στα **Επτάνησα**, από τα οποία εξετάζονται μόνο τα Κύθηρα, τα Αντικύθηρα και ορισμένα μικρονήσια που βρίσκονται κοντά τους. Στα Επτάνησα ανήκουν επίσης τα Ιόνια νησιά, δηλαδή τα Ζάκυνθος, Ιθάκη, Κέρκυρα, Κεφαλλονιά, Λευιάδα, Παξοί, Αντίπαξοι, Ερεικούσα, Μαθράκι, Μεγανήσι, Οθωνοί, Στροφάδες.

ε) Στην παρούσα διατριβή περιλαμβάνεται επίσης η **Κρήτη** και ορισμένα μικρά νησιά βόρεια αυτής, καθώς και η **Γαύδος, η Χρυσή και τα Κουφονήσια**, που βρίσκονται στο Λιβυκό πέλαγος.

Η διάκριση των νησιών σε συγκροτήματα στην παρούσα διατριβή θα γίνει με φυτογεωγραφικά κριτήρια (και όχι με καθαρά γεωγραφικά ή με διοικητικά κριτήρια). Πιο συγκεκριμένα, για την παρούσα εργασία:

- Οι Κυκλάδες αποτελούν το Κεντρικό Αιγαίο.

- Τα νησιά του Ιακρινού Πελάγους και τα Δωδεκάνησα, εκτός από τη Ρόδο, την Κάρπαθο, την Κάσο και το Καστελλόριζο, αποτελούν τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου.

- Τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα, η Κρήτη και τα μικρονήσια της στο Κρητικό και το Λιβυκό πέλαγος, η Κάρπαθος και η Κάσος, η Ρόδος και το Καστελλόριζο, αποτελούν το Νότιο Αιγαίο.

Τα νησιά και τα μικρονήσια τους και οι γεωγραφικές τους συντεταγμένες παρουσιάζονται στον Πίνακα Π.1 του Παραρτήματος ΙΙ. Επίσης, χάρτες μικρότερης κλίμακας των νησιωτικών συγκροτημάτων περιλαμβάνονται στο Παράρτημα.

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στη φυτογεωγραφική διαίρεση του Αιγαίου. Ιδιαίτερη αναφορά στη φυτογεωγραφία των νησιών της περιοχής μελέτης θα γίνει στο Κεφάλαιο των Υλικών και Μεθόδων.



Εικόνα 1.6: Η περιοχή μελέτης.

Τα νησιά από τα Κύθηρα, στο νότιο άκρο της Πελοποννήσου, έως τη Ρόδο, στα νοτιοδυτικά παράλια της Μικράς Ασίας, αποτελούν το «Τόξο του Νοτίου Αιγαίου» ή «Νότιο Αιγαϊκό Τόξο». Η νησιωτική αυτή περιοχή αποτελεί το νότιο τμήμα του «τόξου του Αιγαίου» ή «ελληνικού τόξου», που έχει τα τυπικά χαρακτηριστικά νησιωτικού τόξου (Barrier 1979, Hall et al. 1984), και αποτελεί βασικό τεκτονικό γνώρισμα του Ελληνικού χώρου. Σχηματίζεται από μία εξωτερική αλυσίδα μη ηφαιστειακών νησιών (νότιο νησιωτικό τόξο) και από μία εσωτερική αλυσίδα ηφαιστειακών νησιών (ηφαιστειακό τόξο: Σουσάκι, Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη, Νίσυρος), σε απόσταση περίπου 200 km από το εξωτερικό. Επιπροσθέτως, το εξωτερικό τόξο περιβάλλεται από βαθιές υποθαλάσσιες τάφρους (Εικόνα 1.7). Το ελληνικό τόξο αποτελεί το όριο επαφής της Ευρασιατικής λιθσφαιρικής πλάκας, τμήμα της οποίας είναι το Αιγαίο, και της Αφρικανικής πλάκας, τμήμα της οποίας είναι η λιθόσφαιρα της ανατολικής Μεσογείου. Οι δύο λιθσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν στην περιοχή αυτή, με συνέπεια την καταβύθιση της ωκεάνιας πλάκας της ανατολικής Μεσογείου, λόγω

μεγαλύτερης πυκνότητας, κάτω από την ηπειρωτική πλάκα του Αιγαίου (Εικόνα 1.8) (Meulenkamp et al. 1994).

Το Αιγαίο εμφανίζει γεωλογική πολυπλοκότητα, τόσο ως προς την ποικιλία των πετρωμάτων όσο και ως προς την ηλικία τους. Τα παλαιότερα γεωλογικά στρώματα που έχουν διαπιστωθεί με απολιθώματα στον ελλαδικό χώρο βρίσκονται σε λίγες μόνο θέσεις της περιοχής του Αιγαίου και συγκεκριμένα στα νησιά Χίο και Κω. Τέτοια στρώματα είναι ασβεστόλιθοι ηλικίας περίπου 450 εκατομμυρίων ετών (Βαλιάκος 2006α).

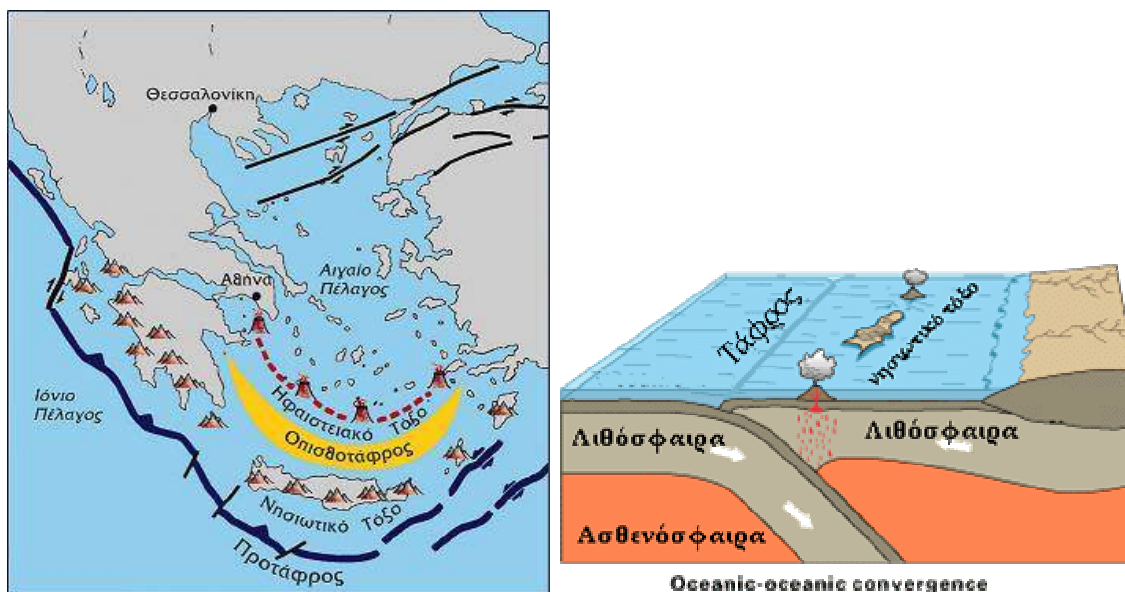
Κοινό χαρακτηριστικό των νησιών του Αιγαίου είναι το ορεινό και έντονο ανάγλυφο (Βαρδινογιάννη 1994). Όλα τα νησιά έχουν ελάχιστες πεδινές περιοχές και πολύπλοκη τοπογραφία. Η Κρήτη, παρά τη μεγάλη έκτασή της σε σχέση με τα υπόλοιπα νησιά, εκτός από τις παράκτιες, μικρής έκτασης προσχωσιγενείς κοιλάδες, έχει μόνο μία κύρια πεδιάδα, τη Μεσσαρά, η οποία βρίσκεται στη νοτιοκεντρική Κρήτη, ανάμεσα στον Ψηλορείτη και τα Αστερούσια όρη. Στους ορεινούς όγκους των μεγαλύτερων νησιών υπάρχουν μεγάλα και μικρά οροπέδια (Βαρδινογιάννη 1994). Πολυάριθμα είναι τα γκρεμνά, των οποίων το ύψος ποικίλει, από λίγα έως εκατοντάδες μέτρα. Τα εκτεταμένα κάθετα γκρεμνά της ανατολικής Αμοργού φτάνουν τα 700 m, ενώ αυτά της Καρπάθου ξεπερνούν τα 1.000 m σε ύψος (Runemark 1971). Επίσης τεράστια είναι τα μεμονωμένα γκρεμνά και τα φαράγγια της Κρήτης. Στις Κυκλάδες, το έντονο ανάγλυφο δημιουργεί πολυάριθμες μικρές κοιλάδες, που σπανίως είναι πλατειές και επιμήκεις. Συνήθως διατάσσονται κάθετα στον επιμήκη άξονα των νησιών (Μυλωνάς 1982).

Όσο μικρότερη είναι η γεωγραφική περιοχή, τόσο πιο περιορισμένες είναι οι δομές εκείνες που συνδέονται με την επιφανειακή απορροή και με το σχηματισμό αξιόλογων υπόγειων υδροφορέων (Σαμπατακάκης 2001). Τα επιφανειακά νερά με τη μορφή των μονίμων απορροών είναι κάτι σχεδόν άγνωστο στο νησιωτικό χώρο του Αιγαίου, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων. Η μικρή έκταση των λειανών απορροής, οι μεγάλες κλίσεις αποστράγγισής τους, η περιορισμένη φυτοκάλυψη, σε συνδυασμό με τις περιορισμένες πηγαιές εκφορτίσεις, είναι οι βασικοί αρνητικοί παράγοντες που καθιστούν τις απορροές περιστασιακής μορφής (Σαμπατακάκης 2001). Υπάρχουν δηλαδή μόνο χείμαρροι και πηγές μικρής παροχής, οι οποίες στερεύουν το καλοκαίρι, ή διατηρούνται σαν γούρνες (Μυλωνάς 1982). Η μεγαλύτερη λεκάνη απορροής στο νησιωτικό χώρο του Αιγαίου (εκτός της Κρήτης) είναι του Γαδουρά Ρόδου, με έκταση περίπου 61 km². Στο χώρο των Κυκλάδων η σημαντικότερη σε έκταση είναι η λεκάνη Μελανών Νάξου. Ο μέσος όρος έκτασης των σημαντικότερων λειανών στις Κυκλάδες δεν ξεπερνά τα 10 km². Η ταμίευση επιφανειακών νερών στα νησιά του Αιγαίου, και ειδικότερα στις Κυκλάδες, γίνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό μέσω της συλλογής των απορροών περιστασιακού χαρακτήρα, οι οποίες όμως δεν ακολουθούν καμία περιοδικότητα (Σαμπατακάκης 2001). Οι κύριοι τύποι υγροτόπων είναι μικρές εκβολές εποχιακών χείμαρρων, βάλτοι εκβολών, παράκτια έλη, αλμυρόβαλτοι, λίμνες,

αλυιές, πηγές και ρέματα. Οι υγρότοποι του Αιγαίου συνιστούν σπάνιους και ιδιαίτερα πολύτιμους τύπους οικοτόπων στο ημίξηρο νησιωτικό περιβάλλον (Κατσαδωράκης & Παραγκαμιάν 2006). Οι Κυκλάδες παρουσιάζουν το μικρότερο ποσοστό κάλυψης με υγροτόπους (0,03-0,1%), ενώ όλες οι άλλες ομάδες νησιών (Σποράδες, Δωδεκάνησα, Εύβοια) έχουν ενδιάμεσα ποσοστά (0,16-0,26%) (Κατσαδωράκης & Παραγκαμιάν 2006).

Στα νησιά του Αιγαίου οι αλληλεπιδράσεις κλίματος και γεωμορφολογίας είχαν ως αποτέλεσμα την παρουσία πολλών εδαφικών τύπων. Σε γενικές γραμμές, όμως, το έδαφος είναι φτωχό, ευαίσθητο στην αποσάθρωση και στη διάβρωση. Ιδιαίτερα στους τόπους με έντονο ανάγλυφο η αιολική διάβρωση απογυμνώνει τη γη από το επιφανειακό έδαφος (Παπακωνσταντίνου 1996).

Η Νεολιθική περίοδος, κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου, από το 12.000 ως το 3.000 π.Χ., με κορυφαία γεγονότα την ανάπτυξη της γεωργίας και τη δημογραφική έκρηξη, σηματοδοτεί την άφιξη του ανθρώπου στα νησιά και την απαρχή της μεταμόρφωσης του φυσικού περιβάλλοντος. Στη διάρκεια της Εποχής του Χαλκού αρχίζουν να καλλιεργούνται η ελιά, το αμπέλι και τα πρώτα οπωροφόρα. Το νερό ήταν πάντα λιγιστό και άνισα κατανομημένο, με αποτέλεσμα η προσαρμογή στους κλιματικούς και μορφολογικούς περιορισμούς να ευνοήσει σε όλες τις εποχές τις ξηριές καλλιέργειες όπως τα αμπέλια, τις συκιές, τις δαμασκηινές, τις αμυγδαλιές και τις χαρουπιές. Η καλλιέργεια της γης αυξάνει την ετερογένεια του τοπίου. Οι παραδοσιακές τεχνικές όπως η αμειψισπορά, η αγροανάπαυση και η καλλιέργεια σε αναβαθμίδες (πεζούλες), προστάτευαν επαρκώς τα φτωχά εδάφη. Τις τελευταίες δεκαετίες εγκαταλείφθηκαν οι παραδοσιακές καλλιεργητικές πρακτικές, και κυρίως οι απρόσιτες στα σύγχρονα γεωργικά μηχανήματα αναβαθμίδες, λόγω της μαζικής μετακίνησης του πληθυσμού. Η κτηνοτροφία ασκείται σχεδόν ανεξέλεγκτα, ακολουθώντας το φαύλο κύκλο πυρκαγιάς - υπερβόσκησης. Τα αποτελέσματα είναι πρόδηλα, τόσο στη διάβρωση των εδαφών και την ερημοποίηση, όσο και στην επαναφορά σε μια απλούστερη και πιο ομοιόμορφη δομή, δηλαδή στην ομογενοποίηση του τοπίου. Στα μεγάλα νησιά με την αυξημένη φυσική ετερογένεια, η ανθρώπινη δραστηριότητα λειτούργησε κυρίως αρνητικά, με την καταστροφή των βιοτόπων. Παρόλα αυτά, τμήματα της αρχικής μεσογειακής βλάστησης διατηρήθηκαν σε διάφορες περιοχές. Σήμερα, μια νέα πολύπλευρη και αξιοσημείωτη μεταμόρφωση του νησιωτικού τοπίου βρίσκεται σε εξέλιξη, λόγω του μαζικού τουρισμού και των αναγκών που δημιουργεί, ιδιαίτερα σε υδατικούς πόρους, και σε υποδομές (Παπακωνσταντίνου 1996).



Εικόνα 1.7: Το «τόξο του Αιγαίου» με την αλυσίδα ηφαιστειακών νησιών και το νησιωτικό τόξο (Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. 1999). Το τόξο αποτελείται από την ελληνική τάφρο, το νησιωτικό τόξο, την οπισθοτάφρο και το ηφαιστειακό τόξο. Η ελληνική τάφρος συνίσταται σε ένα σύστημα τάφρων, μία σειρά από βαθιές θαλάσσιες λεκάνες από τη Ρόδο έως και την Κεφαλλονιά, και είναι γνωστή και ως «ελληνική διαωλος». Το μέγιστο βάθος της εντοπίστηκε νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου στο Ιόνιο πέλαγος (βάθος περίπου 4.500m). Αυτό είναι το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου. Το νησιωτικό τόξο είναι η σειρά των διαδοχικών νησιών από τη Ρόδο ως την Πελοπόννησο. Είναι παράλληλο στην τάφρο και βρίσκεται σε μικρή απόσταση από αυτήν. Το τόξο αυτό δημιουργείται από την παραμόρφωση και ανύψωση πετρωμάτων (κυρίως ιζηματογενών) του περιθωρίου της Ευρασιατικής πλάκας και περιλαμβάνει πολύ παραμορφωμένα πετρώματα της Αλπικής πτύχωσης. Η οπισθοτάφρος είναι μία θαλάσσια λεκάνη (Κρητικό πέλαγος), μικρότερου βάθους από την τάφρο (μέγιστο βάθος: 2.000 m περίπου). Η λεκάνη αυτή βρίσκεται μπροστά από το νησιωτικό τόξο και πάνω στην Ευρασιατική πλάκα. Το ηφαιστειακό τόξο αποτελείται από διαδοχικά ενεργά και ανενεργά ηφαίστεια (Σουσάκι, Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη, Νίσυρος), τα οποία δημιουργούνται από ανάτηξη υλικού της υποβυθιζόμενης Αφρικανικής πλάκας. Το υλικό αυτό διαπερνά την Ευρασιατική πλάκα, ανεβαίνοντας προς την επιφάνειά της, και σχηματίζει τα ηφαίστεια. Δεξιά, σε σχηματική τομή, απεικονίζεται το τόξο του Αιγαίου ως όριο επαφής της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής πλάκας, που συγκλίνουν.

1.8.2 Κλίμα

Το κλίμα του Αιγαίου χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό. Τα κριτήρια για τον χαρακτηρισμό ενός κλίματος ως μεσογειακού τύπου (κατά Aschmann) είναι: α) ανώτερο όριο μέσου συνολικού ετήσιου ύψους βροχής 975 mm, β) περιοδικότητα βροχοπτώσεων, ώστε τουλάχιστον 65% του ετήσιου ύψους να παρατηρείται στο εξάμηνο Νοεμβρίου - Απριλίου και γ) διάρκεια εμφάνισης παγετού μικρότερη από 3% για όλο το χρόνο.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του μεσογειακού κλίματος είναι οι χειμερινές βροχοπτώσεις, η θερινή ξηρασία, η σχετικά μεγάλη διακύμανση του ετήσιου ύψους των βροχοπτώσεων, το ήπιο έως θερμό καλοκαίρι (με έντονη ηλιακή ακτινοβολία) και ο ψυχρός χειμώνας (δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας για την περίοδο 1955-1997). Η ψυχρή και βροχερή περίοδος του χειμώνα διαρκεί από το Νοέμβριο έως το Μάρτιο, ενώ η θερμή και ξηρή περίοδος του θέρους από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο. Οι «μεταβατικοί» κλιματικά μήνες Απρίλιος – Μάιος και Σεπτέμβριος – Οκτώβριος παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις καιρικές συνθήκες από έτος σε έτος.

Η απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία φτάνει σε λίγους βαθμούς υπό το μηδέν (π.χ. $-3,4^{\circ}\text{C}$ στη Σάμο) και η απόλυτη μέγιστη λίγους βαθμούς πάνω από τους 40 (π.χ. 44°C στο Τυμπάκι).

Βεβαίως, παρατηρούνται διαφορές από νησί σε νησί, αναλόγως με τη θέση του, την έκταση και το ανάγλυφό του. Σε τοπική κλίμακα τα χαρακτηριστικά αυτά μεταβάλλονται από τις ακτές προς τα μεγαλύτερα υψόμετρα –προς ηπειρωτικό κλιματικό τύπο-, με περισσότερη μέση ετήσια βροχόπτωση και αρκετά χαμηλότερες θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το φαινόμενο αυτό είναι εντονότερο στην Κρήτη, λόγω των μεγάλων ορεινών όγκων της. Σημαντικό στοιχείο για το νησιωτικό κλίμα του Αιγαίου είναι η θάλασσα, που διαμορφώνει τα επίπεδα υγρασίας, καθορίζει τους ανέμους και δρα ως ρυθμιστικός παράγοντας μετριάζοντας τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Οι άνεμοι του Αιγαίου, που εμφανίζονται περί τα τέλη Μαΐου μέχρι περίπου τα τέλη Οκτωβρίου, είναι βορειών διευθύνσεων και ονομάζονται **ετησίες ή μελτέμια**. Τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο έχουν τις μεγαλύτερες εντάσεις και μέση χρονική διάρκεια από δύο μέχρι τέσσερις ημέρες, χωρίς να παρουσιάζουν κάθε χρόνο την ίδια συχνότητα. Οι άνεμοι αυτοί πνέουν κυρίως την ημέρα, τις ώρες από 8.00' έως 20.00' και αποκτούν τη μέγιστή τους ένταση γύρω στις 14.00'. Χαρακτηριστικό τους είναι η αυξομείωση της έντασης. Εξασθενούν γρήγορα μετά το ηλιοβασιλεμα και επανέρχονται την αυγή. Στο Βόρειο Αιγαίο η διεύθυνσή τους είναι Βορειοανατολικοί, στο Κεντρικό Αιγαίο γίνονται Βόρειοι και στο Νότιο Αιγαίο Βορειοδυτικοί. Στη θάλασσα περιοχή της Ρόδου τείνουν να γίνουν Δυτικοί. Με την επιρροή της θάλασσας αύρα την ημέρα, οι ετησίες αυξάνονται τοπικά, όπως συμβαίνει π.χ. στην παρακτια ζώνη της Βόρειας Κρήτης. Η μεγαλύτερη ένταση των ετησιών εμφανίζεται κυρίως στην περιοχή των Κυκλάδων αλλά και στο Νότιο Αιγαίο.

Το χειμώνα πνέουν οι βοριάδες του Αιγαίου, που φθάνουν μέχρι τα 8-9 μποφόρ. Τη μεγαλύτερη έντασή τους παρουσιάζουν στα στενά του Καφηρέα (Κάβο Ντόρο) και στις Κυκλάδες. Επίσης στη θάλασσα περιοχή του Αιγαίου κατά τον χειμώνα, και κυρίως κατά την ψυχρή περίοδο πνέει ο Σιρόκος, άνεμος υγρός με προοδευτική ενίσχυση, συνοδευόμενος από χαμηλά σύννεφα και βροχές. Εμφανίζεται περισσότερο στις νότιες και δυτικές περιοχές του Αιγαίου, αλλά θυελλώδης Σιρόκος δεν παρατηρείται πολύ συχνά.

1.8.3 Στοιχεία παλαιογεωγραφίας και παλαιοχλωρίδας

Κατά την περίοδο του **Μέσου Μειοκαίνου** (17-12 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα), ο χώρος του σημερινού Αιγαίου, των Βαλκανίων και η Μικρά Ασία αποτελούσαν μια ενιαία ηπειρωτική περιοχή, το νοτιότερο τμήμα της οποίας, ονομάστηκε «Αιγαίδα» από τον Phillipson (1898). Στο Μέσο με Ανώτερο Μειόκαινο (Ανώτερο Σεραβάλλιο - Κατώτερο Τορτόνιο, 12-11 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα), ξεκίνησαν η διαμερισματοποίηση και οι πρώτες ταπεινώσεις, που μετέτρεψαν τα νότια τμήματα της Αιγαίδας σε ξεχωριστά νησιωτικά συστήματα (Le Pichon & Angelier 1979, Δερμιτζάκης & Παπανικολάου 1981). Ταυτόχρονα, κινήσεις της τάφρου που βρίσκεται κατά μήκος του Ιονίου, του Λιβυκού και του Καρπαθίου πελάγους προς τα νότια - νοτιοδυτικά οδήγησαν στο σχηματισμό της θάλασσας του Αιγαίου (Le Pichon & Angelier 1981). Πιο πρόσφατες εκτιμήσεις της γεωδυναμικής εξέλιξης της περιοχής υποστηρίζουν ότι τέτοιες διαδικασίες είχαν ξεκινήσει πιο νωρίς, προσδιορίζοντας χρονικά το ξεκίνημα της απομόνωσης της Κρήτης στα 12 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα (Meulenkamp et al. 1988).

Μέχρι το τέλος του Μειοκαίνου (5,5 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα) φαίνεται ότι υπήρξαν παροδικές γέφυρες ξηράς που ένωναν την Κρήτη με τις περιοχές της σημερινής Πελοποννήσου και της Μικράς Ασίας, αν και δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία μεταξύ των ερευνητών σχετικά με τη διάρκεια και το εύρος αυτών των συνδέσεων. Σύμφωνα με τον Dermitzakis (1990), κατά το **Ανώτερο Μειόκαινο** η Νότια Ελλάδα αποτελούνταν από δύο μεγάλες χερσονήσους, μία στα νοτιοδυτικά, που αντιστοιχεί στην περιοχή της σημερινής Πελοποννήσου και της Κρήτης, και μία στα νοτιοανατολικά, που αντιστοιχεί στη σημερινή περιοχή των Κυκλάδων (Dermitzakis 1990). Ο διαχωρισμός των Κυκλάδων από την Κρήτη τοποθετείται στο Μέσο με Κατώτερο Μειόκαινο (9-11 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα) και ο διαχωρισμός τους από την Πελοπόννησο στο Κατώτερο Μειόκαινο (7-9 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα) (Dermitzakis 1990).

Στο τέλος του Μειοκαίνου (6-5,5 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα):

- Τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα ήταν ενωμένα με τη γειτονική τους ηπειρωτική περιοχή (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Ψαριανός 1978, Kotsakis et al. 1980). Μεταξύ Μειοκαίνου – Πλειοκαίνου συνέβη ανάδυση των Κυθέρων και στη συνέχεια, στο τέλος του Κατώτερου Πλειοκαίνου, καταβύθισή τους, με αποτέλεσμα τον αποχωρισμό τους από τα Αντικύθηρα (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Ψαριανός 1978, Αναστασάκης 1988), χωρίς όμως το βόρειο τμήμα τους να αποκοπεί από την Πελοπόννησο (Παπαπέτρου-Ζαμάνη & Ψαριανός 1978) και τον Πάροννα (Verginis 1976). Η Κρήτη αποχωρίστηκε από τα νότια Αντικύθηρα με ρήγματα κατά το Μέσο προς Ανώτερο Μειόκαινο (Creutzburg 1963).

- Συνέβησαν ακόμα δύο σημαντικά γεγονότα: ανατολικά του Αιγαίου, η Αραβική μικροπλάκα συγκρούστηκε με την πλάκα της Ανατολίας, η οποία άρχισε να κινείται προς τα δυτικά με ταχύτητα 25 mm/yr (Doglioni et al., 2002). Το χρονικό διάστημα στο οποίο συνέβη η σύγκρουση των δύο πλακών δεν έχει προσδιοριστεί σαφώς και τοποθετείται στα 5 εκατομμύρια χρόνια από τους Westway & Arger (1996), στα 12 εκατομμύρια χρόνια από τους Sengor & Yilmaz (1981), και στα 17 εκατομμύρια χρόνια από τους Δερμιτζάκη & Παπανικολάου (1981) και στα 20 εκατομμύρια χρόνια από τους Dewey et al. (1986).

Επίσης, στα δυτικά, η βορειοδυτική Αφρική συγκρούστηκε με την Ιβηρική Χερσόνησο (Μεσσήνιο, περίπου 5,5 έως 5 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα). Η αποκοπή της σημερινής Μεσογείου θάλασσας από τον Ατλαντικό ωκεανό, με το κλείσιμο της μοναδικής διόδου ανανέωσης των υδάτων της, και το άνοιγμά τους, που υπολογίζεται ότι συνέβη έως δέκα φορές κατά το Ανώτερο Μειόκαινο, είχε ως αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενους κύκλους εξάτμισης και κατακλυσμού στη Μεσόγειο. Η ύπαρξη αποθέσεων εβαποριτών (ιζηματογενών πετρωμάτων που αποτελούνται από γύψο, ανυδρίτη και ορυκτό άλας) διάφορων ηλικιών σε όλη τη Μεσόγειο δείχνει τις εναλλαγές αυτές. Κατά τις περιόδους της εξάτμισης η Μεσόγειος ίσως να είχε ξηρανθεί ολοκληρωτικά ή τουλάχιστον να είχε περιοριστεί σε ένα σύνολο λιμνών, αλμυρών ερημών και κλειστών θαλασσών, που λόγω της αλμυρότητας ήταν νεκρές, ευνοώντας τη διασπορά και τις ανταλλαγές ειδών της χλωρίδας και της πανίδας μέσω των εκτεταμένων γεφυρών ξηράς (Furon 1950, Sonnenfeld 1985, McKenzie 1999). Το γεωλογικό αυτό γεγονός έγινε γνωστό ως «κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου» (ή «κρίση αλμυρότητας») και δε φαίνεται να διήρκεσε μεγάλο χρονικό διάστημα (Krijgsman et al. 1999). Ακριβώς εξαιτίας της μικρής του διάρκειας, και παρά το γεγονός ότι επηρέασε ουσιαστικά όλη τη Μεσόγειο, υπάρχουν αμφισβητήσεις σχετικά με την επίδρασή της επί των χερσαίων οικοσυστημάτων (Mylonas 1999). Στο διάστημα της κρίσης αλμυρότητας η Κρήτη παρέμεινε απομονωμένη από τις Κυκλάδες, λόγω των φαραγγιών μεγάλου βάθους που υπάρχουν στο χώρο της Κρητικής λεκάνης (Schüle 2000), αλλά φαίνεται να διατηρούσε τη χερσαία σύνδεσή της με την Πελοπόννησο. Περίπου 5,33 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα, αποκαταστήθηκε η σύνδεση Μεσογείου και Ατλαντικού και η Μεσόγειος ξαναγέμισε μέσα σε 1.000 χρόνια (Beerli et al. 1996, Krijgsman et al. 1999).

Από το **Πλειόκαινο** και μετά, η σύγκρουση της Αραβικής μικροπλάκας με την Ανατολία και η μετακίνηση της τελευταίας προς τα δυτικά, προκάλεσαν σημαντικές αλλαγές στο Αιγαίο (Westaway & Arger 1996), όπως σημαντική ανύψωση της Κρήτης και της Πελοποννήσου, ειδικά μέσα στο Πλειόκαινο, με αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής επιφάνειας των περιοχών αυτών. Επίσης, κατά τις αρχές του Πλειοκαινού (5 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα), στην περιοχή της σημερινής Κρήτης, διαδοχικές ταπεινώσεις και μετακινήσεις τεκτονικής φύσεως οδήγησαν σε ένα μωσαϊκό νησιών, το υψόμετρο των οποίων δεν ξεπερνούσε τα 500 m, και ενδιάμεσων λιμνών

(Meulenkamp et al. 1988). Θραύσεις και κάθετες κινήσεις κατά το Πλειόκαινο είχαν ως αποτέλεσμα τη συνολική ανύψωση της Κρήτης, που σε ορισμένα σημεία, όπως είναι ο Ψηλορείτης και η Δίκτη, υπερέβη τα 600-700 m (Παπαπέτρου – Ζαμάνη 1966). Η διάσπαση της περιοχής των Κυκλάδων στο βορειοδυτικό και στο νοτιοανατολικό σύμπλεγμα νησιών τοποθετείται χρονικά στο Πλειόκαινο, στα 3-4 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα (Dermitzakis 1990). Κατά τη διάρκεια του Πλειοκαινού, η Ρόδος αποτελούσε τμήμα μιας μεγάλης περιοχής ιζηματογένεσης (sedimentation area) (Benda et al. 1977, Meulenkamp 1985), με ποτάμια που εξέβαλαν σε μια χαμηλού υψομέτρου περιοχή με λίμνες και έλη στα ανατολικά και βορειοανατολικά του σημερινού νησιού. Η «σορροπημένη» και σύνθετη πανίδα ασιατικού χαρακτήρα της Ρόδου κατά το Πλειόκαινο (Brujin et al. 1970) δείχνει ότι η Ρόδος ήταν πιθανώς ενωμένη με την Ανατολία μέχρι το Ανώτερο Πλειόκαινο – Κατώτερο Πλειστόκαινο (Sondaar 1971, Meulenkamp et al. 1972, Daams & van de Weerd 1980). Η υπόθεση αυτή υποστηρίζεται και από γεωλογικά δεδομένα (Meulenkamp 1985). Κατά το Πλειόκαινο διαχωρίστηκαν τα Αντικύθηρα από τα Κύθηρα, τα οποία παρέμειναν ενωμένα με την Πελοπόννησο (Creutzburg 1963). Στο τέλος του Πλειοκαινού δημιουργήθηκε θαλάσσια διόδος ανάμεσα στα Κύθηρα και την Πελοπόννησο, που οδήγησε στο διαχωρισμό του νησιού των Κυθέρων από την ηπειρωτική περιοχή (Angelier 1979). Η ποικίλη, «ηπειρωτικού τύπου» απολιθωμένη πανίδα που βρέθηκε στην Κάρπαθο καταδεικνύει αποκοπή της από την Ανατολία στο Πλειόκαινο (περίπου 3 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα) (Daams & van de Weerd 1980).

Κατά το **Μέσο Τεταρτογενές**, τεκτονικά φαινόμενα προκάλεσαν την καταβύθιση μεγάλου τμήματος της χέρσου ανάμεσα στα Κύθηρα, τα Αντικύθηρα και την Κρήτη (Αναστασάκης 1988, Anastasakis & Dermitzakis 1990). Κατά το **Πλειο-Πλειστόκαινο**, εκτεταμένες ανορθωτικές κινήσεις, που διακόπηκαν από μία μόνο ταπείνωση κατά το τέλος του Πλειοκαινού, οδήγησαν σε συνολική ανύψωση της Κρήτης κατά 1.000 m (Meulenkamp et al. 1994). Οι κινήσεις αυτές οδήγησαν στο σχηματισμό μιας ενιαίας χερσαίας μάζας από την αρχή του Πλειστοκαινού και μετά (1,5 εκατομμύριο χρόνια πριν από σήμερα), ενώ τα πλειοκαινικά νησιά έγιναν τα σύγχρονα βουνά της Κρήτης.

Κατά την περίοδο του **Πλειστοκαινού** η αλλαγή της γεωγραφίας της περιοχής του Αιγαίου οφείλεται κυρίως στον ευστατισμό και στον τεκτονισμό. Οι ευστατικές κινήσεις, που ήταν αποτέλεσμα των παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων, προοαλούσαν επέκταση ή συρρίκνωση των χερσαίων τμημάτων και μεταβολή των μεταξύ τους συνδέσεων. Οκτώ τέτοιοι «κύκλοι» παρατηρήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια του Πλειστοκαινού (Beard et al. 1982). Ο τελευταίος «κύκλος» ήταν η Βούρμια παγετώδης περίοδος, που ξεκίνησε πριν από 70.000 και ολοκληρώθηκε πριν από 18.000 χρόνια. Τα Αντικύθηρα αποτέλεσαν ξεχωριστό νησί στις αρχές του Πλειστοκαινού και τα Κύθηρα κατά το Μέσο Πλειστόκαινο (Dermitzakis 1990). Κατά τη διάρκεια του Μέσου

Πλειστοκαιίνου και μέχρι σήμερα, δηλαδή τα τελευταία 700.000 χρόνια, ο εσωτερικός Ελλαδικός χώρος επηρεάστηκε από μια νέα εφελκυστική φάση, με αποτέλεσμα την ανάδραση παλαιών ρηγματών και τη δημιουργία νέων, όπως στην Κω, στη Ρόδο, στην Κρήτη και αλλού, και η θάλασσα πήρε περίπου τη μορφή που έχει σήμερα (Ματαράγκας & Βάρτη-Ματαράγκα 1997). Πιο συγκεκριμένα, πριν από 21.500 χρόνια η στάθμη της θάλασσας ήταν 120 μέτρα κάτω από την σημερινή στάθμη. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχει ευρεία επικοινωνία μεταξύ των νησιών και της ηπειρωτικής Ελλάδας αλλά και της Μικράς Ασίας. Στην περιοχή των Κυκλάδων σχηματίστηκε μια εκτεταμένη ξηρά (Ματαράγκας & Βάρτη-Ματαράγκα 1997). Πριν από 11.500 χρόνια η στάθμη της θάλασσας ανέβηκε και η στάθμη της έφτασε να είναι 60 μέτρα χαμηλότερη από τη σημερινή, με αποτέλεσμα την απομόνωση πολλών περιοχών. Τέλος, πριν από 8.000 χρόνια η στάθμη της θάλασσας έφτασε σχεδόν στο σημερινό επίπεδο, γεγονός που είχε ως συνέπεια να κατακλυστούν από τη θάλασσα πολλές χαμηλές περιοχές και να διακοπούν οι χερσαίες συνδέσεις μεταξύ των νησιών (Ματαράγκας & Βάρτη-Ματαράγκα 1997).

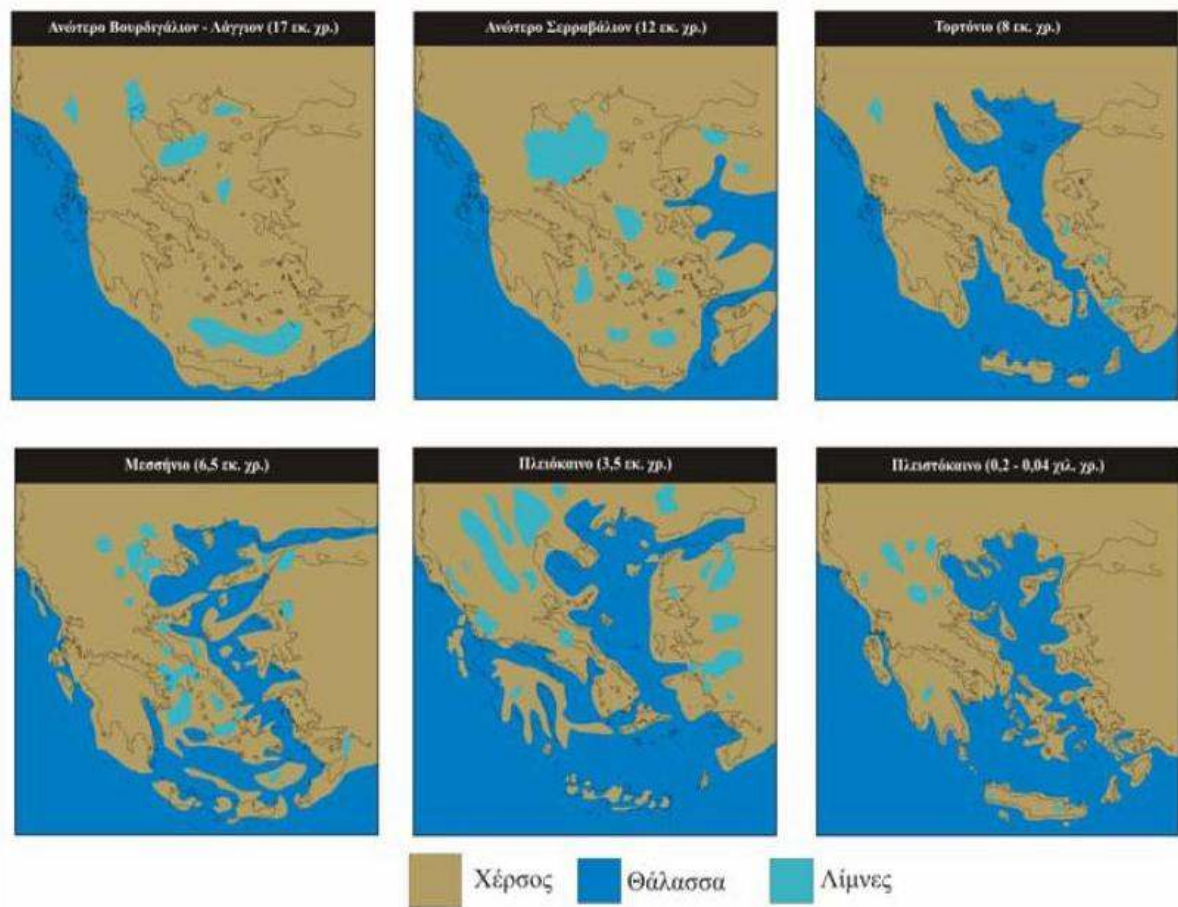
Αν και μακροσκοπικά τα ίδια γεωλογικά γεγονότα συνέβησαν στη δημιουργία των νησιών του Αιγαίου, οι **διαφορετικές χρονικές περίοδοι απομόνωσης των νησιών**, αρχικά ως μικρότερες ηπειρωτικές περιοχές και στη συνέχεια ως ξεχωριστά νησιά, διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της βιολογικής τους ιστορίας (Møller 1994).

Στην Εικόνα 1.8 παρουσιάζεται συνοπτικά η παλαιογεωγραφική εξέλιξη του χώρου του Αιγαίου κατά τη διάρκεια του ανώτερου Τριτογενούς και του Τεταρτογενούς (από 17 εκατ. χρόνια έως πριν από 40.000 χρόνια), μέσα από μια σειρά παλαιογεωγραφικών χαρτών, όπως αυτοί έχουν κατά καιρούς δημοσιευτεί.

Η γεωδυναμική συμπεριφορά του Αιγαίου χώρου κατά το Νεογενές-Τεταρτογενές (Μειόκαινο έως και Ολόκαινο) δεν ήταν αποτέλεσμα μόνο της καταβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Αιγαϊκή μικροπλάκα, αλλά ήταν το συνολικό αποτέλεσμα και άλλων πλευρικών τάσεων. Αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών ήταν ο Ελλαδικός χώρος να διέλθει από διάφορες τεκτονικές φάσεις συμπίεσης και εφελκυσμού, με άμεση συνέπεια την πολλαπλή εισβολή της θάλασσας και την απόθεση θαλάσσιων ιζημάτων, και παράλληλα την κατά θέσεις απόθεση λιμναίων και χερσαίων ιζημάτων. Η τεκτονική δραστηριότητα στην περιοχή του Αιγαίου ήταν επομένως πολύπλοκη, με γρήγορες εναλλαγές φάσεων συμπίεσης και εφελκυσμού και διαδραμάτισε τον πιο σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του Αιγαίου χώρου όπως αυτός εμφανίζεται σήμερα (Ματαράγκας & Βάρτη-Ματαράγκα 1997).

Η υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από τη μικροπλάκα του Αιγαίου οδήγησε επίσης στη δημιουργία πολλών ηφαιστείων, που αποτελούν το ηφαιστειακό τόξο του Αιγαίου. Πρόκειται για τα ηφαιστεια της τελευταίας ορογενετικής περιόδου, που βρίσκονται στη Νίσυρο, στο Γυαλί, στην Κω, στην Πάτμο, στη Σαντορίνη, στη Μήλο, στην Αντίπαρο, στα Μέθανα και στην Ψαθούρα

(Βαλιάκος 2006β). Τα παλαιότερα από τα ηφαίστεια αυτά είναι ηλικίας 5 εκατομμυρίων ετών και ορισμένα είναι ενεργά μέχρι και σήμερα (Βαλιάκος 2006β).



Εικόνα 1.8: Η παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αιγαίου από το ανώτερο Βουρδιγάλιο – Λάγιο (17 εκ. χρόνια πριν) έως το ανώτερο Πλειστόκαινο (40.000 χρόνια πριν από σήμερα) (βάσει των Creutzburg 1963, Δερμιτζάκης & Παπανικολάου 1981, Dermitzakis 1989, 1990).

Σχετικά με την εξέλιξη της χλωρίδας του Αιγαίου σε σχέση με τα γεωλογικά γεγονότα, ο Greuter (1979) γράφει: Κατά τη μετάβαση από το Ολιγόκαινο στο Μειόκαινο, σε κλιματικές συνθήκες θερμότερες από τις σημερινές, οι περιοχές χαμηλών υψομέτρων καλύπτονταν από μεσόφιλα υποτροπικά δάση, ενώ τα βουνά ίσως να καλύπτονταν από δάση σκληρόφυλλων, παρόμοια με τα σημερινά μεσογειακά δάση. Η στεππική βλάστηση που κυριαρχούσε κατά την περίοδο του Τορτονίου παραπέμπει σε ξηρότερες κλιματικές συνθήκες. Κατά το Μεσσηνίο, στο τέλος του Μειοκαινού, τα ανθεκτικά στην ξηρασία είδη θα πρέπει να κατάφεραν να «μετακινηθούν» και να εγκατασταθούν σε περιοχές οι οποίες βρισκόνταν ψηλότερα από τα αλιπεδα που είχαν σχηματιστεί σε χαμηλά υψόμετρα.

Οι Velitzelos & Gregor (1990) συνοψίζουν τα δεδομένα απολιθωμένων χλωρίδων από 21 περιοχές του ελληνικού χώρου, στις οποίες περιλαμβάνονται μία θέση στην Κρήτη, όπου βρέθηκαν

για πρώτη φορά καρποφόροι σχηματισμοί σε ιζήματα Τορτονίου – Μεσηνίου (Meulenkamp 1979), και μία θέση στα Κύθηρα (Goldacker et al. 1985). Ένα από τα συμπεράσματα των Velitzelos & Gregor (1990) είναι ότι στον ελληνικό χώρο η βλάστηση κατά το Μειοκαινο ήταν πυκνή, μικτού μεσοφυτικού χαρακτήρα, αντίστοιχη με τη σημερινή βλάστηση στη ΝΑ Ασία.

Ο Greuter (1970) θεωρεί ότι η μεσογειακού τύπου βλάστηση υπήρχε από το Μειοκαινο. Μειοκαινικά απολιθώματα φύλλων από την Κεντρική Ευρώπη, που περιγράφηκαν ως *Liquidambar europaea*, δε φαίνεται να διαφέρουν σημαντικά από το είδος της λικιδάμβραρης που αυτοφύεται σήμερα στη Ρόδο. Ομοίως, απολιθώματα φύλλων που μόλις μπορούν να διακριθούν από πρόσφατα υπολειμματικά είδη, τα οποία αναπτύσσονται σήμερα στην Κρήτη (*Olea europaea*, *Phoenix theophrasti*), βρέθηκαν σε Μειοκαινικά στρώματα βορειότερων περιοχών (Greuter 1979).

Κατά το Μεσσήνιο, τουλάχιστον στις πεδινές περιοχές επικρατούσαν ξηρές έως υπόξηρες συνθήκες (Benda 1973) και η αρχιτο-τριτογενής υποτροπική χλωρίδα αντικαταστάθηκε από μια ανατολικής προέλευσης ανθεκτική στην ξηρασία στεππική χλωρίδα (Berger 1953, 1958). Περιοχές που απελευθερώθηκαν από το υγρό στοιχείο πρέπει να αποτέλεσαν διαθέσιμους βιοτόπους ιδανικούς για ανθεκτικά στην ξηρασία είδη. Τα δάση διατηρήθηκαν εξ ολοκλήρου μόνο κατά μήκος των ποταμών συνεχούς ροής καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, και στις υψηλές οροσειρές. Ακόμη και εκεί όμως φαίνεται να απουσίαζε μια συνεχής δασική ζώνη: ανθεκτικά στο ψύχος στεπικά είδη είχαν «ελεύθερη πρόσβαση» μέχρι το επίπεδο των κορυφογραμμών και μπορούσαν να ενσωματωθούν στην οροφυτική χλωρίδα (Greuter 1970). Πολυάριθμα σύγχρονα ορόφυτα του Αιγαίου πιθανώς να ανάγουν την προέλευσή τους στη στεπική χλωρίδα που υπερίσχυε την εποχή αυτή (de Montmollin 1991). Υπολειμματικά στοιχεία της ξηροφυτικής αυτής χλωρίδας υπάρχουν σήμερα στους βραχώδεις βιοτόπους της Κρήτης (de Montmollin 1991).

Παρ' ολ' αυτά, οι Velitzelos & Gregor (1990) υποστηρίζουν ότι τα όμοια χαρακτηριστικά της βλάστησης στην Ελλάδα στις περιόδους πριν από το Μεσσήνιο, κατά τη διάρκειά του και μετά από αυτό, δεν επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι η «κρίση αλμυρότητας» αποτέλεσε πραγματική καταστροφική κρίση: φαίνεται ότι επρόκειτο μόνο για μια σύντομη αλλαγή του κλίματος δευτερεύουσας σημασίας, τουλάχιστον για τη βλάστηση (Velitzelos & Gregor 1990).

Η Ανώτερη Μειοκαινική (6-7 εκατομμύρια χρόνια πριν από σήμερα) μακρο- και μικροχλωρίδα της Μακρινιάς στη ΝΑ Κρήτη, χαρακτηρίζεται ως χλωρίδα φυλλοβόλων, με ένα ποσοστό αειθαλών. Περιέχει μάλιστα ορισμένα ξηροφυτικά στοιχεία, τα οποία απαντώνται και σήμερα στο μεσογειακό χώρο, αλλά το μεγαλύτερο μέρος των τάξων παραπέμπει τουλάχιστον σε συνθήκες μέσου ύψους βροχόπτωσης (μεσόφυτα) (Sachse & Mohr 1996).

Στην πλούσια απολιθωμένη χλωρίδα των Βρυσών Αποκορώνου στη Δ Κρήτη, τα φυτικά λείψανα, αποτυπώματα φύλλων στην πλειονότητά τους, διατηρήθηκαν μέσα σε εναλλαγές μαργαϊνών και ασβεστολιθικών στρωμάτων που εναποτέθηκαν σε ρηχές θαλάσσιες λειάνες κατά το

Ανώτερο Μειόκαινο. Οι περισσότερες απολιθωμένες μορφές προέρχονται από αγγειόσπερμα, όπου τα φυλλοβόλα κυριαρχούν έναντι των δαφνόφυλλων, χωρίς ωστόσο να παραβλέπεται και η σημαντική συμμετοχή σκληρόφυλλων ξηροθερμικών στοιχείων. Στο σύνολό της η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών παρουσιάζει θερμό-εύκρατο έως υποτροπικό χαρακτήρα και μπορεί να θεωρηθεί τυπική του Ευρωπαϊκού Νεογενούς. Μέσω εκτίμησης βασικών παραμέτρων του παλιοκλίματος διαπιστώθηκε ότι το κλίμα εκείνη την εποχή ήταν θερμό και υγρό και παρουσίαζε περιοδική ξηρασία κατά τη διάρκεια του έτους, ασθενούς ωστόσο χαρακτήρα. Η βλάστηση στη Δυτική Κρήτη κατά το Άνω Μειόκαινο φαίνεται να περιελάμβανε κυρίως ξυλώδεις φυτοδιαπλάσεις (δάση κωνοφόρων, φυλλοβόλων και αειθαλών μορφών) που παρουσίαζαν χλωριδική διαφοροποίηση ανάλογα με το υψόμετρο και την υγρασία. Από τη σύγκριση με άλλες απολιθωμένες χλωρίδες της Ελλάδος βρέθηκε ότι η παλαιοχλωρίδα των Βρυσών παρουσιάζει αρκετές ομοιότητες τόσο ως προς την φυσιολογία όσο και ως προς τη χλωριδική σύνθεση με την άνω Μειοκαινική χλωρίδα της Μακρινιάς στην ανατολική Κρήτη, με τη δεύτερη να εμφανίζεται πλουσιότερη χλωριδικά, με περισσότερα τροπικά στοιχεία (Ζηδιανάκης 2002).

Κατά το Πλειόκαινο η βλάστηση ήταν παρόμοια με τη μειοκαινική, αλλά με περισσότερα αρκτο-τριτογενή στοιχεία (Velitzelos & Gregor 1990). Οι Bertoldi et al. (1989) αναφέρουν την ύπαρξη μεσογειακού τύπου οικοσυστημάτων από το Κατώτερο Πλειόκαινο.

Ορισμένα νησιά πρέπει να ενώθηκαν πολλές φορές με τη χέρσο κατά τις αρχές του Πλειστοκαινού, λόγω της ταπείνωσης της επιφάνειας της θάλασσας στις παγετώνιες περιόδους. Οι μεγαλύτερες ταπεινώσεις, τουλάχιστον κατά 100 ή ενδεχομένως ακόμα και κατά 200 m, συνέβησαν κατά τις παγετώδεις περιόδους του Ρισσιού και του Βουρμίου (3^η και 4^η παγετώδης περίοδος αντίστοιχα). Πριν από 20.000 χρόνια (Βούρμιο), τα νησιά που σήμερα βρίσκονται κοντά στις ακτές των ηπειρωτικών περιοχών ήταν ενωμένα με αυτές και συνεπώς ήταν δυνατή η «ανταλλαγή» φυτικών ειδών. Επίσης, οι κλιματικές συνθήκες ήταν κατάλληλες για την εξάπλωση στοιχείων φυλλοβόλων δασών (Greuter 1979).

Όμως, μέσα από τη συστηματική μελέτη των ιζημάτων του Τεταρτογενούς (Πλειστόκαινο και Ολόκαινο) σε διάφορες περιοχές του ελλαδικού χώρου, συνδυασμένη με την εγλεισμένη σε αυτά πανίδα και χλωρίδα, επικρατεί η άποψη ότι στην Ελλάδα δεν υπήρξαν παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις εποχές, αλλά εναλλαγές ψυχρών και θερμών περιόδων (Γεωργιάδου – Δικαιούλια et al. 1994). Κατά τις εναλλαγές θερμών και ψυχρών περιόδων του τεταρτογενούς (Πλειστόκαινο και Ολόκαινο), ο ελληνικός χώρος αποτέλεσε καταφύγιο για είδη φυτών, των οποίων η εξάπλωση περιορίστηκε σημαντικά σε άλλες περιοχές, λόγω των παγετώνων.

Οι Κυκλάδες, η Κρήτη και το σύμπλεγμα της Καρπάθου μάλλον δεν ενώθηκαν με τη χέρσο καθ' όλη τη διάρκεια του Πλειστοκαινού. Σχετικά με το ερώτημα κατά πόσον στη διάρκεια του Πλειστοκαινού θα μπορούσαν να δημιουργηθούν, μέσω της εξέλιξης, κάποια νέα είδη στα

απομονωμένα νησιά (δείτε και Runemark 1970), ο Greuter (1979) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι «οι διαδικασίες γεωγραφικής διαφοροποίησης είναι αρκετά ασυνήθιστες στις συνθήκες της νησιωτικότητας, και συνεπώς αυτές πρέπει, κατά κανόνα, να είχαν προηγηθεί του κατακερματισμού της περιοχής».

Παλυνολογικές μελέτες στη Ρόδο συμπεραίνουν ότι η Πλειο-Πλειστοκαινική χλωρίδα της περιελάμβανε διάφορα είδη, με έναν σχετικά μεγάλο αριθμό κωνοφόρων και το γένος *Pinus* ως το πιο κοινό. Γύρη των τύπων *Taxodiaceae* – *Cupressaceae*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Nyssa*, *Castanea* και *Palmae* ήταν επίσης κοινή. Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν ότι πολυάριθμα είδη της χλωρίδας του Τριτογενούς πρέπει να εξαφανίστηκαν σε περιόδους επικράτησης μη ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαινού (Carlström 1987).

Παλυνολογικές μελέτες στην Κρήτη έδειξαν ότι κατά το πρώτο μέρος του Ολοκαινού το νησί καλυπτόταν από δάση όπου κυριαρχούσε το πεύκο, ενώ για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου που ακολούθησε το κυρίαρχο είδος ήταν η δρυς και μάλιστα η φυλλοβόλος (Bottema 1980). Σημαντική διαφορά με τη σημερινή βλάστηση του νησιού καταδεικνύει η παντελής απουσία ή η εξαιρετικά μικρή αντιπροσώπευση των μεσογειακών στοιχείων στα δείγματα που εξετάστηκαν (Bottema 1980).

1.8.4 Γενικά στοιχεία για τη χλωρίδα. Φυτογεωγραφική διαίρεση

1.8.4.1 Ιστορία των χλωριδικών μελετών στο Αιγαίο από το 17^ο αιώνα

Τα στοιχεία που έχουμε σήμερα στη διάθεσή μας για τη χλωρίδα των νησιών του Αιγαίου, φαίνεται ότι ξεκίνησαν να συγκεντρώνονται κατά τις συστηματικές εξερευνήσεις των Βοτανικών του 17^{ου} και του 18^{ου} αιώνα, και συνεχίζουν να εμπλουτίζονται μέχρι σήμερα.

Ο Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) ήταν ήδη γνωστός ως σημαντικός Βοτανικός, όταν το 1700, με παρότρυνση και χρηματοδότηση του Γαλλικού Στέμματος, ξεκίνησε από τη Μασσαλία για το περίφημο ταξίδι του στο Αιγαίο και την Εγγύς Ανατολή. Το ταξίδι του διήρκεσε περίπου δύο χρόνια. Ο ίδιος, στο έργο του *Relation d' un voyage au Levant* («Αφήγηση για ένα ταξίδι στην Εγγύς Ανατολή»), που εκδόθηκε για πρώτη φορά στο Παρίσι το 1717, εννέα χρόνια μετά το θάνατό του, περιέγραψε μεγάλο αριθμό φυτικών ειδών. Η περιγραφή ορισμένων ειδών συνοδευόταν και από πολύ ακριβή σχέδια (Strid & Tan 1997, Απέργης et al. 2003).

Ο Tournefort μνημονεύει και άλλους επισκέπτες, που ταξίδεψαν στο Αιγαίο πριν από αυτόν. Ανάμεσά τους είναι ο επίσης Γάλλος Jean de Thévenot, ο οποίος είχε πολύ καλές γνώσεις των φυσικών επιστημών, και ειδικά της Βοτανικής, και δημοσίευσε τις εντυπώσεις του ταξιδιού του το 1665 (Απέργης et al. 2003).

Αργότερα, ο Γάλλος εξερευνητής J.S.C. Dumont d' Urville (1790-1842) συνέλεξε δείγματα φυτών από την περιοχή του Αιγαίου κατά τη διετία 1819-1820 και δημοσίευσε πολλά νέα είδη στο έργο του *Enumeratio Plantarum* (1822) (Strid & Tan 1997).

Σημαντική ήταν η συμβολή του Victor Félix Raulin (1815-1905), ο οποίος αφιέρωσε ένα τμήμα της εργασίας του στη χλωρίδα της Κρήτης (1869), βασιζόμενος σε δείγματα που συνέλεξε στα ταξίδια του στο νησί (1845 και 1846) (Strid & Tan 1997).

Ο Ελβετός Βοτανικός Pierre Edmond Boissier (1810-1885) επικεντρώθηκε στην Ανατολική Μεσόγειο και την Ανατολία περί το 1840. Αν και τα ταξίδια του ίδιου ήταν περιορισμένα, ο ίδιος έλαβε στη Γενεύη όπου βρισκόταν, πολλά δείγματα από σημαντικούς συλλέκτες. Τα δείγματα αυτά αποτέλεσαν τη βάση για τα σπουδαία έργα του *Diagnoses Plantarum Orientalium Novarum* (1843-1859) και *Flora Orientalis* (1867-1888) (Strid & Tan 1997).

Η περίοδος από το 1880 έως το 1910 χαρακτηρίστηκε από την έντονη δραστηριότητα πολλών Ευρωπαίων και Ελλήνων Βοτανικών στην Ελλάδα. Ο Elisée Reverchon (1835-1914) πραγματοποίησε συλλογές στην Κρήτη τα έτη 1883, 1884 και 1886 και τα δείγματά του φυλάσσονται σε πολλές συλλογές στην Ευρώπη. Ο Antonio Baldacci (1867-1950) συνέλεξε δείγματα στην Κρήτη το 1893 και το 1899, και δημοσίευσε μια σειρά σημαντικών άρθρων, τόσο για τη χλωρίδα της Κρήτης, όσο και για τη χλωρίδα άλλων περιοχών, κυρίως σε ιταλικά περιοδικά. Τον ακολούθησε ο Ignaz Dörfler (1866-1950), που επίσης πραγματοποίησε σημαντικές συλλογές στην Κρήτη το 1904. Ο Charles Immanuel Forsyth Major (1843-1923) πραγματοποίησε εκτεταμένες συλλογές στην περιοχή του Αιγαίου κατά την περίοδο 1886-1890, και μαζί με συνεργάτες του δημοσίευσαν σημαντικές εργασίες για τη χλωρίδα της Καρπάθου, της Κω, της Ιακάριας, της Σάμου και άλλων νησιών του Ανατολικού Αιγαίου. Ξεχωριστός Έλληνας συλλέκτης ήταν ο Χρήστος Λεονής, που μεταξύ άλλων μελέτησε τις Κυκλάδες και την Κρήτη κατά την περίοδο 1893-1902. Ο Βασίλειος Τούντας (γεννημένος το 1870) συνέλεξε δείγματα από διάφορες περιοχές, μεταξύ των οποίων και οι Δυτικές Κυκλάδες, από το 1893-1913 (Strid & Tan 1997). Οι χλωριδικές εργασίες του Αυστριακού Eugen von Halácsy (1842-1913), που συνοψίστηκαν στο *Conspectus Florae Graecae* (1900-1904, με συμπληρώσεις το 1908 και το 1912) αναφέρονταν μόνο στο Δυτικό και το Νοτιοδυτικό τμήμα του Αιγαίου (Rechinger 1943). Το έργο του August von Hayek (1871-1928) *Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae*, που εκδόθηκε την περίοδο 1924-1933, και συμπληρώθηκε από τον Friedrich Markgraf μετά το θάνατο του Hayek, αναφέρεται μόνο στο Βόρειο και το Νότιο τμήμα του Αιγαίου, και μάλιστα δίνοντας μόνο γενικά στοιχεία για την εξάπλωση των ειδών (Rechinger 1943).

Ο πιο σημαντικός όμως συλλέκτης από τη δεκαετία του 1920 και έπειτα είναι ο Karl-Heinz Rechinger από το Τμήμα Βοτανικής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Βιέννης, που πραγματοποίησε έξι ταξίδια στην περιοχή του Αιγαίου από το 1927 έως το 1942, προκειμένου να

μελετήσει τη χλωρίδα και τη βλάστηση, καθώς, όπως λέει ο ίδιος, συνειδητοποίησε ότι αν και το έργο του Boissier είχε συμπεριλάβει ολόκληρη την περιοχή του Αιγαίου, εντούτοις την εποχή εκείνη υπήρχε τεράστιο γνωστικό κενό αναφορικά με τη νησιωτική χλωρίδα (Rechinger 1943). Επίσης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα έργα των Halácsy και Hayek ασχολούνται με τη χλωρίδα του Αιγαίου μόνο αποσπασματικά.

Αποτέλεσμα των ταξιδιών του Rechinger, αλλά και της μελέτης δειγμάτων άλλων συλλεκτών, όπως του Dörfler από την Κρήτη, του Hedenborg από τη Ρόδο και του Ade από την Τήλο και την Κάπραθο, ήταν τα έργα του «Flora Aegaea» (1943), «Συμβολές στη χλωρίδα της Κρήτης» (1943) και «Flora Aegaea Supplementum» (1949). Το έργο του «Βασικές αρχές της εξάπλωσης των φυτών στο Αιγαίο» (I-III), που δημοσίευσε σε τρία τμήματα στο περιοδικό *Vegetatio / Acta Geobotanica* το 1950 ασχολείται με την εξάπλωση των ειδών, με θεωρήσεις για την ιστορία της χλωρίδας και τη σημερινή κατανομή των ειδών σε σχέση με τα γεωλογικά και ζωογεωγραφικά χαρακτηριστικά, καθώς και με τη βλάστηση στην περιοχή του Αιγαίου.

Η διερεύνηση της κατανομής των φυτικών ειδών οδήγησε σε μια εξαιρετικά ξεκάθαρη διαίρεση του Αιγαίου σε επιμέρους χλωριδικές περιοχές. Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι επίσης ο υψηλός ενδημισμός σε ορισμένες περιοχές του Αιγαίου. Άλλα αξιοπρόσεκτα στοιχεία είναι τα βικαριανιστικά είδη (*vikariirende Sippen*), που είναι σημαντικά για την ιστορία της χλωρίδας. Εξ αρχής ο Rechinger επισήμανε ότι παρά τις ελλείψεις στη μελέτη της χλωρίδας του Αιγαίου, τα αποτελέσματα της φυτογεωγραφικής του ανάλυσης δεν αναμένετο να αλλάξουν σημαντικά.

Συνέχεια των εκτενών εργασιών του Karl-Heinz Rechinger (1943, 1949, 1951) αποτελεί ουσιαστικά η έρευνα της χλωρίδας του Κεντρικού Αιγαίου από το Πανεπιστήμιο Λουντ της Σουηδίας, η οποία ξεκίνησε το 1957 (Runemark 1971). Κύριος στόχος της έρευνας ήταν η μελέτη των προτύπων διαφοροποίησης (*differentiation patterns*) των φυτών σε ένα αρχιπέλαγο και ιδιαίτερα η καταγραφή των διαφορετικών σταδίων της ειδογένεσης (*speciation*). Επίσης, έμφαση δόθηκε στην έρευνα της εξέλιξης σε συστήματα μικρών πληθυσμών (Runemark 1971). Στα πλαίσια της έρευνας αυτής έγιναν επισκέψεις στα 200 νησιά του Κεντρικού Αιγαίου (εκτός της Γιούρας (Γεροντίας) των Βορείων Σποράδων) και σε ορισμένα από τα δυτικά νησιά των Δωδεκανήσων (Λεβίθα, Κίναρος, Αστυπάλαια και μικρά νησιά ανάμεσα στην Αστυπάλαια και την Κάπραθο, Ικαρία) συλλέχθηκαν πάνω από 40.000 δείγματα και έγιναν περίπου 200.000 καταγραφές στο πεδίο, βάσει των οποίων θα μπορούσαν να δημιουργηθούν αξιόπιστοι χάρτες κατανομής για τα περισσότερα φυτικά είδη.

Οι ερευνητικές εργασίες των Runemark και Snogerup και των συνεργατών τους έχουν κάνει τις Κυκλάδες μία από τις καλύτερα χλωριδικά μελετημένες περιοχές της Ελλάδας (Runemark et al. 1960, Runemark 1969, Böhling 1994). Σημαντικό στοιχείο των εργασιών αυτών είναι οι

αναλύσεις των γεωγραφικών κατανομών και βιοσυστηματικές μελέτες της διαφοροποίησης ορισμένων τάξων (Böhling 1994).

Στο Κεφάλαιο των «Υλικών και Μεθόδων» θα παρουσιαστούν οι σύγχρονες χλωριδικές εργασίες που χρησιμοποιήθηκαν για τις αναλύσεις της παρούσας διατριβής.

1.8.4.2 Γενικά στοιχεία για τη χλωρίδα των νησιών της περιοχής μελέτης

Ο μεγάλος αριθμός νησιών και νησίδων, τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα στο Αιγαίο, στο Ιόνιο, στο Κρητικό και ελάχιστα στο Λιβυκό πέλαγος, αποτελεί ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της γεωγραφίας της Ελλάδας. Τα ίδια τα νησιά παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, όσον αφορά στις γεωγραφικές παραμέτρους: θέση (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος), μέγεθος, υψόμετρο, γεωλογία, διάρκεια απομόνωσης κ.λ.π. (Tzanoudakis & Panitsa 1995). Ο συνδυασμός αυτός των γεωγραφικών χαρακτηριστικών, μαζί με την επίδραση του ανθρώπου στα μεγάλα και κατοικούμενα νησιά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των νησιωτικών χλωρίδων. Η φυτογεωγραφική ιδιαιτερότητα του Αιγαίου έγκειται στο γεγονός ότι ο νησιωτικός του χαρακτήρας, τουλάχιστον σε ορισμένα τμήματά του, προσέφερε στη χλωρίδα ιδιαίτερες δυνατότητες διατήρησης και εξέλιξης, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, όπου υπάρχουν λίγα νησιά ή δεν υπάρχουν νησιά.

Η φυτογεωγραφική μελέτη της νησιωτικής χλωρίδας του Αιγαίου οδηγεί στην αναγνώριση τριών επιμέρους στοιχείων (Greuter 1979). Τα στοιχεία της χλωρίδας του Αιγαίου είναι (Greuter 1979):

- 1. Το υπολειμματικό στοιχείο** (relict element): πρόκειται για τα είδη των φυτών, των οποίων οι πρόγονοι υπήρχαν ήδη στο νησί, πριν αυτό απομονωθεί από την ηπειρωτική περιοχή. Η ομάδα αυτή αποτελείται από τα παλαιότερα είδη της περιοχής.
- 2. Το τηλεχωρικό στοιχείο** (telechorous element, Greuter 1979) ή μεταναστευτικό στοιχείο (migratory element, Greuter 1975): περιλαμβάνει τα είδη που εγκαταστάθηκαν στο νησί μέσω φυσικής διασποράς σε μεγάλες αποστάσεις. Η ηλικία της ομάδας αυτής δεν μπορεί να καθοριστεί.
- 3. Το ανθρωποχωρικό στοιχείο**⁸: σ' αυτό συμπεριλαμβάνονται τα είδη που εισήχθησαν στο εξεταζόμενο νησί από τον άνθρωπο, εκουσίως ή ακουσίως. Αυτή είναι η νεότερη σε ηλικία ομάδα της χλωρίδας. Αν και σε θεωρητική βάση ο διαχωρισμός των στοιχείων αυτών είναι σαφής,

⁸ Αν και ο Greuter (1975) χαρακτηρίζει το εν λόγω στοιχείο της χλωρίδας ως «ανθρωποφυτικό» (anthropophytic element), θεωρούμε ότι η έννοια αυτή αποδίδεται καλύτερα στην ελληνική γλώσσα με τον όρο «ανθρωποχωρικό στοιχείο», τον οποίο και χρησιμοποιούμε εδώ.

συνήθως στην πράξη είναι δύσκολο να αναφερθούν συγκεκριμένες περιπτώσεις, γιατί γι' αυτό απαιτείται πολύ πιο λεπτομερής γνώση, κυρίως της οικολογικής συμπεριφοράς των φυτών.

Η χλωρίδα της Ελλάδας περιλαμβάνει περίπου 6.000 είδη, και το 1/3 αυτής κατά προσέγγιση βρίσκεται στα νησιά του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου. Η χλωρίδα των Κυκλάδων έχει υπολογιστεί στα 1.640 τάξα από τους Tan & Iatrou (2001) και στα 1.150 είδη από την Carlström (1986). Στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου υπάρχουν 1.370 είδη (Carlström 1986). Στο τόξο του Νοτίου Αιγαίου, βάσει της εργασίας των Böhling et al. (2002) υπάρχουν 2.242 τάξα.

1.8.4.3 Οι χλωρίδες των μικρών νησιών

Δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο κατώφλιο έκτασης, που να χωρίζει τα νησιά σε «μικρά» και «μεγάλα». Μικρά θεωρούνται συνήθως τα νησιά, που λόγω της περιορισμένης έκτασής τους, είναι ακατοίκητα και δεν μπορούν να υποστηρίξουν μόνιμη ανθρώπινη δραστηριότητα (islets). Ονομάζονται επίσης «μικρονήσια» ή «νησίδες» και επειδή συχνά βρίσκονται κοντά και περιμετρικά των μεγάλων νησιών αναφέρονται και ως «νησιά – δορυφόροι» αυτών. Οι βραχονησίδες ή βραχονήσια (rocky islets) είναι βραχώδη μικρά νησιά, συνήθως μικρότερα σε έκταση από τις νησίδες. Στη βιογεωγραφία των νησιών που θεωρούνται μικρά θα γίνει αναφορά σε επόμενα κεφάλαια της διατριβής.

Παρά τη μικρή συνολική έκταση των μικρών νησιών και των βραχονησίδων, η οικολογική τους σημασία είναι μεγάλη (Χριστοδουλάκης 1994). Οι χλωρίδες των μικρών νησιών έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (Bergmeier & Dimopoulos 2001), που συνοψίζονται στα εξής:

1. Έχουν σχετικώς μικρούς αριθμούς ειδών (Höner 1991, Greuter 1995).
2. Περιλαμβάνουν είδη ενδημικά σε μία και μόνο νησίδα (single – islet endemics). Τέτοια είδη είναι η *Anthemis glaberrima* (Greuter 1968) στην Άγρια Γραμβούσα και το *Allium platakisii* στο Ποντικονήσι, που βρίσκεται ανάμεσα στην Κρήτη και τα Αντικύθηρα (Tzanoudakis & Kypriotakis 1993). Παράλληλα, περιλαμβάνουν και τάξα που απαντώνται σε περισσότερα του ενός μικρά νησιά και προφανώς είναι εξειδικευμένα είδη των νησίδων αυτών (islet specialists) (Rechinger & Rechinger – Moser 1951, Runemark 1969, Höner & Greuter 1988, Raus 1989, Höner 1990).
3. Οι χλωρίδες τους παρουσιάζουν σχετική σταθερότητα (Snogerup & Snogerup 1987, Höner 1991).
4. Η σύνθεση των χλωρίδων τοπικά επηρεάζεται από τυχαία γεγονότα (Runemark 1969).
5. Παρατηρούνται τυχαίες διακυμάνσεις στις συχνότητες των ατόμων σε διαδοχικές γενεές (“reproductive drift”, Runemark 1969). Αυτό το γεγονός ερμηνεύει το ακανόνιστο πρότυπο των ενδημικών, αλλά και τα φαινόμενα παρουσίας – απουσίας μη ενδημικών ειδών στις νησίδες.

6. Ως αρχή εξέλιξης των μικρών πληθυσμών θεωρείται η «μη προσαρμοστική διαφοροποίηση» (“non – adaptive radiation”, Snogerup 1967, Runemark 1970, Strid 1970).

7. Τα είδη φέρουν χαρακτηριστικά προσαρμογής στον θαλάσσιο ψεκασμό (spray) και στα φτωχά, περισσότερο ή λιγότερο αλατούχα εδάφη.

8. Τα είδη έχουν αναπτύξει εξειδικευμένους αναπαραγωγικούς μηχανισμούς και μηχανισμούς διασποράς (von Bothmer 1974).

Επειδή τα παραπάνω χαρακτηριστικά είναι εντονότερα στις χλωρίδες των πολύ μικρών νησιών, ο Greuter (2001) υποστηρίζει ότι τα μικρότερα από τα μικρονήσια πρέπει να έχουν προτεραιότητα στη διατήρηση της φύσης στη Μεσόγειο.

1.8.4.4 Ενδημισμός

Ο χαρακτηρισμός ενός οργανισμού ως «ενδημικού» αναφέρεται σε συγκεκριμένο ταξονομικό επίπεδο και σε συγκεκριμένη κλίμακα του χώρου. Ένας οργανισμός μπορεί να είναι ενδημικός μιας περιοχής, είτε επειδή διαφοροποιήθηκε στο χώρο αυτό και δεν εξαπλώθηκε σε άλλες περιοχές, είτε επειδή εξαφανίστηκε από άλλες περιοχές όπου εξαπλωνόταν στο παρελθόν και επιβίωσε μόνο στη συγκεκριμένη περιοχή (Brown & Lomolino 1998).

Εκτός από τις κατανομές των μη ενδημικών φυτικών ειδών, ο ενδημισμός συνέβαλε επίσης στη διάκριση του Αιγαίου σε φυτογεωγραφικές περιοχές. Ιδιαίτερα το Νότιο Αιγαίο οφείλει τον ιδιαίτερο χλωριδικό χαρακτήρα του στον υψηλό και ποικίλο ενδημισμό που παρουσιάζει (Rechinger & Rechinger-Moser 1951). Ο ενδημισμός κορυφώνεται στη μεγάλη και κλιματικώς ευνοϊκή Κρήτη, με την υψηλή ποικιλότητα βιοτόπων (Rechinger & Rechinger-Moser 1951). Η δυτική Κρήτη είναι πιο πλούσια σε τοπικά ενδημικά, κυρίως λόγω των Λευκών Ορέων και της ποικιλίας των βιοτόπων τους (de Montmollin & Iatrou 1995). Στα νησιά του Αιγαίου, τα οποία είναι μικρότερα σε έκταση, τα τοπικά ενδημικά είδη είναι λίγα και περιορίζονται κυρίως στα ενδιαιτήματα των γκρεμών (Strid & Tan 1997).

Η Κρήτη είναι η μοναδική περιοχή της Ελλάδας, όπου ορισμένα από τα τοπικά ενδημικά είδη αποτελούν χαρακτηριστικά στοιχεία της χλωρίδας όχι μόνο των γκρεμών και των ορεινών περιοχών, αλλά ακόμα και των φρυγάνων, που υπάρχουν στα χαμηλά υψόμετρα. Τέτοια είδη είναι τα *Phlomis lanata*, *Ebenus cretica* και *Verbascum spinosum*. Όμως, στα Λευκά Όρη υπάρχουν και πολύ σπάνια τοπικά ενδημικά είδη, με έναν ή με λίγους μικρούς πληθυσμούς. Αν και η περιοχή είναι καλά μελετημένη, ορισμένα είδη, όπως τα *Ranunculus radinotrichus*, *Bupleurum kakiskalae* και *Thlaspi zaffranii* ανακαλύφθηκαν σχετικά πρόσφατα (Strid & Tan 1997).

Τα ενδημικά της Κρήτης αποτελούν περίπου το 10,9% των συνολικών taxa της χλωρίδας της και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, ως εξής:

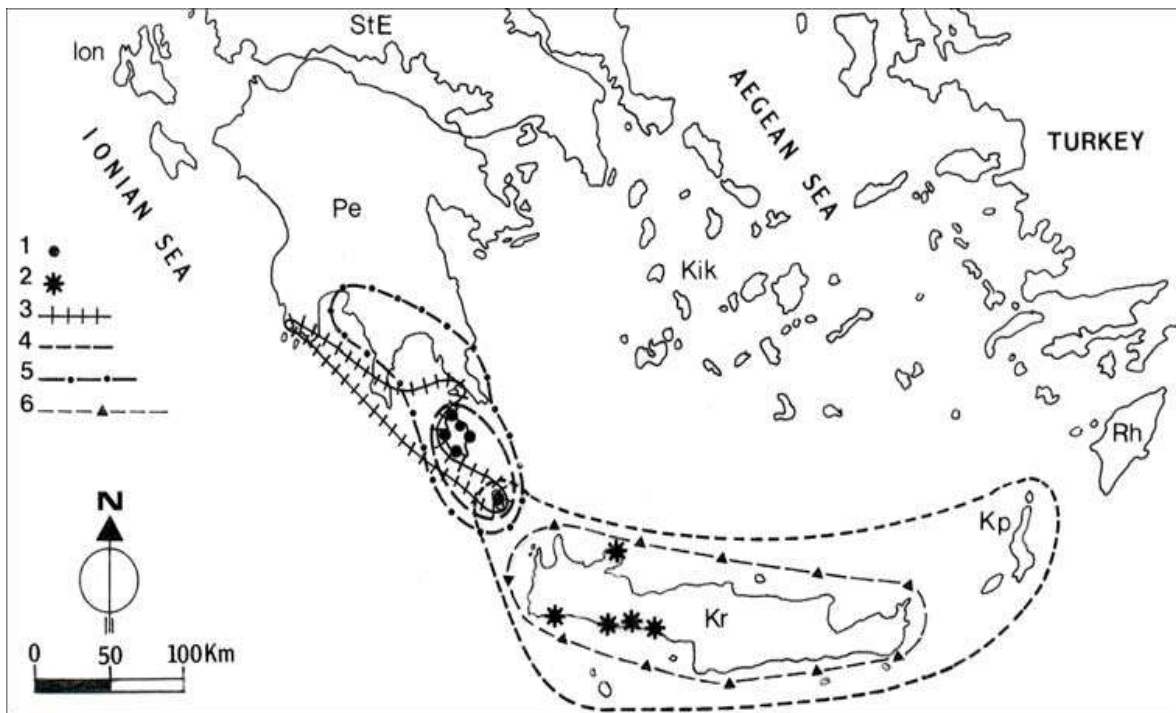
1. Είκοσι δύο (22) taxa είναι τόσο απομονωμένα, ώστε δεν είναι δυνατή η επαλήθευση της συγγενείας τους με άλλα, όπως π.χ. η *Petromarula pinnata*.
2. Ζεύγη ή ομάδες ειδών ενός γένους ή υποειδών του ίδιου είδους. Στα είδη της κατηγορίας αυτής διαπιστώνεται τάση για τη δημιουργία γεωγραφικών, ορεινών και βιοτοπικών ποικιλιών (νεοενδημικά).
3. Ενδημικά των οποίων τα συγγενικά είναι σαφώς διακριτά. Τα τάξα αυτά, όπως και τα μη ενδημικά υπολειμματικά, δείχνουν τις φυτογεωγραφικές σχέσεις της περιοχής και συμφωνούν με το μεσογειακό / ανατολικομεσογειακό χαρακτήρα της χλωρίδας της:

- 39 είδη σχετίζονται με είδη ευρείας εξάπλωσης στη Μεσόγειο.
- 26 παρουσιάζουν στενές συστηματικές σχέσεις με τάξα της Ανατολικής Μεσογείου (κυρίως της Ανατολίας και λιγότερο της Παλαιστίνης και της Συρίας, ορόφυτα).
- 22 έχουν τα κοντινότερα συγγενικά τους στην ηπειρωτική Ελλάδα.
- 6 συγγενεύουν με είδη της Βαλκανικής.
- 11 τάξα υπάρχουν σε ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ ανατολής και δύσης.
- Μόνο 11 τάξα εμφανίζουν ταξινομικές σχέσεις και με μη μεσογειακές χλωρίδες (κυρίως με την ομάδα των ευρωσιβηριακών – μεσογειακών οροφύτων).

Χωρίζοντας την Κρήτη σε τρία τμήματα (δυτικό, κεντρικό, ανατολικό), διαπιστώνεται ότι το 42% των ενδημικών της φυτών υπάρχουν μόνο σε ένα εκ των τριών τμημάτων (τοπικά ενδημικά), 26% βρίσκονται σε δύο εκ των τριών τμημάτων και 32% υπάρχουν και στα τρία τμήματα (πολυτοπικά ενδημικά).

Το μικρό ποσοστό τοπικών ενδημικών της χλωρίδας των Κυθήρων (0,9%) σε σύγκριση με άλλες περιοχές οφείλεται, εκτός των άλλων, στο γεγονός ότι δεν έχει μεγάλο βαθμό απομόνωσης, αφού ο αποχωρισμός των Κυθήρων από την Πελοπόννησο έγινε σχετικά πρόσφατα (Ιατρού 1994) και επίσης στην απουσία ψηλών βουνών (Ιατρού 1994). Μεγάλο ενδιαφέρον όμως παρουσιάζει και η μελέτη των ευρύτοπων ενδημικών φυτών μιας περιοχής, αφού είναι κατάλληλα για συγκριτική χωρολογική μελέτη, αφενός επειδή η εξάπλωσή τους είναι σχετικά καλά γνωστή, αφετέρου διότι φυτογεωγραφικά είναι πολύ σημαντικά. Η παρουσία στα Κύθηρα 40 ευρύτοπων ελληνικών ενδημικών φυτών με μικρότερη ή μεγαλύτερη εξάπλωση στον ελληνικό χώρο επέτρεψε να διατυπωθούν υποθέσεις για τη φυτογεωγραφική ιστορία των Κυθήρων και για τις πιθανές σχέσεις της χλωρίδας τους με αυτές γειτονικών περιοχών και κυρίως της Πελοποννήσου και της Κρήτης (Ιατρού 1994). Οι φυτογεωγραφικές σχέσεις της περιοχής των Κυθήρων – Αντικυθήρων φαίνεται να ανταποκρίνονται και να υποστηρίζουν τις παλαιογεωγραφικές υποθέσεις (Ιατρού 1994).

Εικοσιπέντε taxa ενδημικά της Ελλάδας υπάρχουν στα Αντικύθηρα (Greuter & Rechinger 1967, Tzanoudakis et al. 2006), ένα από τα οποία, το *Allium aegilicum*, είναι τοπικό ενδημικό του νησιού (Tzanoudakis 2000). Σύμφωνα με τους Tzanoudakis et al. (2006), η γεωγραφική κατανομή των ενδημικών taxa της περιοχής του νοτιοδυτικού Αιγαίου (Εικόνα 1.9) δείχνουν φυτογεωγραφική σχέση της περιοχής Κυθήρων Αντικυθήρων με την Πελοπόννησο, αλλά και με την Κρήτη και την Κάρπαθο.



Εικόνα 1.9: Η γεωγραφική κατανομή των ενδημικών taxa του νοτιοδυτικού Αιγαίου. 1: *Campanula saxatilis* ssp. *cytherea*, 2: *C. saxatilis* ssp. *saxatilis*, 3: *Allium circinnatum* ssp. *peloponnesiacum*, 4: *A. rubrovittatum*, 5: *A. gomphrenoides*, 6: *A. circinnatum* ssp. *circinnatum* (από Tzanoudakis et al. 2006).

Από τα υπόλοιπα νησιά του τόξου του Νοτίου Αιγαίου, η Ρόδος έχει το μεγαλύτερο αριθμό ενδημικών: 27 τάξα, αλλά τα ενδημικά είδη, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι μικρότερες ταξινομικές μονάδες, είναι λιγότερα. Η Carlström (1987) αναφέρει 14 ενδημικά είδη και υποείδη στο νησί της Ρόδου.

Η Κάρπαθος, με τα δύο μικρά γειτονικά νησιά της έχουν 13 ενδημικά τάξα και τα Κύθηρα 6, δύο από τα οποία εξαπλώνονται και σε γειτονικές περιοχές.

Επίσης, υπάρχουν οι ακόλουθοι συνδυασμοί κατανομής συνενδημικών (ενδημικών δύο ή περισσότερων νησιών) του Νοτίου Αιγαίου:

- Συνενδημικά Κρήτης – Καρπάθου: 19
- Συνενδημικά Κρήτης – Καρπάθου - Ρόδου: 3

- Συνενδημικά Ρόδου – Καρπάθου: 2
- Συνενδημικά Ρόδου – Κρήτης: 3

Τα τρία συνενδημικά Ρόδου και Κρήτης δεν έχουν βρεθεί στην Κάρπαθο. Ένα από αυτά είναι το συχνό και ευδιάκριτο *Phlomis cretica*, το κενό κατανομής του οποίου θεωρείται βέβαιο.

Ο μεγάλος βαθμός ενδημισμού στην περιοχή Κρήτης – Καρπάθου είναι αποτέλεσμα της μακράς περιόδου γεωγραφικής απομόνωσης (Strid & Tan 1997).

Η ομοιότητα του φυτικού ενδημικού στοιχείου γειτονικών περιοχών μπορεί να εκφραστεί ως επί τοις εκατό ποσοστό του συνόλου των ειδών συσχετισμένο με την ελάχιστη φτωχότερη σε είδη επιμέρους περιοχή. Μεταξύ κεντρικής και δυτικής Κρήτης ο δείκτης αυτός έχει τιμή 73%, και 75% μεταξύ Λασιθίου (οροσειρά Δίκτης) και κεντρικής Κρήτης. Το ποσοστό μειώνεται σε 52% μεταξύ Λασιθίου και ανατολικής Κρήτης, ενώ μεταξύ Καρπάθου και ανατολικής Κρήτης είναι 55%. Στη σύγκριση Καρπάθου και Κυκλάδων ελαττώνεται σε 32%, μεταξύ Κυκλάδων και ανατολικής Κρήτης ισούται με 31% και μεταξύ Ρόδου και Καρπάθου με 21%. Αν οι τιμές αυτές συγκριθούν, δεδομένων των σημερινών γεωγραφικών συνθηκών, όπου βέβαια το Λασίθι είναι ενωμένο με την ανατολική Κρήτη και απέχει από αυτήν μόνο λίγα χιλιόμετρα, διαπιστώνεται ότι κατά παράδοξο τρόπο η χλωριδική ομοιότητα της χερσονήσου της Σητείας με τη σχετικά μακρινή Κάρπαθο είναι μεγαλύτερη, απ' ό,τι της ίδιας χερσονήσου με το Λασίθι (Greuter 1971).

Από φυλογενετικής πλευράς, τα ενδημικά τάξα είναι μια μικτή ομάδα. Ο Critopoulos (1973) διακρίνει τα ενδημικά φυτά της Κρήτης σε υπολειμματικά (relict) ή παλαιοενδημικά και σε νεοενδημικά (new endemics). Τα υπολειμματικά ή παλαιοενδημικά αποτελούν μια μικρή ομάδα, πιθανώς του Τριτογενούς, με εξάπλωση στην Αιγαίδα. Η Κρήτη αποτέλεσε το καταφύγιό τους, όπου επιβίωσαν, ενώ στις γύρω περιοχές καταστράφηκαν λόγω των κλιματικών αλλαγών. Δεν έχουν στενά συγγενικά είδη, γεγονός που ισοδυναμεί με φυλογενετική απομόνωση, και είναι γεωγραφικώς πολύ απομακρυσμένα από είδη του ίδιου γένους. Αντιθέτως, τα νεοενδημικά αποτελούν μια μεγάλη ομάδα τάξων που δημιουργήθηκαν κατά τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους στις ίδιες περιοχές που απαντώνται και σήμερα και δεν μπόρεσαν να εξαπλωθούν πέρα από το νησί ή πέρα από συγκεκριμένους βιοτόπους. Έχουν ένα ή περισσότερα στενά συγγενικά, συνήθως σε επίπεδο κατώτερο του είδους. Η *Petromarula pinnata* (γένος ενδημικό της Κρήτης) ανήκει στη μικρή ομάδα των παλαιοενδημικών. Το *Liquidambar orientalis* (Ρόδος και ΝΔ Ανατολία) και η *Zelkova abelicea* (ενδημική των βουνών της Κρήτης) θεωρούνται επίσης υπολειμματικά είδη, γεωγραφικώς αποκομμένα από τα στενότερα συγγενικά τους. Όμως, πιο κοινό είναι το πρότυπο των στενά συγγενικών, αλλοπατριικών τάξων, τα οποία είναι αποτέλεσμα σχετικά πρόσφατης διαφοροποίησης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων τάξων από την περιοχή του Αιγαίου είναι τα *Erysimum* sect. *Cheiranthus* (Snogerup 1967) και το σύμπλεγμα της *Nigella arvensis* (Strid 1970). Τα σχετικά

πειράματα έδειξαν αδυναμία αναπαραγωγής σε διαφορετικούς βαθμούς μεταξύ αλλοπατρικών τάξων σχετικά πρόσφατης καταγωγής (Snogerup 1967, Strid 1970, 1996).

Ο de Montmollin (1991) διαπίστωσε ότι το μεγαλύτερο μέρος της χλωρίδας της Κρήτης προέρχεται από μια παλαιά χλωρίδα, η οποία διαφοροποιήθηκε κατά το μεγαλύτερο μέρος της πριν από την απομόνωση. Η ίδια αυτή απομόνωση ευνόησε τη διατήρηση της χλωρίδας του Τριτογενούς, προστατεύοντάς την από τον ανταγωνισμό με είδη – εισβολείς. Τα αποτελέσματα της κυτταρολογικής μελέτης του de Montmollin (1991) έδειξαν ότι κυριαρχούν δύο τύποι ενδημικών στην Κρήτη: τα παλαιοενδημικά και τα σχιζοενδημικά. Τα παλαιοενδημικά αποτελούν το παλαιότερο στοιχείο της χλωρίδας του νησιού. Για τα τάξα αυτά το νησί είχε ρόλο «καταφυγίου» μετά την απομόνωσή του. Τα σχιζοενδημικά αποτελούν το 78% των ενδημικών της Κρήτης και διαφοροποιήθηκαν σταδιακά. Αναλόγως με την κατανομή των αντίστοιχων τάξων τους (taxons correspondants), τα σχιζοενδημικά διακρίνονται στα «εξωκρητικά» (extra-cretois), όταν τα αντίστοιχα τάξα του κρητικού ενδημικού δεν υπάρχουν στο νησί (22 τάξα), στα «δια-αιγαίο-κρητικά» (trans-égéo-cretois), όταν το αντίστοιχο τάξον του ενδημικού υπάρχει στην Κρήτη, αλλά δεν είναι ενδημικό (25 τάξα), και στα «ενδοκρητικά» (intra-cretois), όταν δύο (ή περισσότερα) αντίστοιχα τάξα είναι ενδημικά της Κρήτης (25 τάξα).

Ο **ενδημισμός των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου**, με 38 τάξα συνολικά [37 κατά τον Heiselmayer (1988)], είναι σχετικά μικρός, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και το υψόμετρό τους (Rechinger & Rechinger-Moser 1951). Κανένα από τα τάξα αυτά δεν εξαπλώνεται στο σύνολο των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου. Τα περισσότερα υπάρχουν σε ένα έως τρία νησιά (Rechinger & Rechinger-Moser 1951). Η Σάμος έχει 12 ενδημικά τάξα, το μεγαλύτερο αριθμό στενοενδημικών (τοπικών ενδημικών, ενδημικών του συγκεκριμένου νησιού) μεταξύ των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου. Ανάμεσά τους, η *Centaurea xylobasis* είναι η πιο απομονωμένη (ως προς τη συγγένεια με άλλα είδη) (Rechinger 1951). Επίσης, η Σάμος μοιράζεται τρία ενδημικά με τη χερσόνησο της Μυκάλης, που βρίσκεται απέναντί της, στη Μικρά Ασία.

Η Ικαρία έχει τρία τοπικά ενδημικά είδη (Rechinger & Rechinger-Moser 1951).

Το μοναδικό ενδημικό είδος της Κω είναι η *Asperula coa*, η οποία είναι σχετικά άφθονη στη φρυγανική βλάστηση της χερσονήσου «Κέφαλος». Το είδος αυτό αναφέρεται και ως υποείδος της ανατολικής *A. lilacina* (Hansen 1980). Το 1949 ο Rechinger περιέγραψε την *Centaurea cyanus* ssp. *coa* ως υποείδος ενδημικό της Κω, αλλά σύμφωνα με τη “Flora of Turkey” (Vol. 5), υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία στο είδος *C. cyanus* και συνεπώς δεν είναι απαραίτητος ο ορισμός υποειδών (Hansen 1980).

Δεκατέσσερα συνενδημικά τάξα συνδέουν το Ανατολικό με το Νότιο Αιγαίο, αλλά τα τάξα αυτά δεν υπάρχουν στις Κυκλάδες (Rechinger & Rechinger-Moser 1951).

Ο ενδημισμός στις Κυκλάδες παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία, σύμφωνα με την επιφάνεια και τα ενδιατήματα (Böhling 1994). Οι Rechinger & Rechinger–Moser (1951) θεωρούν ότι ο ενδημισμός των Κυκλάδων, με 58 τάξα –αριθμό που ανέφερε και ο Heiselmayer (1988)-, «δεν είναι πολύ σημαντικός» και τον αποδίδουν στους ίδιους λόγους στους οποίους αποδίδεται η γενική χλωριδική πτώχευση των Κυκλάδων, δηλαδή στην απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή, στα χαμηλά υψόμετρα των νησιών, στην κυριαρχία πυριτικών πετρωμάτων, αλλά ίσως και στην ανισοκατανομή των χλωριδικών μελετών που είχαν μέχρι τότε πραγματοποιηθεί στα νησιά, με αποτέλεσμα να μην έχει καταγραφεί η πραγματική γεωγραφική εξάπλωση κάποιων ειδών. Ο Greuter (1971) ανέφερε ότι υπάρχουν 30 είδη ενδημικά καθαρά των Κυκλάδων. Δύο ενδημικά είδη, τα *Eryngium amorginum* και *Centaurea oliveriana*, είναι απομονωμένα. Πολυάριθμα είναι τα ενδημικά, που λόγω των ιδιαίτερων μορφολογικών γνωρισμάτων τους και της απουσίας μεταβατικών μορφών, θεωρούνται ως ξεχωριστά είδη, αποτελούν όμως μέλη ομάδων ειδών, που έχουν μεταξύ τους βικαριανιστική «συμπεριφορά», αλλά οι ομάδες αυτές, μέσα στο υπόλοιπο γένος είναι λιγότερο ή περισσότερο απομονωμένες (π.χ. είδη των γενών *Amaracus* και *Helichrysum*) (Rechinger & Rechinger–Moser 1951).

Η Νάξος, το μεγαλύτερο νησί των Κυκλάδων, έχει τέσσερα στενά ενδημικά είδη, τα *Cerastium runemarkii*, *Erysimum naxense*, *Symphytum naxicola* και *Bupleurum arira* (Böhling 1994, 1995, 1997). Η χλωρίδα της περιλαμβάνει επίσης 12 ενδημικά τάξα των Κυκλάδων και 51 τάξα, τα οποία απαντώνται μόνο στην περιοχή του Αιγαίου (νησιά και παράκτιες ηπειρωτικές περιοχές) (Böhling 1994).

Ορισμένες σημαντικές παρατηρήσεις σχετικά με τον ενδημισμό των Κυκλάδων είναι (Rechinger & Rechinger – Moser, 1951):

- Παρατηρείται μια σαφής συχνότητα ενδημικών τάξων στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιωτικού συμπλέγματος, γεγονός που σχετίζεται με τη συχνότερη παρουσία ασβεστολιθικών πετρωμάτων, σε αντίθεση με τα πυριτικά, που κυριαρχούν στα υπόλοιπα νησιά του αρχιπελάγους. Τα ενδημικά είδη προτιμούν τα ασβεστολιθικά πετρώματα και μάλιστα πολλά από αυτά απαντώνται αποκλειστικά σε τέτοια πετρώματα.

- Μια αξιοπρόσεκτη για τη φυτογεωγραφία γεωγραφική κατανομή είναι η εκπροσώπηση ενός είδους από δύο υποείδη, το ένα από τα οποία εξαπλώνεται στην περιοχή των ορίων του Αιγαίου, ενώ το δεύτερο εξαπλώνεται στο Κεντρικό Αιγαίο (π.χ. *Centaurea spinosa* ssp. *tomentosa* και ssp. *cycladum*). Υπάρχουν επίσης ενδημικά των γύρω περιοχών, που η κατανομή τους περιβάλλει το Κεντρικό Αιγαίο.

- Εκτός από τα κατ' εξοχήν ενδημικά του Κεντρικού Αιγαίου, υπάρχουν πολλά τάξα, τα οποία έχουν το κέντρο της κατανομής τους στο Κεντρικό Αιγαίο και από εκεί εξαπλώνονται ακτινωτά σε κάποιες ή σε όλες τις κατευθύνσεις: το Κεντρικό και το Νότιο Αιγαίο έχουν συνολικά 35 κοινά

ενδημικά τάξα, που είναι σχετικά μεγάλος αριθμός, ο οποίος δείχνει ότι το μεταξύ των δύο αυτών συμπλεγμάτων τμήμα της θάλασσας, που είναι φτωχό σε νησιά και έχει μεγάλο βάθος, δεν απομονώνει τις δύο περιοχές, όπως θεωρούνταν παλαιότερα. Ακόμα και τα πολύ μικρά νησιά και οι σκόπελοι ανάμεσα στην Αστυπάλαια και στην Κάρπαθο μπορεί να λειτουργούν ως ενδιάμεσοι σταθμοί (stepping stones).

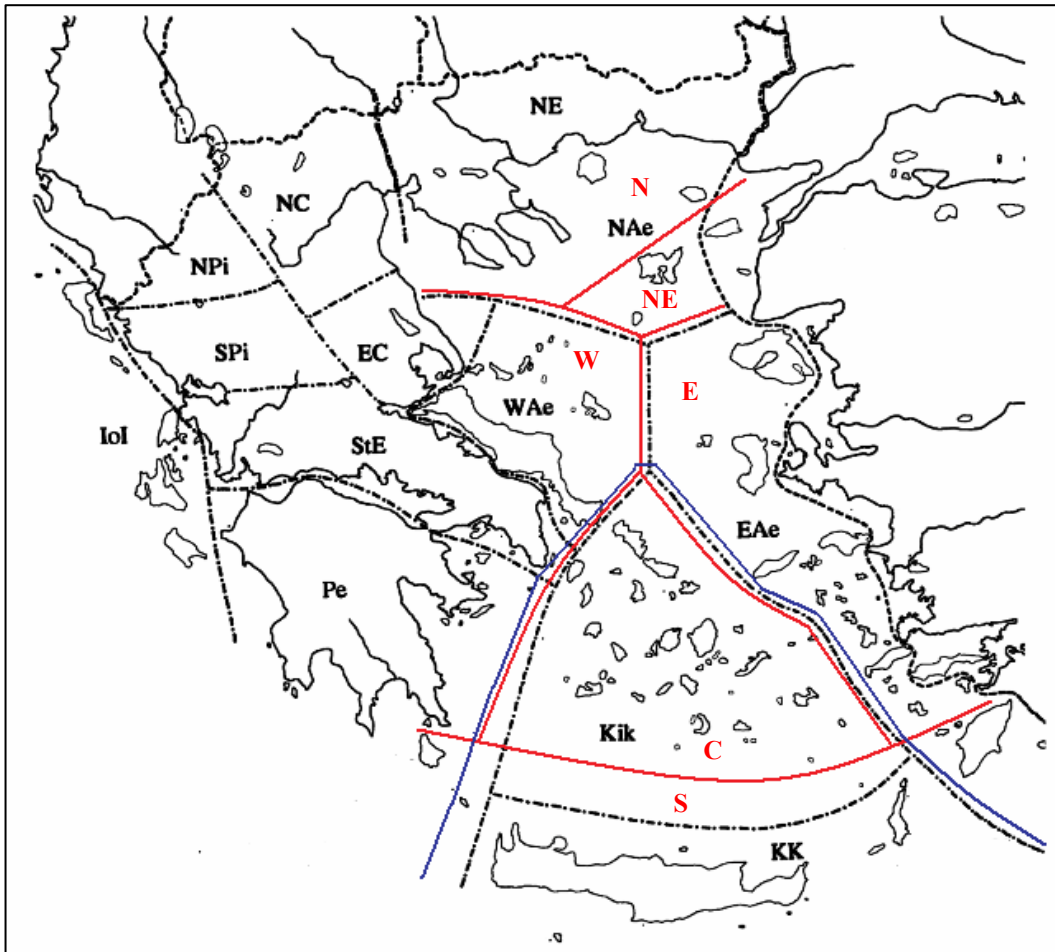
1.8.4.5 Φυτογεωγραφική διαίρεση του Αιγαίου

Η φυτογεωγραφική διαίρεση του Αιγαίου, όπως την παρουσίασε ο Rechinger (1943, 1950) και οι Rechinger & Rechinger-Moser (1951) σε μια σειρά σημαντικών δημοσιεύσεων, αποτελεί ακόμη και σήμερα το αναμφισβήτητο θεμέλιο για κάθε συγκριτική χωρολογική θεώρηση της συγκεκριμένης περιοχής (Greuter 1971). Οι Rechinger & Rechinger-Moser (1951) βασίστηκαν σε δεδομένα των κατανομών των μη ενδημικών φυτικών ειδών, που έχουν περιοριστεί σε μεμονωμένα τμήματα της περιοχής, στον ενδημισμό που παρατηρείται σε επιμέρους τμήματα της περιοχής, και στην απουσία ορισμένων ειδών από μεμονωμένα τμήματα της περιοχής, τα οποία όμως παρουσιάζουν ευρεία κατανομή σε άλλα τμήματά της. Αρκετές βιοσυστηματικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στη συνέχεια για κάποιες ομάδες φυτικών ειδών, τα οποία έχουν το κέντρο της εξάπλωσής τους στην περιοχή του Αιγαίου, υποστήριξαν τη φυτογεωγραφική αυτή διαίρεση (Greuter 1971).

Οι Rechinger & Rechinger-Moser (1951) χώρισαν έτσι το Αιγαίο στις εξής φυτογεωγραφικές περιοχές (Εικόνα 1.10):

- 1. Δυτικό Αιγαίο**, που χαρακτηρίζεται από πολυάριθμα είδη της ηπειρωτικής Ελλάδας, μεταξύ των οποίων εντοπίζονται το ανατολικομεσογειακό, το βαλκανικό και το νοτιοευρωπαϊκό στοιχείο.
- 2. Βόρειο Αιγαίο**, το οποίο αποτελεί μια ζώνη, όπου πολλά τάξα φτάνουν στο νοτιότερο άκρο της εξάπλωσής τους.
- 3. Βορειοανατολικό Αιγαίο**, όπου φτάνουν ορισμένα τάξα που έχουν το κέντρο της εξάπλωσής τους ανατολικότερα, και κυρίως στην Ανατολία.
- 4. Ανατολικό Αιγαίο**, που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη μεγάλου αριθμού ανατολικών τάξων (δηλαδή τάξων που έχουν το κέντρο της εξάπλωσής τους στην Ανατολία).
- 5. Κεντρικό Αιγαίο**, με χαρακτηριστικό στοιχείο την απουσία ενός σχετικά μεγάλου αριθμού ειδών, που όμως εξαπλώνονται σε όλο το υπόλοιπο Αιγαίο.
- 6. Νησιωτική αλυσίδα του Νοτίου Αιγαίου**, η οποία από πολλές απόψεις κατέχει ξεχωριστή θέση στην περιοχή του Αιγαίου. Δεν εκτείνεται μπροστά σε ηπειρωτική περιοχή, αλλά «κλείνει» την νησιωτική περιοχή του Αιγαίου, αποτελώντας τη «γέφυρα» ανάμεσα στην ελληνική και την

ανατολιακή ηπειρωτική γη, και περιλαμβάνει το μεγαλύτερο σε έκταση και υψόμετρο νησί του Αιγαίου, την Κρήτη.



Εικόνα 1.10: Οι μαύρες διακεκομμένες γραμμές οριοθετούν τις 13 χλωριδικές περιοχές της Ελλάδας από τη “Flora Hellenica”. Το Αιγαίο χωρίζεται στις εξής περιοχές: NAe: Βόρειο, WAe: Δυτικό, EAe: Ανατολικό Αιγαίο, Kik: Κυκλάδες, KK: περιοχή Κρήτης-Καρπάθου. Οι κόκκινες γραμμές και τα αρχικά δείχνουν το φυτογεωγραφικό διαχωρισμό της περιοχής του Αιγαίου από τους Rechinger & Rechinger-Moser (1951): W: Δυτικό, N: Βόρειο, NE: Βορειοανατολικό, E: Ανατολικό, C: Κεντρικό, S: Νότιο Τόξο. Οι μπλε γραμμές οριοθετούν την «Καρδιά του Αιγαίου», που αποτελείται από τις Κυκλάδες και την περιοχή Κρήτης-Καρπάθου (από Strid 1996, τροποποιημένο).

Επομένως, η περιοχή μελέτης της παρούσας διατριβής ανήκει σε τρεις φυτογεωγραφικές περιοχές: στο Ανατολικό Αιγαίο, στο Κεντρικό Αιγαίο και στη νησιωτική αλυσίδα του Νοτίου Αιγαίου.

Σύμφωνα με τον Rechinger (1943, 1950), το χαρακτηριστικό των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου είναι η ύπαρξη μεγάλου αριθμού ανατολικών τάξεων, τα οποία τα διαχωρίζουν φυτογεωγραφικά από τις Κυκλάδες. Δεν αναφέρεται στα τάξα της χλωρίδας των στεπών που εξαπλώνονται μέχρι τις χερσονήσους της Μικράς Ασίας και μέχρι τα νησιά απέναντι από αυτές, αλλά σε 79 τάξα, που φύονται σε κοιλάδες και σε ορεινές περιοχές της Ανατολίας, και ορισμένα

έχουν πολύ περιορισμένη εξάπλωση. Τα τάξα αυτά εναλλάσσονται στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, προσδίδοντάς τους τον ιδιαίτερο χλωριδικό χαρακτήρα τους.

Οι συγκεντρωτικές μελέτες των χλωριδων της Τουρκίας (Davis 1965) και της Ευρώπης (Tutin et al. 1964-1993) που ακολούθησαν, αναγνώρισαν το Ανατολικό Αιγαίο ως το φυτογεωγραφικό όριο ανάμεσα στην Ευρώπη και την Ασία, και επειδή η χλωρίδα των νησιών του είναι «κοντινότερη» με αυτήν της Ανατολίας σε σχέση με τη χλωρίδα της Ελλάδας, μελετάται μαζί με τη χλωρίδα της Τουρκίας, αλλά η πλειοψηφία των καταγραφών βασίζεται στη *Flora Aegaea* του Rechinger (1943) (Davis 1965). Ο Strid (1996) πρότεινε την ονομασία «γραμμή του Rechinger» (“Rechinger’s line”), για το νοητό φυτογεωγραφικό όριο μεταξύ Κυκλάδων και Ανατολικού Αιγαίου, κατ’ αναλογία με τη «γραμμή του Wallace», που χωρίζει τη ζωογεωγραφική περιοχή της N-NA Ασίας από αυτήν της Αυστραλίας, εξαιρώντας όμως έτσι φυτογεωγραφικά την ομάδα νησιών της Ρόδου από το Τόξο του Νοτίου Αιγαίου (Strid 1996).

Ο ίδιος ο Rechinger όμως είχε αναγνωρίσει τη **διπλή χλωριδική θέση της Ρόδου**, ονομάζοντάς την «ακρογωνιαίο λίθο» του Νοτίου και του Ανατολικού Αιγαίου. Σύμφωνα με την Carlström (1986), η χλωρίδα της Ρόδου, εκτός από τα Ανατολιακά είδη, περιλαμβάνει και τα εξής χλωριδικά στοιχεία⁹:

α) Μεσογειακά στοιχεία, και συγκεκριμένα:

- Μεσογειακά είδη: περίπου 30% της χλωρίδας της είναι είδη που υπάρχουν στις περισσότερες περιοχές της Μεσογείου και ορισμένα φτάνουν στις γειτονικές Ατλαντικές και Ιρανο-Τουρανικές περιοχές.

- Είδη της Ανατολικής Μεσογείου: επίσης αποτελούν περίπου το 30% της χλωρίδας και ανάμεσά τους συγκαταλέγονται πολλά από τα σημαντικότερα ξυλώδη είδη, όπως είναι τα *Pinus brutia* και *Cupressus sempervirens*, και άλλα είδη που ίσως σχημάτιζαν μέρος από τα δάση φυλλοβόλων και αειφυλλων σκληρόφυλλων, που υπήρχαν παλαιότερα στη Ρόδο, όπως π.χ. τα *Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis*, *Q. aucheri*, *Pistacia terebinthus* ssp. *palaestina* και *P. atlantica*. Πολλά σπουδαία φρυγανικά είδη ανήκουν επίσης στο στοιχείο αυτό, όπως είναι τα *Genista acanthoclada*, *Hypericum empetrifolium*, *Lithodora hispidula*, *Cistus parviflorus* και *Sarcopoterium spinosum*. Περίπου 4% του Ανατολιχομεσογειακού χλωριδικού στοιχείου είναι Βαλκανικά – Ανατολιακά είδη και περίπου 1% είναι Αιγαιακά – Ανατολιακά τάξα, όπως τα *Onopordum bracteatum*, *Rosularia serrata*, *Galium graecum* και *Thymelaea tartonraira* var. *angustifolia*. Ακόμη, περίπου 5% του Ανατολιχομεσογειακού στοιχείου αποτελείται από είδη που εξαπλώνονται από την Ανατολία προς το Ιράν και το Ιράκ, και ορισμένα από τα οποία εξαπλώνονται και προς τα δυτικά, φτάνοντας ως την Ελλάδα. Ορισμένα είδη, όπως τα *Ebenus sibthorpii*, *Odontites linkii*, *Arenaria guicciardii*, *Carthamus leucocaulos*, *Crocus tournefortii* και

⁹ Ως «χλωριδικό στοιχείο» (*floristic element*) χαρακτηρίζεται μια ομάδα φυτικών οργανισμών, που έχουν κοινή εξελικτική ή μεταναστευτική ιστορία (Pielou 1979).

Limonium ocymifolium είναι Βαλκανικά – Αιγαιακά. Ενδημικά της Ρόδου και των γειτονικών περιοχών είναι περίπου 80 είδη, τα οποία αντιστοιχούν στο 7% των ανατολικομεσογειακών ειδών. Τα υπόλοιπα ανατολικομεσογειακά είδη είναι ευρείας εξάπλωσης.

- Είδη της Δυτικής Μεσογείου: Η εκπροσώπηση Δυτικομεσογειακών ειδών στη χλωρίδα της Ρόδου είναι πενιχρή, καθώς στο νησί υπάρχουν ελάχιστα τέτοια, κυρίως μεσόφιλα είδη, όπως τα *Laurentia gasparrinii* και *Isoetes histrix*.

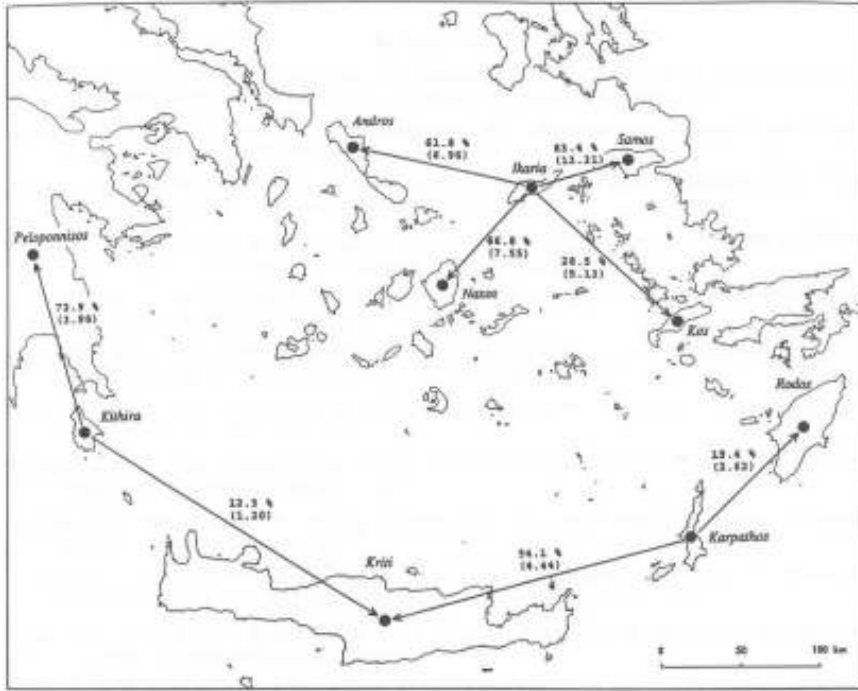
- Είδη της Νότιας Μεσογείου: Ολιγάριθμα είδη της Νότιας Μεσογείου υπάρχουν στη Ρόδο, όπως είναι τα *Zygophyllum album*, *Chlamydomphora tridentate*, *Aristida adscensionis*, *Fumaria bracteosa* και *Ifloga spicata*, κυρίως σε παράκτιες περιοχές.

β) Ιρανο-Τουρανικό στοιχείο: Στη Ρόδο εκπροσωπείται από περίπου 10 είδη. Για τα είδη αυτά η Ρόδος και τα υπόλοιπα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου αποτελούν το όριο της εξάπλωσής τους προς τα δυτικά. Στα είδη αυτά ανήκουν τα *Cleome iberica*, *Acanthus hirsutus*, *Peltaria angustifolia* και *Erysimum crassipes*. Στη Ρόδο όμως, σε αντίθεση με άλλα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, δεν υπάρχουν Ιρανο-Τουρανικά είδη, που συγκεντρώνονται σε αλπικές ή υπαλπικές ζώνες (Runemark 1971) και στη Μεσογειακή Ανατολία (Davis 1965).

γ) Ευρω-Σιβηρικό στοιχείο: Σε σύγκριση με άλλα νησιά του Αιγαίου είναι αξιοσημείωτος ο μικρός αριθμός Ευρω-Σιβηρικών ειδών στη χλωρίδα της Ρόδου. Υπάρχουν περίπου 10 είδη, που απαντώνται κυρίως σε θέσεις με πολλή υγρασία και σε διαταραγμένες θέσεις, όπως τα *Teucrium scordium* και *Bellis perennis*.

δ) Τάξα που εξαπλώνονται σε πολλές περιοχές: Περίπου 35% του συνολικού αριθμού φυτικών ειδών της Ρόδου εξαπλώνονται σε δύο ή περισσότερες φυτογεωγραφικές περιοχές. Κάποια πρότυπα εξάπλωσης δεν μπορούν να ερμηνευθούν απευθείας από παλαιογεωγραφικά γεγονότα. Τέτοια παραδείγματα είναι η ασυνεχής κατανομή του *Ebenus sibtorthpii* στη Ρόδο και στη Νοτιοανατολική ηπειρωτική Ελλάδα και η ύπαρξη του *Linum decumbens* στην Κάρπαθο και στη Χάλκη, καθώς και στη Νότια Ιταλία, στη Σαρδηνία και στη Σικελία.

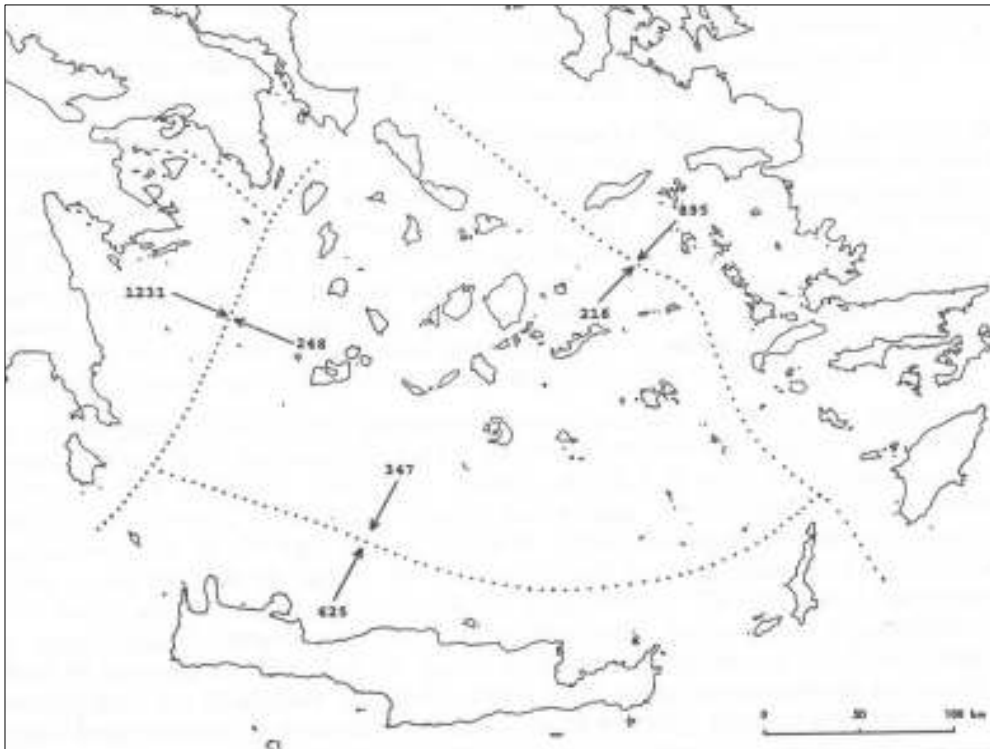
Ένας σημαντικός αριθμός ειδών που υπάρχουν στην ηπειρωτική Ελλάδα, στην Κρήτη και στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου απουσιάζουν από το Κεντρικό Αιγαίο. Το κενό αυτό, σε συνδυασμό με την κατανομή ορισμένων ενδημικών των γύρω περιοχών, των οποίων η κατανομή περιβάλλει το Κεντρικό Αιγαίο, χαρακτηρίζεται από τον Rechinger ως «**παράθυρο των Κυκλάδων**» (“Kykkladenfenster”).



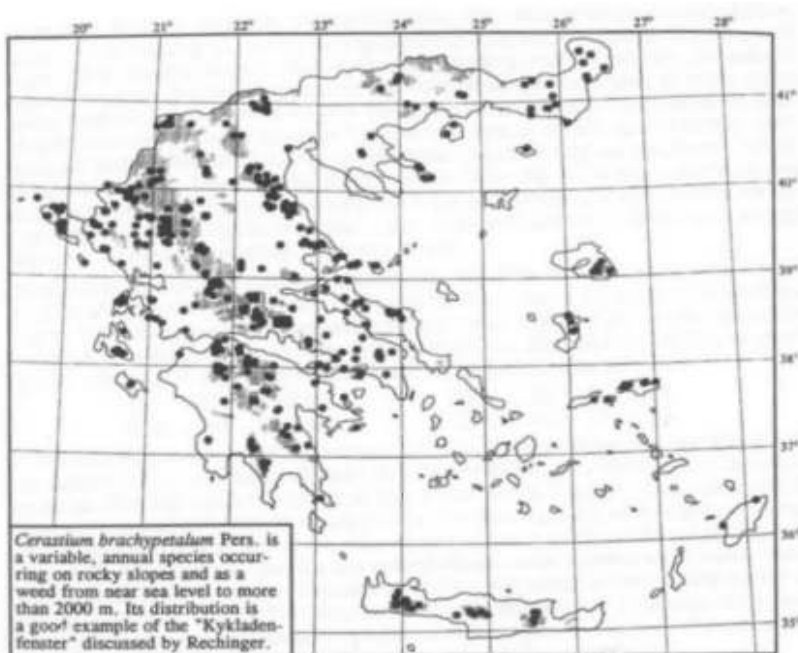
Εικόνα 1.11: Οι τιμές του δείκτη Jaccard (*i*) (αριθμοί μέσα στις παρενθέσεις) (Strid 1996) υποστηρίζουν τη στενότερη σχέση των Κυθήρων με την Πελοπόννησο, παρά με την Κρήτη, και της Καρπάθου με την Κρήτη, παρά με τη Ρόδο. Οι αριθμοί που σημειώνονται επί τοις εκατό δείχνουν το ποσοστό της χλωρίδας των Κυθήρων, το οποίο αποτελούν τα κοινά είδη του νησιού με την Πελοπόννησο και την Κρήτη αντιστοίχως, και, ομοίως, για την Κάρπαθο, το ποσοστό της χλωρίδας της που αποτελούν τα κοινά είδη με την Κρήτη και τη Ρόδο (από Strid 1996).

Η αμφίδρομη φυτογεωγραφική σχέση των Κυκλάδων με τις γύρω περιοχές παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.12, και στην Εικόνα 1.13 διακρίνεται το «παράθυρο των Κυκλάδων» στην περίπτωση της γεωγραφικής κατανομής του *Cerastium brachypetalum*. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν το πλήθος των φυτικών ειδών και τα βέλη τις δυνητικές κατευθύνσεις εξάπλωσής τους, που όμως ανακόπτονται. Από τη συνολική χλωρίδα των Κυκλάδων, 248 είδη δεν υπάρχουν στην Πελοπόννησο και τα Κύθηρα, 374 δεν υπάρχουν στην περιοχή Κρήτης – Καρπάθου, και 216 δεν υπάρχουν στο Ανατολικό Αιγαίο. Όσον αφορά τις περιοχές που περιβάλλουν το «παράθυρο», 1.231 από τα είδη φυτών της Πελοποννήσου, 625 είδη του συμπλέγματος Κρήτης – Καρπάθου και 895 είδη των νησιών ανατολικά της «γραμμής του Rechingen» δεν εξαπλώνονται. Ένα άλλο παράδειγμα κενού στην εξάπλωση στο Κεντρικό Αιγαίο είναι η *Micromeria myrtifolia* (*Satureja myrtifolia*). Το είδος αυτό εξαπλώνεται στο Ανατολικό και στο Νότιο Αιγαίο, αλλά «υπερπηδά» τις Κυκλάδες και καταλήγει να βρίσκεται δυτικά ως τη Χαλκιδική και τη Θεσσαλία. Υπάρχουν επτά τάξα του Ανατολικού Αιγαίου, που δεν υπάρχουν στις Κυκλάδες, αλλά υπάρχουν στην Εύβοια. Αντιθέτως, μόνο 12 τάξα ανατολικής προέλευσης, που υπάρχουν στο Νότιο και στο Ανατολικό Αιγαίο, φτάνουν στις Κυκλάδες. Ο Runemark (1971) θεωρεί πιθανόν ότι η πτώχευση της χλωρίδας

των Κυκλάδων οφείλεται στο γεγονός ότι πολλά είδη των νησιών αυτών εξαφανίστηκαν ή επιβίωσαν σε άλλα συγκεκριμένα καταφύγια κατά τις κλιματικές διακυμάνσεις του Πλειστοκαινίου.



Εικόνα 1.12: Φυτογεωγραφικές σχέσεις των Κυκλάδων με τις γειτονικές περιοχές. Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν αριθμούς ειδών φυτών και τα βέλη τις δυνητικές κατευθύνσεις εξάπλωσης, που όμως ανακόπτονται.



Εικόνα 1.13: Η γεωγραφική κατανομή του *Cerastium brachypetalum* Pers., που φύεται σε βραχώδεις πλαγιές και ως ζιζάνιο από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι υψόμετρο μεγαλύτερο των 2.000m, δείχνει το κενό του «παραθύρου των Κυκλάδων» στο κεντρικό Αιγαίο.

Ο Rechinger τόνισε επίσης ότι τα Κύθηρα κρατούν μια διπλή χλωριδική θέση, παρόμοια με αυτήν της Ρόδου: αποτελούν το δυτικό φυτογεωγραφικό άκρο του Τόξου, αλλά εμφανίζουν και στενή φυτογεωγραφική σχέση με τη γειτονική τους ηπειρωτική και νησιωτική περιοχή. Όπως θα αναφερθεί παρακάτω, το γεγονός αυτό παρατήρησαν και αργότερα και άλλοι ερευνητές.

Το νησιωτικό σύμπλεγμα του Νοτίου Αιγαίου αποτελεί «χλωριδικό σταυροδρόμι», διότι περιλαμβάνει:

α) Ανατολικά τάξα που δε φτάνουν ως την ηπειρωτική Ευρώπη.

β) Τάξα της ανατολικής Μεσογείου που εξαπλώνονται περαιτέρω, αλλά όχι προς την ανατολή. Σε αυτά περιλαμβάνονται και είδη πολύ ευρείας εξάπλωσης, όπως είναι κάποια Πτεριδόφυτα, είδη των ελών και υδρόβια φυτά. Στο Νότιο Αιγαίο, οι τρεις παραπάνω κατηγορίες φυτών συγκεντρώνονται κυρίως στην Κρήτη.

γ) Νότια τάξα, τα περισσότερα από τα οποία είναι γνωστά στην ανατολική Μεσόγειο μόνο από το Νότιο Αιγαίο και τη Βόρεια Αφρική, κυρίως την Κυρηναϊκή. Για τα τάξα αυτά, οι Reching & Reching - Moser (1951) αναφέρει ότι αν ήταν βέβαιο ότι δεν έφτασαν στις περιοχές αυτές μέσω ανθρωποχωρίας, αλλά μέσω φυσικής εξάπλωσης, θα μπορούσαν να τεθούν σημαντικά ερωτήματα για την πρότερη σύνδεση της ξηράς μεταξύ των δύο αυτών περιοχών. Η άποψη του Greuter (1971) για το ίδιο θέμα αναφέρεται παρακάτω.

δ) Τάξα, τα οποία δηλώνουν τη χλωριδική σχέση του Νοτίου Αιγαίου, και ιδιαίτερας της Κρήτης, με τη Δύση (άλλες επιμέρους περιοχές του Αιγαίου δεν παρουσιάζουν τόσο ουσιαστική σχέση με τη Δύση). Μεταξύ αυτών συγκαταλέγονται τάξα που έχουν την κύρια περιοχή εξάπλωσής τους δυτικά του Αιγαίου, αλλά και πραγματικά δυτικομεσογειακά τάξα.

ε) Τάξα που εμφανίζουν το πρότυπο εξάπλωσης Νότιο Αιγαίο (κυρίως Κρήτη) – Βαλκανική χερσόνησος (κυρίως Ελλάδα).

στ) Μικρό αριθμό τάξων που αποσαφηνίζουν τη θέση της «γέφυρας» που κατέχει το Τόξο του Νοτίου Αιγαίου. Πρόκειται για τάξα που υπάρχουν τόσο στη Βαλκανική χερσόνησο, όσο και στην Κρήτη και στην ηπειρωτική περιοχή της Ανατολίας.

Τα ανατολικομεσογειακά χαρακτηριστικά της χλωρίδας της Κρήτης εκφράζονται έντονα μέσω της κυριαρχίας ειδών αυτής της προέλευσης, κυρίως σε διαπλάσεις με νάνους-θάμνους. Τέτοια είδη είναι τα *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus*, *Euphorbia acanthothymnos*, *Salvia triloba*, *Satureja thymbra* κ.ά. Επίσης, υπάρχουν ορισμένα δενδρώδη είδη της ανατολικής Μεσογείου, όπως είναι τα *Pinus brutia*, και *Quercus macrolepis*, και μια σειρά ανατολικομεσογειακών οροφύτων, όπως τα *Berberis cretica* και *Daphne sericea* (Zohary & Orshan 1966). Αν στο ανατολικομεσογειακό στοιχείο προστεθεί η ομάδα των Μεσογειακών-Ιρανο-Τουρανικών ειδών που υπάρχουν στην Κρήτη, τότε το στοιχείο της χλωρίδας της ΝΔ Ασίας συνολικά αντιπροσωπεύει το 49% της

χλωρίδας του νησιού (Zohary & Orshan 1966). Αυτή η φυτογεωγραφική θεώρηση μπορεί να υποστηρίξει το συμπέρασμα ότι το νησί συνδεόταν με την ηπειρωτική περιοχή της ΝΔ Ασίας για μακρύ χρονικό διάστημα, πιθανότατα μέσω της Καρπάθου και της Ρόδου (Zohary & Orshan 1966).

Όμως, οι αμυδρές σχέσεις με το **καθαρά Ιρανο-Τουρανικό στοιχείο**, που καταδεικνύονται με την ύπαρξη στην Κρήτη των *Pyrus amygdaliformis*, *Salsola aegaea* κ.ά., και η απουσία κάποιων ειδών του στοιχείου αυτού, που απαντώνται προς δυσμάς μέχρι και την Κύπρο, εξαιρούν την Κρήτη από τη «σφαιρα επιρροής» της ημιστεπλικής χλωρίδας της ΝΔ Ασίας (Zohary & Orshan 1966).

Εκατόν τριάντα τρία (133) είδη, που αντιστοιχούν στο 11% της χλωρίδας της Ρόδου προέρχονται από τα ανατολικά, μεταξύ των οποίων και η λικιδάμβραρη *Liquidambar orientalis* (Hamamelidaceae), ασιατικό είδος που στην Ελλάδα απαντάται ως αυτοφυές μόνο στο νησί αυτό.

Σαρανταένα (41) είδη της Καρπάθου, ορισμένα από τα οποία δεν υπάρχουν στην Κρήτη, είναι επίσης ανατολικά. Σημαντική εκπροσώπηση ειδών της Ανατολίας παρατηρείται στη χλωρίδα του νησιωτικού συμπλέγματος της Καρπάθου, με πρόσφατα ανακαλυφθέντα παραδείγματα τα *Silene macrodonta*, *Aristolochia parvifolia* και *Isatis lusitanica* (Greuter 1975).

Στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου παρατηρείται σταθερή μείωση με κατεύθυνση προς ανατολάς, του αριθμού των ειδών που ανήκουν στο δυτικό στοιχείο, δηλαδή στην ομάδα των ειδών των οποίων η κύρια γεωγραφική κατανομή εντοπίζεται δυτικά του Αιγαίου. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών δυτικής προέλευσης, περίπου 95, απαντάται στην Κρήτη. Μόλις περίπου 18 είδη της κατηγορίας αυτής υπάρχουν στη Ρόδο (Carlström 1987).

Οι βορειοδυτικές περιοχές της Κρήτης παρουσιάζουν μεγάλο αριθμό ενδημικών και μη ειδών, που έχουν συγγενικά είδη στα Βαλκάνια. Είδη της μακκίας βλάστησης, όπως τα *Quercus coccifera* και *Arbutus unedo*, είναι δυτικομεσογειακής προελεύσεως (Zohary & Orshan 1966).

Παρείσδυση του ενδημικού στοιχείου της Πελοποννήσου στο δυτικό άκρο της Κρήτης έχει επίσης παρατηρηθεί. Δύο τάξα, η *Asperula taygetea* και η *Cymbalaria microcalyx* ssp. *microcalyx*, ήταν ήδη γνωστά από τα Κύθηρα και το πρώτο επίσης από τα Αντικύθηρα, όταν ανακαλύφθηκαν στη δυτική Κρήτη (Greuter 1975).

Σύμφωνα με τον Greuter (1971), το στοιχείο της χλωρίδας που συνδέει το Τόξο του Νοτίου Αιγαίου με τις νοτιότερες περιοχές μπορεί να χωριστεί σε δύο ομάδες:

- Στα πραγματικά μεσογειακά είδη, τα οποία απαντώνται στην περιοχή μελέτης από κοινού με συγκεκριμένες περιοχές της **βορείου Αφρικής**, και μάλιστα την **Κυρηναική**. Ο αριθμός των ειδών αυτών είναι περιορισμένος, και είχαν καθοριστεί ήδη από τον Rechinger: τα είδη *Viola scorpiuroides*, *Sedum creticum*, *Teucrium brevifolium*, *Nepeta scordotis* (incl. *N. visiani*), *Phlomis floccosa*, *Ballota pseudodictamnus* και *Stachys tournefortii* αποτελούν παραδείγματα που θα μπορούσαν να υποστηρίξουν

μία κάποτε υφιστάμενη απευθείας γεωγραφική σύνδεση Κρήτης – Κυρηναϊκής. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, όταν το ίδιο θέμα είχε θίξει και ο Rechinger (1951), τόνισε ότι το ερώτημα θα μπορούσε να τεθεί, εφόσον ήταν σίγουρο ότι τα είδη αυτά δε μεταφέρθηκαν μέσω ανθρωποχωρίας. Ο Greuter (1971) απαντά ότι η *Nepeta scordotis* στο Ν Αιγαίο αναπτύσσεται κατά κύριο λόγο σε χαλάσματα και παλιούς τοίχους και το *Stachys tournefortii* σε παρυφές καλλιεργημένων εκτάσεων, ώστε θα μπορούσαν πιθανώς να είναι είδη που πράγματι έφτασαν εκεί μέσω ανθρωποχωρίας. Ο ίδιος συγγραφέας δεν μπορεί να σχολιάσει (ελλείπει προφανώς των απαραίτητων αποδείξεων), τον ισχυρισμό ότι η *Ballota pseudodictamnus*, σίγουρα είδος της κρητικής χλωρίδας, δεν εισήχθη στην Κυρηναϊκή. Θεωρεί όμως ότι η εξάπλωση του *Phlomis floccosa*, το οποίο περιορίζεται στο σύμπλεγμα της Καρπάθου, δεν μπορεί να έχει προέλθει μέσω φυσικής εξάπλωσης. Οι κατανομές των παραπάνω ειδών αποτελούν ενδείξεις αλλά όχι αποδείξεις πρότερης γεωγραφικής σύνδεσης Κρήτης – Κυρηναϊκής: ενδεχομένως οι κατανομές αυτές να είναι υπολείμματα ευρύτερων εξάπλώσεων, οι οποίες κάλυπταν το σύνολο του ανατολικού άκρου της μεσογειακής περιοχής, φτάνοντας έτσι ως το Ν Αιγαίο. Η πιθανότητα της μετέπειτα διατήρησης υπολειμματικών ειδών από κοινού στις δύο αυτές περιοχές ενισχύεται από τις παρόμοιες κλιματικές συνθήκες και τη σχετική απομόνωσή τους από την υπόλοιπη μεσογειακή περιοχή: του Ν Αιγαίου λόγω της θάλασσας και της Κυρηναϊκής λόγω των ερημικών περιοχών που μεσολαμβάνουν (Greuter 1971).

- Στους εκπροσώπους ξηρότερων κλιματικών ζωνών, οι οποίοι απαντώνται σε συγκεκριμένες διαπλάσεις, παρόμοιες με αυτές ημιορεινικών περιοχών, στο παράκτιο τμήμα κυρίως της νότιας και της ανατολικής Κρήτης. Τέτοιες διαπλάσεις θεωρούνται υπολειμματικές. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν π.χ. οι διαπλάσεις των αμμωδών ακτών και των αμμοθινών, με είδη όπως τα *Juniperus macrocarpa*, *Silene ammobhila*, *Malcolmia africana* και το *Phoenix theophrasti*. Η πλειοψηφία των ειδών των διαπλάσεων αυτών έχουν συγγενικά είδη νοτίως της Κρήτης, κυρίως Σαχάρας – αραβικά (Greuter 1971).

Για τη δημιουργία της «**Flora Hellenica**» η **Ελλάδα χωρίστηκε σε 13 χλωριδικές περιοχές** (Strid 1996). Στο διαχωρισμό αυτό (Εικόνα 1.10), το χαρακτηριστικό στοιχείο είναι ότι οι Κυκλάδες (με τη φυτογεωγραφική έννοια) (Κικ) αναγνωρίζονται ως ομάδα νησιών διακριτή από τις δυτικές, νότιες και ανατολικές περιοχές. Επίσης, το Τόξο του Νοτίου Αιγαίου διαιρείται σε τρεις υποπεριοχές, με τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα να χωρίζονται προς δυσμάς και να ομαδοποιούνται με την Πελοπόννησο (Pe) και την ομάδα των νησιών της Ρόδου να χωρίζεται προς ανατολάς και να αντιστοιχίζεται στο Ανατολικό Αιγαίο (E Ae). Η Κρήτη και τα μικρονήσια της, μαζί με την ομάδα της Καρπάθου (KK) συγκροτούν την τρίτη υποπεριοχή.

Όσον αφορά στα **Κύθηρα** και στα **Αντικύθηρα**, η νησιωτική τους αλυσίδα, που περιλαμβάνει ακόμα την Ελαφώνησο και κάποιες μικρές, ακατοίκητες νησίδες, αποτελεί μία από τις πιο ενδιαφέρουσες περιοχές της Ελλάδος από χλωριδικής και φυτογεωγραφικής απόψεως

(Tzanoudakis et. al. 1998). Η στενότερη χλωριδική σχέση των Κυθήρων με την Πελοπόννησο, παρά με την Κρήτη, υποστηρίζεται τόσο από τη γεωλογική ιστορία της περιοχής (τα Κύθηρα παρέμειναν ενωμένα με την Πελοπόννησο για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όπως αναφέρθηκε στο υποκεφάλαιο 1.8.3), από τον ενδημισμό (υποκεφάλαιο 1.8.4.4), αλλά από τον υπολογισμό του δείκτη Jaccard (*i*) (Strid 1996), με τη βοήθεια του οποίου μπορούν να συγκριθούν οι χλωρίδες δύο περιοχών:

$$i = \frac{C \times 100}{A \times B}$$

όπου *A* είναι ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν μόνο στην πρώτη από τις δύο περιοχές, *B* είναι ο αριθμός των ειδών που υπάρχει μόνο στη δεύτερη περιοχή και *C* είναι ο αριθμός των ειδών που μοιράζονται και οι δύο περιοχές. Ο Strid (1996) θεωρεί ότι για τη σύγκριση αυτή μεταξύ νησιών, ο συγκεκριμένος δείκτης έχει μεγαλύτερη βιολογική σημασία από τους κοινώς χρησιμοποιούμενους δείκτες του Simpson και του Sørensen. Η τιμή του δείκτη *i* για τη σχέση Κυθήρων – Πελοποννήσου είναι 3,98, ενώ για τη σχέση Κυθήρων – Κρήτης είναι 1,20 (Εικόνα 1.11), το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει μεγαλύτερη χλωριδική ομοιότητα μεταξύ Κυθήρων και Πελοποννήσου. Όμως ο Rechinger (1967), που εξέτασε τη φυτογεωγραφική θέση των Κυθήρων και των Αντικυθήρων βάσει των ειδών με σχετικώς στενότερη εξάπλωση, διαπίστωσε ότι η χλωρίδα τους χαρακτηρίζεται από είδη κοινά τόσο με την Πελοπόννησο, τα οποία έχουν συγγενικά τους στις δυτικές περιοχές, όσο και από σχεδόν ισάριθμα είδη, που δείχνουν σχέσεις με την Κρήτη αλλά και με ανατολικότερες περιοχές. Δηλαδή, τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα φυτογεωγραφικώς αποτελούν το δυτικό τμήμα της νησιωτικής αλυσίδας του Νοτίου Αιγαίου και μαζί το νότιο τμήμα του δυτικού Αιγαίου: πρόκειται για μια διπλή φυτογεωγραφική θέση, ανάλογη με αυτήν της Ρόδου.

Η φυτογεωγραφική θέση της Καρπάθου εξετάζεται από τον Raus (1991), ο οποίος συμπεραίνει ότι συνδέονται περισσότερο με τη δύση απ' ό,τι με την ανατολή, συνεπώς το σύμπλεγμα των νησιών της ανήκει φυτογεωγραφικώς στην Ευρώπη και όχι στην Ασία. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνουν και οι τιμές του δείκτη Jaccard (*i*) (Strid 1996), που είναι 4,44 για τη σύγκριση Καρπάθου – Κρήτης και 2,62 για τη σύγκριση Καρπάθου – Ρόδου (Εικόνα 1.11). Τόσο η Flora Europaea, βασισμένη στα δεδομένα του Rechinger, όσο και νεότερες εμπειριστατωμένες μελέτες, όπως αυτές των Turland et al. (1993) και των Jahn & Schönfelder (1995), αλλά και η Flora Hellenica, αναγνωρίζουν και εξετάζουν την Κρήτη και το σύμπλεγμα νησιών της Καρπάθου ως μια ξεχωριστή φυτογεωγραφική ενότητα. Το συμπέρασμα αυτό ενισχύεται με μια σύγκριση των χλωρίδων της Κρήτης, της Καρπάθου και της Ρόδου με τη χρήση στοιχείων από τη βάση δεδομένων της Flora d: από ένα σύνολο 170 ειδών της Καρπάθου, 92 υπάρχουν στην Κρήτη αλλά όχι στη Ρόδο, 33 μόνο υπάρχουν στη Ρόδο αλλά όχι στην Κρήτη, και τα υπόλοιπα απουσιάζουν και από τα δύο αυτά νησιά.

Άρα, η χρησιμοποίηση του δείκτη Jaccard (*i*) επιβεβαιώνει τη μία πλευρά της διπλής χλωριδικής σχέσης που κατέχουν, σύμφωνα με τον Rechinger, τα Κύθηρα και η Ρόδος.

Σύμφωνα με τη βάση δεδομένων της **Flora Hellenica** (Strid 1996), η Πελοπόννησος με τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα, οι Κυκλάδες, το σύμπλεγμα Κρήτης – Καρπάθου και τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου (ΕΑε), περιλαμβάνουν συνολικά 3.575 είδη. Από αυτά, 999 είναι είδη «ευρείας εξάπλωσης», υπάρχουν δηλαδή και στις τέσσερις αυτές περιοχές. Τα είδη «στενής εξάπλωσης», δηλαδή αυτά που υπάρχουν μόνο σε μία εκ των τεσσάρων αυτών περιοχών και εξαπλώνονται στις γειτονικές αυτής περιοχές, τα οποία έχουν και μεγαλύτερη φυτογεωγραφική σημασία και αποτελούν μέτρο της «μοναδικότητας» της χλωρίδας της εκάστοτε περιοχής, είναι 1.504 για την περιοχή της Πελοποννήσου (60,1% της συνολικής της χλωρίδας), 521 για τις Κυκλάδες (34,3% της συνολικής τους χλωρίδας), 799 για την Κρήτη, την Κάρπαθο και τα μικρότερα νησιά του συμπλέγματος (44,4% της συνολικής χλωρίδας τους) και 1.201 για τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου (54,6% της συνολικής χλωρίδας τους).

Το χαμηλό ποσοστό ειδών «στενής εξάπλωσης» που εμφανίζουν οι Κυκλάδες ήταν αναμενόμενο, λόγω της σχετικά φτωχής συνολικής χλωρίδας τους. Παράλληλα όμως, αξιοσημείωτο είναι ότι το σύμπλεγμα Κρήτης – Καρπάθου, μια περιοχή που χαρακτηρίζεται από το σχετικά μεγάλο αριθμό ενδημικών ειδών, δεν εμφανίζει παρά λίγο υψηλότερο ποσοστό ειδών στενής εξάπλωσης από τις Κυκλάδες. Το γεγονός αυτό οφείλεται προφανώς στο αντιστάθμισμα του ενδημικού στοιχείου από μεγάλο αριθμό ειδών ευρείας εξάπλωσης, που απαντώνται στα χαμηλά κυρίως υψόμετρα.

Η Πελοπόννησος εμφανίζει σημαντικά υψηλότερο ποσοστό ειδών «στενής εξάπλωσης». Τα περισσότερα από τα «ηπειρωτικά» της είδη υπάρχουν επίσης πιο βόρεια στην Ελλάδα και τη Βαλκανική χερσόνησο. Δεν εξαπλώνονται όμως στην περιοχή του Αιγαίου, καθώς πολλά από αυτά είναι είδη των ορεινών όγκων ή των δασών.

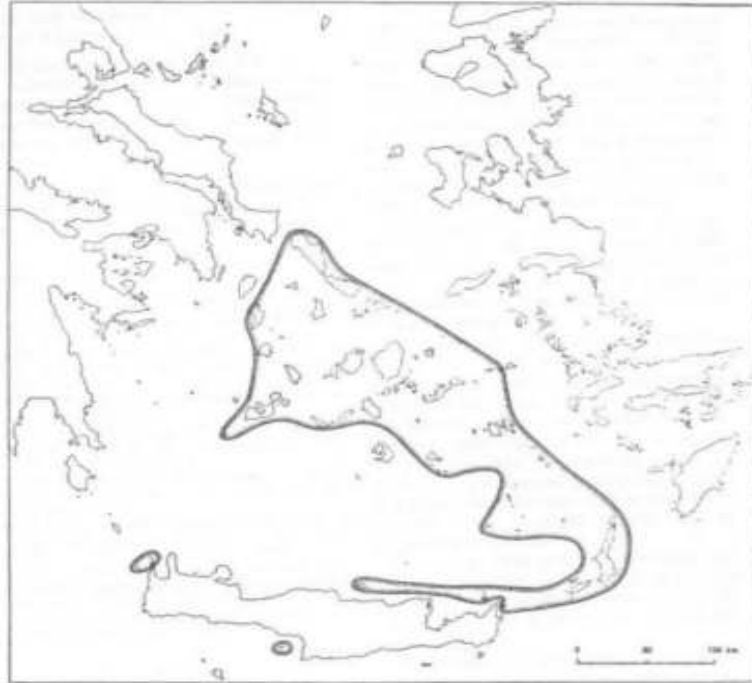
Όσον αφορά στο **Ανατολικό Αιγαίο**, το υψηλό ποσοστό ειδών «στενής εξάπλωσης» που παρατηρείται, αποδίδεται στην ισχυρή εκπροσώπηση του **ανατολικού στοιχείου**, το οποίο δεν υπερβαίνει τη «γγραμμή του Rechinger». Παράλληλα, η ύπαρξη της «γγραμμής» αυτής υποστηρίζεται και από το επίσης υψηλό ποσοστό (22,4%) ειδών που υπάρχουν μόνο στο Ανατολικό Αιγαίο και σε καμία άλλη από τις τρεις περιοχές. (Το στοιχείο αυτό αποτελεί επίσης πολύ σημαντικό μέτρο της «μοναδικότητας» της χλωρίδας μιας περιοχής).



Εικόνα 1.14: Η κατανομή του χλωριδικού στοιχείου των γκρεμίων στο Αιγαίο. Διαγραμμισμένες είναι οι πολύ πλούσιες σε χασμόφυτα περιοχές.

β) Όσον αφορά στη χλωρίδα των ακτών: Στη βλάστηση των βραχιδών ακτών μπορούν να διακριθούν δύο ζώνες, μία παράκτια, που αποτελείται από πραγματικά αλόφυτα, και μία υπερπαράκτια, η οποία δε βρέχεται από τη θάλασσα, ακόμη και κατά τη διάρκεια θυελλών. Τα αλόφυτα της παράκτιας ζώνης είναι κυρίως μεσογειακά είδη ευρείας εξάπλωσης, που απαντώνται σε όλες τις βραχώδεις ακτές του Αιγαίου, όπως τα *Silene sedoides*, *Lotus creticus*, *Frankenia hirsute* και *Limonium* sp. Η υπερπαράκτια ζώνη κανονικά καταλαμβάνεται από φρυγανική βλάστηση, φτωχή σε είδη. Σε ορισμένα όμως μικρά νησιά, απαντάται μια ιδιαίτερη χλωρίδα στην υπερπαράκτια ζώνη: κάποια από τα είδη της περιορίζονται μόνο στα νησιά αυτά και άλλα είδη βρίσκονται κυρίως σε τέτοια νησιά, αλλά έχουν βρεθεί να φύονται ευκαιριακά και στις ακτές μεγαλύτερων νησιών. Οι περιοχές κατανομής του υπερπαράκτιου στοιχείου συνολικά, η μεμονωμένη εμφάνιση δυτικομεσογειακών ειδών και η ισχυρή τοπική διαφοροποίηση πολλών ειδών δίνουν την εντύπωση ότι τα μικρά νησιά αποτέλεσαν καταφύγια για τα τελευταία υπολείμματα της χλωρίδας της περιοχής γύρω από την Κρήτη κατά το Πλειόκαινο, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τη σημερινή παρατηρούμενη φυτογεωγραφική σύνδεση (Εικόνα 1.15). Όσον αφορά στη χλωρίδα των αμμωδών ακτών, αυτή αποτελείται σχεδόν μόνο από είδη που εμφανίζουν ευρεία εξάπλωση στη Μεσόγειο

και ορισμένες φορές στη δυτική Ευρώπη. Εξαιρεση αποτελεί η *Silene sartorii*, ενδημικό είδος του Αιγαίου. Από τα λίγα είδη της νοτίου Μεσογείου που υπάρχουν στην Κρήτη, μόνο το *Hyoseris lucida* φτάνει ως το κεντρικό Αιγαίο.

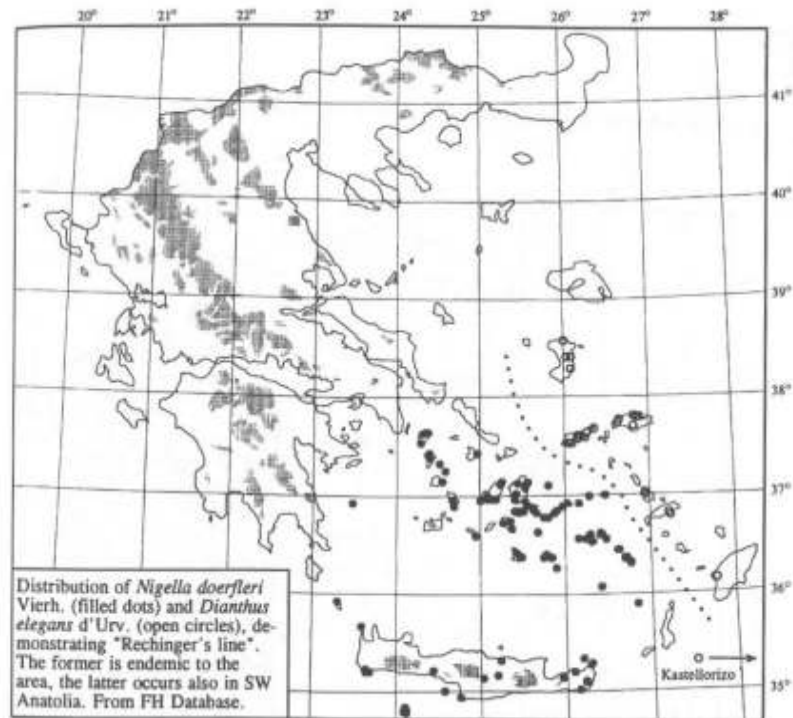


Εικόνα 1.15: Το υπερπαράκτιο στοιχείο της χλωρίδας συνδέει φυτογεωγραφικά το Κεντρικό και το Νότιο Αιγαίο (Runemark 1971).

Στη φυτογεωγραφική του μελέτη για το Νότιο Αιγαίο, ο Greuter (1971) επισημαίνει ότι και το κεντρικό τμήμα του Τόξου, δηλαδή το σύμπλεγμα της Καρπάθου, η Κρήτη και τα Αντικύθηρα έχουν διπλό χλωριδικό / φυτογεωγραφικό ρόλο, όπως τα Κύθηρα και η Ρόδος. Συγκεκριμένα, ανήκουν στο Τόξο, αλλά παράλληλα ομαδοποιούνται με τις Κυκλάδες και μαζί ανήκουν στην περιοχή του Αιγαίου που θεωρείται απομακρυσμένη από τη χέρσο. Έτσι, τα Αντικύθηρα, η Κρήτη, η Κάσος, η Κάρπαθος, η Σαρία, και οι Κυκλάδες ονομάζονται από τον Greuter (1971) **«Καρδιά του Αιγαίου»** (γερμανικά «Kardägäis», αγγλικά «Cardaegean») (Εικόνα 1.18), για να διακρίνεται από το «Κεντρικό Αιγαίο», με το οποίο νοούνται οι Κυκλάδες. Τα Αντικύθηρα συμπεριλήφθησαν στην «Καρδιά του Αιγαίου» κυρίως βάσει της γεωγραφικής κατανομής της *Nigella doerfleri* Vierh. (Εικόνα 1.16). Πρόσφατη μοριακή ανάλυση για τη *Nigella* s.l. του Αιγαίου, από τους Bittkau & Comes (2009) ανέτρεψε αρκετά από τα συμπεράσματα των κατανομών των ειδών βάσει μορφολογικών αναλύσεων. Η περιοχή της «Καρδιάς του Αιγαίου» χαρακτηρίζεται κυρίως από την απουσία ειδών που εξαπλώθηκαν κατά το Πλειστόκαινο, από μικρούς αριθμούς ειδών και από μεγάλο ποσοστό ανθρωπόχρων ειδών, παράλληλα με το εξίσου σημαντικό υπολειμματικό στοιχείο (Greuter et al. 1983).

Στη συνέχεια, ο ίδιος ο Greuter (1971) χώρισε την «Καρδιά του Αιγαίου» σε φυτογεωγραφικές υποπεριοχές (Εικόνα 1.19), βασιζόμενος στις χλωριδικές σχέσεις μεταξύ των νησιών των επιμέρους συμπλεγμάτων. Στην Κρήτη μόνο διέκρινε τέσσερις υποπεριοχές – φυτογεωγραφικές ενότητες, που αντιστοιχούν στους βασικούς όγκους του νησιού, κάτι που ήδη είχαν προτείνει οι Rikli & Rübel (1923): τη δυτική, με τα Λευκά Όρη (L), την κεντρική, με την Ίδη και πολυάριθμους άλλους χαμηλότερους ορεινούς όγκους (Ida), την περιοχή της Δίκτης (D) και τη χερσόνησο της Σητείας (S). Είναι προφανές ότι οι Κυκλάδες (Κ) αποτελούν μια ξεχωριστή υποπεριοχή. Δύο ξεχωριστές περιοχές είναι και οι ομάδες Ρόδου – Χάλκης – Σύμης – Τήλου (Rh) και Καρπάθου – Κάσου – Σαρίας (Κρ). Όσον αφορά τα Κύθηρα (Κy) και τα Αντικύθηρα (Ακ), είναι καλύτερο να θεωρούνται ως ξεχωριστές υποπεριοχές.

Στο Παράρτημα Ι παρατίθενται στοιχεία για τη βλάστηση των νησιών της περιοχής μελέτης.



Εικόνα 1.16: Η γεωγραφική κατανομή της *Nigella doerfleri* (μαύροι κύκλοι), που είναι ενδημικό είδος της περιοχής, και του *Dianthus elegans* (λευκοί κύκλοι), που φύεται και στη ΝΔ Ανατολία. Οι κατανομές των ειδών αυτών δείχνουν χαρακτηριστικά τη «γραμμή του Rechinger», που αποτελεί το φυτογεωγραφικό σύνορο ανάμεσα στην Ευρώπη και την Ασία.

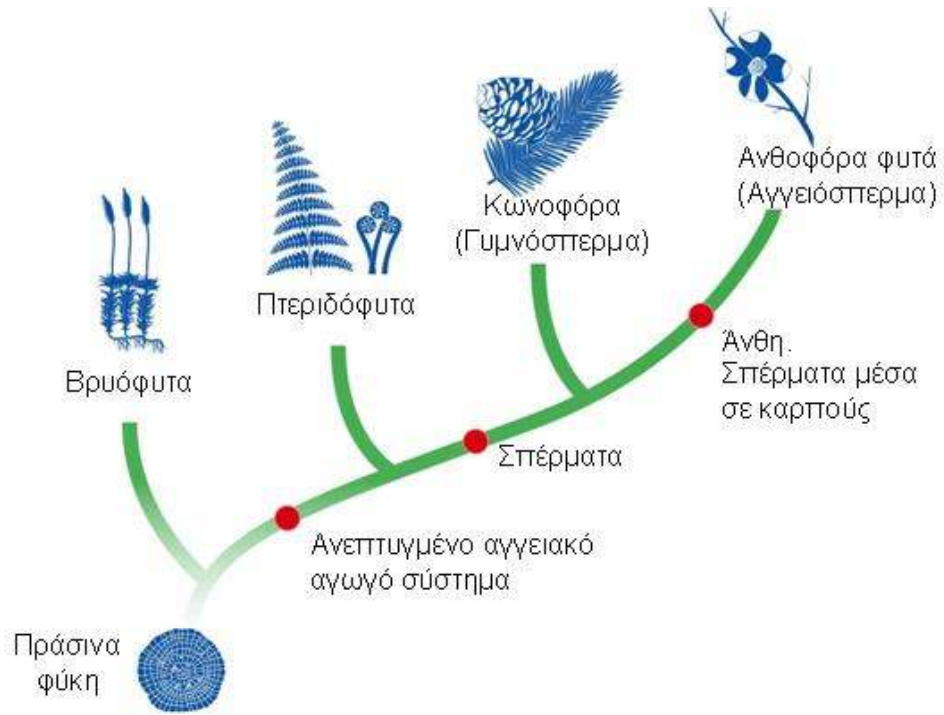
1.9 Αγγειακά φυτικά είδη

Η φυτογεωγραφική ανάλυση της παρούσας διατριβής αναφέρεται στα αγγειακά φυτά των νησιών της περιοχής μελέτης. Τα **αγγειακά φυτά** ονομάζονται και τραχεόφυτα (τραχειόφυτα ή αγγειόφυτα) ή ανώτερα φυτά (Tracheophyta, Tracheobionta) (Εικόνα 1.17). Θεωρούνται Υποβασίλειο, καθώς αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα φυτικών οργανισμών. Έχουν ανεπτυγμένο τραχειακό αγωγό σύστημα. Οι αγωγοί ιστοί αποτελούνται από το ξύλο (ξύλωμα) και τον ηθμό (φλοιώμα), τα οποία συγκροτούν τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, και μεταφέρουν νερό και ανόργανα ή οργανικά συστατικά στα φυτικά όργανα. Πιο συγκεκριμένα, το ξύλο μεταφέρει νερό και ανόργανα θρεπτικά συστατικά από τη ρίζα προς τα φύλλα. Ο ηθμός μεταφέρει οργανικές ενώσεις από τα σημεία παραγωγής ή αποταμίευσης στα σημεία κατανάλωσης.

Στα αγγειακά φυτά ανήκουν τα Αθροίσματα **Pteridophyta και Spermaphyta**. Τα Πτεριδόφυτα, που ονομάζονται και Αγγειοκρουπτόγαμα, δεν παράγουν άνθη, και βέβαια ούτε καρπούς και σπέρματα. Ο πολλαπλασιασμός τους γίνεται με σπόρια, τα οποία σχηματίζονται σε σποριόγγεια στην οπίσθια επιφάνεια των φύλλων του σποριοφύτου. Στην εναλλαγή γενεών το διπλοειδές σποριόφυτο είναι ισχυρώς ανεπτυγμένο, και διακρίνεται σε ρίζα, βλαστό και φύλλα, με εξαίρεση τις πρωτόγονες μορφές Πτεριδοφύτων.

Τα Σπερματόφυτα ή Φανερόγαμα παράγουν σπέρματα, τα οποία αποτελούν την «ξηρή», και συνεπώς ανθεκτική, εμβρυακή μορφή της σποριοφυτικής φάσης τους, που προκύπτει από τη γονιμοποίηση και διαφοροποίηση της σπερματοβλάστης (δηλαδή του μακρογαμετόφυτου). Το σπέρμα είναι δυνατόν είτε να περιβάλλεται από περικάρπιο (που προέρχεται από τη διαφοροποίηση των τοιχωμάτων της ωοθήκης), όπως στα αγγειόσπερμα, είτε όχι, όπως στα γυμνόσπερμα.

Σύμφωνα με τις νέες απόψεις για τις φυλογενετικές σχέσεις των Σπερματοφύτων, αυτά διακρίνονται στα εξής αθροίσματα: Cycadophyta, Ginkophyta, που δεν υπάρχουν στην περιοχή μελέτης, Gnetophyta, από τα οποία στην περιοχή μελέτης υπάρχουν είδη του γένους *Ephedra* (Τάξη Ephedrales), Coniferophyta, όπου περιλαμβάνονται τα κωνοφόρα, και Magnoliophyta, δηλαδή τα Αγγειόσπερμα, όπου ανήκουν οι Κλάσεις Magnoliopsida (δικότυλα) και Liliopsida (μονοκότυλα) (ενδεικτικά: Σαρχής 1999).



Εικόνα 1.17: Απλουστευμένο σχήμα, που παρουσιάζει την εξέλιξη των φυτικών οργανισμών. Αγγειακά ονομάζονται τα φυτά που έχουν ανεπτυγμένο αγγειακό αγωγό σύστημα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Έκταση νησιών

Το Αμμούι, ένα μικρονήσι της Καρπάθου, αποτέλεσε το πρώτο μικρονήσι της Μεσογείου, για το οποίο δημοσιεύτηκε ξεχωριστή καταγραφή της χλωρίδας από τους Major & Barbey το 1895 (Greuter 1995).

Η έκταση και ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών στα νησιά της περιοχής μελέτης αποτελούν βασικές παραμέτρους για τις φυτογεωγραφικές αναλύσεις που θα ακολουθήσουν.

Ως τιμή της έκτασης χρησιμοποιήθηκε η **συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνει κάθε νησί στο επίπεδο, σε τετραγωνικά χιλιόμετρα (km²)**. Πηγή των εκτάσεων των νησιών ήταν οι ψηφιακοί χάρτες κλίμακας της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Για τη μελέτη τους χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ESRI ArcGIS Desktop (Redlands, California, USA). Έξι νησίδες (Αφάτη, Χαλιιάς, Προνί και Γαϊδουρονήσι Καρπάθου, Τρεις Πέτρες και Φύρα Κάσου) δεν έχουν αποτυπωθεί στους χάρτες αυτούς και η έκτασή τους προέρχεται από την αντίστοιχη βιβλιογραφία της χλωρίδας.

2.2 Συγκέντρωση των χλωριδικών δεδομένων: διαθεσιμότητα και πληρότητα

Οι εργασίες από τις οποίες προέρχονται τα δεδομένα για τη χλωρίδα των νησιών είναι 67 (Παράρτημα, Πίνακας Π.1). Πρόκειται για δημοσιεύσεις σε βοτανικά περιοδικά, διδακτορικές διατριβές, χλωριδικούς καταλόγους και βιβλία, που **καλύπτουν τα τελευταία 40 περίπου χρόνια χλωριδικών συλλογών και καταγραφών σε 197 μεγάλα και μικρά νησιά της περιοχής μελέτης**. Οι περισσότερες από τις εργασίες αυτές έχουν δημοσιευτεί κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Γράφημα 2.1) και αναφέρονται στο σύνολο της αγγειακής χλωρίδας των νησιών αυτών. Για ορισμένα από αυτά όμως υπήρξαν και πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις που πρόσθεσαν νέα στοιχεία, τα οποία επίσης έχουν συμπεριληφθεί στα δεδομένα.

Οι πρωτότυπες δημοσιεύσεις σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά και βιβλία, οι διδακτορικές διατριβές και οι χλωριδικοί κατάλογοι αποτελούν γενικά αποδεκτές πηγές επιστημονικής πληροφoρίας για την ελληνική χλωρίδα. **Η συγκέντρωση και επεξεργασία των πρωτογενών αυτών χλωριδικών στοιχείων για τα νησιά από τις 67 εργασίες ήταν απαραίτητη**, διότι μέχρι

στιγμής δεν υπάρχει κάποιο πλήρες έργο ή βάση δεδομένων από όπου θα μπορούσαν να αντληθούν απευθείας τα χλωριδικά στοιχεία που μας ενδιαφέρουν στην παρούσα διατριβή. Πράγματι, δεν έχει ολοκληρωθεί το έργο της *Flora Hellenica*, που καταγράφει συστηματικά όλες τις αναφορές για την ελληνική χλωρίδα, από τη βιβλιογραφία και από συλλογές, διαχειρίζεται το πλήθος των πληροφοριών μέσω συστήματος βάσεων δεδομένων, και δημιουργεί χάρτες εξάπλωσης (dot maps) για όλα σχεδόν τα τάξα της ελληνικής χλωρίδας. Επίσης, δεν υπάρχει κάποια άλλη ολοκληρωμένη συγγραφική εργασία ή βάση δεδομένων που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τους σκοπούς της παρούσας διατριβής. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά οι πιο σημαντικές γνωστές εργασίες και βάσεις δεδομένων:

- Η *Flora Europaea*, αν και πλήρης, δεν περιέχει λεπτομερή στοιχεία για τη γεωγραφική κατανομή των ειδών στα νησιά, και, όπως και η –ούτως ή άλλως- μη ολοκληρωμένη σειρά *Atlas Florae Europaeae* (*Χλωριδικός Άτλας της Ευρώπης*) δεν περιλαμβάνει το Ανατολικό Αιγαίο, το οποίο καλύπτεται από τη *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*.

- Το δίτομο *Mountain Flora of Greece* (Strid 1986, Strid & Tan 1991) περιλαμβάνει μόνο τις περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο από 1.400m.

- Ο χλωριδικός κατάλογος των χωρών της Μεσογείου, *MedChecklist*, με γεωγραφική κατανομή των ειδών ανά χώρα, που δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί.

- Η παλαιότερη βάση με είδη της ελληνικής χλωρίδας, αυτή της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN), που έχει ενσωματωθεί στη βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC) του Περιβαλλοντικού Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών (UNEP), εμπλουτίζεται συνεχώς.

- Η «*Τράπεζα δεδομένων για το ελληνικό φυσικό περιβάλλον ΦΙΛΟΤΗΣ*» δημιουργήθηκε από ομάδα επιστημόνων του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) και με τη συνεργασία άλλων ειδικών επιστημόνων στα πλαίσια των εξής ερευνητικών δραστηριοτήτων: α) του ευρωπαϊκού προγράμματος **CORINE-Biotopes** (1986-1996), β) του προγράμματος βιοτόπων **NATURA 2000**, με στοιχεία του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων-Υγροτόπων, γ) του προγράμματος «**Οριοθέτηση και καθορισμός μέτρων προστασίας τοπίων ιδιαίτερου φυσικού κάλλους**» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (1996-1999), και δ) οκτώ διπλωματικών εργασιών που εκπονήθηκαν στο Ε.Μ.Π. Στη βάση αυτή έχει καταγραφεί το σύνολο σχεδόν των ανώτερων φυτών της Ελλάδας (5.596 είδη και υποείδη). Δεν ήταν όμως δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως πηγή δεδομένων για τις φυτογεωγραφικές αναλύσεις της παρούσας διατριβής, επειδή αναφέρει επιγραμματικά μόνο την παγκόσμια γεωγραφική εξάπλωση των ειδών.

- Η βάση δεδομένων «**ΧΛΩΡΙΣ**» δημιουργήθηκε από τον Κ. Γεωργίου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, σε συνεργασία με την ερευνητική του ομάδα στα πλαίσια Προγράμματος Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (Π.ΕΝ.Ε.Δ). Περιλαμβάνει τα

ενδημικά, υποενδημικά, σπάνια, απειλούμενα και προστατευόμενα είδη της Ελληνικής χλωρίδας. Άρχισε να δημιουργείται το 1990 και βρίσκεται υπό συνεχή επικαιροποίηση.

Μόνο η εργασία για χλωρίδα της **Πάτμου** είναι αδημοσίευτη (Møller 1994¹⁰). Η συγγραφέας Kirsten Bruhn Møller, από το Ινστιτούτο Βοτανικής του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης, μετά από προσωπική επικοινωνία, απέστειλε την εργασία για να χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα στις αναλύσεις της διατριβής.

Αδημοσίευτα είναι και τα δεδομένα της χλωρίδας της **Μήλου**, όπως θα αναφερθεί αναλυτικά στη συνέχεια.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παλαιότερα στοιχεία από τη *Flora Aegaea* και τη *Phytogeographia Aegaea*, και τις βιβλιογραφικές αναφορές, τα στοιχεία των οποίων χρησιμοποιήθηκαν, θεωρείται ότι τα νησιά που συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα διατριβή είναι αρκετά καλά μελετημένα ως προς τη χλωρίδα, έτσι ώστε να μπορούν ασφαλώς να χρησιμοποιηθούν στη φυτογεωγραφική ανάλυση. Φυσικά, το κατά πόσον μια χλωριδική μελέτη είναι ολοκληρωμένη και κατά το δυνατόν πλήρης εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως είναι η μέθοδος καταγραφής και δειγματοληψίας, τα χρονικά διαστήματα και οι εποχές πραγματοποίησής τους, η δειγματοληπτική προσπάθεια και η πείρα των μελετητών. Σε κάθε περίπτωση, οι εργασίες που χρησιμοποιήθηκαν θεωρούνται αποδεκτές, και συμπεριλαμβάνονται στο γενικό κατάλογο βιβλιογραφικών αναφορών της *Flora Hellenica* (Strid 2006).

Η γενική εικόνα που υπάρχει άλλωστε για τη χλωρίδα των ελληνικών νησιών, είναι ότι αυτή (η χλωρίδα) είναι καλά μελετημένη: το 1995 ο Greuter ανέφερε ότι σύμφωνα με την αποτίμηση εκτεταμένων συλλογών, δημοσιευμένων τοπικών χλωριδών και χλωριδικών μελετών εν εξελίξει, αποτίμηση που ο ίδιος είχε κάνει ήδη στα μέσα της δεκαετίας του 1970 (Greuter 1975a), τα ελληνικά νησιά είναι σε γενικές γραμμές καλύτερα μελετημένα από την ηπειρωτική Ελλάδα. Παράλληλα, οι Tzanoudakis & Panitsa (1995), συνεχίζοντας προηγούμενες συγκεντρωτικές αναφορές των εργασιών για τη χλωρίδα των νησιών (Greuter 1975a, Phitos 1975, Economidou 1976), που είχαν συνταχθεί κατά τη δεκαετία του 1970, θεωρούν ότι οι μέχρι σήμερα χλωριδικές δημοσιεύσεις μοιράζονται σχεδόν εξίσου ανάμεσα στην ηπειρωτική και τη νησιωτική Ελλάδα.

Όσον αφορά στη χλωρίδα των μικρών νησιών του Αιγαίου, στο χρονικό διάστημα μεταξύ των δύο παγκοσμίων πολέμων έγιναν καταγραφές σε πολλά από αυτά από τον Rechinger. Στοιχεία για τις χλωρίδες αυτές έχει συμπεριλάβει στη *Phytogeographia Aegaea* (1951). Ο Greuter (1995) επισημαίνει ότι μέχρι προσφάτως, οι μελέτες των χλωριδών των μικρών νησιών της Μεσογείου θα μπορούσαν να θεωρηθούν ελλιπείς, διότι οι μελετητές πραγματοποιούσαν μόνο μία ή λίγες επισκέψεις σε συγκεκριμένη εποχή του έτους. Τελικά όμως **οι χλωρίδες των μικρών νησιών προσέλκυσαν το ενδιαφέρον**, ίσως λόγω της ανακάλυψης κάποιων ειδών ενδημικών σε μία και

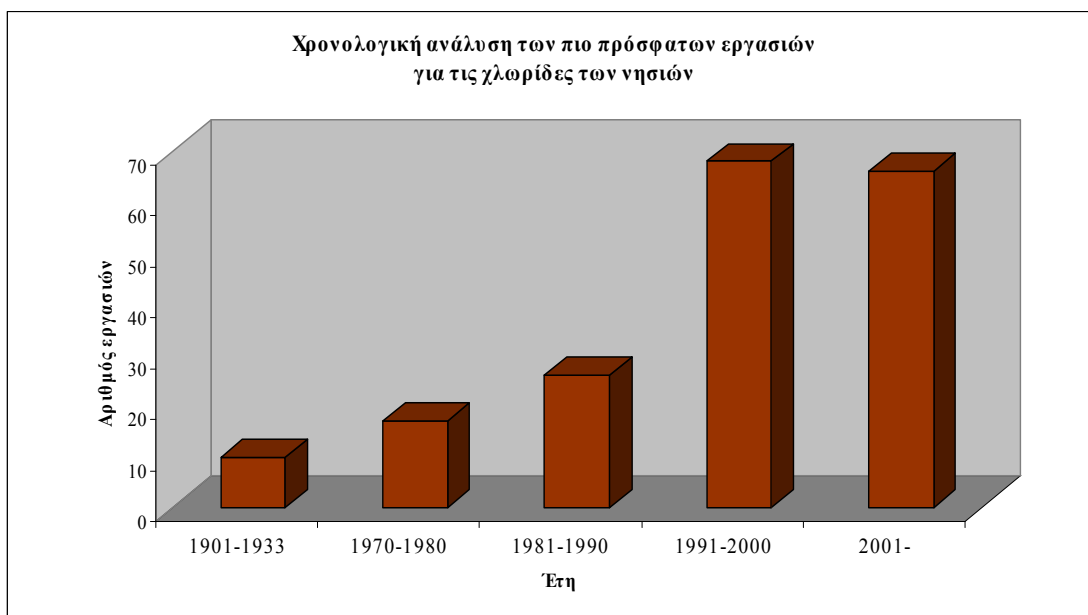
¹⁰ Το έτος αφορά στην ολοκλήρωση της εργασίας και όχι στη δημοσίευσή της.

μόνο από τις νησίδες αυτές (single-islet endemics). Ακόμη μεγαλύτερο ενδιαφέρον είχε η ανακάλυψη των τάξων που είναι εξειδικευμένα των μικρών νησιών και φύονται αποκλειστικά σε αυτά, χωρίς να είναι ενδημικά ενός και μόνο τέτοιου νησιού (islet specialists).

Ο σχετικά μικρός αριθμός εργασιών της περιόδου 1901-1933 (Γράφημα 2.1) αφορά σε νησιά των Δυτικών Κυκλάδων (Ανδρος, Κέα, Κίμωλος, Κύθνος, Σίφνος, Τήνος) και ακόμη στη Μύκονο, τη Δήλο, τη Ρηνεία και στην Αστυπάλαια, που επίσης ανήκουν στις Κυκλάδες. Στις εργασίες αυτές καταγράφεται μικρός αριθμός ειδών, και συνεπώς δεν ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στη φυτογεωγραφική ανάλυση, διότι **ο αριθμός των φυτικών ειδών των νησιών που συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση πρέπει κατά το δυνατόν να προσεγγίζει την πραγματικότητα, έτσι ώστε και τα αποτελέσματα να αντικατοπτρίζουν την πραγματική φυτογεωγραφική εικόνα της περιοχής.** Αλλά και η *“Flora Aegaea”* (1943), που έπεται των εργασιών αυτών, δεν αποτελεί ολοκληρωμένη καταγραφή: ο ίδιος ο Rechinget (1967) επισημαίνει ότι λόγω της εσπευσμένης ολοκλήρωσης του έργου εξαιτίας των γεγονότων του πολέμου, η βοτανική έρευνα πολλών επιμέρους περιοχών του Αιγαίου δεν προχώρησε.

Το έλλειμμα δεδομένων που διαπιστώθηκε για τις Κυκλάδες είναι το μεγαλύτερο, σε σχέση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία για το Ανατολικό και το Νότιο Αιγαίο.

Ελλιπή ή καθόλου, δημοσιευμένα τουλάχιστον, δεδομένα υπάρχουν επίσης για μικρότερα νησιά των Κυκλάδων, αλλά και για ορισμένες νησίδες που βρίσκονται κοντά στη Ρόδο και στην Κρήτη. Μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου, που δε συμπεριελήφθησαν στην ανάλυση λόγω ελλειπών δεδομένων, είναι η Γαυδοπούλα, η Δία, η Αλιμιιά και τα γειτονικά μικρονήσια της Ρόδου. Οι Bergmeier et al. (1997), μελέτησαν τη χλωρίδα και τη βλάστηση της Γαύδου από το 1994 έως το 1997, αλλά καιρού μη επιτρέποντος δεν μπόρεσαν να επισκεφτούν τη Γαυδοπούλα, 8 km βορειοδυτικά της Γαύδου. Οι ίδιοι ανέφεραν ότι προφανώς το νησί αυτό δεν έχει επισκεφτεί βοτανικός μετά τον φυσιοδίφη Prospero Alpini, το 1584, που πραγματοποίησε την πρώτη συλλογή δειγμάτων τόσο στη Γαυδοπούλα, όσο και στη Γαύδο. Κάποια από τα είδη της Δίας και της Γαυδοπούλας έχουν καταγραφεί στα πλαίσια της υποψηφιότητάς τους για ένταξη στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο NATURA 2000. Επίσης, ορισμένα είδη των δύο αυτών νησιών αναφέρονται και από τους Jahn & Schönfelder (1995), πλην όμως μέχρι σήμερα δεν έχει δημοσιευτεί πλήρης χλωριδικός κατάλογος. Όσον αφορά στα μικρονήσια της Κρήτης Θεοδωρού, Ελάσσα και Παξιμάδια, που βρίσκονται απέναντι από τη ΒΔ, τη ΒΑ και τη Ν πλευρά του νησιού αντίστοιχα, αλλά και το Ποντικονήσι, που βρίσκεται δυτικά των Γραμβουσών, μεταξύ Κρήτης και Αντικυθήρων, τα χλωριδικά δεδομένα είναι επίσης προς δημοσίευση (Tzanoudakis & Panitsa 1995, Tzanoudakis & Kypriotakis 1993).



Γράφημα 2.1: Στο ιστόγραμμα αυτό παρουσιάζεται ο αριθμός των χλωριδικών εργασιών που αφορούν σε νησιά της περιοχής μελέτης από τις αρχές του 20ού αιώνα μέχρι σήμερα. Ο μεγαλύτερος αριθμός εργασιών δημοσιεύτηκε τις τελευταίες δύο δεκαετίες.

α) Κεντρικό Αιγαίο:

Από δύο χλωριδικές και φυτογεωγραφικές εργασίες των Snogerup & Snogerup (1987, 2004) προέρχονται τα δεδομένα για έξι **συνολικά νησίδες που βρίσκονται κοντά στη δυτική και στην ανατολική και ακτή της Άνδρου**. Οι νησίδες αυτές είναι οι **Ακραμάτης, Θεοτόκος, Μακεδόνα, Πλάτη, Στακάλα, Τουρλίτης και Χελάνδρου**.

Η χλωρίδα και η βλάστηση της **Γυάρου** και των δύο γειτονικών βραχονησίδων **Σουρλί** και **Κριός** περιγράφηκαν από τον Tzanoudakis (1981).

Ο Σαρχής (1994) παρουσίασε τη χλωρίδα της **Σύρου**, δίνοντας επίσης σημαντικές πληροφορίες για τη χωρολογική σύνθεσή της και τη γεωγραφική εξάπλωση των ειδών στο νησί.

Για τον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών της **Σερίφου** συγκεντρώθηκαν και επεξεργάστηκαν τα δεδομένα της εργασίας του Μαλακατέ (1928), της *Flora Aegaea* (Rechinger 1943) και της συμπληρωματικής αυτής (Rechinger 1949), των δύο τόμων της *Flora Hellenica* (Strid & Tan 1997-2002) και της πιο πρόσφατης εργασίας των Livaniou-Tiniakou et al. (2003). Με το συνδυασμό όλων των παραπάνω στοιχείων θεωρείται ότι προσεγγίστηκε ρεαλιστικός αριθμός φυτικών ειδών για το συγκεκριμένο νησί.

Η **Πάρος**, η **Αντίπαρος** και τα κοντινά σε αυτές μικρονήσια **Γαϊδουρονήσι, Γλαροπούντα, Δεσποτικό, Διπλό, Παντιερονήσι, Πεταλίδα, Στρογγυλό, Τηγάνι, Τριονήσι, Τσιμινδίρι και Φιλιζι** εξετάστηκαν χλωριδικά στην εργασία του Raus (1996).

Ο Böhling ασχολήθηκε με τη χλωρίδα της **Νάξου** στη διδακτορική του διατριβή (1994) και σε δύο ακόμη εργασίες του (1995, 1997). Πλεονέκτημα των εργασιών αυτών είναι ότι ο συγγραφέας ανέπτυξε ένα σύστημα οικολογικών δεικτών για κάθε φυτικό είδος. Στο σύστημα αυτό θα γίνει εκτενέστερη αναφορά στη συνέχεια, στο κεφάλαιο της προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας.

Ο χλωριδικός κατάλογος της **Αμοργού** καταρτίστηκε από τον Kalheber (1996), μετά από επίσκεψή του στο νησί τον Απρίλιο του έτους 1994. Η Πανίτσα (1997) στη διδακτορική της διατριβή ασχολήθηκε με τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, αλλά περιέλαβε και δύο **βραχονησίδες, τη Δυτική και την Ανατολική Μαύρα**, που βρίσκονται μεταξύ των αμοργιανών νησίδων Κίναρος και Λέβιθα (ανατολικά της Αμοργού).

Ο Hansen (1971) κατέγραψε 463 είδη στη **Σαντορίνη**. Το 1978 ο Rackham ανέφερε 10 πρόσθετα είδη. Πιο ολοκληρωμένη είναι η χλωριδική λίστα του Raus (1991), στην οποία ο Biel (2005) προσέθεσε 11 νέες καταγραφές ειδών. Έτσι, ο αριθμός των φυτικών ειδών της Σαντορίνης, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι 566. Ο Hansen (1971) μελέτησε επίσης τη **Θηρασιά, την Παλαιά και τη Νέα Καημένη, καθώς και τις νησίδες Χριστιανή και Ασκανή**. Ειδικά για τη Νέα Καημένη ελήφθησαν υπόψη και οι εργασίες του Rackham (1978) και η ολοκληρωμένη εργασία του Raus (1986), που αναφέρεται αποκλειστικά στη νησίδα αυτή.

β) Ανατολικό Αιγαίο:

Για τον αριθμό των ειδών της **Σάμου** χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα εργασιών που πραγματοποιήθηκαν κατά τη δεκαετία του 1980 (Christodoulakis 1984, Χριστοδουλάκης 1986, Christodoulakis & Georgiadis 1990), καθώς και αυτής των Snogerup & Snogerup (1993), η οποία δημοσιεύτηκε ως συμπληρωματική των προηγούμενων και έλαβε υπόψη τις τότε νέες καταγραφές της *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Davis 1965-1988). Επίσης χρησιμοποιήθηκε η εργασία του Burton (1999), που επίσης παρουσίασε πρόσφατα στοιχεία, και ο ενημερωμένος χλωριδικός κατάλογος που συνέταξε ο Chilton (2005).

Οι **τρεις νησίδες Διαπόρεια, δηλαδή ο Άγιος Νικόλαος, το Μακρονήσι και το Πρασσονήσι**, βορειοανατολικά της Σάμου μελετήθηκαν από την Πανίτσα (1997) στη διδακτορική της διατριβή.

Η **Σαμιοπούλα**, ένα μικρό νησί περίπου 1.000 μέτρα μακριά από τη νότια ακτή της Σάμου, δεν εξετάστηκε χλωριδικά ούτε από τον Rechanger (1943), ούτε από τον Davis (1965-1988) και το κενό αυτό κάλυψε η εργασία του Christodoulakis (2000).

Δύο εργασίες του Christodoulakis (1996a, 1996b), παρουσίασαν τη χλωρίδα της **Ικαρίας**, καθώς και φυτογεωγραφικά στοιχεία, βάσει συλλογών του συγγραφέα και παλαιότερων καταγραφών από άλλους Βοτανικούς.

Οι Christodoulakis et al. (2001) βασίστηκαν σε συλλογές και παρατηρήσεις πεδίου και δημοσίευσαν τη χλωρίδα οκτώ από τις 17 νησίδες που αποτελούν το σύμπλεγμα των **Φούρνων**. Οι μεγαλύτερες νησίδες είναι οι **Φούρνοι και η Θύμαινα**. Τα υπόλοιπα μικρότερα μελετημένα νησιά είναι το **Αλατονήσι, η Κεσιριά, το Μακρονήσι, ο Μεγάλος Ανθρωποφάς, το Πλακάκι και το Στρογγυλό**. Η Κεσιριά είναι το μόνο από αυτά, για το οποίο υπάρχουν κάποιες αναφορές στη *Flora Aegaea* (Rechinger 1943).

Η Møller συνέλεξε δείγματα από την **Πάτμο** την άνοιξη του 1987 και του 1989 και στη μεταπτυχιακή της διατριβή παρουσίασε το χλωριδικό κατάλογο του νησιού (Møller 1994). Όπως προαναφέρθηκε, τα στοιχεία αυτά παραμένουν μέχρι στιγμής αδημοσίευτα. Η συγγραφέας θεωρεί ότι οι λόγοι για τους οποίους η χλωρίδα της Πάτμου δεν είχε μελετηθεί ως τότε είναι η μικρή έκταση του νησιού, η γεωγραφική ομοιογένεια, που περιορίζει τις πιθανότητες υψηλής ποικιλότητας ειδών, και η μακρόχρονη επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας, που προκαλεί υποβάθμιση της φυσικής βλάστησης. Στα πλαίσια όμως της κατάρτισης της *Flora Hellenica*, η μελέτη της χλωρίδας της Πάτμου είναι εξίσου σημαντική με την αντίστοιχη μελέτη οποιασδήποτε άλλης περιοχής της Ελλάδας. Η Møller επισημαίνει πάντως ότι δεν είχε την ευκαιρία να επισκεφτεί την Πάτμο κατά το φθινόπωρο και στην αρχή της άνοιξης, και επομένως είναι πιθανόν να μην έχει καταγράψει ορισμένα είδη που ανθίζουν κατά τα χρονικά αυτά διαστήματα.

Πολύ σημαντικές για την εμπειριστατωμένη γνώση της χλωρίδας πολυάριθμων νησίδων του Ανατολικού Αιγαίου είναι η διδακτορική διατριβή της Πανίτσα (1997) και οι εργασίες των Panitsa & Tzanoudakis (1991, 1998, 2001). Από αυτές προέρχεται ένα μεγάλο σύνολο δεδομένων, που χρησιμοποιήθηκαν στις αναλύσεις, και αφορά:

- i) Στο **νησιωτικό σύμπλεγμα του Αγαθονησίου και του Φαρμακονησίου**. Εκτός από το Αγαθονήσι και το Φαρμακονήσι μελέτησαν τις νησίδες Κατσαγάνι, Κατσαγανάκι, Κουνελονήσι, Νερονήσι, Πίττα, Πρασονήσι και Στρογγυλή.
- ii) Στο **νησιωτικό σύμπλεγμα των Αρχιών**, από όπου μελέτησαν τους Αρχιούς και τις πολύ μικρότερης έκτασης νησίδες Αγριλούσα, Καλόβολος, Κούμαρο, Μακρονήσι, Μαράθι, Μιναρονήσι, Στρογγυλή, Τηγανάκι, Μεγάλη και Μικρή Τσούτσα και Ψαθί.
- iii) Στο **νησιωτικό σύμπλεγμα των Λειψών**. Εκτός από το μεγαλύτερο νησί μελέτησαν την Αρεφούσα, έξι Ασπρονήσια, τα Μεγάλο και Μικρό Καλαπόδι, Καππαρονήσι, Κομμένο νησί, Λύρα, Μακρονήσι, Νησίδα Μανώλη, Παπλώματα, Πιάτο, Πιλάφι, Πλόχωρος, Σαράκι, Σπαρτονήσι, Φραγκονήσι, Ψώνος και δύο ακόμα ανώνυμες νησίδες.
- iv) Στις εξής **βραχονησίδες ανατολικά της Λέρου**: Αγία Κυριακή, Βελόνα, Βόρειο και Νότιο Γλαρονήσι, Πηγανούσα, Πλακίουσα, Στρογγύλη, και Μεγάλη και Μικρή Τρουπητή.
- v) Σε **πέντε νησίδες του μικρονησιωτικού συμπλέγματος Καλολίμνου – Ιμίων**: Δυτική και Ανατολική Ίμια, Καλόλιμνος, Πίττα και Πρασονήσι.

Ο Hansen (1980) μελέτησε τη χλωρίδα της **Κω, της Καλύμνου, της Ψερίμου και της Τελένδου, καθώς και πέντε νησίδων**: της Αγίας Κυριακής και του Αγίου Ανδρέα (κοντά στην Κάλυμνο), του Απάνω νησιού (δυτικά της Τελένδου), της νησίδας Πλατύ (μεταξύ Καλύμνου και Ψερίμου) και του Αγίου Νικολάου (κοντά στην Κω).

Στις καταγραφές του, ο Hansen (1980) έχει συμπεριλάβει και τα πρόσθετα είδη που καταγράφηκαν κατά την επίσκεψη δύο άλλων Γερμανών ερευνητών στην Κω τον Απρίλιο του 1974. Από την επεξεργασία του πιο πρόσφατου χλωριδικού καταλόγου της Κω, που συντάχθηκε από τον Chilton (2004), και σε σύγκριση με τις καταγραφές του Hansen (1980), προέκυψαν 86 πρόσθετα είδη για τη χλωρίδα της Κω. Ο Chilton (2004) όμως, αμφισβητεί την παρουσία 11 ειδών που αναφέρει ο Hansen (1980). Τα 11 αυτά είδη δεν συμπεριελήφθησαν στις αναλύσεις. Στην προγενέστερη εργασία του Browicz (1994) για τα δενδρώδη και θαμνώδη είδη της Κω αναφέρονται πέντε είδη, τα οποία δεν υπάρχουν στη λίστα του Hansen (1980) και του Chilton (2004). Τα πέντε αυτά είδη συμπεριελήφθησαν στην ανάλυση, επειδή σύμφωνα με τον Browicz (1994) τα τρία από αυτά βρέθηκαν σε μία μόνο θέση, το ένα σε τέσσερις θέσεις και το πέμπτο είναι κοινό σε ένα τμήμα του νησιού, επομένως ίσως λόγω της κατανομής τους να μην καταγράφηκαν από τους άλλους δύο ερευνητές. Ο ίδιος ο Hansen (1980) ανέφερε ότι ο αριθμός των ειδών που κατέγραψε στην Κω ανταποκρίνεται στο μέγεθος του νησιού.

Ο Hansen (1980) είχε αναφέρει ότι είναι πιθανόν να βρεθούν πρόσθετα είδη στην Κάλυμνο, επειδή χρειαζόταν να μελετηθεί περαιτέρω η όψιμη θερινή και φθινοπωρινή χλωρίδα του νησιού. Το ίδιο ισχύει και για τη χλωρίδα της Τελένδου. Περίπου τριάντα χρόνια μετά τον Hansen (1980), οι Zervou et al. (2009) κατέγραψαν 230 είδη επιπλέον στην **Κάλυμνο**, πολλά από τα οποία είναι επιγενή. Για την Ψερίμο, ο Hansen (1980) αναφέρει ότι μέχρι τότε, εξ όσων γνωρίζει, δεν είχε γίνει χλωριδική μελέτη του νησιού. Αναφέρει επίσης ότι η καταγραφή των ειδών των οικογενειών Cyperaceae και Gramineae στο Ανατολικό Αιγαίο ήταν ελλιπής. Ο αριθμός των ειδών της Ψερίμου και της Τελένδου και των πέντε γειτονικών νησίδων, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διατριβή, προέκυψε μόνο από την ανάλυση της εργασίας του Hansen (1980).

Στις αναλύσεις που ακολουθούν το Απάνω Νησί θεωρήθηκε ως ένα ενιαίο νησί, διότι έτσι παρουσιάζεται στους ψηφιοποιημένους χάρτες 1:24.000, αν και ο Hansen το εξετάζει σαν δύο ξεχωριστά νησιά (το «Μεγάλο» και το «Μικρό»). Ο αριθμός των ειδών για το ενιαίο Απάνω Νησί προέκυψε προσθέτοντας τα είδη του «Μεγάλου» και του «Μικρού» Απάνω Νησιού, υπολογίζοντας όμως μόνο μία φορά τα κοινά είδη, δηλαδή αυτά που καταγράφηκαν και στο «Μεγάλο» και στο «Μικρό».

Η νησίδα **Γυαλί**, που βρίσκεται μεταξύ της Κω και της Νισύρου, μελετήθηκε χλωριδικά από τους Brofas et al. (2001). Η εργασία αυτή έχει λάβει υπόψη της την παλαιότερη διδακτορική

διατριβή της Παπάτσου (1975) και τις αναφορές της *Flora Aegaea* (Rechinger 1943) και του Davis (1965-1988).

Από τη διατριβή της Παπάτσου (1975) επεξεργάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν τα χλωριδικά στοιχεία για τέσσερα μικρονήσια, την **Κανδελέουσα**, την **Παχειά**, την **Πυργούσσα (δυτικά και νοτιοδυτικά της Νισύρου)** και τη **Στρογγυλή (βόρεια της Νισύρου)**.

Τα δεδομένα για τη χλωρίδα της **Νισύρου** προέρχονται από την εργασία του Burton (1991), ο οποίος αναφέρει ότι η μοναδική μέχρι τότε χλωριδική μελέτη για τη χλωρίδα του νησιού ήταν η διατριβή της Παπάτσου (1975).

Η **Τήλος και η Σύμη** εξετάστηκαν μαζί με τη Ρόδο στη διδακτορική διατριβή της Carlström (1987). Η διατριβή αυτή, εκτός από τη χλωρίδα των νησιών αυτών μελετά και τα φυτικά είδη της χερσονήσου της Μαρμαρίδας της Μικράς Ασίας, απέναντι από τα νησιά, καταδεικνύοντας έτσι την πολύ στενή χλωριδική τους σχέση με την ηπειρωτική περιοχή ανατολικά αυτών. Ορισμένα πρόσθετα στοιχεία για τη χλωρίδα της **Τήλου** παρουσιάστηκαν στην εργασία των Πανίτσα & Τζανουδάκη (2000).

γ) Νότιο Αιγαίο:

Τα **Κυθήρα** και οι **δορυφορικές νησίδες τους** θεωρούνται καλά μελετημένα ως προς τη χλωρίδα (Tzanoudakis et al. 2006): από το 1967 έως το 2004 έχουν δημοσιευτεί πέντε εργασίες για τη χλωρίδα και τη βλάστηση των Κυθήρων (Greuter & Rechinger 1967, Γιαννίτσαρος 1969, Ιατρού 1994, Yannitsaros 1998 & 2004). Οι νησίδες **Αντιδραγονέρα**, **Αυγό**, **Καπέλο**, **Λιδιά**, **Μεγάλη Δραγονέρα**, **Μεγάλο Στρογγυλό και Πρασονήσι** εξετάζονται από την εργασία των Panitsa et al. (2004).

Αρκετά είδη της χλωρίδας των **Αντικυθήρων** κατέγραψαν οι Greuter & Rechinger το 1967, παράλληλα με τη μελέτη της χλωρίδας των Κυθήρων. Όμως, οι καταγραφές αυτές πραγματοποιήθηκαν κατά την ίδια εποχή (πρότο δεκαπενθήμερο του Μαΐου του έτους 1964 και μόνο) σε πολύ περιορισμένη έκταση του νησιού. Οι Tzanoudakis et al. (1998) επισκέφθηκαν το νησί το 1996 και το 1997 και δημοσίευσαν 10 από τα σημαντικότερα είδη που κατέγραψαν για πρώτη φορά στο νησί. Στην ίδια εργασία ανέφεραν τις καταγραφές τους στις δορυφορικές νησίδες των Κυθήρων που προαναφέρθηκαν, και τη χλωρίδα δύο ακόμη νησίδων (**Πρασσού και Θυμωνιές**), που βρίσκονται κοντά στα Αντικύθηρα. Η πιο πρόσφατη εργασία για τη χλωρίδα και τις φυτοκοινωνίες των Αντικυθήρων και των νησίδων Πρασσού και Θυμωνιές είναι η εργασία των Tzanoudakis et al. 2006.

Η χλωρίδα της **Άγριας και της Ήμερης Γραμβούσας**, δύο νησίδων που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το βορειοδυτικό άκρο της Κρήτης, μελετήθηκε από τους Christodoulakis et

al. (1991). Η σημαντική χλωρίδα των νησίδων αυτών είχε ήδη επισημανθεί κατά τη μελέτη των σημαντικότερων ενδιαιτημάτων της ορνιθοπανίδας της Κρήτης (Οικονομίδου 1988).

Τη χλωρίδα της νησίδας **Κάργα**, που βρίσκεται απέναντι από τον οικισμό της Αλμυρίδας στον κόλπο της Σούδας Χανίων, κατέγραψαν οι Βολακάκης & Γιαννίσαρος (1995).

Οι τρεις μεγαλύτερες νησίδες του μικρού συμπλέγματος των Διονυσάδων, τη **Δραγονάδα**, τη **Γιανισάδα** και την **Παξιμάδα**, στο βορειοανατολικό άκρο της Κρήτης, μελετήθηκαν από τους Christodoulakis et al. (1990). Ο χλωριδικός κατάλογος των νησίδων αυτών επικαιροποιήθηκε από τους Bergmeier & Dimopoulos (2001).

Όσον αφορά στα νησιά του Λιβυκού πελάγους:

- Οι Bergmeier et al. (1997) συνέλεξαν δείγματα την τριετία 1994-1996, κατά τη διάρκεια της άνοιξης, σχεδόν σε όλα τα τμήματα της **Γαύδου** και έλαβαν υπόψη και προηγούμενες καταγραφές άλλων Βοτανικών.

- Στη χλωρίδα της **Χρυσής**, που βρίσκεται απέναντι από την Ιεράπετρα, αναφέρονται δύο εργασίες, αυτές των Brullo & Guarino (2000) και των Bergmeier et al. (2001). Η δεύτερη συμπεριλαμβάνει επίσης τη χλωρίδα του πολύ μικρότερου σε έκταση γειτονικού της **Χρυσής**, **Μικρονησίου**.

- Οι Bergmeier et al. (2001) μελέτησαν ακόμη τη χλωρίδα των **Κουφονησίων**, του μικρονησιωτικού συμπλέγματος που βρίσκεται ανατολικά της Χρυσής και του Μικρονησίου, περίπου απέναντι από το νοτιότερο άκρο της Κρήτης. Στο σύμπλεγμα αυτό, εκτός από το **Κουφονήσι**, αποτελούν οι μικρότερες νησίδες **Στρογγυλή**, **Μακρουλή** και **Τράχηλος**.

Για την ονομαζόμενη «**περιοχή της Κρήτης**» (Cretan area), που, εκτός από την **Κρήτη**, αποτελούν η **Κάρπαθος**, η **Κάσος** και η **Σαρία**, επεξεργάστηκαν τα δεδομένα της ολοκληρωμένης εργασίας των Jahn & Schönfelder (1995). Τα στοιχεία για τη χλωρίδα της Καρπάθου συμπληρώθηκαν από τις εργασίες των Greuter et al. (1983), Gehu et al. 1989, Turland & Chilton (1994), Raus (1996) και Chilton (2003). Στη χλωρίδα της Κάσου συμπεριελήφθησαν τα πρόσθετα δεδομένα των εργασιών των Greuter et al. (1983) και Raus (1996).

Η εργασία του Raus (1989) αναφέρεται στη χλωρίδα της **Αρμάθιας** και **15 ακόμη μικρονησιών της Κάσου** (Άνω και Κάτω Κουρικό, Καροφυλλάς, Λύτρα, Μακρό, Μεγάλο και Μικρό Ποντικονήσι, Νότιος Χοχλαϊάς, Πλάτη, Ποριώνη, Σέλλα, Στρογγυλό, Τράχηλος, Τρεις Πέτρες και Φύρα).

Η εργασία των Höner & Greuter (1988) παρουσίασε ορισμένα χλωριδικά στοιχεία για το **Αμμούι**, και **10 ακόμη μικρονήσια της Καρπάθου** (Αφάτη, Βόρεια και Νότια Στόματα, Γαϊδουρονήσι, Δεσποτικό, Διακόπτης, Μοίρα, Πρασονήσι (1), Προνί και Σώκαστρο), αλλά τα πλήρη δεδομένα για τα συγκεκριμένα μικρά νησιά και για **τέσσερα ακόμη** (Ανώνυμο, Νήσαρος, Πρασονήσι (2) και Χαλιιάς) αναφέρονται στη διδακτορική διατριβή του Höner (1990).

Για τον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών της **Ρόδου** επεξεργάστηκαν τα δεδομένα της Carlström (1987), του πιο πρόσφατου χλωριδικού καταλόγου του Chilton (2002) και της εργασίας των Gehu et al. (1989), που αναφέρεται στη χλωρίδα της παράκτιας ζώνης. Το μικρό νησί της **Χάλκης**, δυτικά της Ρόδου, μελετήθηκε επίσης από την Carlström (1987).

Τα δεδομένα για τη χλωρίδα του **νησιωτικού συγκροτήματος του Καστελλοριζου**, πολύ κοντά στα νοτιοανατολικά παράλια της Μικράς Ασίας, προέρχονται από την εργασία του Greuter (1979), η οποία αναφέρεται στα τρία μεγαλύτερα νησιά του συγκροτήματος, δηλαδή τη **Μεγίστη**, τη **Ρω** και τη **Στρογγύλη**, και σε έξι ακόμη μικρότερα νησιά (**Βόρειος και Νότιος Άγιος Γεώργιος, Πολυφάγος, Ψωμί και Ψωράδια**).

2.2.1 Η χλωρίδα της Μήλου

Η Μήλος ήταν ένα από τα νησιά των δυτικών Κυκλάδων για το οποίο υπήρχαν ελλιπή χλωριδικά στοιχεία. Η μόνη ολοκληρωμένη εργασία, αυτή του Browicz (1997), αφορά μόνο στα ξυλώδη είδη της Μήλου και της Κιμώλου.

Υπήρχαν όμως δείγματα, τα οποία είχε συλλέξει ο κ. Κυπριωτάκης Ζαχαρίας, Καθηγητής Βοτανικής του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Ηρακλείου, την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο του 1985 και την άνοιξη του 1986. Βάσει των δειγμάτων αυτών ο κ. Κυπριωτάκης είχε παρουσιάσει κάποια στοιχεία για τη χλωρίδα του νησιού στη *10^η Συνάντηση της Οργάνωσης για τη φυτο-ταξονομική μελέτη της Μεσογειακής Περιοχής το έτος 2001* (Organization for the Phyto-Taxonomic Investigation of the Mediterranean Area, OPTIMA) (Kypriotakis 2001).

Τα δείγματα που είχε συλλέξει ο κ. Κυπριωτάκης προσδιορίστηκαν σε συνεργασία με τον ίδιο, σύμφωνα με τη *Flora Europaea*. Επίσης, πραγματοποιήθηκε μια πρόσθετη δειγματοληψία και καταγραφές πεδίου στη Μήλο την άνοιξη του 2006 και προσδιορίστηκαν τα δείγματα που συνελέγησαν. Τα δείγματα αυτά φυλλάσσονται στη φυτοθήκη του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Επίσης, ελήφθησαν υπόψη τα είδη που ανέφεραν από τη Μήλο η *Flora Aegaea* και οι δύο πρώτοι τόμοι της *Flora Hellenica*.

Στα αποτελέσματα της διατριβής αναφέρεται μόνο ο συνολικός αριθμός φυτικών ειδών της Μήλου, και όχι ο αναλυτικός χλωριδικός κατάλογος, διότι αυτός δεν αποτελεί ζητούμενο της διατριβής, και θα δημοσιευτεί σε συνεργασία με τον κ. Κυπριωτάκη, σε ξεχωριστή εργασία.

2.2.2 Επεξεργασία των χλωριδικών δεδομένων

Για την επεξεργασία των χλωριδικών στοιχείων των νησιών μελέτης δημιουργήθηκε μία ηλεκτρονική βάση δεδομένων με χρήση του λογισμικού Microsoft Access. Η βάση αυτή βρίσκεται στη βιβλιοθήκη του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης.

Η χλωρίδα κάθε νησιού έχει καταχωρηθεί σε έναν πίνακα, στον οποίο αναφέρονται οι οικογένειες, το όνομα κάθε είδους, υποείδους και ποικιλίας, τυχόν συνώνυμα, εφόσον αναφέρονται, αλλά και κάθε πληροφορία που έχει καταγραφεί από τον εκάστοτε μελετητή, και η οποία θα ήταν χρήσιμη για τον υπολογισμό του αμιγούς αριθμού των ειδών, όπως θα οριστεί παρακάτω, και για τις υπόλοιπες αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της διατριβής. Τέτοιες πληροφορίες ήταν:

- Η **αμφισβήτηση της παρουσίας κάποιου είδους**, το οποίο είχε καταγραφεί παλαιότερα από άλλους μελετητές. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε εσφαλμένο προσδιορισμό από τον προηγούμενο μελετητή, σε σύγχυση των δειγμάτων των συλλογών ή ακόμα και σε εξαφάνιση του είδους κατά τη χρονική περίοδο μεταξύ της παλαιότερης και της νεότερης χλωριδικής έρευνας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της Τήλου το ποσοστό αμφισβήτησης της παρουσίας ειδών που είχαν καταγραφεί παλαιότερα είναι εξαιρετικά υψηλό: η ύπαρξη του 21% των τάξεων που συμπεριλαμβάνονται σε παλαιότερες συλλογές αμφισβητείται από την Carlström (1987).
- Εάν ένα είδος είναι **καλλιεργούμενο και όχι αυτοφύες**.
- Η **γεωγραφική εξάπλωση** των ειδών και εάν πρόκειται για **ενδημικά του νησιού ή της ευρύτερης περιοχής**.
- Ο **τύπος του οικοτόπου** κάθε είδους, για τις εργασίες στις οποίες δίνεται η πληροφορία αυτή.

Για την εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών στην παρούσα εργασία, από τους πίνακες της βάσης δεδομένων με τα στοιχεία για τη χλωρίδα των νησιών υπολογίστηκε ο «αμιγής» (ή «καθαρός») αριθμός φυτικών ειδών για κάθε νησί, ως εξής:

1. Όλα τα υποείδη και οι ποικιλίες έχουν αναχθεί στο είδος τους, το οποίο προσμετράται κανονικά μαζί με τα υπόλοιπα είδη. Π.χ. το *Dianthus juniperinus* Sm. (Caryophyllaceae), ενδημικό της Κρήτης, έχει έξι υποείδη. Τα υποείδη αυτά δεν υπολογίστηκαν στο συνολικό αριθμό ειδών, ή, με άλλα λόγια υπολογίστηκαν ως ένα είδος, το *Dianthus juniperinus* Sm.
2. Δεν υπολογίστηκαν τα είδη που έχουν καταγραφεί ως καλλιεργούμενα και δεν αυτοφύονται, όπως π.χ. η *Malus domestica* Borkh. (Rosaceae) για την Κρήτη.
3. Δεν υπολογίστηκαν τα είδη των οποίων η παρουσία αμφισβητείται, όπως π.χ. το *Lathyrus angulatus* L. (Fabaceae) για την Κρήτη.

2.3 Εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών

2.3.1 Συνολική αγγειακή χλωρίδα

Η σχέση έκτασης - αριθμού ειδών του Arrhenius (1921) στη διπλή λογαριθμική της μορφή (εξίσωση 2) εφαρμόστηκε:

1) Για το σύνολο των 197 νησιών και για το σύνολο των αγγειακών φυτικών ειδών της χλωρίδας τους.

2) Για τη διερεύνηση των διαφοροποιήσεων της παραπάνω συνολικής σχέσης έκτασης– αριθμού ειδών ξεχωριστά στα επιμέρους νησιωτικά συγκροτήματα:

α) Κεντρικό Αιγαίο (Κυκλάδες): 36 νησιά.

β) Ανατολικό Αιγαίο (νησιά Ιακίου Πελάγους και Δωδεκάνησα): 92 νησιά.

γ) Νότιο Αιγαίο (νησιωτικό τόξο από τα Κύθηρα έως και τη Ρόδο και το σύμπλεγμα του Καστελλορίζου και νησιά Λιβυκού πελάγους): 69 νησιά.

Κάθε νησί έχει θεωρηθεί ως ξεχωριστό σημείο και δεν έχω κάνει συσσωρευτική (cumulative) ανάλυση, δηλαδή σε κάθε νησί δεν έχω προσθέσει την έκταση και το S του προηγούμενου σε μέγεθος (για συζήτηση δείτε Rosenzweig 1995).

Γνωρίζοντας τις τιμές της έκτασης και του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών στα νησιά της περιοχής μελέτης, μέσω της εφαρμογής της εξίσωσης $\log S - \log A$, που αποτελεί γραμμική παλινδρόμηση, εκτιμήθηκαν οι παράμετροι z και $\log c$ της εξίσωσης.

Για τη σύγκριση των κλίσεων (παράμετροι z) και των σταθερών (παράμετροι c) των ευθειών από τις εφαρμογές (2)(α-γ) με αυτές της συνολικής ευθείας έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών (εφαρμογή 1) εφαρμόστηκε η ανάλυση συνδιακύμανσης (Analysis of Covariance, ANCOVA).

Στη σύγκριση δύο ευθειών παλινδρόμησης, η υπόθεση που εξετάζεται είναι οι δύο ευθείες να είναι ακριβώς ίδιες. Αν ισχύει η υπόθεση αυτή, τότε μία συνολική ευθεία παλινδρόμησης μπορεί να εφαρμοστεί στα δεδομένα, αντί των δύο επιμέρους ευθειών. Αν όμως η υπόθεση δεν ισχύει, μπορεί να διατυπωθεί μια δεύτερη υπόθεση, ότι οι κλίσεις είναι ίσες, ακόμη και αν οι σταθερές δεν είναι ίσες. Στην περίπτωση αυτή, οι ευθείες παλινδρόμησης για τα δύο σύνολα δεδομένων είναι παράλληλες. Εάν οι ευθείες παλινδρόμησης είναι παράλληλες, τότε η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη είναι ίδια και στις δύο ομάδες δεδομένων, αλλά οι αρχικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής είναι διαφορετικές (Larsen 2003).

Επίσης, το αποτέλεσμα της εφαρμογής της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών συγκρίθηκε με:

α) Άλλες εφαρμογές της σχέσης έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών σε νησιά της περιοχής μελέτης από δημοσιευμένες εργασίες.

β) Εφαρμογές της σχέσης έκτασης – αριθμού ζωικών ειδών σε συγκεκριμένες ταξινομικές ομάδες ζώων σε νησιά της περιοχής μελέτης από δημοσιευμένες εργασίες.

γ) Εφαρμογές της σχέσης έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών σε άλλα νησιωτικά συμπλέγματα του κόσμου από δημοσιευμένες εργασίες.

2.3.2 Το φαινόμενο των μικρών νησιών

Για τη διερεύνηση του φαινομένου των μικρών νησιών χρησιμοποιήθηκαν τα πρότυπα των Lomolino & Weiser (2001) και των Gentile & Argano (2005), όπως παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 1.5.1 της Εισαγωγής (εξισώσεις (3) και (4)).

Επειδή η κλασική εξίσωση του Arrhenius (1921) περιέχει λιγότερες μεταβλητές από το πρότυπο παλινδρόμησης με σημείο διακοπής και από το ασυνεχές πρότυπο, για να τα συγκριθούν μεταξύ τους χρησιμοποιήθηκε ως κριτήριο ο διορθωμένος συντελεστής προσδιορισμού (adjusted coefficient of determination: R^2_{adj}) (Neter et al. 1996). Ο R^2_{adj} είναι κατάλληλος για τη σύγκριση εξισώσεων με διαφορετικούς αριθμούς ανεξάρτητων μεταβλητών, διότι εμπεριέχει τον αριθμό των παραμέτρων των εξισώσεων, μέσω των βαθμών ελευθερίας, και αυξάνεται μόνο εάν μειωθεί το μέσο τετράγωνο των καταλοίπων (residual mean square) (Neter et al. 1996).

Έχει προταθεί επίσης **μία ακόμη μέθοδος ανίχνευσης του SIE, από τους Triantis et al. (2006)** (δείτε επίσης Sfenthourakis & Triantis 2009). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί ανάλυση μονοπατιού (path analysis) για να διερευνήσει την ξεχωριστή και τη συνδυασμένη επίδραση της έκτασης και της ποικιλότητας των ενδιαιτημάτων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών. Το SIE αναγνωρίζεται στην τιμή κατωφλίου της έκτασης, στην οποία η άμεση επίδραση της έκτασης γίνεται αμελητέα. Η τιμή κατωφλίου της έκτασης βρίσκεται με τη διαδοχική αφαίρεση των νησιών από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο. Επομένως, στη μέθοδο αυτή ενσωματώνεται η περιβαλλοντική ετερογένεια στην ανίχνευση του SIE. Η μέθοδος αυτή εξετάζει την ισχύ της «υπόθεσης των ενδιαιτημάτων» (habitat hypothesis) των Triantis et al. (2006), που έχει προταθεί ως ερμηνεία του SIE. Με βάση την προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας, **η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε για τα νησιά εκείνα, που ολόκληρη η έκτασή τους έχει ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο προστατευόμενων περιοχών NATURA 2000, και για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου**. Παρακάτω, στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας, θα γίνει εκτενής αναφορά στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και στη μέθοδο της ανάλυσης μονοπατιού.

2.3.2.1 Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο

Στο ζήτημα του φαινομένου των μικρών νησιών πραγματοποιήθηκε μία επιπλέον ανάλυση στο υποσύνολο δεδομένων των νησιών του Νοτίου Αιγαίου, η οποία αφορούσε στον προσδιορισμό των φυσιογραφικών παραγόντων, που επιτυγχάνουν καλύτερη ερμηνεία του αριθμού των φυτικών ειδών στα μικρονήσια, σε σύγκριση με την έκταση.

Αρχικά διερευνήθηκε το SIE στο Νότιο Αιγαίο, μέσω της εφαρμογής των εξισώσεων (4) και (5). Στη συνέχεια, εξετάστηκε η συμβολή έξι (6) παραγόντων - χαρακτηριστικών των μικρών νησιών στη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών τους.

Οι παράγοντες που εξετάστηκαν ως προς την επίδρασή τους στον αριθμό των ειδών των μικρών νησιών του Νοτίου Αιγαίου είναι οι εξής:

(α) Η έκταση των μικρών νησιών (σε km²).

(β) Το μέγιστο υψόμετρο των μικρών νησιών (Παράρτημα, Πίνακας 1, μετά από μετατροπή σε km).

(γ) Το σχήμα των μικρών νησιών, εκφρασμένο ως λόγος: μέγιστο μήκος / μέγιστο πλάτος (σε km) (Bridges & McClatchey 2005, Forman 2006). Η περίμετρος των νησιών έχει βεβαίως ακανόνιστο σχήμα, αλλά με τη χρήση του μέγιστου μήκους και πλάτους έχουμε τη μικρότερη δυνατή απώλεια πληροφορίας στον υπολογισμό του συγκεκριμένου παράγοντα. Ένα παράδειγμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.2.

(δ) Ο βαθμός προστασίας κάθε μικρού νησιού από τα γειτονικά νησιά, ενάντια στις τρικυμίες και στους ανέμους. Για την ποσοτικοποίηση της προστασίας τροποποιήθηκε η μέθοδος του Morrison (2002). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ESRI ArcMap – ArcGIS 9, γύρω από κάθε μικρό νησί του Νοτίου Αιγαίου χαράχτηκε κύκλος ακτίνας 3,5 km. Το κέντρο του κύκλου είναι το σημείο που βρίσκεται στο κέντρο της επιφάνειας του νησιού στο επίπεδο. Επιλέγη η ακτίνα των 3,5 km για να καλυφθεί η μέγιστη απόσταση που χωρίζει μικρό νησί του Νοτίου Αιγαίου από το πλησιέστερό του. Κάθε κοντινό νησί, που βρίσκεται μερικώς ή ολικώς μέσα στον κύκλο ακτίνας 3,5 km, εγγράφεται μέσα σε κυκλικό τομέα, ο οποίος τέμνει και ορίζει ένα τμήμα της συνολικής επιφάνειας του εκάστοτε εξεταζόμενου μικρού νησιού (Εικόνα 2.2). Το σύνολο των τμημάτων της επιφάνειας του εξεταζόμενου μικρού νησιού που ορίζονται από κυκλικούς τομείς αποτελεί την «προστατευόμενη επιφάνεια», δηλαδή την επιφάνεια του μικρού νησιού που προστατεύεται από τα γειτονικά νησιά. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το πηλίκο:

$$\text{προστατευόμενη επιφάνεια} / \text{συνολική επιφάνεια του μικρού νησιού} \quad (\text{σε km}^2)$$

το οποίο αποτελεί το ζητούμενο βαθμό προστασίας κάθε μικρού νησιού.

(ε) Η απόσταση κάθε μικρού νησιού από το πλησιέστερο μεγαλύτερης έκτασης νησί (σε km), δηλαδή από το κοντινότερο νησί για το οποίο δεν ισχύει το SIE.

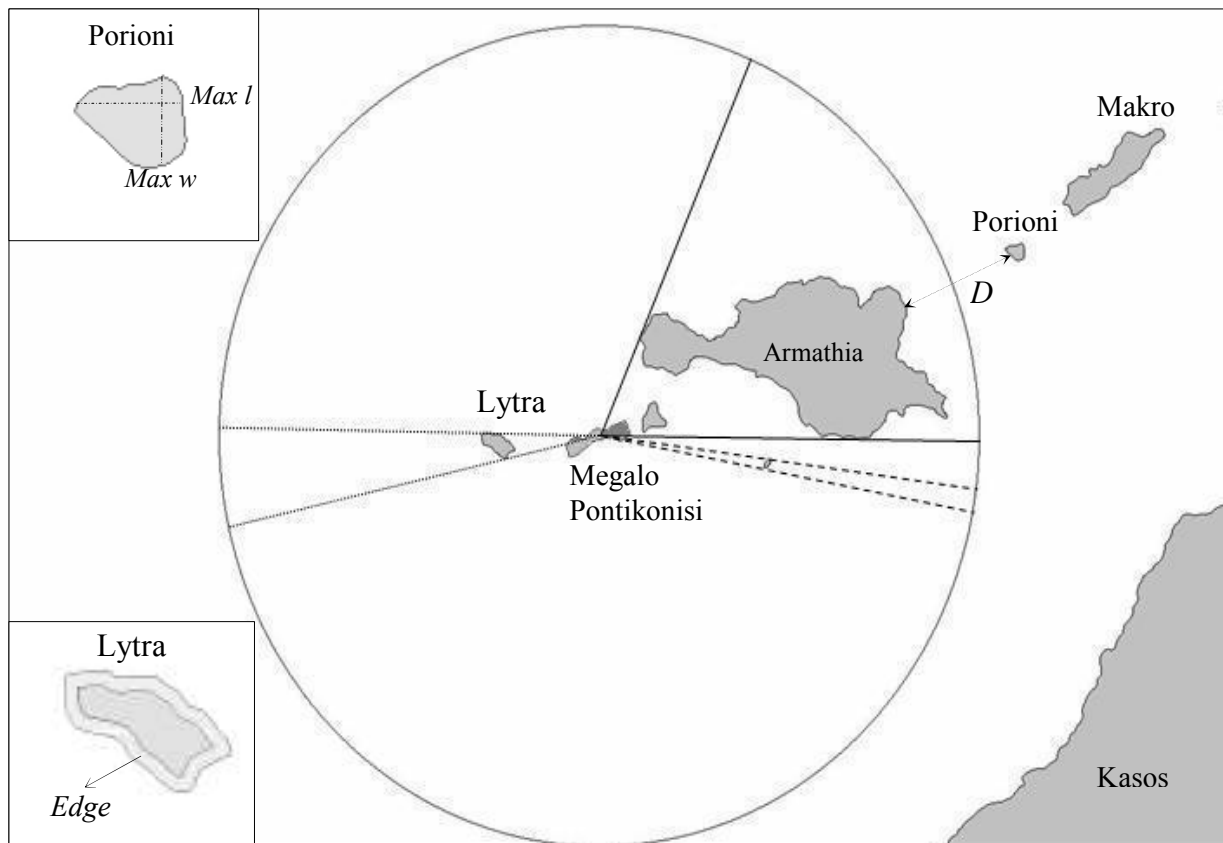
και (στ) Η «απόσταση σημείου διακοπής εσωτερικού τμήματος – παρυφής» (interior-to-edge breakpoint distance) ή η «απόσταση διείσδυσης της διαταραχής» (disturbance penetration distance) κάθε μικρού νησιού. Ο υπολογισμός των τιμών της συγκεκριμένης παραμέτρου έγινε με βάση τις οδηγίες πρακτικής χρήσης των Bogaert et al. (2001). Γίνεται η παραδοχή ότι η διαταραχή έχει ίδια επίδραση σε όλες τις πλευρές του μικρού νησιού και η μέτρηση της απόστασης διείσδυσης της διαταραχής γίνεται από οποιοδήποτε σημείο της περιμέτρου του μικρού νησιού προς το εσωτερικό του, σχηματίζοντας έτσι μια ζώνη στην παρυφή κάθε μικρού νησιού (Bogaert et al. 2001).

Επίσης, ελέγχθηκε η υπόθεση του Morrison (1997, 2002), ο οποίος πρότεινε ότι η **ικανότητα πρόβλεψης του αριθμού των ειδών από τα διάφορα πρότυπα τείνει να είναι μεγαλύτερη για τα νησιά που είναι περισσότερο προστατευμένα από τα γειτονικά τους νησιά.** Ως «λιγότερο προστατευμένα» θεωρήθηκαν τα νησιά με βαθμό προστασίας μικρότερο ή ίσο από 0,5 και ως «περισσότερο προστατευμένα» τα νησιά με βαθμό προστασίας μεγαλύτερο από 0,5, και εφαρμόστηκε ξεχωριστά για κάθε ομάδα νησιών η SAR και η πολλαπλή παλινδρόμηση με τις παραπάνω ανεξάρτητες μεταβλητές.

Όπως και στις προηγούμενες αναλύσεις, η έκταση των μικρών νησιών προέρχεται από τους ψηφιοποιημένους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.), με τη χρήση του λογισμικού ESRI ArcGIS Desktop (Redlands, California, USA). Οι ίδιοι χάρτες χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση του μέγιστου μήκους και πλάτους των νησιών, της απόστασής τους από το πλησιέστερο μεγαλύτερο νησί, την προστατευόμενη επιφάνεια και την απόσταση διείσδυσης της διαταραχής. Τα μέγιστα υψόμετρα των μικρών νησιών προέρχονται κυρίως από τις βιβλιογραφικές αναφορές των χλωριδικών δεδομένων, εφόσον τα αναφέρουν, είτε από τους ψηφιακούς χάρτες αναγλύφου της Google (www.wikimapia.org). Δεν ήταν όμως δυνατόν να βρεθεί το ακριβές μέγιστο υψόμετρο ορισμένων μικρονησιών, διότι οι ψηφιακοί χάρτες αναγλύφου της Google και οι ψηφιοποιημένοι χάρτες της Γ.Υ.Σ. και περιλαμβάνουν τις ισοϋψείς ανά 20 m. Στις περιπτώσεις όπου το μέγιστο υψόμετρο έχει βρεθεί προσεγγιστικά, η τιμή που χρησιμοποιήθηκε στους υπολογισμούς είναι η πλησιέστερη γνωστή τιμή. Για παράδειγμα, αν το μέγιστο υψόμετρο αναφέρεται ως μικρότερο των 20 m, στους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε η τιμή 20 m.

Υπολογίστηκαν οι δεκαδικοί λογάριθμοι των τιμών όλων των παραπάνω παραμέτρων και οι λογάριθμοι αυτοί χρησιμοποιήθηκαν στη στατιστική ανάλυση. Αρχικά εξετάστηκε ο βαθμός πολυσυγγραμμικότητας (multicollinearity) των παραπάνω παραμέτρων, που αποτελούν ανεξάρτητες μεταβλητές για την ερμηνεία του αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών των μικρών νησιών. Η εξέταση της πολυσυγγραμμικότητας είναι απαραίτητη, διότι είναι προφανές ότι ορισμένες από τις μεταβλητές αυτές είναι σχετικές μεταξύ τους, και συνεπώς ενδέχεται να μην είναι δυνατή η χρήση τους σε μία εξίσωση. Για τον έλεγχο της πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των

ανεξάρτητων μεταβλητών υπολογίστηκε ο παράγοντας ανοχής τους (tolerance, T) και στη συνέχεια οι τιμές VIF (Variance Inflation Factors), όπου $VIF = 1/T$. Εφόσον οι τιμές ανοχής Tα είναι τουλάχιστον 0,50 και οι τιμές VIFs είναι μέχρι 2,00, τότε δεν υπάρχει πολυσυγγραμμικότητα (Neter et al. 1996, Chatterjee et al. 2000, αλλά δείτε και στον Graham (2003), που πρότεινε ότι ακόμη και τιμές VIFs μικρότερες από 2,00 πρέπει να θεωρούνται ως σημαντικοί δείκτες πολυσυγγραμμικότητας).



Εικόνα 2.2: Ένα παράδειγμα μέτρησης ορισμένων από τους παράγοντες που εξετάστηκαν ως προς τη συμβολή τους στη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών στα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου. Το Μεγάλο Ποντικονήσι περιστοιχίζεται από τέσσερα νησιά, τα οποία δημιουργούν τρεις «κωνικούς τομείς προστασίας» μέσα σε έναν κύκλο ακτίνας 3,5 km γύρω από το κέντρο του νησιού. Το κλάσμα της συνολικής έκτασης του Μεγάλου Ποντικονησιού, που «προστατεύεται» μέσα στους τρεις κωνικούς τομείς, είναι χρωματισμένο με σκούρο γκριζό χρώμα. Με “D” συμβολίζεται η απόσταση της Ποριώνης από το πλησιέστερο σε αυτήν μεγαλύτερο νησί, για το οποίο δεν ισχύει το SIE (Αρμάθια). Ο ένθετος χάρτης στην άνω αριστερή γωνία απεικονίζει σε μεγέθυνση την Ποριώνη και τις διαστάσεις της που μετρήθηκαν ως μέγιστο μήκος (Max l) και μέγιστο πλάτος (Max w) για την έκφραση του σχήματος του νησιού. Ο δεύτερος ένθετος χάρτης παρουσιάζει τη Λύτρα σε μεγέθυνση και τη ζώνη στην παρυφή της νησίδας (Edge), το πλάτος της οποίας αποτελεί την απόσταση διείσδυσης της διαταραχής.

2.3.3 Ο αριθμός των ενδημικών αγγειακών φυτικών ειδών σε σχέση με την έκταση των νησιών

Ο αριθμός των ενδημικών αγγειακών φυτικών ειδών προέρχεται από την επεξεργασία των βιβλιογραφικών δεδομένων (παράγραφος 2.2.2). Στο λογισμικό Microsoft Excel δημιουργήθηκαν πίνακες με τον αριθμό των ενδημικών αυτών ειδών ανά νησί και ανάλογα με τη γεωγραφική κλίμακα αναφοράς του ενδημισμού. Η γεωγραφική κλίμακα του ενδημισμού προκύπτει, όπως είναι προφανές, από τις γεωγραφικές κατανομές των ενδημικών, που ξεινούν από τα στενοενδημικά (τοπικά ενδημικά, ενδημικά ενός και μόνο νησιού) (single island endemics) και φτάνουν ως τα συνενδημικά μεταξύ νησιών του Αιγαίου και γειτονικών ηπειρωτικών περιοχών.

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η εξίσωση του Arrhenius (1921) στη διπλή λογαριθμική της μορφή, για τα στενοενδημικά και για τα συνενδημικά, αναλόγως με τη γεωγραφική κλίμακα της εξάπλωσής τους και συγκρίθηκαν οι ευθείες αυτές με εκείνες της συνολικής αγγειακής χλωρίδας των αντίστοιχων νησιωτικών συγκροτημάτων. Η σύγκριση αυτή έγινε με ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA), όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 2.3.1.

2.3.4 Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών

Η συσχέτιση της έκτασης των νησιών με τον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε Οικογένειας έγινε με σκοπό την εξέταση των διαφοροποιήσεων του προτύπου «η αύξηση της έκτασης συνεπάγεται αύξηση του αριθμού των ειδών» στα υποσύνολα της χλωρίδας που αποτελούν οι Οικογένειες.

Για την ανάλυση αυτή δημιουργήθηκαν πίνακες στο λογισμικό Microsoft Excel, όπου έγινε καταγραφή του «καθαρού» αριθμού των ειδών κάθε Οικογένειας ανά νησί, όπου αυτή είναι παρούσα, στο Κεντρικό, Ανατολικό και Νότιο Αιγαίο. Στη συνέχεια εφαρμόστηκε η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών του Arrhenius (1921), στη διπλή λογαριθμική της μορφή, για όλες τις Οικογένειες, εκτός εκείνων που έχουν ένα ή και τα δύο από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α) Είναι μονοτυπικές στην περιοχή μελέτης.
- β) Η εξάπλωσή τους στην περιοχή μελέτης περιορίζεται σε ένα έως τέσσερα νησιά.

Οι ευθείες ορισμένων Οικογενειών συγκρίθηκαν με τις ευθείες της συνολικής αγγειακής χλωρίδας της ίδιας υποομάδας νησιών, όπου απαντάται η εικάστοτε Οικογένεια, εφαρμόζοντας ανάλυση συνδιακύμανσης, όπως ήδη αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.3.1.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των Οικογενειών συγκρίθηκαν με αυτά της εργασίας των Roos et al. (2004), οι οποίοι πραγματοποίησαν μια παρόμοια ανάλυση για τη χλωρίδα πέντε νησιών της Μαλαισίας. Η εργασία αυτή είναι η μόνη μέχρι στιγμής που ασχολείται με τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών φυτικών ειδών σε επίπεδο Οικογένειας.

2.4 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και η «υπόθεση των ενδiciaτημάτων»

Δεδομένων των προβλημάτων στον ορισμό των ενδiciaτημάτων των φυτών, η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας έγινε με τρεις τρόπους, που αποτελούν τρεις διαφορετικές αναλύσεις, σε διαφορετικό αριθμό νησιών:

(α) Μέσω των τύπων κάλυψης γης του Προγράμματος CORINE (COoRdination of INformation on the Environment). Ορισμένοι από τους τύπους κάλυψης γης που καταγράφηκαν από το Πρόγραμμα ταυτίζονται με τύπους βλάστησης (π.χ. δάση, θαμνότοποι), ενώ άλλοι φανερώνουν χρήσεις της γης από τον άνθρωπο, κάποιες από τις οποίες συμπεριλαμβάνουν οικοτόπους συγκεκριμένων φυτικών ειδών (π.χ. καλλιεργούμενες εκτάσεις, περιοχές με δόμηση).

Το CORINE ήταν “ένα πιλοτικό πρόγραμμα για τη συγκέντρωση, το συντονισμό και τον έλεγχο της ακρίβειας της πληροφορίας για την κατάσταση του περιβάλλοντος και των φυσικών διαθεσίμων της Κοινότητας” (Επίσημη Εφημερίδα L 176, 6.7.85), με σκοπό τα στοιχεία να χρησιμοποιηθούν για τη σωστή διαχείριση του περιβάλλοντος.

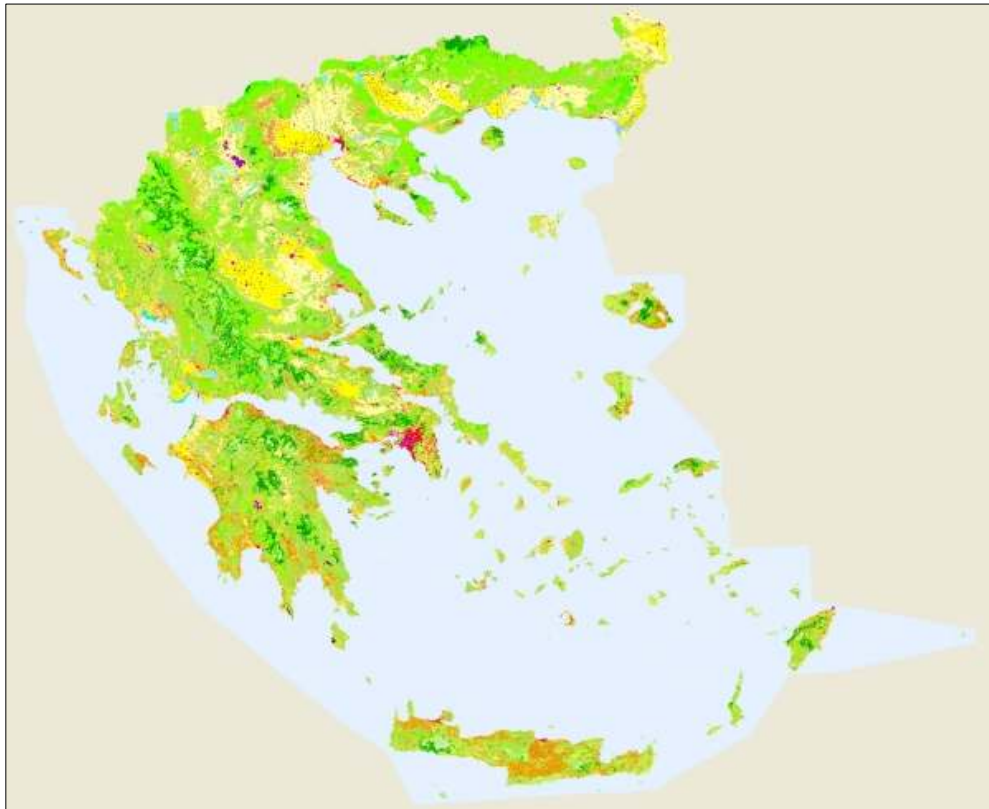
Το 1985, μετά από πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε την υλοποίηση του Προγράμματος αυτού (Οδηγία του Συμβουλίου 85/338/ΕΟΚ). Το Πρόγραμμα υλοποιήθηκε από τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης μεταξύ 1985 και 1990 και το 1991 αποφασίστηκε να επεκταθούν τα τρία κύρια υπόβραθρα του CORINE (βιότοποι, ποιότητα αέρα και κάλυψη γης) στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη. Η ειπόνηση του Προγράμματος CORINE Land Cover για την Ελλάδα ανατέθηκε στον Οργανισμό Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδος (Ο.Κ.Χ.Ε.) το 1988, υπό την επίβλεψη του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το Πρόγραμμα ολοκληρώθηκε για την νησιωτική Ελλάδα στις αρχές του 1999, περίπου τέσσερα χρόνια μετά την προγραμματισμένη ημερομηνία παράδοσης των αποτελεσμάτων.

Μέσω του Προγράμματος δημιουργήθηκε μια σειρά βάσεων δεδομένων, οι οποίες περιγράφουν το περιβάλλον στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης με γεωγραφικά στοιχεία, στοιχεία

για τη φύση, την κάλυψη του εδάφους και τις χρήσεις γης, την ατμόσφαιρα, το νερό και τέλος με κοινωνικο-οικονομικά στοιχεία. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται για την περιγραφή του περιβάλλοντος στο πλαίσιο προγραμματισμού και εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Περιβαλλοντικής Πολιτικής.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση αυτή προέρχονται από τη βάση δεδομένων CORINE 2000 και αποτυπώνονται σε χάρτη, ο οποίος μελετήθηκε με το χαρτογραφικό λογισμικό ArcGIS. Η ανάλυση είναι 250 m και η κατηγοριοποίηση των τύπων χρήσεων γης γίνεται βάσει των 44 τύπων χρήσεων γης που καταγράφονται στα τρία επίπεδα χαρτογράφησης του CORINE.

Ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης, στους οποίους αναπτύσσονται φυτικά είδη, σε κάθε νησί, αποτελεί τον αριθμό των «περιβαλλοντικά ετερογενών θέσεων», που περιλαμβάνουν διαφορετικούς οικοτόπους και ενδιαιτήματα φυτών. Δηλαδή ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης αποτελεί μέτρο της περιβαλλοντικής ετερογένειας κάθε νησιού.



Εικόνα 2.3: Ο χάρτης κάλυψης γης της Ελλάδας σύμφωνα με τα δεδομένα CORINE 2000.

Ένα μειονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι η πολύ γενικευμένη περιγραφή των τύπων των χρήσεων γης.

(β) Μέσω των τύπων φυσικών οικοτόπων των περιοχών του Ευρωπαϊκού Δικτύου Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000. Σύμφωνα με την Οδηγία 92/43 της Ε.Ο.Κ. οι "φυσικοί οικοτόποι" είναι οι χερσαίες περιοχές ή οι υγρότοποι που διακρίνονται χάρη στα βιολογικά και μη βιολογικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά τους, είτε είναι εξ ολοκλήρου φυσικές είτε ημιφυσικές περιοχές, και ο "οικότοπος ενός είδους" είναι το περιβάλλον, οριζόμενο από βιολογικούς και μη βιολογικούς χαρακτηριστικούς παράγοντες, στο οποίο ζει το είδος σε ένα από τα στάδια του βιολογικού του κύκλου.

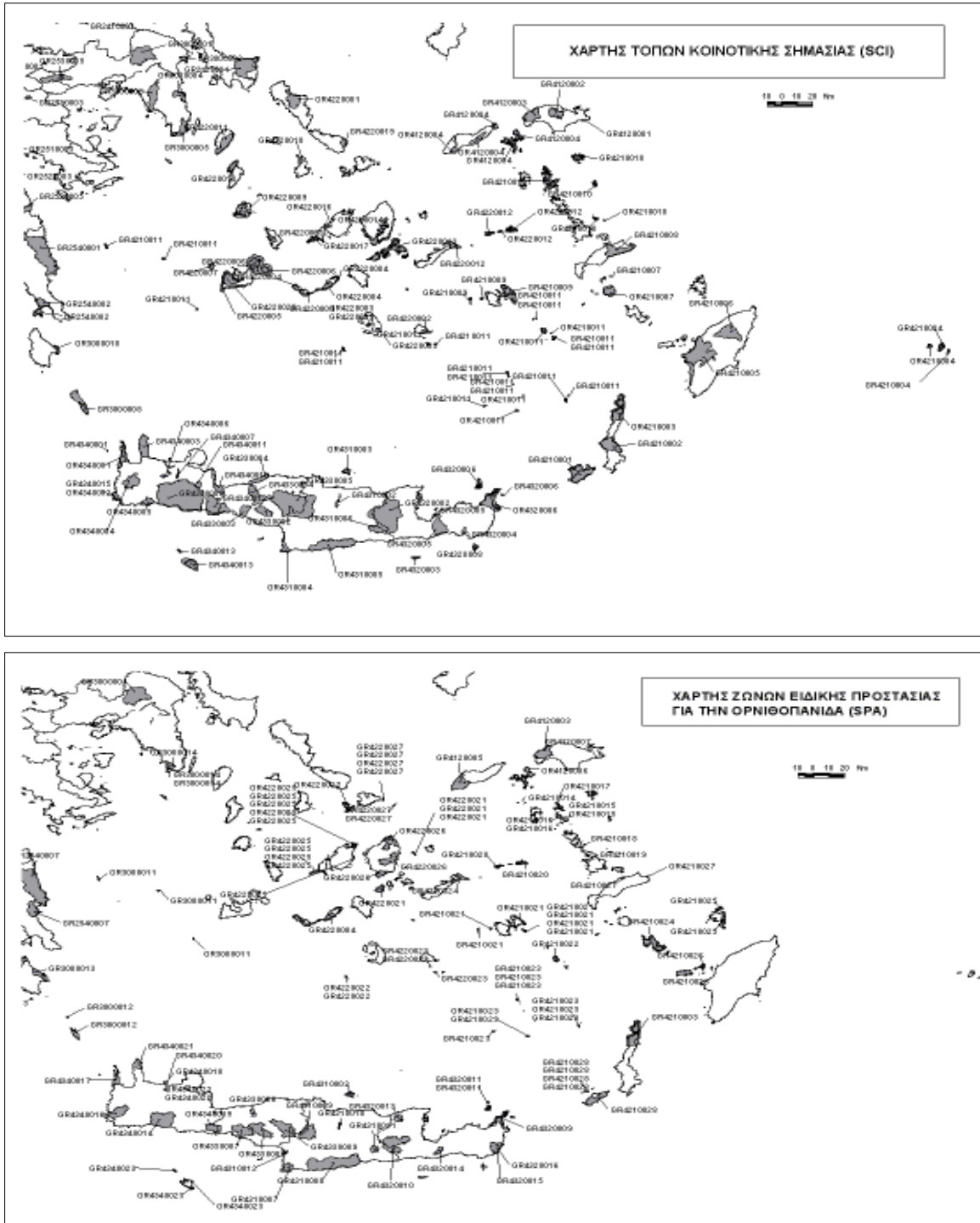
Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκαν οι τύποι των φυσικών οικοτόπων ως έκφραση της περιβαλλοντικής ετερογένειας. Οι τύποι αυτοί των φυσικών οικοτόπων είναι τύποι βλάστησης και φυτικές διαπλάσεις ή φυτοκοινωνίες, φυσικοί γεωλογικοί σχηματισμοί και υγροτοπικά συστήματα. Η συγκεκριμένη προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας ήταν δυνατή μόνο για τα νησιά της περιοχής μελέτης, η συνολική έκταση των οποίων έχει ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000, είτε ως «Τόπος Κοινοτικής Σημασίας» είτε ως «Ζώνη Ειδικής Προστασίας». Τα νησιά αυτά είναι 101 από τα νησιά της περιοχής μελέτης (Παράρτημα, Πίνακας Π.8, Εικόνα 2.4).

Ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων σε καθένα από τα νησιά αυτά χρησιμοποιείται ως ο αριθμός των «περιβαλλοντικά ετερογενών θέσεων», που αντικατοπτρίζει ένα σύνολο ενδιδαιτημάτων φυτικών ειδών. Τα δεδομένα προέρχονται από τους ψηφιακούς χάρτες τύπων φυσικών οικοτόπων των Τόπων Κοινοτικής Σημασίας και των Ζωνών Ειδικής Προστασίας NATURA 2000 των συγκεκριμένων νησιών, στο χαρτογραφικό λογισμικό ArcMAP. Ένα παράδειγμα τέτοιου χάρτη παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.5.

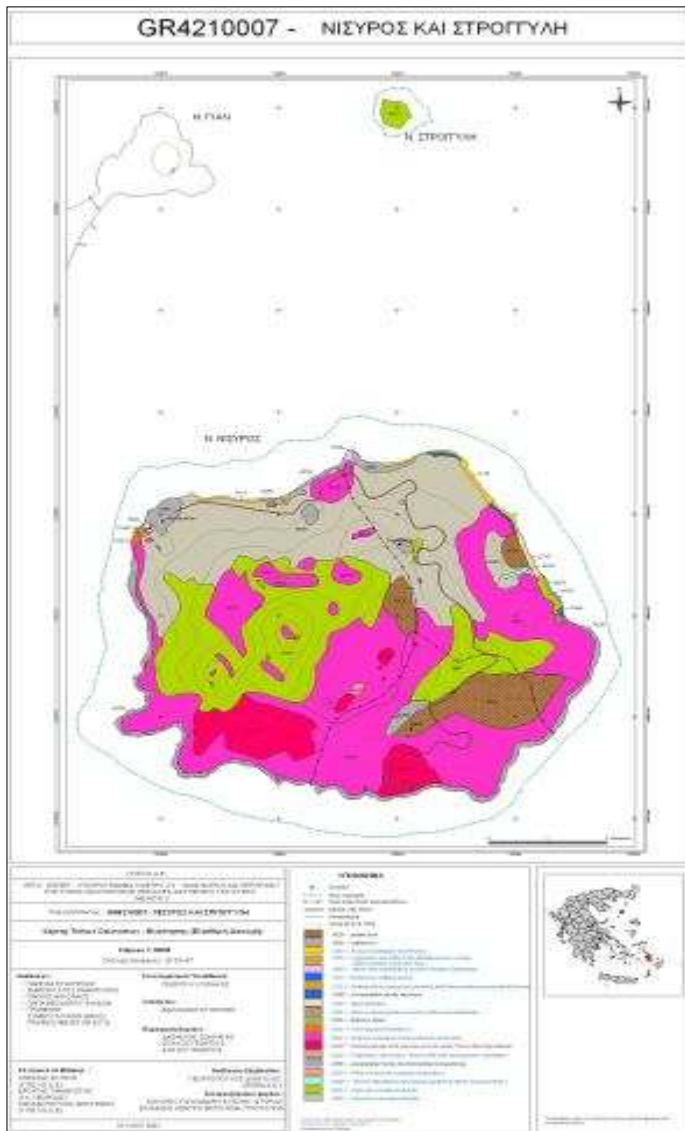
(γ) Μέσω του Συστήματος Δεικτών του Νοτίου Αιγαίου (SAIVs, Southern Aegean Indicator Values), όπως προτάθηκε από τους Böhling et al. (2002): Πρόκειται για σύστημα επτά αβιοτικών παραγόντων, που είναι ενδεικτικοί των οικολογικών αναγκών 2.242 φυτικών τάξων (ειδών, υποειδών και ποικιλιών) του Νοτίου Αιγαίου. Οι επτά αβιοτικοί παράγοντες είναι το φως, η θερμοκρασία, η ηπειρωτικότητα, υγρασία, το εδαφικό pH, τα θρεπτικά (C/N, C/P, P₂O₅) και η εδαφική αλατότητα. Οι ανάγκες των τάξων ως προς τους παράγοντες αυτούς διαβαθμίζονται από τις ελάχιστες έως τις μέγιστες, με αποτέλεσμα για καθέναν από τους παράγοντες αυτούς να δημιουργείται μία κλίμακα. Η κλίμακα αυτή είναι εννιαβάθμια για όλους τους παράγοντες, εκτός της υγρασίας, για την οποία είναι δωδεκαβάθμια. Ως «υγρασία» ορίζεται η ποσότητα του νερού που είναι διαθέσιμη στη θέση όπου αναπτύσσεται κάθε φυτικό τάξον. Ορισμένα τάξα είναι ευρύοικα και καλύπτουν όλο το εύρος των βαθμίδων της κλίμακας ενός ή περισσότερων παραγόντων. Για κάποια άλλα τάξα ήταν αδύνατον να προσδιοριστεί επακριβώς η βαθμίδα της κλίμακας όπου ανήκουν για έναν ή περισσότερους παράγοντες.

Για τη δημιουργία του συστήματος SAIVs οι Böhling et al. (2002) (δείτε επίσης την εργασία του Böhling (2004)) βασίστηκαν σε ένα τροποποιημένο, πιο αντικειμενικό και πιο γενικευμένο

σύστημα τιμών οικολογικών δεικτών, που προέρχεται από τις εκτιμήσεις του οικολογικού εύρους των φυτών, το οποίο πρωτοδημοσίευσε ο Ellenberg (1950). Ο ίδιος ο Böhling είχε αρχικά δημιουργήσει ένα σύστημα οικολογικών δεικτών ειδικά για τη χλωρίδα της Νάξου (Böhling 1994, 1995, 1997).



Εικόνα 2.4: Πολυάριθμες είναι οι περιοχές των νησιών μελέτης, που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000. Στην ανάλυση της περιβαλλοντικής ετερογένειας συμπεριελήφθησαν μόνο τα νησιά, το σύνολο της έκτασης των οποίων εντάσσεται στο Δίκτυο.



***Εικόνα 2.5:** Η Νίσυρος και η νησίδα Στρογγυλή είναι δύο από τα νησιά, των οποίων η συνολική έκταση έχει ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000. Ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων των δύο αυτών νησιών προέρχεται από το συγκεκριμένο χάρτη του Δικτύου NATURA 2000.*

Αυτή η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας βασίζεται στο γεγονός ότι η ύπαρξη ενός φυτικού είδους σε κάποιο νησί, προϋποθέτει την ύπαρξη του ενδιαιτήματός του στο νησί αυτό. Η συγκεκριμένη ανάλυση γίνεται στα νησιά του Νοτίου Αιγαίου, εκτός του συγκροτήματος του Καστελλοριζου, διότι το σύστημα SAIVs αναπτύχθηκε βάσει των οικολογικών αναγκών της χλωρίδας των συγκεκριμένων νησιών. Λόγω του μεγάλου αριθμού οικολογικών παραγόντων και βαθμίδων της κλίμακάς τους, που δημιουργούν μεγάλο αριθμό συνδυασμών, είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί το σύνολο των δεδομένων των δεικτών. Ως εκ τούτου, για λόγους απλούστευσης αλλά και δυνατότητας σύγκρισης, χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση αυτή μόνο οι τιμές των SAIVs για το φως, τη θερμοκρασία και την αλατότητα του εδάφους. Η εννιαβάθμια κλίμακα τιμών των παραμέτρων αυτών, που ορίστηκε από τους Böhring et al. (2002), απλουστεύτηκε επίσης σε μια τριβάθμια κλίμακα, κατατάσσοντας τα είδη αναλόγως με τις ανάγκες τους ως προς τους παράγοντες αυτούς, ως εξής:

α) Είδη που αναπτύσσονται σε σκιερές θέσεις με χαμηλές θερμοκρασίες και μηδενική εδαφική αλατότητα.

β) Είδη που αναπτύσσονται σε ημισκιερές θέσεις με μεσαίες θερμοκρασίες και μεσαία εδαφική αλατότητα.

γ) Είδη που αναπτύσσονται σε θέσεις πλήρως εκτεθειμένες στο ηλιακό φως, με υψηλές θερμοκρασίες και υψηλή εδαφική αλατότητα.

Καθεμιά από τις τρεις παραπάνω βαθμίδες συνδυάστηκε με μία από τις τέσσερις βαθμίδες των συνθηκών υγρασίας, από τα είδη που αναπτύσσονται σε συνθήκες ακραίας ξηρασίας έως τα είδη που αναπτύσσονται μονίμως ή σχεδόν συνεχώς μέσα στο νερό (Böhling et al. 2002). Η υγρασία είναι κρίσιμος περιοριστικός παράγοντας για τα φυτά στα μεσογειακού – τύπου οικοσυστήματα, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στη σύνθεση και στη δομή των τύπων βλάστησής τους (ενδεικτικά Specht & Moll 1983, Westman 1983, Terradas & Savé 1992). Επίσης, η υγρασία χρησιμοποιείται συχνά στην περιγραφή οικολογικών ομάδων των φυτών, όπως είναι τα «ανθεκτικά στην ξηρασία» (drought-resistant), τα «μεσόφιλα», δηλαδή τα μέτριων απαιτήσεων σε υγρασία φυτά (mesic plants), και τα «υδροχαρή» (hydrophilous plants). Τέλος, η υγρασία έχει χρησιμοποιηθεί συχνά σε εργασίες για τον ορισμό των ενδιαιτημάτων των φυτών (ενδεικτικά Deshayes & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994, Duarte et al. 2008, Krefl et al. 2008). Ο δείκτης υγρασίας των Böhling et al. (2002) βασίζεται σε μια απλοποιημένη εκτίμηση της ισορροπίας του νερού στο φυτό, η οποία λαμβάνει υπόψη τα κατακρημνίσματα και την εξατμισοδιαπνοή (ανατρέξτε στη συζήτηση του Böhling 1994).

Για την παρούσα ανάλυση, ως αριθμός των ενδιαιτημάτων του εκάστοτε νησιού, ορίζεται ο αριθμός των συνδυασμών των βαθμίδων φωτός, θερμοκρασίας, εδαφικής αλατότητας και συνθηκών υγρασίας, που καλύπτουν τις ανάγκες όλων των αγγειακών φυτικών ειδών του συγκεκριμένου νησιού.

Ένα απόσπασμα από τον πίνακα SAIVs των Böhling et al. (2002), από τη βάση δεδομένων σε Microsoft Access, που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας ανάλυσης, και αφορά σε ορισμένα είδη της Κάσου, παρουσιάζεται ως παράδειγμα στον Πίνακα 2.2. Οι κλιμακίες των διαβαθμίσεων των Böhling et al. (2002) και η αναγωγή τους στην τριβάθμια ή τετραβάθμια κλιμακία της παρούσας ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3. Στον Πίνακα 2.4 παρουσιάζονται οι διαφορετικοί συνδυασμοί των παραγόντων, οι οποίοι (συνδυασμοί) παρατηρούνται στα είδη της Κάσου βάσει του Πίνακα 2.2.

Πίνακας 2.2: Απόσπασμα από τον πίνακα των SAIVs της χλωρίδας της Κάσου. Στην πρώτη στήλη αναφέρεται το όνομα του είδους ή του υποείδους με τα συνώνυμά του (η στήλη ονομάστηκε «Eidos», και στις στήλες που ακολουθούν αναγράφονται οι τιμές των επτά οικολογικών παραγόντων του συστήματος SAIV: L= φως, T= θερμοκρασία, K= ηπειρωτικότητα, F=συνθήκες υγρασίας, R= εδαφικό pH, N=θρεπτικά (C/N, C/P, P₂O₅) και S=εδαφική αλατότητα. Ο συνδυασμός των βαθμίδων για το σύνολο των επτά οικολογικών παραγόντων περιγράφει κατά το δυνατόν πληρέστερα το ενδιαιτήμα κάθε είδους. Στην παρούσα ανάλυση χρησιμοποιείται μόνο ο συνδυασμός LTSF. Το “x” δηλώνει ευρύοικα είδη ως προς το συγκεκριμένο παράγοντα. Οι βαθμίδες που σημειώνονται με την ένδειξη “circle” σημαίνουν ότι οι οικολογικές ανάγκες του συγκεκριμένου είδους αντιστοιχούν ως επί το πλείστον στη συγκεκριμένη βαθμίδα, είναι δυνατόν οι ανάγκες αυτές να ποικίλουν τόσο μεταξύ των ατόμων του είδους, ώστε να καλύπτουν έως και πέντε βαθμίδες της κλίμακας. Για τη λεπτομερή επεξήγηση των συμβόλων δείτε Böhling et al. (2002).

Eidos	L	T	K	F	R	N	S
<i>Allium ampeloprasum</i>	8	7 circle	5	4	8	7	1 small
<i>Asphodelus ramosus</i> ssp. <i>ramosus</i> (= "A. aestivus"= <i>A. microcarpus</i> Viv.)	8	x	5	3 circle	7	6	1
<i>Atriplex halimus</i>	8	8	5	x	8	6	3
<i>Bromus madritensis</i> s.l. (<i>Anisantha madritensis</i> s.l.)	7	x	x small	4	8	6	1
<i>Capparis orientalis</i> (<i>C. spinosa</i> ssp. <i>rupestris</i>)	9	8	5	1	9#	4	3
<i>Carlina corymbosa</i> s.l. (incl. <i>C. graeca</i> , <i>C. curetum</i> , <i>C. sitiensis</i>)	8	x	5	3 circle	8 small	5	1
<i>Centaurea raphanina</i> Sm. ssp. <i>mixta</i>	7	8	5#	3 circle	8	4	1
<i>Convolvulus oleifolius</i> s.l.	8	8	5	3 circle	8	4	1
<i>Coridothymus capitatus</i> (= <i>Thymus capitatus</i> (L.) Hoffmanns. & Link = <i>Thymbra capitata</i> (L.) Cav.)	8	x	5	3	8	3	1
<i>Crepis multiflora</i>	6	8	5#	x	9#	6	2
<i>Crithmum maritimum</i>	8	8	3	2	8	7	5
<i>Cynara cornigera</i> (= <i>C. sibthorpiana</i> Boiss. & Heldr.)	9	8	5#	2	8	6	2
<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hispanica</i>	7	7 circle	4 circle	4 circle	x	x	1
<i>Euphorbia dendroides</i>	8	8	5	4 circle	8	5	1
<i>Heliotropium dolosum</i>	8	8	7 small	5	8	8	1
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	9	8	5	1	9#	7	9
<i>Prasium majus</i>	x	8	5	3	x	5	1
<i>Psilurus incurvus</i> (<i>P. aristatus</i>)	7	7 circle	6 circle	x	x	3 small	1
<i>Sarcopoterium spinosum</i>	8	7 circle	6#	4	7	4	1
<i>Suaeda vera</i>	8	8	4 circle	x small	8 small	6 small	5
<i>Teucrium brevifolium</i>	8	9	5#	2	8	x	1
<i>Thymelaea hirsuta</i>	8	8	5	4	8	5	1
<i>Urginea maritima</i> (= <i>Drimia maritima</i> (L.) Stearn, <i>Charybdis maritima</i> s.l. incl. <i>Ch. aphylla</i>)	7	8 circle	5	2 circle	8	x	1

Πίνακας 2.3: Οι κλίμακες των διαβαθμίσεων των Böhling et al. (2002) και η αναγωγή τους στην τριβάθμια ή τετραβάθμια κλίμακα της παρούσας ανάλυσης, που χαρακτηρίζει τις θέσεις όπου αναπτύσσονται τα είδη. Με “x” συμβολίζονται οι θέσεις όπου τα είδη δεν έχουν περιορισμό ως προς το συγκεκριμένο παράγοντα (ευρύοικα). Ο συνδυασμός του “x” με τους υπόλοιπους τρεις παράγοντες θεωρείται ως διαφορετικό ενδιάιτημα.

	Κλίμακα Böhling et al. (2002)	3-βάθμια/ 4-βάθμια κλίμακα	Θέσεις
Φως	1-3	A	Σκιερές
	4-6	B	Ημισκιερές
	7-9	C	Εκτεθειμένες στο φως
	x	x	Χωρίς περιορισμό ως προς το φως
Θερμοκρασία	1-3	A	Ψυχρές
	4-6	B	Με μεσαίες θερμοκρασίες
	7-9	C	Θερμές
	x	x	Χωρίς περιορισμό ως προς τη θερμοκρασία
Εδαφική αλατότητα	0-2	A	Με μηδενική ή σχεδόν μηδενική εδαφική αλατότητα
	3-5	B	Με μέτρια εδαφική αλατότητα
	6-9	C	Με υψηλή εδαφική αλατότητα (αλόφιλα – αλόφυτα)
	x	x	Χωρίς περιορισμό ως προς την εδαφική αλατότητα
Συνθήκες υγρασίας	0-3	A	Εξαιρετικά ξηρές (ξηρόφυτα)
	4-6	B	Ημίξηρες (μεσόφιλα)
	7-9	C	Με υψηλή υγρασία
	10-12	D	Μονίμως ή σχεδόν συνεχώς μέσα στο νερό
	x	x	Χωρίς περιορισμό ως προς τις συνθήκες υγρασίας

Πίνακας 2.4: Οι διαφορετικοί συνδυασμοί των παραγόντων του φωτός (Φ), της θερμοκρασίας (Θ), της εδαφικής αλατότητας (EA) και των συνθηκών υγρασίας (ΣY), που χαρακτηρίζουν τις θέσεις όπου αναπτύσσονται τα είδη της Κάσου βάσει του Πίνακα 2.2. Παρατηρείται ότι το ίδιο ενδιαίτημα μπορεί να έχουν και περισσότερα από ένα είδη (2 έως 6 στη συγκεκριμένη περίπτωση). Οι διαφορετικοί συνδυασμοί των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν τις θέσεις είναι 10, άρα θεωρείται ότι 10 είναι και τα διαφορετικά ενδιαιτήματα των 23 αυτών ειδών της Κάσου.

Φ	Θ	EA	ΣY
x	C	A	A
B	C	A	x
C	x	A	A
C	x	A	B
C	C	A	x
C	C	B	x
C	C	A	A
C	C	A	B
C	C	C	A
Σύνολο: 10			

2.4.1 Η περιβαλλοντική ετερογένεια, η έκταση και ο αριθμός των ειδών

Η αύξηση της έκτασης συνεπάγεται και αύξηση της περιβαλλοντικής ετερογένειας. Η σχέση τους μπορεί να εκφραστεί ως γραμμική παλινδρόμηση, ως εξής:

$$\log H = \log c_1 + z_1 \log A$$

όπου «H» είναι ο αριθμός των «περιβαλλοντικά ετερογενών θέσεων» σε κάθε νησί, όπως ορίστηκαν στο προηγούμενο υποκεφάλαιο, δηλαδή είτε ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης σύμφωνα με το Πρόγραμμα CORINE, είτε ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων των νησιών που η συνολική τους επιφάνεια έχει ανταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000, είτε ο αριθμός των ενδιαιτημάτων των φυτικών ειδών των νησιών του Νοτίου Αιγαίου σύμφωνα με το σύστημα SAIVs (τρεις διαφορετικές αναλύσεις), «A» είναι η έκταση των εκάστοτε εξεταζόμενων νησιών, « c_1 » είναι η σταθερά της ευθείας, και « z_1 » είναι η κλίση της ευθείας.

Με απλή αντικατάσταση της έκτασης από την παράμετρο H, όπως ακριβώς ορίστηκε στις παραπάνω (α)-(δ) εφαρμογές, στην εξίσωση του Arrhenius (1921), συσχετίζεται ο αριθμός των φυτικών ειδών (S) των εκάστοτε εξεταζόμενων νησιών με την οικολογική ετερογένεια:

$$\log S = \log c_2 + z_2 \log H$$

Όπου c_2 : η σταθερά της ευθείας και z_2 : η κλίση της ευθείας.

2.4.2 Ανάλυση μονοπατιού

Με δεδομένη την αλληλεπίδραση της έκτασης και του αριθμού των ενδιαιτημάτων, για την προσέγγιση της συμβολής των παραμέτρων αυτών στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών που είναι παρόντα σε κάθε νησί χρησιμοποιείται η ανάλυση μονοπατιού (path analysis). Η μέθοδος αυτή (Sokal & Rolph 1981, Kohn & Walsh 1994) επιτρέπει τον υπολογισμό της άμεσης και έμμεσης συνεισφοράς των αιτιακών μηχανισμών ή παραμέτρων (εξωγενείς ή ανεξάρτητες μεταβλητές), με βάση ένα πρότυπο που ορίζεται εκ των προτέρων, στη διαμόρφωση της τιμής μιας ή περισσοτέρων εξαρτημένων (ενδογενών) μεταβλητών (Sokal & Rolph 1981, Kohn & Walsh 1994), που στην περίπτωση μας είναι ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών. Η μέθοδος αυτή δίνει τη δυνατότητα διάκρισης και προσδιορισμού του βαθμού συμμετοχής αιτιακών σχέσεων, μέσα από μια υποθετική αιτιακή δομή, που αλληλεπιδρούν για τη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος. Στην Οικολογία η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί σε διάφορες περιπτώσεις (Schemske & Horvitz 1988, Mitchell-Olds & Bergelson 1990, Lewinsohn 1991, Kohn & Walsh 1994, Fox & Fx 2000).

Στην εξέταση της σχέσης έκτασης, περιβαλλοντικής ετερογένειας και αριθμού ειδών, η μορφή του μονοπατιού, σύμφωνα με την προσέγγιση των Kohn & Walsh (1994), είναι ένα απλό «τρίγωνο», όπως παρουσιάζεται σχηματικά στην Εικόνα 2.6. Μια από τις υποθέσεις για την εφαρμογή της ανάλυσης μονοπατιού είναι ότι όλες οι σχέσεις είναι γραμμικές και προσθετικές (additive), κάτι που στην πραγματικότητα μπορεί να μην ισχύει για τις συγκεκριμένες παραμέτρους.

Οι αιτιακές σχέσεις που διαμορφώνονται είναι:

- Άμεση επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ενδιαιτημάτων (a_1).
- Άμεση επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών (b_2).
- Έμμεση επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών ($a_1 * b_1$).
- Συνολική επίδραση της έκτασης (άμεση + έμμεση) στον αριθμό των ειδών ($b_2 + a_1 * b_1$).
- Η παράμετρος « u » συμβολίζει το κλάσμα της διακύμανσης του αριθμού των ειδών, που δεν ερμηνεύεται από τη συμβολή της έκτασης και του αριθμού των ενδιαιτημάτων.

Τα μεγέθη a_1 , b_1 και b_2 ονομάζονται συντελεστές μονοπατιού (path coefficients) και είναι οι κανονικοποιημένες τιμές των συντελεστών γραμμικής παλινδρόμησης (standardized linear regression coefficients) μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών.

Στην περίπτωση που, σύμφωνα με το μονοπάτι, υπάρχει σχέση μεταξύ μιας ανεξάρτητης μεταβλητής και της εξαρτημένης μεταβλητής (δηλαδή σχέση απλής γραμμικής παλινδρόμησης), τότε η κανονικοποιημένη τιμή του συντελεστή γραμμικής παλινδρόμησης ταυτίζεται με τον συντελεστή συσχέτισης (correlation coefficient). Επομένως, η παράμετρος a_1 είναι ο συντελεστής

συσχέτισης (correlation coefficient) της απλής γραμμικής παλινδρόμησης μεταξύ των κανονικοποιημένων (standardized) τιμών της έκτασης των νησιών και του αριθμού των ενδιαιτημάτων. Οι κανονικοποιημένοι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης (standardized partial regression coefficients) b_1 και b_2 , υπολογίζονται από την εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης του αριθμού των ειδών με την έκταση και τα ενδιαιτήματα (και για τη συγκεκριμένη περίπτωση με τα μέτρα της περιβαλλοντικής ετερογένειας). Ο συντελεστής μερικής παλινδρόμησης δίνει την ποσότητα κατά την οποία η εξαρτημένη μεταβλητή αυξάνεται όταν η μία ανεξάρτητη μεταβλητή αυξάνεται κατά μία μονάδα και οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές παραμένουν σταθερές (Abdi 2003, δείτε και Schielzeth 2010).

Από τις προϋποθέσεις που πρέπει να ελεγχθούν για την εφαρμογή της πολλαπλής παλινδρόμησης, σημαντικές για την ανάλυση που γίνεται στη διατριβή είναι οι παρακάτω:

- α) Οι μεταβλητές πρέπει να ακολουθούν κανονική κατανομή.
- β) Η σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής και των ανεξάρτητων είναι γραμμική.
- γ) Οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι μεταξύ τους ασυσχέτιστες (ανεξάρτητες).

Για το σύνολο των δεδομένων της παρούσας διατριβής δεν πληρείται στην πραγματικότητα καμιά από τις προϋποθέσεις αυτές. Για τις (α) και (β) πρέπει να γίνει log-μετατροπή των τιμών και για τη (γ) πρέπει να ελεγχθεί εάν υπάρχει πολυσυγγραμμικότητα (multicollinearity) μεταξύ της έκτασης και του αριθμού των ενδιαιτημάτων, διότι οι μεταβλητές αυτές δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Οι Kohn & Walsh (1994) χρησιμοποίησαν το φυσικό λογάριθμο της έκτασης σε σχέση με τον απόλυτο αριθμό των ενδιαιτημάτων και των ειδών, διότι βρήκαν ότι η γραμμική σχέση μεταξύ έκτασης και αριθμού ειδών με το υψηλότερο R^2 για τα δεδομένα τους είναι «αριθμός ειδών – φυσικός λογάριθμος έκτασης». Στην ανάλυση μονοπατιού, οι Triantis et al. (2003) εφαρμόζουν την πολλαπλή παλινδρόμηση μεταξύ αριθμού ειδών, έκτασης και αριθμού ενδιαιτημάτων μετά από log-μετατροπή των τριών παραμέτρων. Στη διερεύνηση της σχέσης των τριών παραμέτρων για τα δεδομένα της παρούσας διατριβής, θα ελεγχθεί εάν υπάρχει πρότυπο εκτός του γραμμικού (log-log), το οποίο να την περιγράφει καλύτερα (υψηλότερο R^2 ή R^2_{adj}). Στην ανάλυση μονοπατιού, για τον υπολογισμό των συντελεστών μερικής παλινδρόμησης, θα εφαρμοστεί log-μετατροπή.

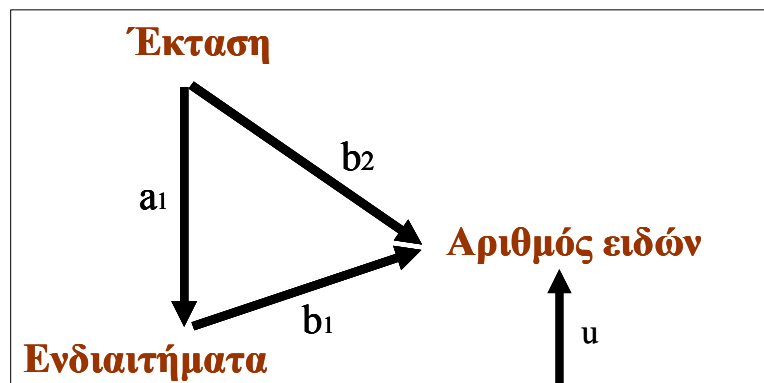
Επομένως, η εξίσωση της πολλαπλής παλινδρόμησης είναι της μορφής:

$$\log(\text{αριθμού ειδών}) = c * \log(\text{έκτασης}) + d * \log(\text{ενδιαιτημάτων})$$

όπου c και d είναι οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης. Για τον υπολογισμό των κανονικοποιημένων συντελεστών μερικής παλινδρόμησης, που εκφράζουν τη συνεισφορά της έκτασης (b_2) και του μέτρου της περιβαλλοντικής ετερογένειας (b_1) στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών εφαρμόζονται οι εξισώσεις:

$$b1 = d * (\text{τυπική απόκλιση ενδιαιτημάτων} / \text{τυπική απόκλιση αριθμού ειδών})$$

$$b2 = c * (\text{τυπική απόκλιση έκτασης} / \text{τυπική απόκλιση αριθμού ειδών})$$



Εικόνα 2.6: Το βασικό μοντέλο της σχέσης της έκτασης, των ενδιαιτημάτων και του αριθμού των ειδών, για την ανάλυση του μονοπατιού. Όπου «ενδιαιτήματα» νοείται το μέτρο με το οποίο προσεγγίζεται η οικολογική ετερογένεια στην ανάλυσή μου.

Οι κανονικοποιημένοι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης είναι συγκρίσιμοι μεταξύ τους, οπότε προσδιορίζονται οι σχετικές επιδράσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη μεταβλητή (για τον υπολογισμό των συντελεστών μερικής παλινδρόμησης δείτε και Li 1975, Sokal & Rohlf 1995, Triantis et al. 2003).

Στην ανάλυση μονοπατιού, όπου «αριθμός ενδιαιτημάτων» χρησιμοποιείται ο «αριθμός των περιβαλλοντικά ετερογενών θέσεων» σε κάθε νησί, όπως ορίστηκε στην παράγραφο 2.4, δηλαδή είτε ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης σύμφωνα με το Πρόγραμμα CORINE, είτε ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων των νησιών που η συνολική τους επιφάνεια έχει ανταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000, είτε ο αριθμός των ενδιαιτημάτων των φυτικών ειδών των νησιών του Νοτίου Αιγαίου σύμφωνα με το σύστημα SAIVs (τρεις διαφορετικές αναλύσεις).

2.4.3 Το πρότυπο «Χώρος»

Η μεταβλητή «Χώρος» (K) υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση που αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.6.2 της Εισαγωγής. Το πρότυπο «Χώρος» προκύπτει από την κλασική σχέση έκτασης – αριθμού ειδών (Arrhenius 1921), με αντικατάσταση της έκτασης (A) από την παράμετρο «χώρος» (K):

$$\log S = \log c_K + z_K \log K$$

όπου c_K είναι η σταθερά και z_K η κλίση της εξίσωσης.

Όπως και στην ανάλυση μονοπατιού, όπου «αριθμός ενδιαιτημάτων» για τον υπολογισμό του «Χώρου» (K) χρησιμοποιείται ο «αριθμός των περιβαλλοντικά ετερογενών θέσεων» σε κάθε εξεταζόμενο νησί, όπως ορίστηκαν στην παράγραφο 2.4, δηλαδή είτε ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης σύμφωνα με το Πρόγραμμα CORINE, είτε ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων των νησιών που η συνολική τους επιφάνεια έχει αναχθεί στο δίκτυο NATURA 2000, είτε ο αριθμός των ενδιαιτημάτων των φυτικών ειδών των νησιών του Νοτίου Αιγαίου σύμφωνα με το σύστημα SAIVs (τρεις διαφορετικές αναλύσεις).

Όπως πρότειναν οι Triantis et al. (2003), για τη σύγκριση της προσαρμογής του προτύπου SAR και του προτύπου «Χώρος», εκτός από το R^2 , χρησιμοποιήθηκε και το Κριτήριο Πληροφορίας Akaike (Akaike Information Criterion, AIC), το οποίο σε πολλές εργασίες θεωρείται ως το καταλληλότερο κριτήριο επιλογής προτύπου (Sakamoto et al. 1986, Wada & Kashiwagi 1990, Luden et al. 1994, Burnham & Anderson 1998, Li et al. 2002) και έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές εργασίες οικολογίας (Anderson et al. 1994, Quang & Becker 1996, Stenseth et al. 1999, Frescino et al. 2001, Van Buskirk et al. 2002, Triantis et al. 2003, Morrison & Spiller 2008). Το AIC δίνεται από την εξίσωση:

$$AIC = -2 \ln(L_m) + 2p$$

Όπου $\ln(L_m)$ είναι ο φυσικός λογάριθμος της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood) του εξεταζόμενου προτύπου και p είναι ο αριθμός των ελεύθερων παραμέτρων του προτύπου.

Στη σύγκριση μεταξύ δύο προτύπων, το «καλύτερο» (καλύτερα προσαρμοσμένο, αποτελεσματικότερο) είναι αυτό με τη χαμηλότερη τιμή AIC. Οι Sakamoto et al. (1986) πρότειναν ότι μια απόλυτη διαφορά μεγαλύτερη από 1 ή 2 μπορεί να θεωρηθεί ως στατιστικά σημαντική. Για την επιλογή μεταξύ των προτύπων SAR και «Χώρος» υπολογίστηκε η διαφορά των αντίστοιχων τιμών AIC ($\Delta AIC = AIC_{SAR} - AIC_{\text{Χώρος}}$). Εάν η διαφορά έχει θετικό πρόσημο, τότε το πρότυπο «Χώρος» προσαρμόζεται καλύτερα στα δεδομένα.

2.4.4 Η υπόθεση των ενδιαιτημάτων για την ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών

Για να ελεγχθεί η «υπόθεση των ενδιαιτημάτων», σύμφωνα με την οποία η διαθεσιμότητα διαφορετικών ενδιαιτημάτων επηρεάζει περισσότερο τον αριθμό των ειδών από ό,τι η έκταση αυτή καθαυτή (Triantis et al. 2006) στα μικρά νησιά, εφαρμόστηκε η απλή μαθηματική προσέγγιση των Triantis et al. (2006). Πρόκειται για μιας μορφής ανάλυση μονοπατιού, που συνδυάζει την έκταση και την περιβαλλοντική ετερογένεια στην εκτίμηση της τιμής κατωφλίου της έκτασης κάτω από την

οποία παρατηρείται το SIE. Παρόμοιες μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί σε άλλες εργασίες (π.χ. Kohn & Walsh 1994, Triantis et al. 2005).

Στόχος της ανάλυσης είναι να εντοπίσει μια τιμή κατώφλιου της έκτασης, κάτω από την οποία η επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών μηδενίζεται. Ο εντοπισμός της τιμής κατώφλιου γίνεται με τη διαδοχική αφαίρεση των νησιών, από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο. Για κάθε υποσύνολο νησιών υπολογίζεται ο κανονικοποιημένος συντελεστής μερικής παλινδρόμησης της έκτασης, βάσει της πολλαπλής παλινδρόμησης $\log S - \log A - \log(\text{περιβαλλοντικής ετερογένειας})$. Όταν βρεθεί τιμή κανονικοποιημένου συντελεστή μερικής παλινδρόμησης της έκτασης μικρότερη ή ίση από το μηδέν (και όχι μη στατιστικά σημαντική, διότι τότε το κριτήριο θα επηρεαζόταν από την τυπική απόκλιση των δεδομένων και το ελάχιστο μέγεθος του δείγματος νησιών), τότε η αντίστοιχη τιμή της έκτασης αποτελεί το κατώφλιο για το οποίο ισχύει το SIE. Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο, εάν η διαδοχική αφαίρεση των νησιών ξεκινήσει από το μικρότερο.

Με την πλήρη εξάλειψη της επίδρασης της έκτασης, το μονοπάτι μετατρέπεται σε μια απλή σχέση ανάμεσα στην περιβαλλοντική ετερογένεια και στον αριθμό των ειδών. Η επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών είναι μόνο έμμεση, λόγω της σχέσης της με την περιβαλλοντική ετερογένεια.

2.5 Λογισμικά αναλύσεων

Η αρχική ανάλυση των δεδομένων έγινε, όπως ήδη αναφέρθηκε, σε πίνακες του λογισμικού Microsoft Excel, όπου και πραγματοποιούνταν οι απλούστερες μαθηματικές πράξεις. Οι γραμμικές παλινδρομήσεις, οι αναλύσεις συνδιακύμανσης (ANCOVA), οι εφαρμογές των εξισώσεων του SIE και του «Χώρος» και η βηματική γραμμική παλινδρόμηση έγιναν με τα λογισμικά STATGRAPHICS, STATISTICA, SPSS και MedCalc.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Έκταση νησιών και αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών

Από τα 197 νησιά που συμπεριλαμβάνονται στις αναλύσεις, 36 ανήκουν στο Κεντρικό Αιγαίο, 92 στο Ανατολικό Αιγαίο και 69 στο Νότιο Αιγαίο. Στον Πίνακα Π.1 του Παραρτήματος Π παρουσιάζονται οι τιμές των δύο βασικών παραμέτρων, της έκτασης (A) και του αριθμού ειδών (S), των νησιών αυτών. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται:

α) Οι **εκτάσεις** των νησιών από τους ψηφιακούς χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Το εύρος της έκτασης που καλύπτεται είναι εξαιρετικά μεγάλο, από 0,00044 km² (Τρεις Πέτρες Κάσου) έως 8.264,62 km² (Κρήτη).

β) Ο αμιγής **αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε νησιού**, όπως προέκυψε από την επεξεργασία των χλωριδικών δεδομένων. Υπάρχουν πέντε μικρονήσια στα οποία καταγράφηκε μόνο ένα είδος (Ασπρονήσι Ανατολικά του Βόρειου Ασπρονησιού Λειψών, Νησίδα Βορειοανατολικά του Πιάτου Λειψών, Καπέλο Κυθήρων, Σέλλα Κάσου και Χαλκιάς Καρπάθου). Η Κρήτη έχει το μεγαλύτερο αριθμό ειδών: 1.795. Ο αμιγής αριθμός ειδών της Μήλου, μετά τον προσδιορισμό των δειγμάτων, των καταγραφών πεδίου και των υπαρχουσών βιβλιογραφικών αναφορών βρέθηκε να είναι 496. Ο συνολικός αριθμός ειδών των 197 νησιών της περιοχής μελέτης είναι 2.313.

3.2 Εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών

3.2.1 Η σχέση έκτασης–αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών για τα νησιά της περιοχής μελέτης

Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της εξίσωσης του Arrhenius (1921) για τη συνολική αγγειακή χλωρίδα των νησιών της περιοχής μελέτης έδωσε την εξής σχέση έκτασης – αριθμού ειδών, η οποία και παριστάνεται στο Γράφημα 3.1, και στη συνέχεια του κειμένου θα αναφέρεται συχνά ως «συνολική σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών» ή ως «συνολική SAR»:

$$\log S = 0,35 \log A + 2,01$$

Συντελεστής προσδιορισμού (coefficient of determination): $R^2=0,67$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,66$.

Τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση της παραμέτρου $z = 0,018$.

Τυπικό σφάλμα στην εκτίμηση της παραμέτρου $c = 0,028$.

Τιμή P της ANOVA: $P < 0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

Δοκιμασία έλλειψης προσαρμογής (lack-of-fit test): τιμή P της ANOVA για την έλλειψη προσαρμογής: $0,93 > 0,10$.

Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση των νησιών και στον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών (συντελεστής συσχέτισης: 0,82) και η σχέση μεταξύ έκτασης και αριθμού ειδών είναι στατιστικά σημαντική ($P < 0,01$) σε στάθμη σημαντικότητας 99%.

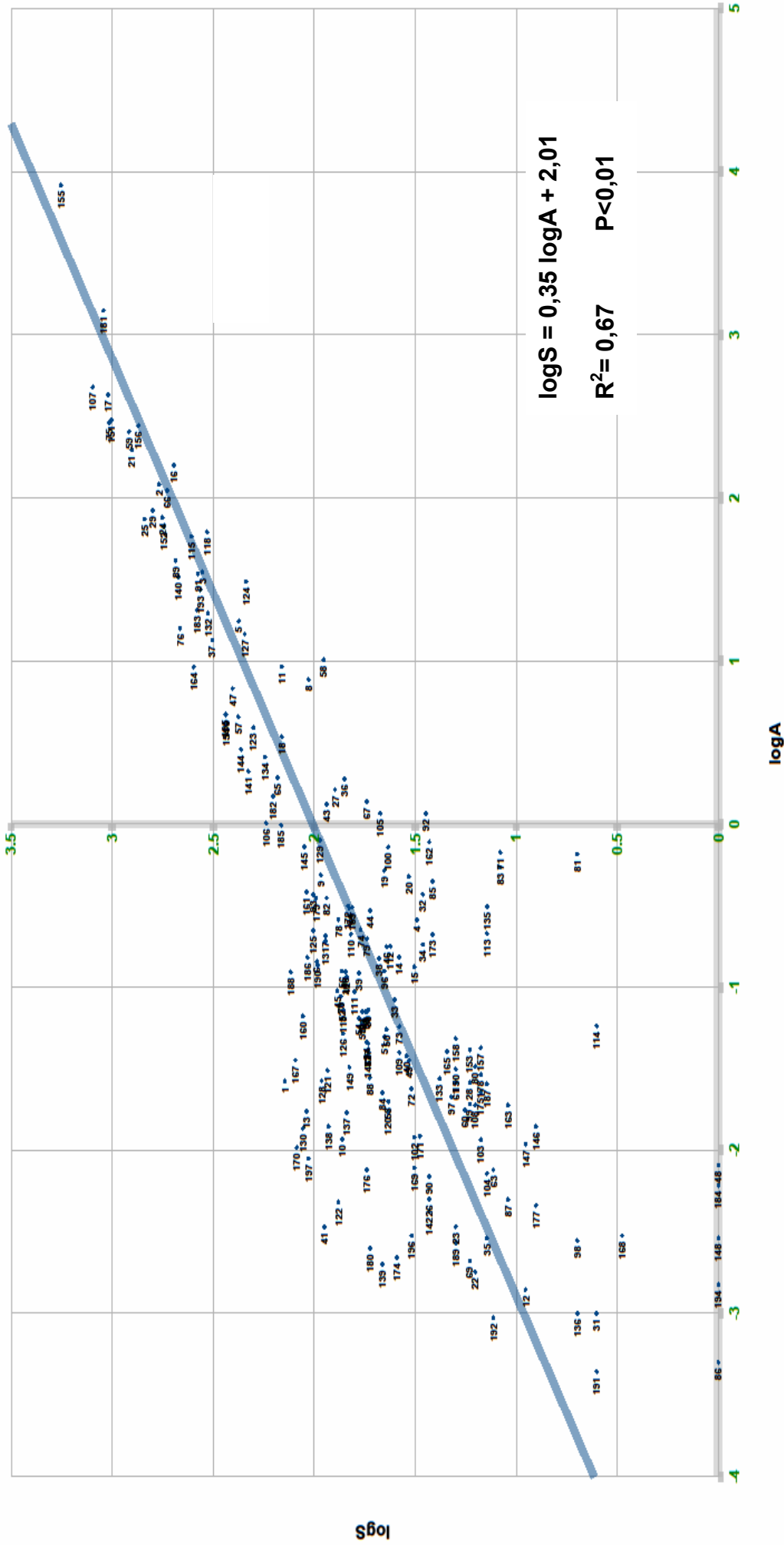
Επίσης, η προσαρμογή στο πρότυπο έκτασης – αριθμού ειδών είναι πολύ καλή και η έκταση ερμηνεύει ποσοστό 67% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών ($R^2 = 0,67$).

Η δοκιμασία έλλειψης προσαρμογής (lack-of-fit test) καθορίζει εάν το εφαρμοζόμενο πρότυπο, δηλαδή στην περίπτωσή μας η ευθεία που προκύπτει μέσω της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, επαρκεί για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των παρατηρούμενων δεδομένων ή εάν πρέπει να εφαρμοστεί κάποιο περισσότερο σύνθετο πρότυπο. Εφόσον η τιμή P στην ANOVA για την έλλειψη προσαρμογής είναι μεγαλύτερη από 0,10, το χρησιμοποιούμενο πρότυπο φαίνεται να επαρκεί για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των παρατηρούμενων δεδομένων.

Στο Γράφημα 3.1 είναι προφανής η μεγαλύτερη διασπορά των σημείων που αντιπροσωπεύουν νησιά με έκταση μικρότερη από 1 km^2 . Πολλά από τα μικρά αυτά νησιά έχουν πολύ μεγαλύτερους πραγματικούς αριθμούς ειδών από αυτούς αυτούς που προβλέπει για αυτά το θεωρητικό πρότυπο. Αυτά είναι τα νησιά που βρίσκονται πάνω από την ευθεία παλινδρόμησης (έχουν θετικές τιμές καταλοίπων). Από τα μεγαλύτερα νησιά, η Θύμαινα Φούρων (58), το Δεσποτικό Πάρου (8), η Θηρασιά (11), η Ψέριμος (127), η Γυάρος (5), οι Φούρνοι (124), η Τήλος (118), η Μήλος (16), η Ρόδος (181) και η Κρήτη (155) εμφανίζουν πραγματικό αριθμό ειδών μικρότερο από τον θεωρητικά προβλεπόμενο για την έκτασή τους (έχουν αρνητικές τιμές καταλοίπων).

Από τη στατιστική επεξεργασία της συνολικής σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών, προέκυψε ότι το σημείο που αντιπροσωπεύει την **Κρήτη** παρουσιάζει περίπου πενταπλάσια τιμή μόχλευσης (leverage) (0,056) από τη μέση τιμή μόχλευσης (0,0102) όλων των τιμών του δείγματος. Επίσης, τρία μικρονήσια στα οποία έχει καταγραφεί μόνο ένα φυτικό είδος, το «**Ασπρονήσι Ανατολικά του Βόρειου Ασπρονησίου**» από το συγκρότημα των Λειψών, η **Σέλλα** της Κάσου και το **Καπέλο** Κυθήρων, καθώς και το **Μακρονήσι Φούρων**, με πέντε είδη, εμφανίζουν τιμές τυποποιημένων καταλοίπων (studentized residuals) μεγαλύτερες του 3,0. Για το λόγο αυτό, η Κρήτη και τα τέσσερα αυτά μικρονήσια θεωρούνται ως ακραίες τιμές (outliers) στο δείγμα των νησιών και ελέγχεται εάν υπάρχουν μεταβολές στην ευθεία SAR μετά την αφαίρεσή τους από το δείγμα:

Σχέση έκτασης - αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών



Γράφημα 3.1: Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών 197 νησιών του Αιγαίου. Τα αριθμημένα σημεία αντιστοιχούν στα νησιά όπως αναφέρονται στο Πίνακα Π.1 του Παραρτήματος II.

α) Χωρίς την Κρήτη (XK), για τα 196 υπόλοιπα νησιά, η SAR είναι:

$$\log S_{XK} = 0,35 \log A_{XK} + 2,01$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,66$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,65$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

β) Χωρίς τα τέσσερα μικρονήσια (X4M), για τα 193 υπόλοιπα νησιά, η SAR είναι:

$$\log S_{X4M} = 0,34 \log A_{X4M} + 2,02$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,70$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,70$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

γ) Χωρίς την Κρήτη και τα τέσσερα μικρονήσια (XK4M), για τα 192 υπόλοιπα νησιά, η SAR είναι:

$$\log S_{XK4M} = 0,34 \log A_{XK4M} + 2,03$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,70$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,69$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

Συγκρίνοντας καθεμιά από τις παραπάνω τρεις εξισώσεις με τη συνολική SAR, μέσω της ANCOVA, διαπιστώθηκε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών των παραμέτρων τους z και c σε στάθμη σημαντικότητας 99%. Επίσης, οι συντελεστές συσχέτισης των εξισώσεων (α)-(γ) δεν διαφέρουν σημαντικά από το συντελεστή συσχέτισης της συνολικής SAR.

Στο κεφάλαιο της Συζήτησης γίνεται μια σύνοψη και σύγκριση των αποτελεσμάτων διαφόρων φυτογεωγραφικών εργασιών που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορα αρχιπελάγη.

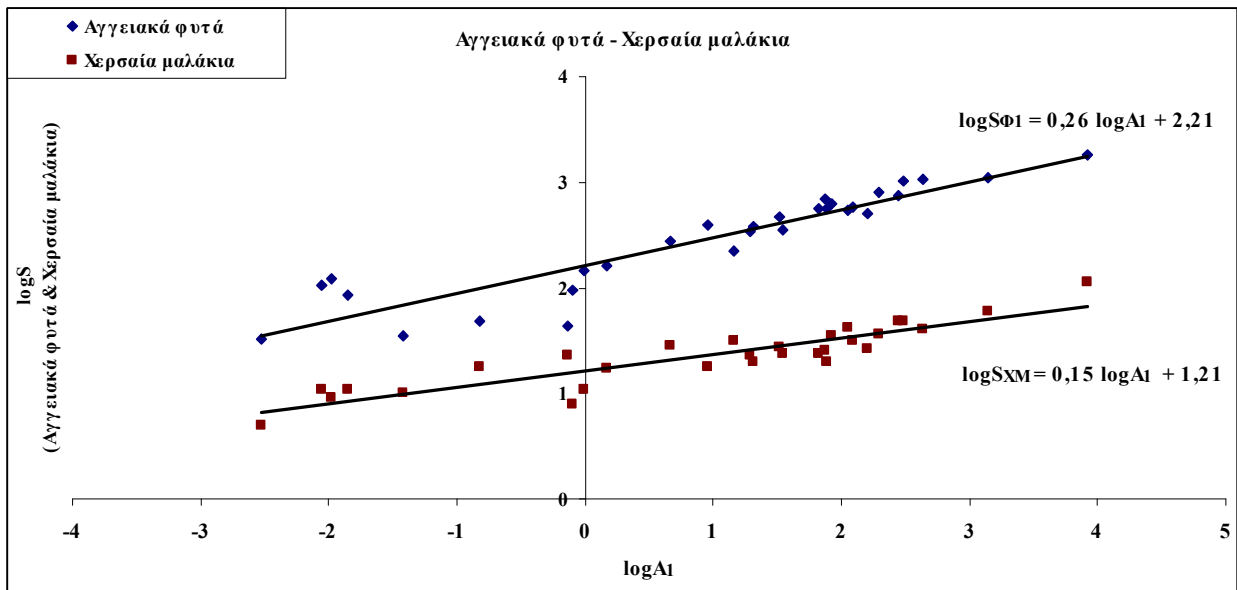
Οι ζωικές ομάδες για τις οποίες έχουν πραγματοποιηθεί βιογεωγραφικές μελέτες σε νησιά της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. Για να είναι αντικειμενικότερη η σύγκριση εφαρμόστηκε τη SAR για τα αγγειακά φυτικά είδη των συγκεκριμένων νησιών των ζωογεωγραφικών εργασιών. Για τα χερσαία μαλάκια συνδυάστηκαν τα αποτελέσματα πέντε εργασιών και για τα χερσαία ισόποδα τα αποτελέσματα δύο εργασιών (Πίνακας 3.1). Οι γραφικές παραστάσεις των SARs παρουσιάζονται συγκριτικά στο Γράφημα 3.5.

Παρατηρείται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των αριθμών φυτικών και ζωικών ειδών με την έκταση των νησιών (Πίνακας 3.1) και η έκταση ερμηνεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του S, εκτός στην περίπτωση των αραχνών Gnaphosidae, όπου η σχέση δεν είναι στατιστικά σημαντική, σε επίπεδο σημαντικότητας 90% ή μεγαλύτερο. Η έκταση ερμηνεύει από 82% έως 97% της μεταβλητότητας του S για τα αγγειακά φυτικά είδη, ενώ στις ζωικές ομάδες, από 44% στα χειλόποδα έως 86% στα κολεόπτερα Carabidae.

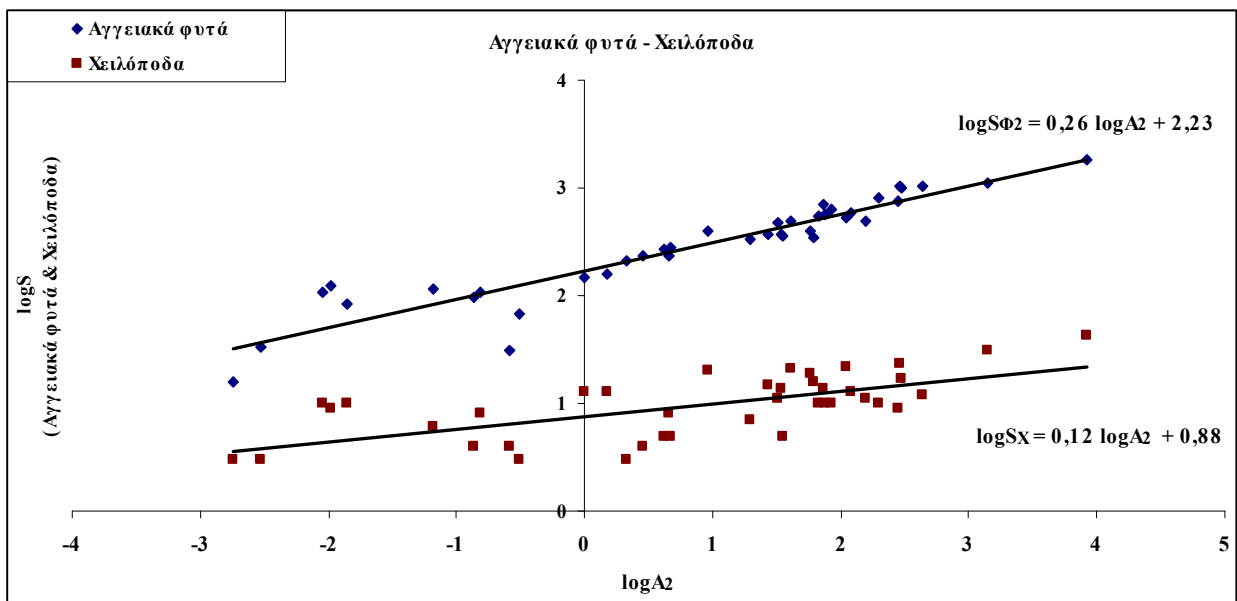
Πίνακας 3.1: Οι σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών για τα αγγειακά φυτικά είδη και διάφορες ζωικές ομάδες σε επιμέρους νησιωτικά συγχροτήματα της περιφέρειας μελέτης. Σ.σ.: στάθμη σημαντικότητας.

Ζωική ομάδα	Νησιωτικό συγκρότημα	Εύρος έκτασης νησιών (km²)	SAR αγγειακών φυτών & ζωικής ομάδας	R², P	ANCOVA Σύγκριση των SARs
Χερσαία μολάκια (Μυλωνάς 1982, Τριάντης 2006, Triantis et al. 2008, Βαρθολομίου 1994, Πουλακάκης 1997)	24 νησιά των Κυκλάδων, 12 νησιά συγχροτήματος Καλύμνου – Ψερίμου (Α Αιγαίο), 14 νησιά Ν Αιγαίου, 7 νησιά συγχροτήματος Καστελλοριζίου	0,004 – 8.264,618	Αγγειακά φυτά (1): $\log S_{\Phi_1} = 0,26 \log A_1 + 2,21$	R ² =0,85 P<0,001	Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z και μεταξύ των τιμών c (P<0,01)
			Χερσαία μολάκια: $\log S_{XM} = 0,15 \log A_1 + 1,21$	R ² =0,85 P<0,001	
Χειλόποδα (Σημαϊάκης 2005)	40 νησιά Κυκλάδων, Δωδεκανήσου και Νοτίου Αιγαίου	0,003 – 8.264,618	Αγγειακά φυτά (2): $\log S_{\Phi_2} = 0,26 \log A_2 + 2,23$	R ² =0,88 P<0,001	Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z και μεταξύ των τιμών c (P<0,01)
			Χειλόποδα: $\log S_X = 0,12 \log A_2 + 0,88$	R ² =0,44 P<0,001	
Χερσαία ισόποδα (Σφενδουράκης 1994, Τριάντης 2006)	24 νησιά Κεντρικού και Ανατολικού Αιγαίου	0,0379 – 430,1743	Αγγειακά φυτά (3): $\log S_{\Phi_3} = 0,44 \log A_3 + 1,87$	R ² =0,91 P<0,001	Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z και μεταξύ των τιμών c (P<0,01)
			Χερσαία ισόποδα: $\log S_{XI} = 0,21 \log A_3 + 0,97$	R ² =0,92 P<0,001	

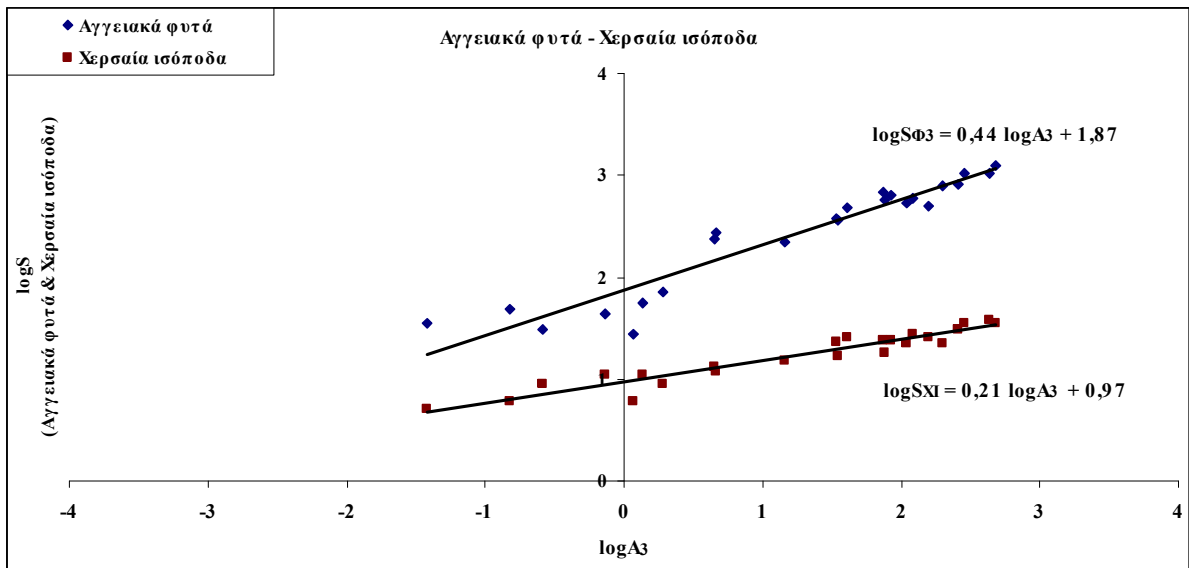
Ζωική ομάδα	Νησιωτικό συγκρότημα	Εύρος έκτασης νησιών (km ²)	SAR αγγειακών φυτών & ζωικής ομάδας	R ² , P	ANCOVA Σύγκριση των SARs
Αράχνες οικογένειας Gnaphosidae (Χατζάκη 2003)	Κως, Αντιύθηρα, Γάδος, Κάφραθος, Κρήτη	19,6785 - 8.264,618	Αγγειακά φυτά (4): $\log S_{\Phi 4} = 0,27 \log A_4 + 2,26$ Αράχνες Gnaphosidae: $\log S_{AG} = 0,19 \log A_4 + 0,84$	R ² =0,93 P=0,0085 R ² =0,46 P=0,2083*	Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z (P=0,57>0,10). Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών c (P<0,01)
Κολεόπτρα οικογένειας Tenebrionidae (Trichas et al. 2008)	12 νησιά Κεντρικού και Ανατολικού Αιγαίου	0,1501 – 110,8024	Αγγειακά φυτά (5): $\log S_{\Phi 5} = 0,48 \log A_5 + 1,81$ Κολεόπτρα Tenebrionidae: $\log S_{KT} = 0,26 \log A_5 + 0,80$	R ² =0,82 P<0,001 R ² =0,60 P=0,0032	Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z σε σ.σ. 95% (P=0,037<0,05) και μεταξύ των τιμών c (P<0,01)
Κολεόπτρα οικογένειας Carabidae (Τριχάς 1996)	8 νησιά Νοτίου Αιγαίου	4,728 - 8.264,618	Αγγειακά φυτά (6): $\log S_{\Phi 6} = 0,26 \log A_6 + 2,26$ Κολεόπτρα Carabidae: $\log S_{KC} = 0,50 \log A_6 + 0,25$	R ² =0,97 P<0,001 R ² =0,86 P=0,0009	Στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών z σε σ.σ. 95% (P=0,014<0,05) και μεταξύ των τιμών c (P<0,01)



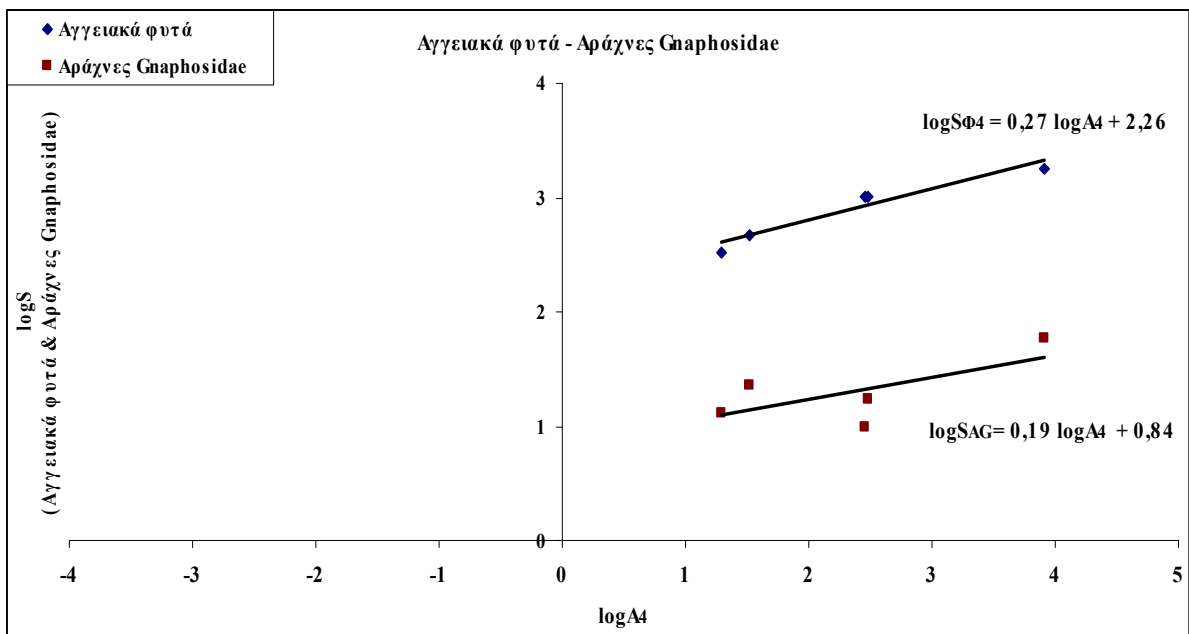
Γράφημα 3.5(α): SARs αγγειακών φυτών και χερσαίων μαλακίων σε 57 νησιά των Κυκλάδων και του Ν Αιγαίου ($S_{\Phi 1}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_1 : έκταση νησιών σε km^2 , $S_{\chi M}$: αριθμός ειδών χερσαίων μαλακίων).



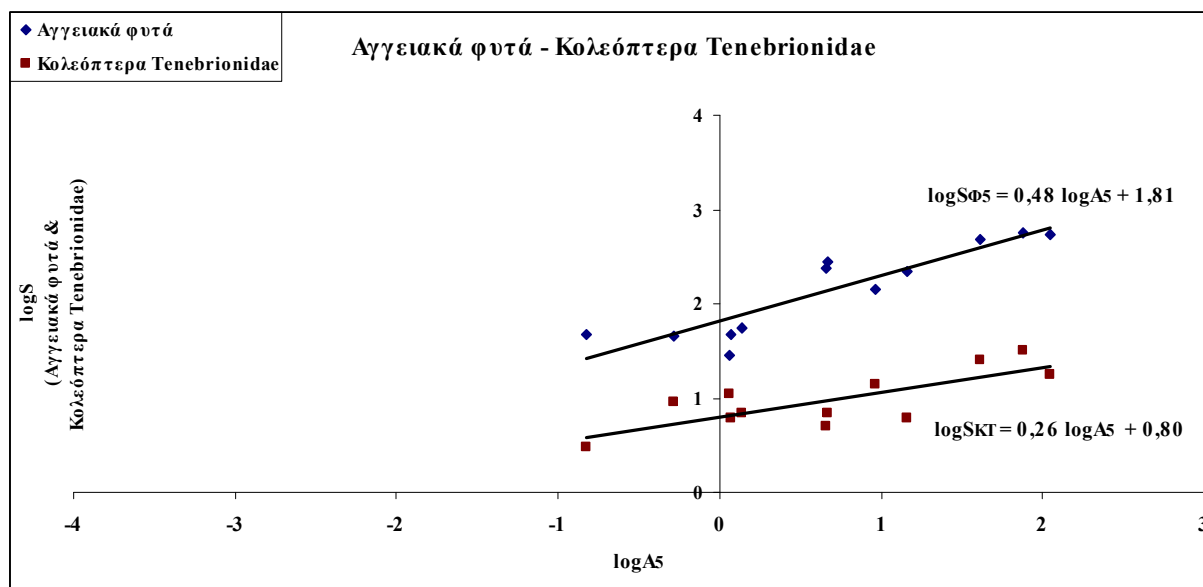
Γράφημα 3.5(β): SARs αγγειακών φυτών και χειλοπόδων σε 68 νησιά των Κυκλάδων, των Δωδεκανήσων και του Ν Αιγαίου ($S_{\Phi 2}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_2 : έκταση νησιών σε km^2 , S_{χ} : αριθμός ειδών χειλοπόδων).



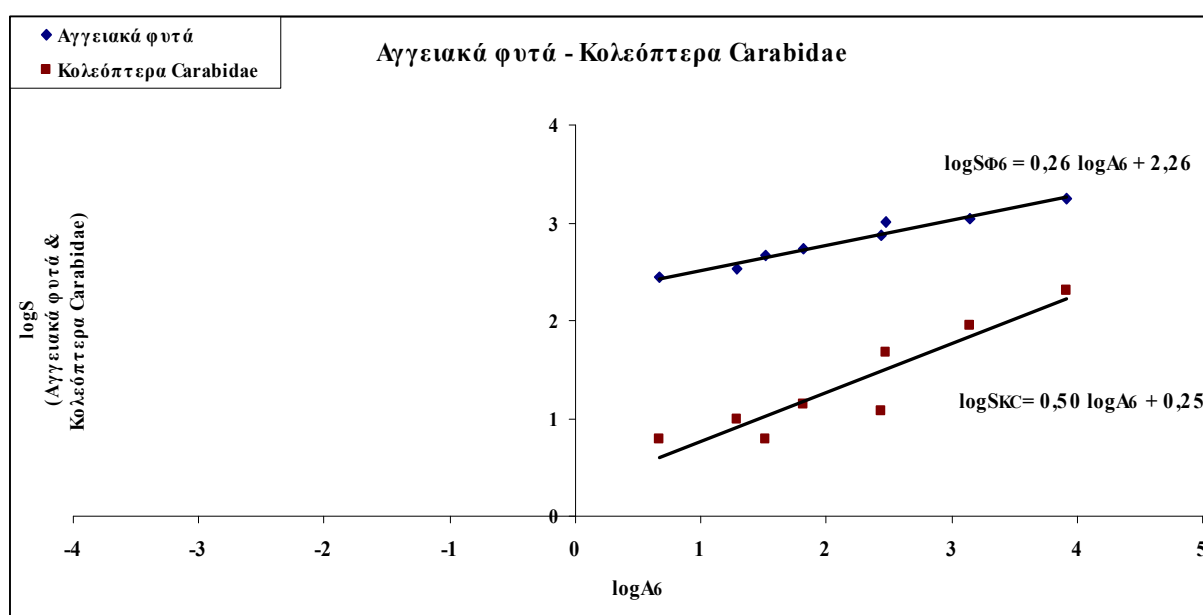
Γράφημα 3.5(γ): SARs αγγειακών φυτών και χερσαίων ισοπόδων σε 24 νησιά του Κεντρικού και του Αιγαίου ($S_{\Phi 3}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_3 : έκταση νησιών σε km^2 , S_{XI} : αριθμός ειδών χερσαίων ισοπόδων).



Γράφημα 3.5(δ): SARs αγγειακών φυτών και χειλοπόδων σε 5 νησιά του Α και του Ν Αιγαίου ($S_{\Phi 4}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_4 : έκταση νησιών σε km^2 , S_{AG} : αριθμός ειδών αραχνών Gnaphosidae).



Γράφημα 3.5(ε): SARs αγγειακών φυτών και κολεοπτέρων Tenebrionidae σε 12 νησιά του Κεντρικού και του Α Αιγαίου ($S_{\Phi 5}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_5 : έκταση νησιών σε km^2 , S_{KT} : αριθμός ειδών κολεοπτέρων Tenebrionidae).



Γράφημα 3.5(στ): SARs αγγειακών φυτών και κολεοπτέρων Carabidae σε 8 νησιά του Ν Αιγαίου ($S_{\Phi 6}$: αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών, A_6 : έκταση νησιών σε km^2 , S_{KC} : αριθμός ειδών κολεοπτέρων Carabidae).

Η τιμή του z για τα αγγειακά φυτικά είδη κυμαίνεται από 0,26 έως 0,48. Στις ζωικές ομάδες η τιμή του z κυμαίνεται από 0,12 στα χειλόποδα έως 0,50 στα κολεόπτερα Carabidae.

3.2.2 Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών στις τρεις επιμέρους φυτογεωγραφικές περιοχές

Οι SARs στα τρία επιμέρους νησιωτικά συγκροτήματα, που αποτελούν την περιοχή μελέτης και θεωρούνται ότι ανήκουν σε ξεχωριστές φυτογεωγραφικές περιοχές, είναι:

α) SAR Κεντρικού Αιγαίου (Κυκλάδες): 36 νησιά.

$$\log S_{KA} = 0,33 \log A_{KA} + 2,00$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,81$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,80$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

Τιμή c ($10^{\log c}$) = 100.

β) Ανατολικό Αιγαίο (νησιά Ικαρίου Πελάγους και Δωδεκάνησα): 92 νησιά.

$$\log S_{AA} = 0,34 \log A_{AA} + 1,98$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,60$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,60$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

Τιμή c ($10^{\log c}$) = 95,50.

γ) Νότιο Αιγαίο (νησιωτικό τόξο από τα Κύθηρα έως και τη Ρόδο και το σύμπλεγμα του Καστελλορίζου και νησιά Λιβυκού πελάγους): 69 νησιά.

$$\log S_{NA} = 0,37 \log A_{NA} + 2,06$$

Συντελεστής προσδιορισμού: $R^2=0,66$.

Συντελεστής προσδιορισμού προσαρμοσμένος στους βαθμούς ελευθερίας: $R^2_{adj} = 0,66$.

Τιμή P της ANOVA: $P<0,01$ (στάθμη σημαντικότητας 99%).

Τιμή c ($10^{\log c}$) = 114,82.

Οι παραπάνω εξισώσεις παριστάνονται γραφικά στο Γράφημα 3.6. Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANCOVA και της σύγκρισης των συντελεστών συσχέτισης κάθε SAR των τριών φυτογεωγραφικών περιοχών, με τη συνολική SAR, καθώς και της σύγκρισης των τριών επιμέρους SARs ανά δύο.

Διαπιστώνεται ότι:

1. Όπως και στη συνολική SAR, υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση των νησιών και στον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών (συντελεστές συσχέτισης: 0,76-0,90) και η σχέση μεταξύ έκτασης και αριθμού ειδών είναι στατιστικά σημαντική ($P<0,01$) σε στάθμη σημαντικότητας 99%.
2. Η προσαρμογή στο πρότυπο έκτασης – αριθμού ειδών είναι καλή και η έκταση ερμηνεύει ποσοστό από 60% έως 81% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών.

3. Οι τιμές του z κυμαίνονται από 0,33 – 0,37, δηλαδή σε ένα εύρος από -0,2 έως +0,2 του z της συνολικής SAR (0,35). Οι διαφορές όμως μεταξύ των τιμών των z δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

4. Οι τιμές του c κυμαίνονται από 95,50 έως 114,82, δηλαδή σε ένα εύρος -6,83 έως +12,49 της τιμής του c της συνολικής SAR, αλλά οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές.

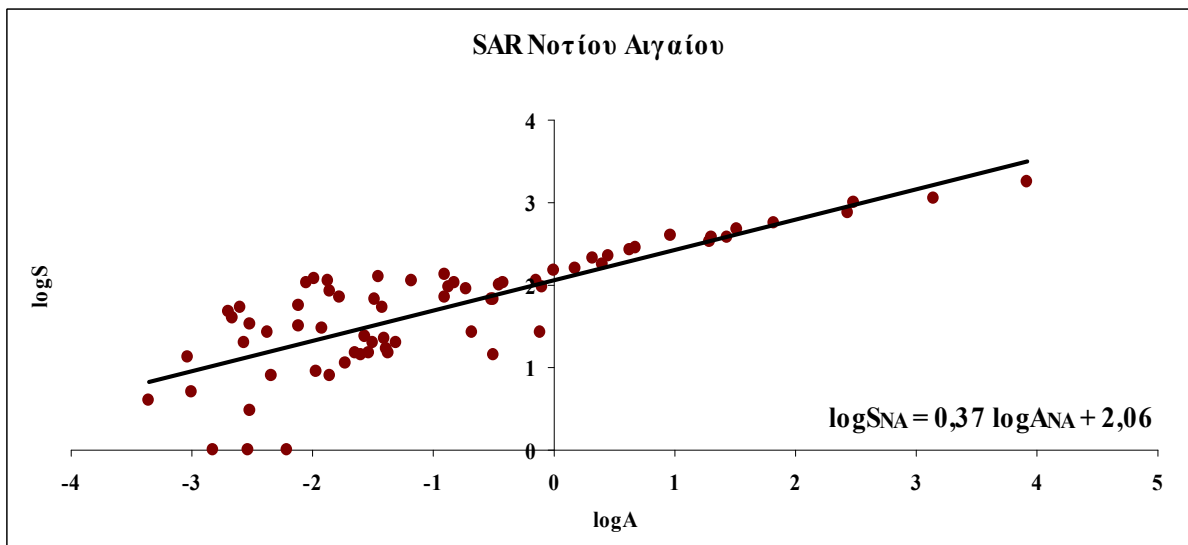
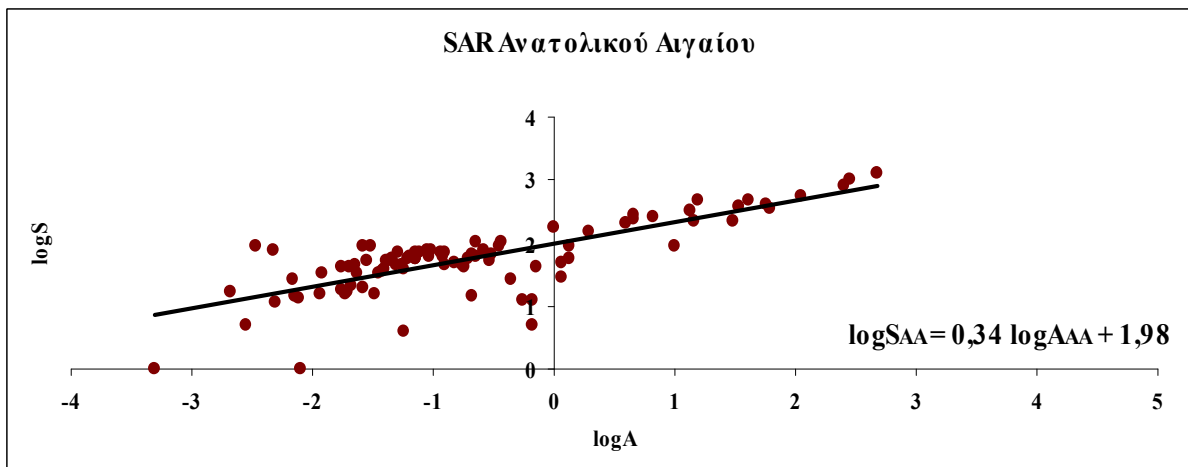
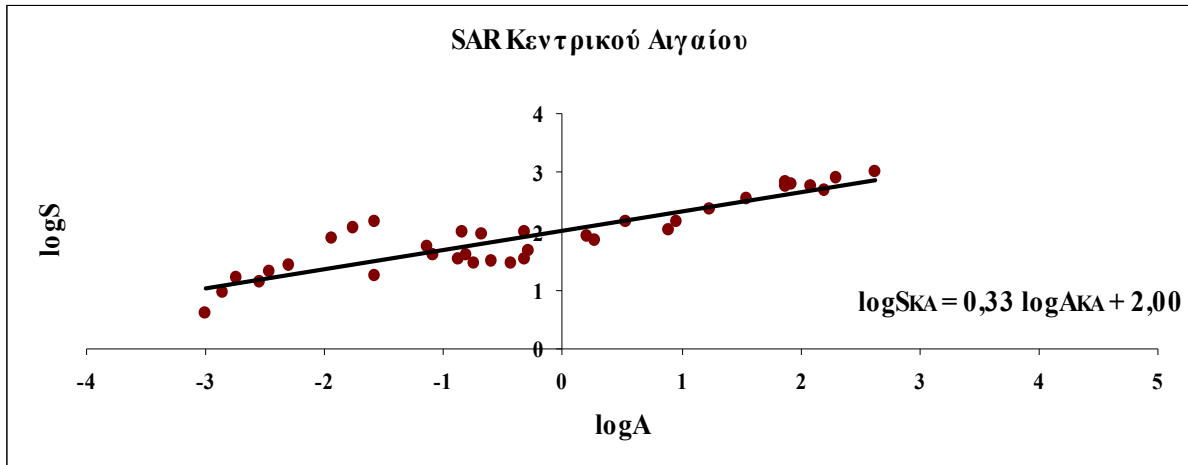
Πίνακας 3.2: Οι συγκρίσεις των σχέσεων έκτασης – αριθμού ειδών για τα αγγειακά φυτικά είδη του Κεντρικού, του Ανατολικού και του Νοτίου Αιγαίου μεταξύ τους και με τη συνολική SAR. Από τη σύγκριση των ευθειών ανά δύο διαπιστώνεται ότι, σε στάθμη σημαντικότητας 90% ή μεγαλύτερη, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών των παραμέτρων z και c, διότι με βάση την ANCOVA οι αντίστοιχες τιμές του P για τις παραμέτρους z και c είναι μεγαλύτερες από 0,10. Στατιστικά σημαντική διαφορά διαπιστώθηκε μεταξύ των συντελεστών συσχέτισης (συντ. συσχ.) των SARs Κεντρικού και Ανατολικού Αιγαίου, διότι η τιμή P είναι μικρότερη από 0,05 (στον πίνακα σημειώνεται με αστερίσκο (*)).

	Συνολική SAR	SAR Κ Αιγαίου	SAR Α Αιγαίου	SAR Ν Αιγαίου
SAR Κ Αιγαίου	Για τα c: P=0,99 Για τα z: P=0,61 Για τους συντ. συσχ.: P=0,09	-----	-----	-----
SAR Α Αιγαίου	Για τα c: P=0,60 Για τα z: P=0,61 Για τους συντ. συσχ.: P=0,21	Για τα c: P=0,68 Για τα z: P=0,73 Για τους συντ. συσχ.: P=0,02*	-----	-----
SAR Ν Αιγαίου	Για τα c: P=0,99 Για τα z: P=0,61 Για τους συντ. συσχ.: P=0,09	Για τα c: P=0,65 Για τα z: P=0,42 Για τους συντ. συσχ.: P=0,11	Για τα c: P=0,35 Για τα z: P=0,59 Για τους συντ. συσχ.: P=0,42	-----

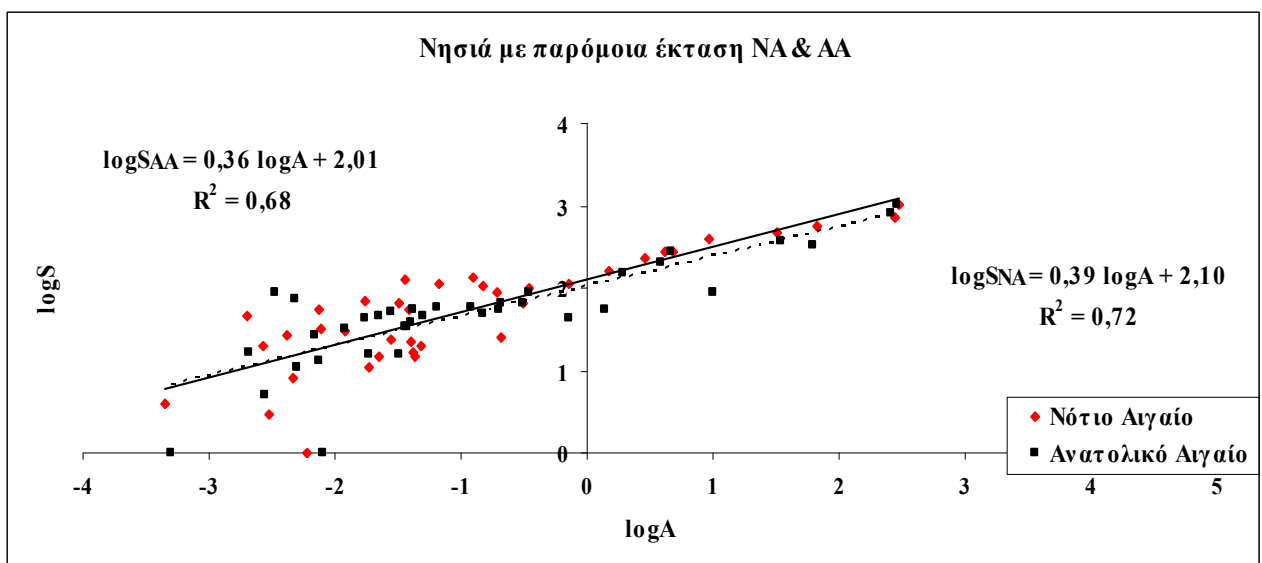
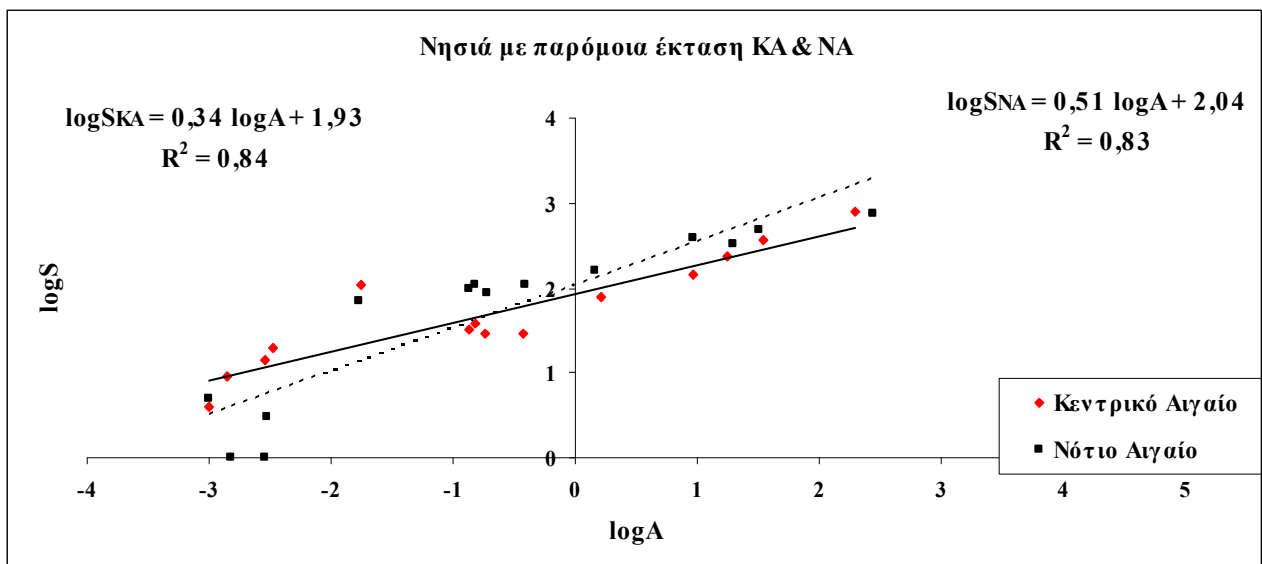
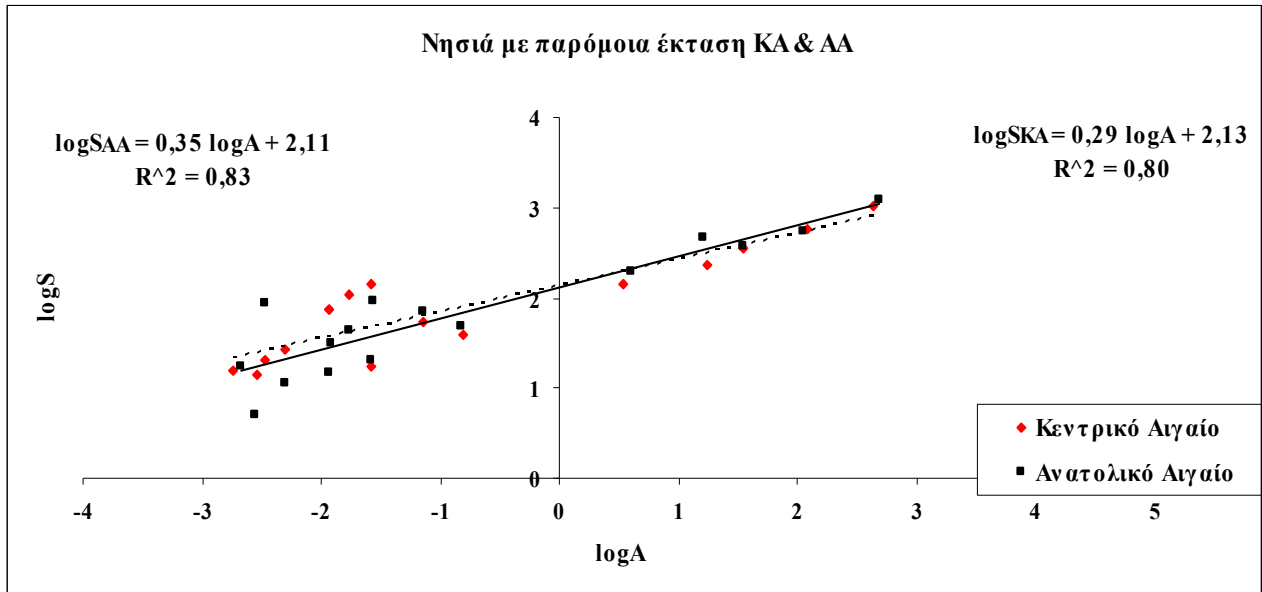
Μόνο με την εφαρμογή της SAR για τα νησιά των τριών περιοχών που έχουν παρόμοια ή ίση έκταση (Πίνακας Π.2 Παραρτήματος II, Γράφημα 3.7) και με τις συγκρίσεις των SARs αυτών ανά δύο, παρατηρείται η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παραμέτρων z και c. Η διαφορά αυτή είναι ανάμεσα στις τιμές z του Κεντρικού (0,51) και του Νοτίου Αιγαίου (0,34) ($P_z = 0,04 < 0,05$). Επομένως, ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών στο Νότιο Αιγαίο αυξάνεται με γρηγορότερο ρυθμό καθώς αυξάνεται η έκταση, σε σύγκριση με το Κεντρικό Αιγαίο.

Επίσης, η εφαρμογή της SAR:

- ξεχωριστά για τα νησιά της «Καρδιάς του Αιγαίου», για το έλεγχο της σχέσης των Κυκλάδων με το κεντρικό τμήμα του Νοτίου Αιγαίου,
- για τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου μαζί με τη Ρόδο, τη Χάλκη και το σύμπλεγμα του Καστελλορίζου, δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παραμέτρων z και c.



Γράφημα 3.6: Γραφική απεικόνιση των SARs των αγγειακών φυτικών ειδών του Κεντρικού, Ανατολικού και Νοτίου Αιγαίου.



Γράφημα 3.7: Οι SARs των νησιών με παρόμοια ή ίση έκτασης (ΚΑ: Κεντρικό Αιγαίο, ΑΑ: Ανατολικό Αιγαίο και ΝΑ: Νότιο Αιγαίο).

3.3 Το φαινόμενο των μικρών νησιών

Η εφαρμογή του απλού συνδυαστικού προτύπου γραμμικής παλινδρόμησης που πρότειναν οι Lomolino & Weiser (2001) και του ασυνεχούς προτύπου που πρότειναν οι Gentile & Argano (2005) για την ανίχνευση του φαινομένου των μικρών νησιών (SIE) έδωσε τις εξισώσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3 και παριστάνονται γραφικά στο Γράφημα 3.8. Οι τιμές κατωφλίου της έκτασης, μέχρι τις οποίες ισχύει το SIE δίνονται στον Πίνακα 3.4:

Πίνακας 3.3: Οι εξισώσεις ανίχνευσης του φαινομένου των μικρών νησιών στην περιοχή μελέτης.

Lomolino & Weiser (2001)	$\log S = 0,83 + 0,35 [\log A - (-3,38)] \times (\log A \geq -3,38)$ $R^2 = 0,67$
Gentile & Argano (2005)	$\log S = (1,92 + 0,30 \log A) \times (\log A \leq 0,1) + (2,02 + 0,36 \log A) \times (\log A > 0,1)$ $R^2 = 0,67$

Πίνακας 3.4: Οι τιμές κατωφλίου της έκτασης μέχρι τις οποίες ισχύει το SIE.

Αναφορά	T	Τιμή κατωφλίου έκτασης (km ²)	Νησιά SIE
Lomolino & Weiser (2001)	-3,38	0,00042	0
Gentile & Argano (2005)	0,1	1,25893	147

Η εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) δεν ανιχνεύει το φαινόμενο των μικρών νησιών στο δείγμα.

Αντιθέτως, η εξίσωση των Gentile & Argano (2005) βρίσκει ότι το SIE παρατηρείται για 147 μικρά νησιά του δειγματος, από τα οποία 76 βρίσκονται στο Ανατολικό Αιγαίο, 50 στο Νότιο και 21 στο Κεντρικό Αιγαίο. Το εύρος της έκτασης των 147 αυτών νησιών είναι από 0,00044 έως 1,1632 km² και ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών τους από 1 έως 173. Αν και η τιμή κατωφλίου της έκτασης υπολογίστηκε στα 1,25893 km², στο δείγμα δεν υπάρχουν νησιά με έκταση από 1,1633 έως 1,3241. Αυτό σημαίνει ότι η τιμή κατωφλίου της έκτασης εμπίπτει σε ένα «κενό» της ακολουθίας των τιμών της έκτασης.

Η εφαρμογή της SAR ξεχωριστά για τις νησίδες του SIE και ξεχωριστά για τα υπόλοιπα μεγάλα νησιά (νησιά εκτός SIE) έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.5 και

παριστάνεται γραφικά στο Γράφημα 3.9.

Πίνακας 3.5: Οι SARs για τα μικρά νησιά του SIE και για τα υπόλοιπα μεγάλα νησιά (νησιά εκτός SIE).

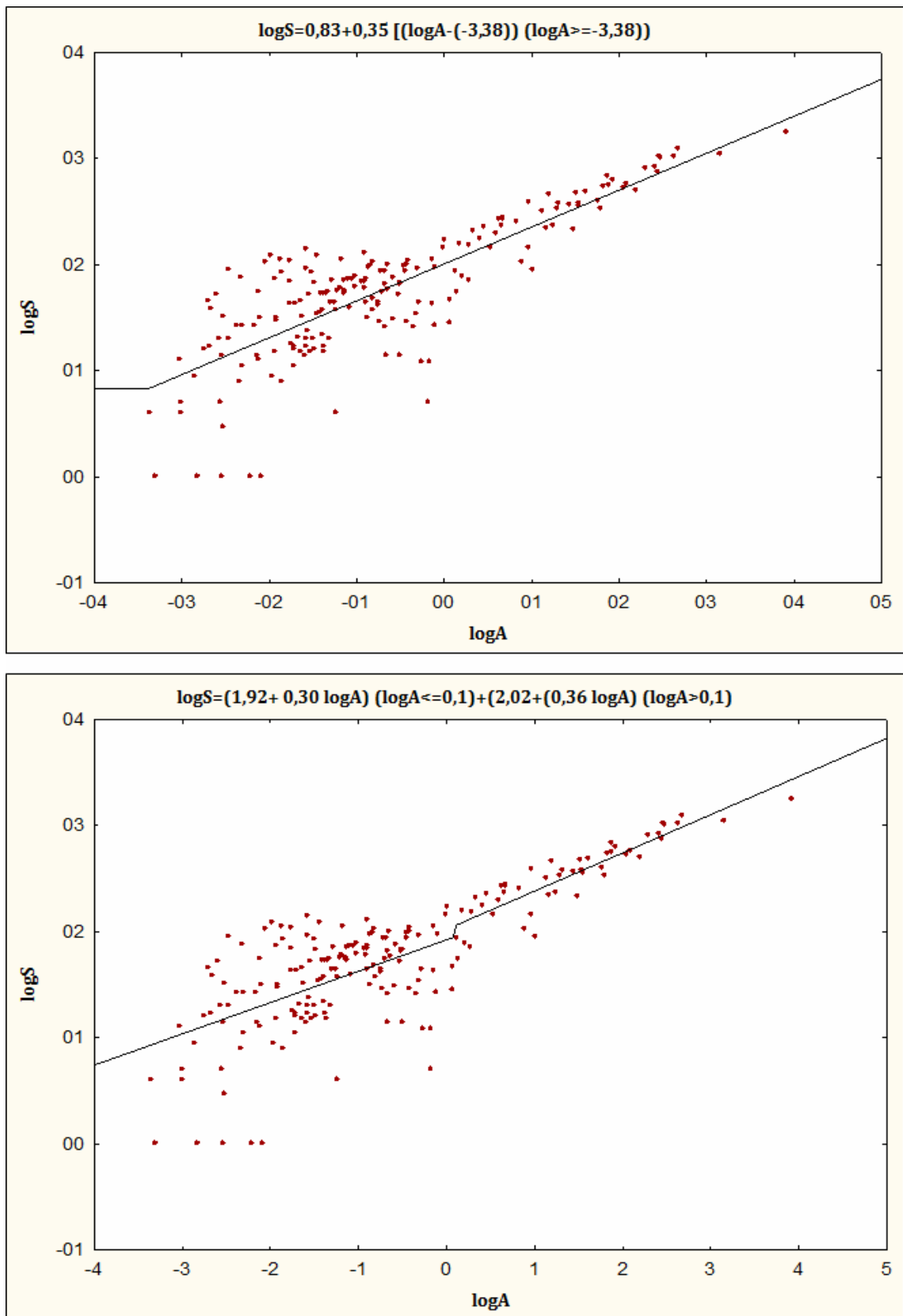
Νησιά SIE	Υπόλοιπα μεγάλα νησιά	Όλα τα νησιά
$\log S_{SIE} = 0,30 \log A_{SIE} + 1,92$	$\log S_{\gamma} = 0,36 \log A_{\gamma} + 2,02$	$\log S = 0,35 \log A + 2,01$
$R^2=0,25$	$R^2=0,81$	$R^2=0,67$
$P<0.001$	$P<0.001$	$P<0.001$

Η τιμή του z για τα μεγάλα νησιά (δηλαδή για τα νησιά εκτός SIE) είναι μεγαλύτερη από την τιμή z των νησιών του SIE κατά 0,06 μονάδες, αλλά η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P=0,36 > 0,10$). Επίσης, οι τιμές των σταθερών c, που ισούνται με 83,75 για τα νησιά του SIE και 105,32 για τα υπόλοιπα νησιά, δεν έχουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά. Για το λόγο αυτό, οι δύο ευθείες SAR δεν παρουσιάζουν μεγάλη διαφορά στην κλίση (Γράφημα 3.9). Είναι χαρακτηριστικό πώς το συνολικό SAR (όλα τα νησιά) έχει συνδιαμορφωθεί από τις δύο επιμέρους ομάδες των μικρών και των μεγάλων νησιών. Οι μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων νησιών παρατηρούνται στις τιμές του R^2 .

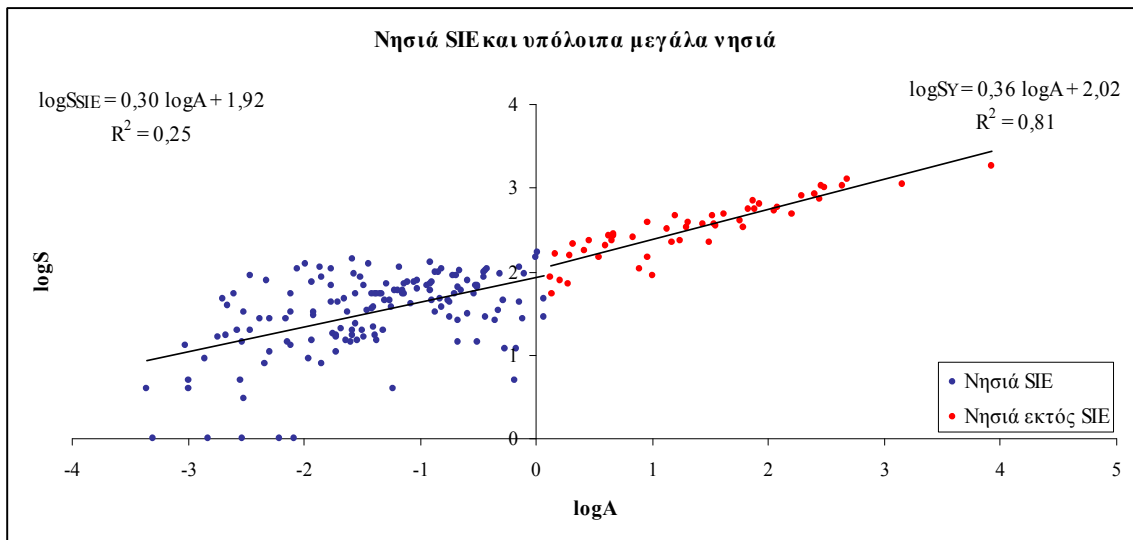
3.3.1 Η περιβαλλοντική ετερογένεια στην ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών

Η παράγραφος αυτή αναφέρεται στην ανίχνευση του φαινομένου των μικρών νησιών βάσει της περιβαλλοντικής ετερογένειας, ενώ τα υπόλοιπα αποτελέσματα των αναλύσεων της περιβαλλοντικής ετερογένειας σε σχέση με την έκταση και τον αριθμό των ειδών θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Επειδή η μέθοδος των Triantis et al. (2006) βασίζεται στην πολλαπλή παλινδρόμηση $\log S - \log A - \log(\text{περιβαλλοντικής ετερογένειας})$, η εφαρμογή της στα δεδομένα μου ήταν δυνατή για τα 101 νησιά που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000 (Παράρτημα, Πίνακας Π.8), λόγω του μικρότερου βαθμού πολυσυγγραμμικότητας της έκτασης και του αριθμού των τύπων οικοτόπων. Η έκταση των νησιών αυτών κυμαίνεται από $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$ έως $66,7063 \text{ km}^2$ και ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών τους από 1 έως 553. Σε αυτά καταγράφηκαν συνολικά 16 τύποι οικοτόπων του Δικτύου NATURA 2000.



Γράφημα 3.8: Τα πρότυπα των Lomolino & Weiser (2001) και Gentile & Argano (2005) για την ανίχνευση του SIE στην περίπτωση των αγγειακών φυτικών ειδών του Αιγαίου.



Γράφημα 3.9: Οι εξισώσεις SAR ξεχωριστά για τις νησίδες στις οποίες παρατηρείται το SIE (Νησιά SIE, $\log S_{SIE}$) και ξεχωριστά για τα υπόλοιπα μεγάλα νησιά (Νησιά εκτός SIE, $\log S_Y$). Και στις δύο περιπτώσεις $P < 0,001$.

Η εφαρμογή της εξίσωσης των Lomolino & Weiser (2001) ανίχνευσε το SIE, δίνοντας τιμή κατωφλίου της έκτασης $T=0,5424 \text{ km}^2$. Ο αριθμός των νησιών για τα οποία ισχύει το SIE είναι 72. Η εφαρμογή της μεθόδου των Triantis et al. (2006) έδωσε τιμή κατωφλίου της έκτασης $L=0,416 \text{ km}^2$, αλλά ο αριθμός των νησιών για τα οποία ισχύει το SIE είναι και πάλι 72.

Στα 72 νησιά του SIE, σύμφωνα με τη SAR, ο συντελεστής συσχέτισης των $\log S$ και $\log A$ είναι 0,33 και η ερμηνεύεται μόνο 11% της διακύμανσης της εξαρτημένης μεταβλητής. Οι αντίστοιχες τιμές για τα νησιά NATURA 2000 εκτός SIE είναι 0,75 και 56%. Όμως, στα μικρά νησιά η συμβολή της ποικιλίας των τύπων οικοτόπων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών είναι ακόμη μικρότερη από την ήδη μικρή επίδραση της έκτασης.

3.3.2 Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προτύπου γραμμικής παλινδρόμησης των Lomolino & Weiser (2001) και του προτύπου των Gentile & Argano (2005) για την ανίχνευση του SIE στο Νότιο Αιγαίο παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.6. Οι τιμές κατωφλίου της έκτασης, μέχρι τις οποίες ισχύει το SIE στο Νότιο δίνονται στον Πίνακα 3.7.

Η εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) δεν ανιχνεύει το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο. Η εξίσωση των Gentile & Argano (2005) εντάσσει 53 μικρά νησιά στο SIE, με έκταση από 0,00094 έως 0,7987 km^2 και με 1 έως 146 φυτικά είδη.

Πίνακας 3.6: Οι εξισώσεις των Lomolino & Weiser (2001) και των Gentile & Argano (2005) για την ανίχνευση του SIE στο Νότιο Αιγαίο.

Lomolino & Weiser (2001)	$\log S_{NA} = 0,74 + 0,35 [\log A_{NA} - (-3,59)] \times (\log A \geq -3,59)$ $R^2 = 0,66$
Gentile & Argano (2005)	$\log S_{NA} = (2,04 + 0,37 \log A_{NA}) \times (\log A_{NA} \leq 0,1) + (2,23 + 0,27 \log A_{NA}) \times (\log A_{NA} > 0,1)$ $R^2 = 0,67$

Πίνακας 3.7: Οι τιμές κατωφλίου της έκτασης μέχρι τις οποίες ισχύει το SIE στο Νότιο Αιγαίο.

Αναφορά	T	Τιμή κατωφλίου έκτασης (km ²)	Νησιά SIE
Lomolino & Weiser (2001)	-3,59	0,00025	0
Gentile & Argano (2005)	0,1	1,25893	53

Οι SARs των νησιών που εντάσσονται στο SIE και των υπόλοιπων μεγάλων νησιών (εκτός SIE) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9. Στα μικρά νησιά η έκταση ερμηνεύει μόνο το 36% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, ενώ στα υπόλοιπα μεγάλα νησιά το ποσοστό αυτό είναι 96%.

Πίνακας 3.8: Οι SARs για τα μικρά νησιά του SIE και για τα υπόλοιπα μεγάλα νησιά (νησιά εκτός SIE) του Νοτίου Αιγαίου.

Νησιά SIE Νοτίου Αιγαίου	Υπόλοιπα μεγάλα νησιά Νοτίου Αιγαίου	Όλα τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου
$\log S_{NASIE} = 0,37 \log A_{NASIE} + 2,05$	$\log S_{YNA} = 0,27 \log A_{YNA} + 2,23$	$\log S = 0,37 \log A + 2,06$
$R^2=0,31$	$R^2=0,96$	$R^2=0,66$
$P<0,001$	$P<0,001$	$P<0,001$

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών του δείκτη σχήματος των νησιών, της απόστασης διείσδυσης διαταραχής (DPD) του βαθμού προστασίας από γειτονικά νησιά και της μέτρησης των αποστάσεων από το πλησιέστερο νησί εκτός SIE παρουσιάζονται στον Πίνακα Π.3 του

Παραρτήματος II. Δεν περιλαμβάνονται οι νησίδες Αφάτη, Χαλκιάς, Προνί και Γαϊδουρονήσι Καρπάθου, Τρεις Πέτρες και Φύρα Κάσου, που δεν έχουν αποτυπωθεί στους ψηφιακούς χάρτες και συνεπώς δεν ήταν δυνατή η ακριβής μέτρηση του βαθμού προστασίας από τα υπόλοιπα νησιά, η εκτίμηση του σχήματος και ο υπολογισμός της απόστασης διείσδυσης διαταραχής.

Ο έλεγχος πολυσυγγραμμικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών έδειξε ότι όλες οι τιμές του παράγοντα ανοχής (Tolerances) είναι τουλάχιστον 0,50 και οι τιμές VIFs είναι μέχρι 2,00, δείχνοντας ότι δεν υπάρχει πολυσυγγραμμικότητα.

Η διερεύνηση, μέσω βηματικής παλινδρόμησης, των παραμέτρων που ενδέχεται να είναι σημαντικοί στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών στα μικρά νησιά που εντάσσονται στο SIE έδειξε ότι το απλούστερο και καλύτερα προσαρμοσμένο πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης είναι:

$$\log S = 0,37 \log A - 0,45 \log D + 0,46 \log(\text{DPD})$$

$$R^2 = 0,48 \quad R^2_{\text{adj}} = 0,44 \quad P < 0,001$$

Όπου DPD: η απόσταση διείσδυσης διαταραχής και D: η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί.

Η έκταση, η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί και η απόσταση διείσδυσης διαταραχής ερμηνεύουν από κοινού 44% της διακύμανσης του αριθμού των ειδών, δηλαδή λίγο μεγαλύτερο από το 31% που ερμηνεύει η έκταση μόνη της σύμφωνα με τη SAR.

Το μέγιστο υψόμετρο (με $P=0,87$), ο δείκτης σχήματος των νησιών (με $P=0,75$), και η επιφάνεια που προστατεύεται από τα γειτονικά νησιά (με $P=0,12$) δεν είναι σημαντικές για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής στο Νότιο Αιγαίο.

Η υπόθεση του Morrison (1997, 2002), ότι η ικανότητα πρόβλεψης του αριθμού των ειδών από τα διάφορα πρότυπα τείνει να είναι μεγαλύτερη για τα νησιά που είναι περισσότερο προστατευμένα από τα γειτονικά τους νησιά, δεν ισχύει για τα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου. Πιο συγκεκριμένα:

- Στα «λιγότερο προστατευμένα» ή εκτεθειμένα νησιά (βαθμός προστασίας μικρότερος ή ίσος με 0,50) υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ $\log S$ και $\log A$ (συντελεστής συσχέτισης: 0,72) και η έκταση ερμηνεύει 52% της μεταβλητότητας του αριθμού ειδών ($R^2 = 0,52$, $R^2_{\text{adj}} = 0,50$, $P < 0,001$). Στη βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση το καλύτερα προσαρμοσμένο πρότυπο περιλαμβάνει την έκταση, την απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, και την απόσταση διείσδυσης διαταραχής [$\log S - \log A - \log D - \log(\text{DPD})$], με $R^2 = 0,69$ και $R^2_{\text{adj}} = 0,66$.

- Στα «περισσότερο προστατευμένα» νησιά (βαθμός προστασίας μεγαλύτερος από 0,50) η SAR είναι στατιστικά σημαντική σε 95% στάθμη σημαντικότητας ($P=0,025$). Η συσχέτιση μεταξύ $\log S$ και $\log A$ είναι ασθενέστερη σε σχέση με τα «λιγότερο προστατευμένα» νησιά (συντελεστής συσχέτισης: 0,56), αλλά η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P=0,42$). Η έκταση ερμηνεύει 31% της μεταβλητότητας του αριθμού ειδών ($R^2 = 0,31$, $R^2_{adj} = 0,26$). Στη βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση, εκτός της έκτασης, καμία από τις υπόλοιπες εξεταζόμενες ανεξάρτητες μεταβλητές δεν αναδείχθηκε ως σημαντική για την καλύτερη ερμηνεία του αριθμού των ειδών.

3.4 Ο αριθμός των ενδημικών αγγειακών φυτικών ειδών σε σχέση με την έκταση των νησιών

Τα νησιά με στενοενδημικά (τοπικά ενδημικά) (single-island endemics) είναι 12 και έχουν έκταση από 19,6785 έως 8.264,62 km². Επτά από τα 12 νησιά βρίσκονται στο Νότιο Αιγαίο, τρία στο Ανατολικό και δύο στο Κεντρικό Αιγαίο.

Η χλωρίδα 50 μικρών νησιών δε συμπεριλαμβάνει κανένα ενδημικό είδος της Ελλάδας.

Από πλευράς γεωγραφικής εξάπλωσης των κοινών ενδημικών μεταξύ νησιών (συνενδημικών), καταγράφηκαν τα εξής πρότυπα:

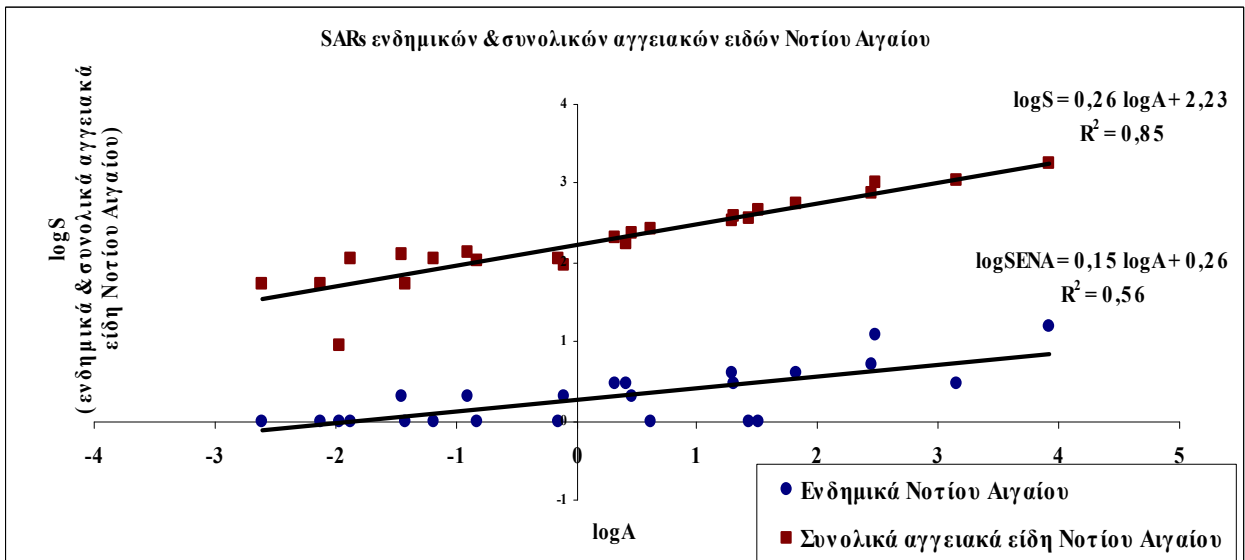
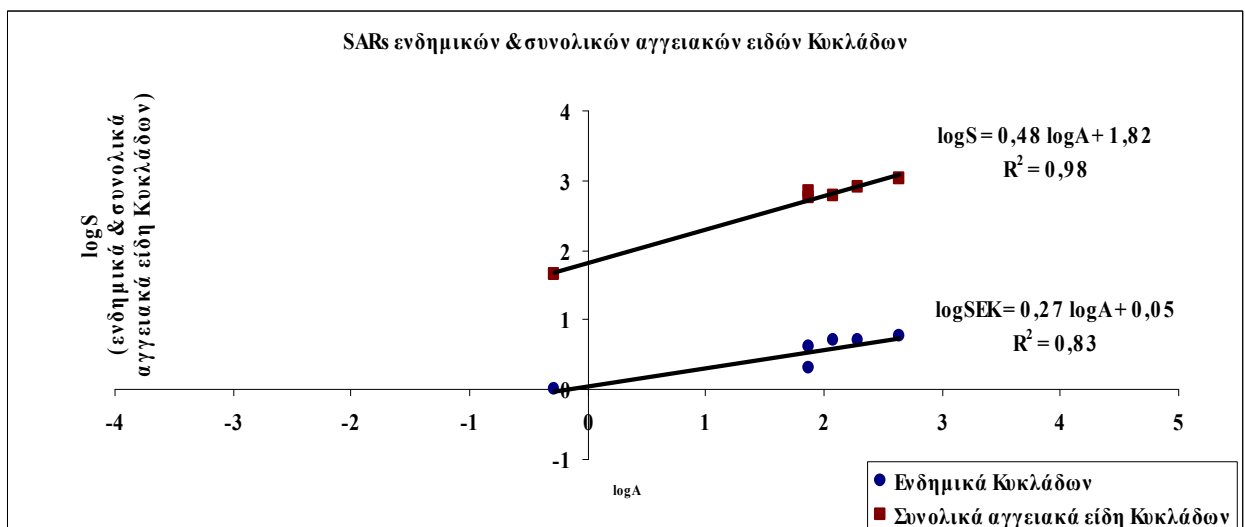
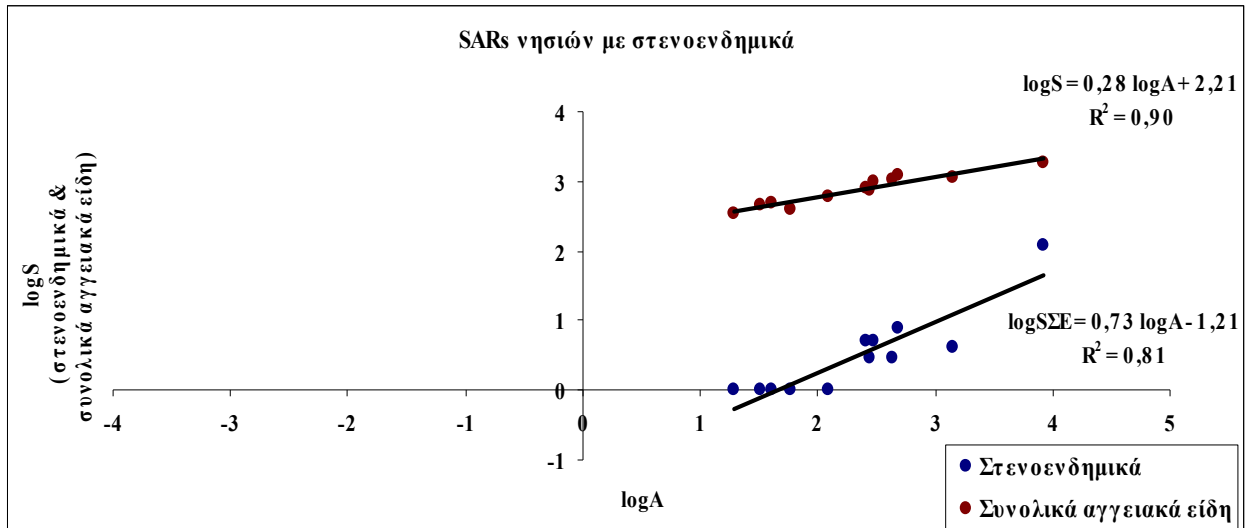
1. Ενδημικά Κυκλάδων (ενδημικά κοινά μεταξύ νησιών των Κυκλάδων) (Κεντρικού Αιγαίου).
2. Ενδημικά νησιών του Νοτίου Αιγαίου.
3. Ενδημικά νησιών του Ανατολικού Αιγαίου.
4. Ενδημικά νησιών της δυτικής πλευράς του Νοτίου Αιγαίου, δηλαδή ο μικρός αριθμός των ενδημικών Κρήτης και Κυθήρων.
5. Ενδημικά νησιών του Νοτίου και του Ανατολικού Αιγαίου (μεταξύ της Κρήτης και των μικρονησιών της, του συμπλέγματος Κάσου – Καρπάθου και των νησίδων τους και νησιών του Ανατολικού Αιγαίου).
6. Ενδημικά νησιών της Καρδιάς του Αιγαίου.
7. Ενδημικά Αιγαίου, με εξάπλωση σε νησιά όλων των επιμέρους φυτογεωγραφικών περιοχών του Αιγαίου.
8. Ενδημικά «περιοχής του Αιγαίου» δηλαδή κοινά ενδημικά μεταξύ των νησιών και των γειτονικών παράκτιων περιοχών των ηπειρωτικών περιοχών.
9. «Ενδημικά της Ελλάδας», δηλαδή κοινά ενδημικά μεταξύ των νησιών και διαφόρων περιοχών της ηπειρωτικής Ελλάδας.

Η SAR εφαρμόστηκε για τα στενοενδημικά και για τις παραπάνω γεωγραφικές κλίμακες 1-3 και 6-7. Οι αριθμοί των στενοενδημικών και των συνενδημικών των συγκεκριμένων περιοχών 1-3 και 6-7 παρουσιάζονται στον Πίνακα Π.4 του Παραρτήματος ΙΙ. Ο αριθμός των ενδημικών και των νησιών στις περιπτώσεις 4-5 είναι περιορισμένος, έτσι ώστε η εικόνα που προσφέρει η SAR δεν είναι αντιπροσωπευτική. Επίσης, στις περιπτώσεις 8-9 τα νησιά μοιράζονται ενδημικά με τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές, οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στη διατριβή [(για μια ανάλυση του αριθμού των ενδημικών των νησιωτικών φυτογεωγραφικών περιοχών σε σχέση με τις ηπειρωτικές φυτογεωγραφικές περιοχές της *Flora Hellenica* δείτε την εργασία των Georghiou & Delipetrou (2010)].

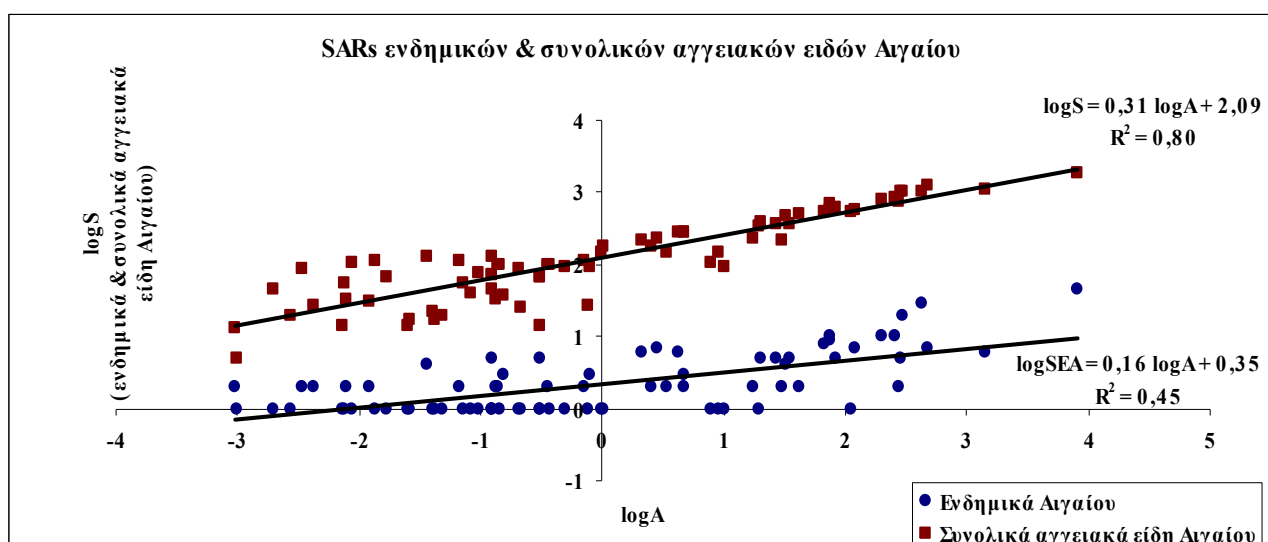
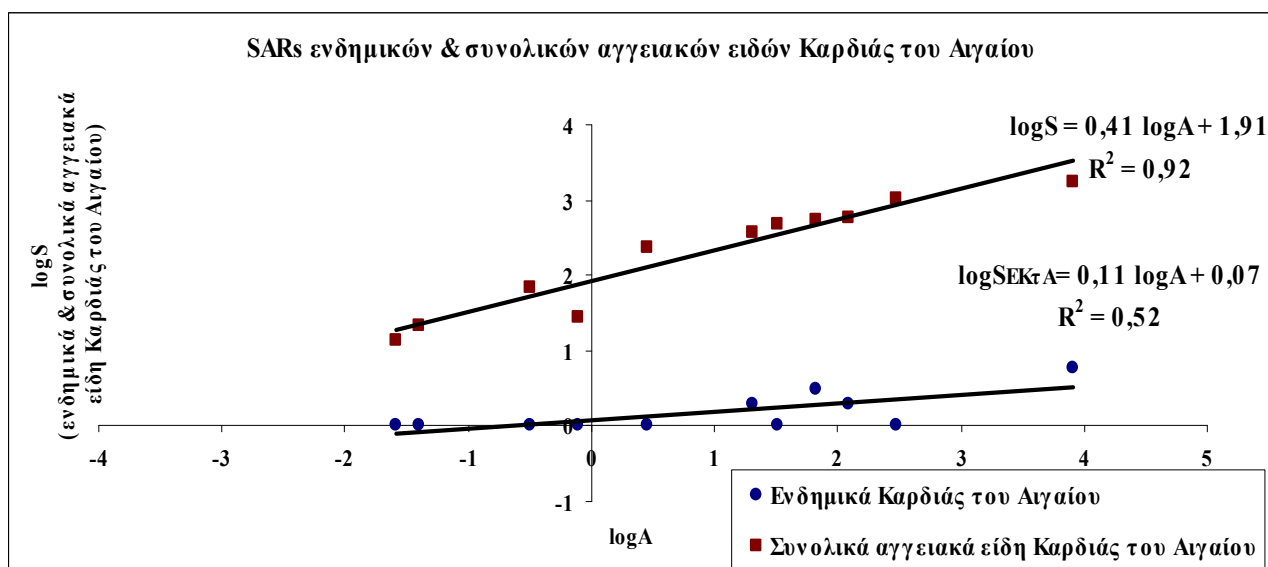
Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της SAR παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.9: Οι σχέσεις έκτασης – αριθμού ενδημικών φυτικών ειδών στις διάφορες γεωγραφικές κλίμακες και οι αντίστοιχες SARs της συνολικής χλωρίδας των αντίστοιχων νησιών. * $P=0,0001$, ** $P=0,0113 < 0,05$ και $P=0,01 < 0,01$ αντίστοιχα: η σχέση είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 95% και όχι σε 99%. Οι υπόλοιπες τιμές $P < 0,0001$. (Κ: Κεντρικό, ΕΚ: Ενδημικά Κεντρικού Αιγαίου, Ν: Νότιο, ΕΝΑ: Ενδημικά Νοτίου Αιγαίου, Α: Ανατολικό, ΕΚτΑ: Ενδημικά Καρδιάς του Αιγαίου, ΕΑ: Ενδημικά Αιγαίου). Βάσει της ANCOVA, η μόνη περίπτωση που η διαφορά μεταξύ των τιμών του χ ανάμεσα στη SAR συνενδημικών και στη SAR της συνολικής χλωρίδας δεν είναι στατιστικά σημαντική, είναι αυτή του Νοτίου Αιγαίου.

Γεωγραφική κλίμακα ενδημισμού	SARs της συνολικής χλωρίδας των νησιών όπου φύονται τα συγκεκριμένα ενδημικά	R ²	ANCONA Pz & Pc
Στενοενδημικά	$\log S_{SE} = 0,73 \log A - 1,21$	0,82*	
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,28 \log A + 2,21$	0,90	< 0,01
Ενδημικά Κυκλάδων	$\log S_{EK} = 0,27 \log A + 0,05$	0,83**	
(Κ Αιγαίου)			< 0,01
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,28 \log A + 2,21$	0,98*	
Ενδημικά Ν Αιγαίου	$\log S_{ENA} = 0,15 \log A + 0,26$	0,56	Pz=0,43
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,26 \log A + 2,23$	0,85	>0,10 Pc < 0,01
Ενδημικά Α Αιγαίου	Μη στατιστικά σημαντική σχέση (P=0,38)		
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,32 \log A + 2,14$	0,92	----
Ενδημικά Καρδιάς του Αιγαίου	$\log S_{EKtA} = 0,11 \log A + 0,07$	0,52**	< 0,01
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,41 \log A + 1,91$	0,92	
Ενδημικά Αιγαίου	$\log S_{EA} = 0,16 \log A + 0,35$	0,45	
Συνολικά αγγειακά είδη	$\log S = 0,31 \log A + 2,09$	0,80	<0,01



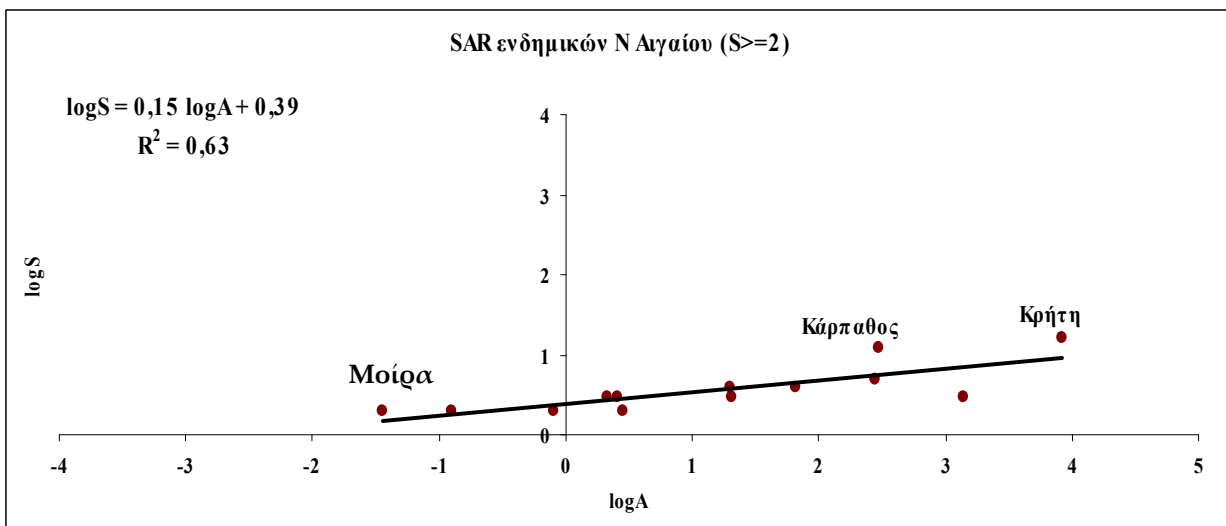
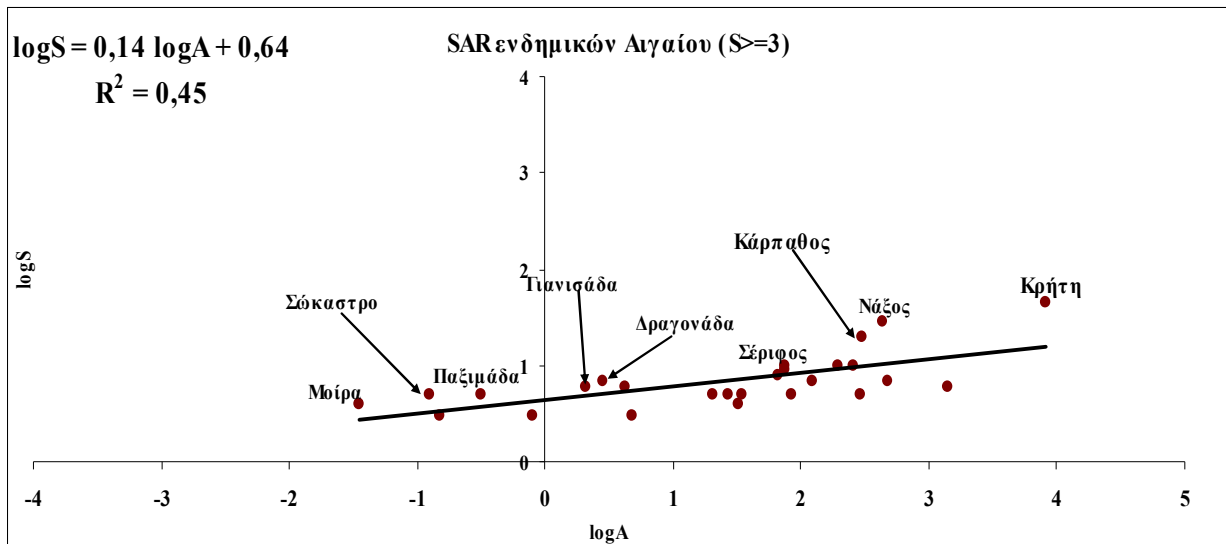
Γράφημα 3.10 (α): Οι SARs των στενοενδημικών, των συνενδημικών των Κυκλάδων (Κεντρικού Αιγαίου) και του Νοτίου Αιγαίου, καθώς και οι αντίστοιχες SARs της συνολικής αγγειακής χλωρίδας των ίδιων νησιών. (ΣΕ: στενοενδημικά, ΕΚ: Ενδημικά Κεντρικού Αιγαίου, ΕΝΑ: Ενδημικά Νοτίου Αιγαίου).



Γράφημα 3.10 (β): Οι SARs των ενδημικών της Καρδιάς του Αιγαίου και νησιών όλων των φυτογεωγραφικών περιοχών του Αιγαίου και οι αντίστοιχες SARs της συνολικής αγγειακής χλωρίδας των ίδιων νησιών. (ΕΚτΑ: Ενδημικά καρδιάς του Αιγαίου, ΕΑ: Ενδημικά Αιγαίου).

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του προτύπου SAR για τα νησιά της περιοχής μελέτης που περιλαμβάνουν τουλάχιστον τρία συνενδημικά είδη στη χλωρίδα τους για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου που περιλαμβάνουν τουλάχιστον δύο συνενδημικά της ίδιας περιοχής στη χλωρίδα τους παρουσιάζονται στο Γράφημα 3.11.

Ο αριθμός των στενοενδημικών παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με την έκταση και αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό καθώς αυξάνεται αυτή. Η συσχέτιση μεταξύ έκτασης και αριθμού ενδημικών ειδών είναι ισχυρή. Μη στατιστικά σημαντική είναι η σχέση μεταξύ έκτασης – αριθμού ειδών για τα συνενδημικά του Ανατολικού Αιγαίου. Στο Γράφημα 3.10 (α και β) παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές SARs των ενδημικών και της συνολικής αγγειακής χλωρίδας των συγκεκριμένων νησιών σε επίπεδο σημαντικότητας 95% και 99%.



Γράφημα 3.11: Η SAR για τα νησιά της περιοχής μελέτης με τουλάχιστον τρία συνενδημικά του Αιγαίου στη χλωρίδα τους και η SAR για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου με τουλάχιστον δύο συνενδημικά της ίδιας περιοχής αναδεικνύουν τα νησιά – «θερμά σημεία» του ενδημισμού.

3.5 Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών

Τα αγγειακά φυτικά είδη των νησιών της περιοχής μελέτης ανήκουν σε 127 Οικογένειες. Δεν εφαρμόστηκε η SAR για 59 από τις Οικογένειες, οι οποίες είτε είναι μονοτυπικές στην περιοχή μελέτης είτε έχουν το πολύ δύο είδη στην περιοχή μελέτης, που απαντώνται κυρίως στην Κρήτη και σε άλλα μεγάλα νησιά, αλλά στα υπόλοιπα νησιά εκπροσωπούνται από το ένα, το πιο κοινό, από τα είδη αυτά.

Από τις υπόλοιπες **68 Οικογένειες η SAR δεν ήταν στατιστικά σημαντική, σε στάθμη εμπιστοσύνης 99%, για τις:** Amaranthaceae (συνολικά 9 είδη σε 17 νησιά), Asclepiadaceae (συνολικά 6 είδη σε 16 νησιά), Cartrifoliaceae (συνολικά 6 είδη σε 20 νησιά), Equisetaceae (συνολικά 3 είδη σε 12 νησιά), Onagraceae (συνολικά 7 είδη σε 16 νησιά), Potamogetonaceae (συνολικά 8 είδη σε 14 νησιά), Resedaceae (συνολικά 3 είδη σε 25 νησιά), Salicaceae (συνολικά 3 είδη σε 7 νησιά), Ulmaceae (συνολικά 3 είδη σε 4 νησιά) και Violaceae (συνολικά 6 είδη σε 8 νησιά).

Επομένως, η SAR ισχύει για 58 Οικογένειες και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα Π.5 του Παραρτήματος II. Οι 58 Οικογένειες χωρίζονται σε δύο ομάδες με τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.10.

Πίνακας 3.10: Τα χαρακτηριστικά των δύο ομάδων στις οποίες χωρίζονται οι 58 Οικογένειες βάσει της SAR. Στη δεύτερη γραμμή αναφέρεται ο ελάχιστος και ο μέγιστος αριθμός νησιών όπου απαντώνται οι Οικογένειες της ομάδας και ο αριθμός των νησιών SIE είναι, αντίστοιχα, είναι ο ελάχιστος και ο μέγιστος αριθμός μικρών νησιών (για τα οποία ισχύει το SIE) όπου εξαπλώνονται οι Οικογένειες κάθε ομάδας.

	1^η Ομάδα Οικογενειών	2^η Ομάδα Οικογενειών
Αριθμός Οικογενειών	38	20
Αριθμός νησιών / νησιών SIE	16-135 / 0-91	13-174 / 0-124
Τιμές Smax	3 - 28	4 - 205
Τιμές z	0,05 – 0,20	0,21 – 0,60
Τιμές c	0,59 – 3,09	0,49 – 16,60
Συντελεστές συσχέτισης	0,54 – 0,83	0,65 – 0,87
R ²	0,29 – 0,68	0,42 – 0,76

Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων βρίσκεται στο μέγιστο αριθμό των Οικογενειών στα νησιά (Smax). Η συσχέτιση μεταξύ έκτασης και αριθμού ειδών στις Οικογένειες της 1ης ομάδας είναι από μέτρια (0,53) έως ισχυρή (0,83) και η έκταση ερμηνεύει ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, που κυμαίνεται από 29% έως 68%. Στη 2^η ομάδα οικογενειών η συσχέτιση έκτασης – αριθμού ειδών είναι επίσης από μέτρια (0,65) έως ισχυρή (0,87), αλλά το ελάχιστο και το μέγιστο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών που ερμηνεύεται από την έκταση είναι υψηλότερο, από 42% έως 76%.

Καμία από τις SARs των Οικογενειών δεν είναι απολύτως όμοια με τη συνολική SAR και με τις SARs της συνολικής χλωρίδας των νησιών όπου απαντάται η Οικογένεια, ως προς τις

παραμέτρους z και c . Μόνο οι SARs των Οικογενειών του Πίνακα 3.11, σύμφωνα με την ANCOVA, έχουν τιμές z που δε διαφέρουν σημαντικά από την τιμή z της SAR της συνολικής χλωρίδας των νησιών στα οποία απαντάται η εκάστοτε Οικογένεια (SAR των ίδιων νησιών) και, ορισμένες από αυτές, και από την τιμή του z της συνολικής χλωρίδας των νησιών (συνολική SAR) σε επίπεδο σημαντικότητας 99% ($P_z > 0,10$).

Πίνακας 3.11: Οι Οικογένειες που σύμφωνα με την ANCOVA, έχουν τιμές z που δε διαφέρουν σημαντικά ($P_z > 0,10$) από την τιμή z της SAR της συνολικής αγγειακής χλωρίδας των νησιών όπου απαντάται η Οικογένεια (SAR των ίδιων νησιών) και της συνολικής αγγειακής χλωρίδας της περιοχής μελέτης (συνολική SAR).

Οικογένειες	Τιμή P_z SAR των ίδιων νησιών	Τιμή P_z συνολικής SAR (όλων των νησιών)
Apiaceae	0,35	στατιστικά σημαντική διαφορά
Boraginaceae	0,36	στατιστικά σημαντική διαφορά
Brassicaceae	0,98	στατιστικά σημαντική διαφορά
Caryophyllaceae	0,36	0,13
Cyperaceae	0,90	0,52
Fabaceae	στατιστικά σημαντική διαφορά	0,72
Juncaceae	0,84	0,31
Lamiaceae	0,97	στατιστικά σημαντική διαφορά
Orchidaceae	0,34	0,45
Papaveraceae	0,93	στατιστικά σημαντική διαφορά
Poaceae	0,45	στατιστικά σημαντική διαφορά
Ranunculaceae	0,78	0,19
Saxifragaceae	0,81	0,64
Scrophulariaceae	0,33	στατιστικά σημαντική διαφορά

Αντίθετα με τις τιμές του z , οι τιμές της σταθεράς c των SARs των Οικογενειών αυτών παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από τις τιμές c της SAR της συνολικής χλωρίδας των νησιών στα οποία απαντάται η εκάστοτε Οικογένεια, και, αντίστοιχα, από την τιμή του c της συνολικής SAR σε επίπεδο σημαντικότητας 99%.

Για τις 58 Οικογένειες με στατιστικά σημαντική SAR στην περιοχή μελέτης, παρατηρείται ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των τιμών της σταθεράς c και του συνολικού αριθμού των ειδών από τα οποία εκπροσωπείται κάθε Οικογένεια στην περιοχή μελέτης. Η σύγκριση διαφόρων καμπυλόγραμμων προτύπων (curvilinear models) που παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.12, δείχνει ότι

η σχέση μεταξύ του c , ως εξαρτημένης μεταβλητής, και του μέγιστου αριθμού ειδών των Οικογενειών στην περιοχή μελέτης (S_{max_F}), ως ανεξάρτητης μεταβλητής, περιγράφεται καλύτερα από τη γραμμική εξίσωση, διότι αυτή έχει την υψηλότερη τιμή R^2 από τα υπόλοιπα πρότυπα. Αυτό συμβαίνει είτε μετά από λογαριθμική μετατροπή των τιμών ($\log c_F$ και $\log(S_{max_F})$), είτε με τη χρήση των πραγματικών τιμών (c_F και S_{max_F}).

Πίνακας 3.12: Καμπυλόγραμμα πρότυπα (curvilinear models) βάσει των οποίων συσχετίστηκαν οι τιμές της σταθεράς c των 58 Οικογενειών με το μέγιστο αριθμό ειδών των καθεμιάς από τις Οικογένειες αυτές στην περιοχή μελέτης. c_F : οι τιμές της σταθεράς c των 58 Οικογενειών με στατιστικά σημαντική SAR στην περιοχή μελέτης, S_{max_F} : ο μέγιστος αριθμός ειδών των 58 Οικογενειών στην περιοχή μελέτης και $\log c_F$, $\log(S_{max_F})$ οι αντίστοιχοι δεκαδικοί λογάριθμοί τους.

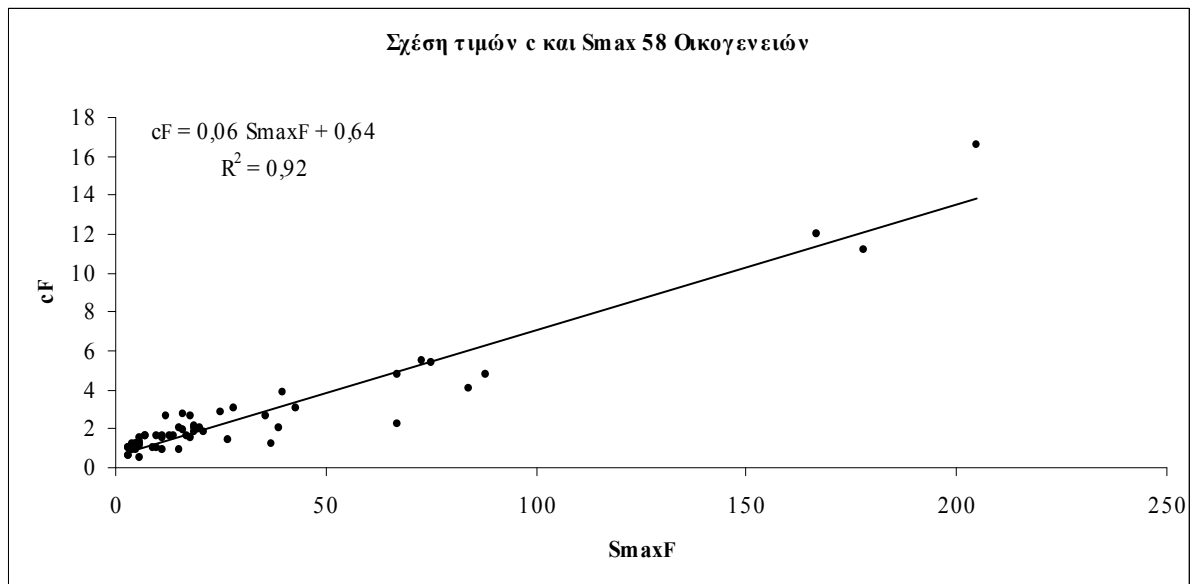
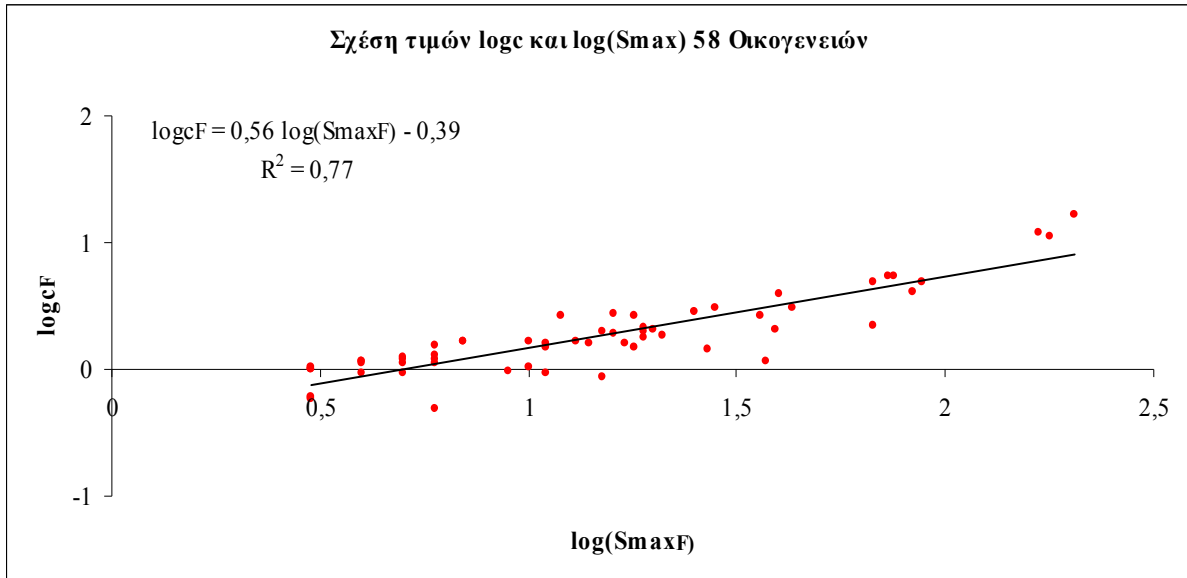
Σύγκριση διαφόρων καμπυλόγραμμων προτύπων (curvilinear models) για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ $\log c_F$ & $\log(S_{max_F})$ και c_F & S_{max_F}		
	$\log c_F$ & $\log(S_{max_F})$	c_F & S_{max_F}
Πρότυπο	R^2	R^2
Γραμμικό (linear)	0,77	0,92
Τετραγωνική ρίζα x (Square root-X)	0,73	0,80
Λογαριθμικό x (Logarithmic-X)	0,67	0,57
Αντίστροφο του x (Reciprocal-X)	0,53	0,49
Αντίστροφο του ψ (Reciprocal-Y)	---	---
Εκθετικό (Exponential)	---	0,75
Διπλό αντίστροφο (Double reciprocal)	---	0,55
Πολλαπλασιαστικό (Multiplicative)	---	0,77
Τετραγωνική ρίζα ψ (Square root-Y)	---	0,90
Καμπύλη S (S-curve)	---	0,49
Λογιστικό (Logistic)	---	---
Log Probit	---	---

Οι δύο γραμμικές εξισώσεις είναι:

$$\log c_F = 0,56 \log(S_{max_F}) - 0,39, \text{ με } R^2=0.77 \text{ και } P<0,001 \text{ και}$$

$$c_F = 0,06 (S_{max_F}) + 0,64, \text{ με } R^2=0.92 \text{ και } P<0,001.$$

Ακολουθεί η γραφική απεικόνιση των δύο εξισώσεων στο Γράφημα 3.12.



Γράφημα 3.12: Η σχέση μεταξύ της σταθεράς c_F των 58 Οικογενειών και του συνολικού αριθμού ειδών της Οικογένειας στην περιοχή μελέτης ($S_{\max F}$), με \log -μετατροπή των τιμών και με τις πραγματικές τιμές.

3.6 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και το πρότυπο «Χώρος»

Η ποσοτικοποίηση της περιβαλλοντικής ετερογένειας των νησιών και η συσχέτισή της με τον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών, έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

(α) Βάσει των τύπων κάλυψης γης CORINE Land Cover 2000:

Τα νησιά της περιοχής μελέτης τα οποία συμπεριλαμβάνονται στους ψηφιακούς χάρτες με τους τύπους κάλυψης γης CORINE Land Cover 2000, είναι 37 (Πίνακας Π.6, Παράρτημα ΙΙ). Η έκτασή τους (Α) κυμαίνεται από 0,7987 έως 8.264,62 km². Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών

ειδών τους (S_L) κυμαίνεται από 79 έως 1.795. Η παράμετρος «χώρος» (K_L) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των τύπων κάλυψης γης (L).

i) Οι παλινδρομήσεις των παραμέτρων A , L και S παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.13.

Πίνακας 3.13: Οι παλινδρομήσεις με ανεξάρτητες μεταβλητές την έκταση (A) και τους τύπους κάλυψης γης (L) και εξαρτημένη μεταβλητή των αριθμό των ειδών (S).

Με log-μετατροπή	Πραγματικές τιμές (πρότυπο με το μεγαλύτερο R^2)
Έκταση νησιών – αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
$\log S_L = 0,35 \log A + 2,06$	$S_L = 114,16 A^{0,35}$
$R^2=0,84, R^2_{adj}=0,84, P<0,001$	ή $\ln S_L = 0,35 \ln A + 4,74$
	$R^2 = 0,84, R^2_{adj}=0,84,$ $P<0,001$
Έκταση νησιών – αριθμός τύπων κάλυψης γης:	
$\log L = 0,35 \log A + 0,18$	$L = 1,51 A^{0,35}$
$R^2 = 0,84, R^2_{adj}=0,84, P<0,001$	ή $\ln L = 0,35 \ln A + 0,41$
	$R^2 = 0,84, R^2_{adj}=0,84,$ $P<0,001$
Έκταση νησιών – αριθμός τύπων κάλυψης γης - αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
Δεν εφαρμόζεται πολλαπλή παλινδρόμηση, λόγω υψηλού βαθμού πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών	
Αριθμός τύπων κάλυψης γης - αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
$\log S_L = 0,85 \log L + 1,98$	$S_L = 59,76 L + 93,08$
$R^2=0,75, R^2_{adj}=0,74, P<0,001$	$R^2=0,83, R^2_{adj}=0,82,$ $P<0,001$

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, για τα συγκεκριμένα νησιά:

Ακολουθείται το γενικό πρότυπο της σχέσης έκτασης-αριθμού ειδών με πολύ καλή προσαρμογή στο γραμμικό πρότυπο (log-log), αλλά και στο πρότυπο του φυσικού λογαρίθμου (ln-ln). Η έκταση ερμηνεύει ποσοστό 84% της μεταβλητότητας του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών. Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές είναι συγγραμμικές, επομένως δεν μπορούν να συσχετιστούν μαζί σε μια εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης για την ερμηνεία του αριθμού των ειδών. Η έκταση επαρκεί ως μοναδική μεταβλητή που ερμηνεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Η ισχυρή συσχέτιση μεταξύ έκτασης των νησιών και αριθμού των τύπων κάλυψης γης δικαιολογείται, δεδομένου ότι τα μεγαλύτερα νησιά φέρουν και περισσότερους τύπους βλάστησης,

περισσότερους τύπους καλλιεργούμενων εκτάσεων, περιορισμένα φυσικά ή τεχνητά υγροτοπικά συστήματα και διάφορους τύπους αστικοποιημένων περιοχών.

Η ανάλυση μονοπατιού αριθμού ειδών – έκτασης – αριθμού τύπων κάλυψης γης δεν μπορεί, επομένως, να εφαρμοστεί, διότι βασίζεται στην πολλαπλή παλινδρόμηση των μεταβλητών αυτών.

Ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με τον αριθμό των ειδών, αλλά ερμηνεύει μικρότερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών σε σχέση με την έκταση *per se*.

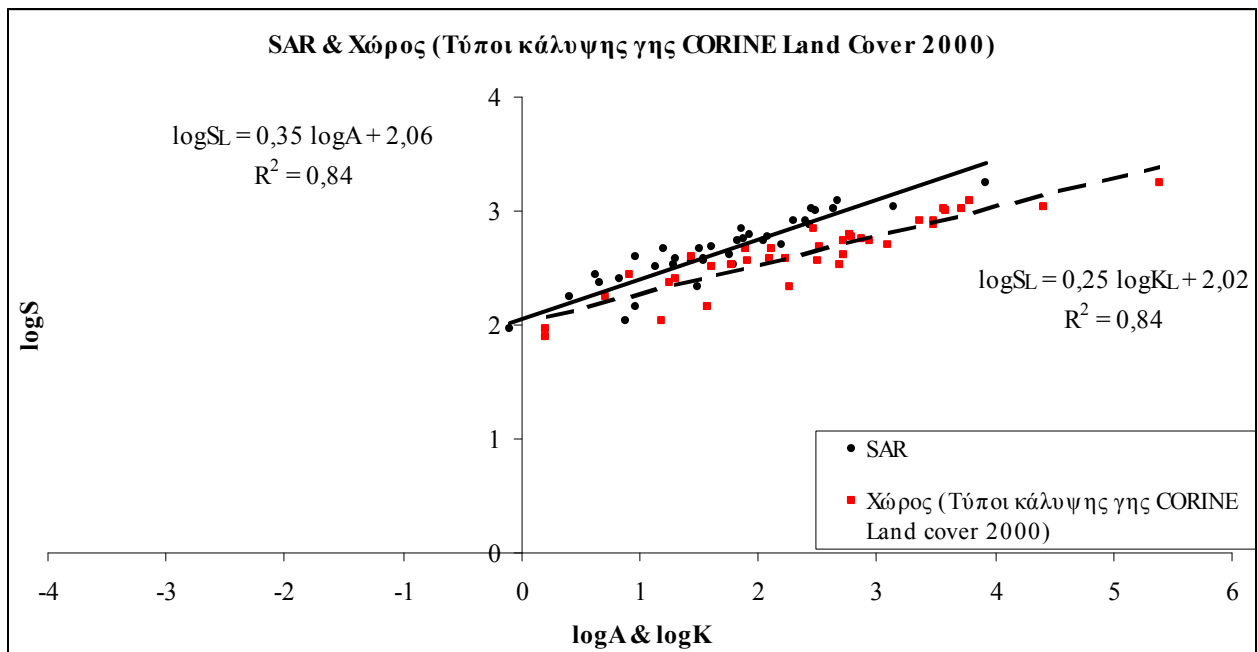
ii) Το πρότυπο Χώρος:

Η εξίσωση του προτύπου «Χώρος» είναι (Γράφημα 3.13):

$$\log S_L = 0,25 \log K_L + 2,02$$

$$R^2 = 0,84, R^2_{adj} = 0,84, P < 0,001.$$

Η διαφορά των τιμών του Κριτηρίου Πληροφορίας Akaike των προτύπων SAR και «Χώρος» είναι $\Delta AIC = AIC_{SAR(L)} - AIC_{Χώρος(L)} = 0,096$.



Γράφημα 3.13: Η SAR και το πρότυπο «Χώρος» σύμφωνα με τους τύπους κάλυψης γης CORINE Land Cover 2000.

(β) Βάσει των τύπων φυσικών οικοτόπων των περιοχών του Ευρωπαϊκού Δικτύου Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000:

Τα νησιά της περιοχής μελέτης, των οποίων το σύνολο της έκτασης έχει ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000 είναι 101 (Πίνακας Π.7, Παράρτημα). Η έκτασή τους (A) κυμαίνεται από 0,0022 έως 66,7063 km². Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών τους (S_N) κυμαίνεται από 1 έως 553. Ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων (E) προέρχεται από τους χάρτες των τύπων οικοτόπων του NATURA 2000. Η παράμετρος «χώρος» (K_N) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των τύπων οικοτόπων (E).

i) Οι παλινδρομήσεις των παραμέτρων A, E και S παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.14.

Πίνακας 3.14 : Οι παλινδρομήσεις με ανεξάρτητες μεταβλητές την έκταση (A) και τους τύπους οικοτόπων (E) και εξαρτημένη μεταβλητή των αριθμό των ειδών (S).

Με log-μετατροπή	Πραγματικές τιμές (πρότυπο με το μεγαλύτερο R ²)
Έκταση νησιών – αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
logS _N = 0,31 logA + 1,99 R ² =0,43, R ² _{adj} =0,42, P<0,001	S _N = 68,18 √A + 34,51 R ² =0,80, R ² _{adj} =0,79, P<0,001
Έκταση νησιών – αριθμός τύπων οικοτόπων:	
logE = 0,22 logA + 0,50 R ² = 0,64, R ² _{adj} =0,63, P<0,001	E = 1,51 √A + 1,50 R ² = 0,72, R ² _{adj} =0,71, P<0,001
Έκταση νησιών – αριθμός τύπων οικοτόπων - αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
logS _N = 0,24 logA + 0,32 logE + 1,83 R ² = 0,45, R ² _{adj} =0,44, P<0,001	S _N = 61,98 √A + 4,11 E + 28,78 R ² = 0,80, R ² _{adj} =0,79, P<0,001
Αριθμός τύπων οικοτόπων – αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
logS _N = 1,02 logE + 1,41 R ² =0,35, R ² _{adj} =0,34, P<0,001	S _N = 33,74 E + 4,01 R ² =0,62, R ² _{adj} =0,61, P<0,001

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, για τα συγκεκριμένα νησιά, το σύνολο της έκτασης των οποίων έχει ενταχθεί στο Δίκτυο NATURA 2000:

- Ακολουθείται το γενικό πρότυπο της σχέσης έκτασης αριθμού ειδών, αλλά η έκταση ερμηνεύει μόνο 43% της μεταβλητότητας του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών. Καλύτερη προσαρμογή παρατηρείται στην καμπύλη πραγματικού αριθμού ειδών – τετραγωνικής ρίζας της έκτασης.

- Η ποικιλία των τύπων οικοτόπων NATURA 2000 ερμηνεύει ακόμη μικρότερο ποσοστό της διακύμανσης του αριθμού των ειδών από την έκταση.

- Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ έκτασης των νησιών και αριθμού των τύπων οικιστόπων τους και η έκταση ερμηνεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των τύπων οικιστόπων. Η εξίσωση με το υψηλότερο R^2 που συνδέει τις δύο αυτές παραμέτρους χωρίς log-μετατροπή είναι καμπύλη όπως αυτή του πραγματικού αριθμού ειδών και της έκτασης.

- Η πολλαπλή παλινδρόμηση, παρά την υψηλή (αλλά όχι απαγορευτική) συγγραμμικότητα των μεταβλητών A και E , τόσο μετά από log-μετατροπή των παραμέτρων, όσο και με τις πραγματικές τιμές S_N και E και τη \sqrt{A} , έδειξε ότι η μεταβλητή $\log E$ και E , αντίστοιχα, δεν είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 90% ή μεγαλύτερο ($P_{\log E} = 0,14 > 0,10$ και $P_E = 0,27 > 0,10$) και επομένως η έκταση είναι αρκετή ως μοναδική παράμετρος ερμηνείας ενός μεγάλου ποσοστού της μεταβλητότητας του $\log S_N$ και του S_N . Η σύγκριση των τιμών R^2_{adj} επίσης δείχνει ότι με την προσθήκη του αριθμού φυσικών οικιστόπων δεν ερμηνεύεται μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού ειδών.

ii) Ανάλυση μονοπατιού:

Με βάση τις τιμές R^2 των απλών γραμμικών παλινδρομήσεων (log-log) και της πολλαπλής παλινδρόμησης των τριών παραμέτρων (log-log-log) και τον υπολογισμό των κανονικοποιημένων συντελεστών μερικής παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα της ανάλυσης μονοπατιού για τη συνεισφορά της έκτασης και του αριθμού των τύπων οικιστόπων NATURA 2000, ως μέτρου της περιβαλλοντικής ετερογένειας, είναι:

Επίδραση της έκτασης στην περιβαλλοντική ετερογένεια (άμεση) (a1): 0,799

Επίδραση της περιβαλλοντικής ετερογένειας στον αριθμό των ειδών (άμεση = συνολική) (b1): 0,186

Επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών (άμεση) (b2): 0,509

Επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών (έμμεση) (a1 * b1): 0,149

Συνολική επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών (άμεση + έμμεση): 0,658

Συνολική επίδραση έκτασης και περιβαλλοντικής ετερογένειας (συνολική έκτασης + συνολική περιβαλλοντικής ετερογένειας): 0,844

Ανερμήνευτη διακύμανση: 0,156

iii) Το πρότυπο Χώρος:

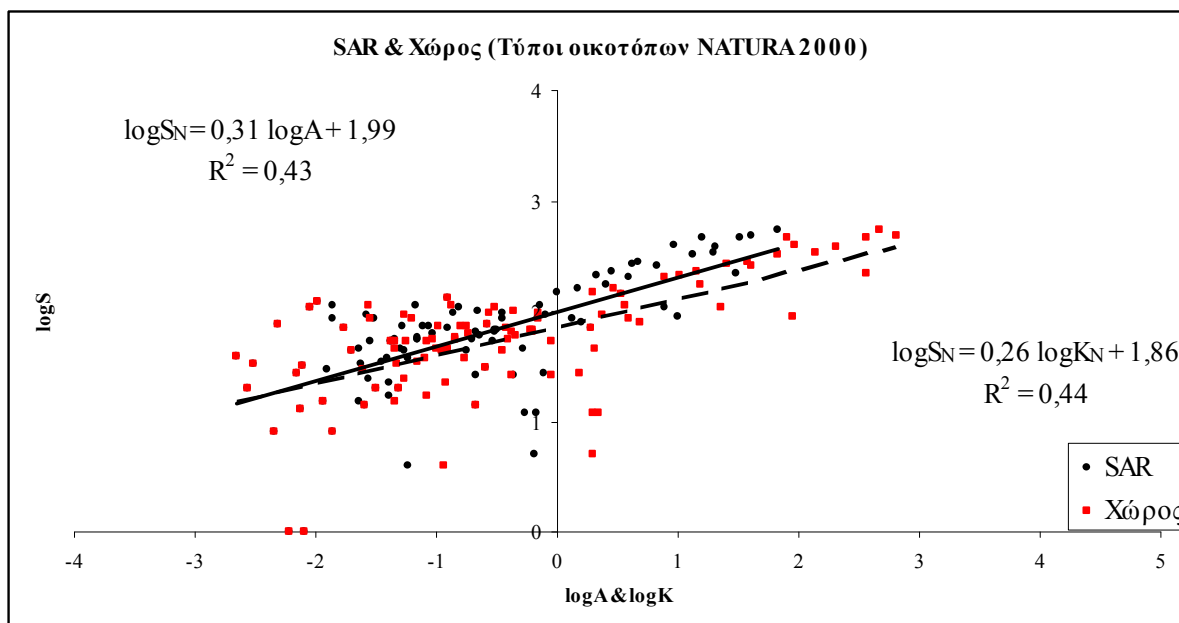
Η εξίσωση του προτύπου «Χώρος» είναι (Γράφημα 3.14):

$$\log S_N = 0,26 \log K_N + 1,86$$

$$R^2 = 0,44, R^2_{adj} = 0,43, P < 0,001.$$

Η διαφορά των τιμών του Κριτηρίου Πληροφορίας Akaike των προτύπων SAR και «Χώρος» είναι

$$\Delta AIC = AIC_{SAR(N)} - AIC_{\text{Χώρος}(N)} = 2,138.$$



Γράφημα 3.14: Η SAR και το πρότυπο «Χώρος» σύμφωνα με τους τύπους οικοτόπων NATURA 2000.

(γ) Μέσω του Συστήματος Δεικτών του Νοτίου Αιγαίου (Southern Aegean Indicator Values, SAIVs):

Οι παλινδρομήσεις με ανεξάρτητες μεταβλητές την έκταση (A) και τα ενδιαιτήματα βάσει του Συστήματος Δεικτών του Νοτίου Αιγαίου (SAIVs) και εξαρτημένη μεταβλητή τον αριθμό των ειδών (S) παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.15.

Τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου, εκτός του συγκροτήματος του Καστελλοριζίου, για τα οποία αναπτύχθηκε το σύστημα SAIVs είναι 62 (Πίνακας Π.8, Παράρτημα ΙΙ). Η έκτασή τους (A) κυμαίνεται από 0,00044 έως 8.264,62 km². Ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών τους (S_N) κυμαίνεται από 1 έως 1.795. Ο αριθμός των ενδιαιτημάτων υπολογίστηκε από τους συνδυασμούς των βαθμίδων των τιμών SAIVs για το φως, τη θερμοκρασία, την εδαφική αλατότητα και τις συνθήκες υγρασίας, όπως αναλυτικά περιγράφηκε στο κεφάλαιο των «Υλικών και Μεθόδων». Η παράμετρος «χώρος» (K_H) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των ενδιαιτημάτων (H).

i) Παλινδρομήσεις των παραμέτρων A, H και S:

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα, για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου:

- Ακολουθείται το γενικό πρότυπο της σχέσης έκτασης αριθμού ειδών, με καλή προσαρμογή στο γραμμικό πρότυπο (log-log), αλλά με καλύτερη σε μια καμπύλη αριθμού ειδών – τετραγωνικής ρίζας της έκτασης. Η έκταση ερμηνεύει ποσοστά 72% και 83%, αντίστοιχα, της μεταβλητότητας του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών.

Πίνακας 3.15: Οι παλινδρομήσεις με ανεξάρτητες μεταβλητές την έκταση (A) και τα ενδαιτήματα βάσει του Συστήματος Δεικτών του Νοτίου Αιγαίου (SAIVs) και εξαρτημένη μεταβλητή των αριθμό των ειδών (S).

Με log-μετατροπή	Πραγματικές τιμές (πρότυπο με το μεγαλύτερο R ²)
Έκταση νησιών – αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
$\log S_H = 0,39 \log A + 2,03$ $R^2=0,72, R^2_{adj}=0,71, P<0,001$	$S_H = 22,14 \sqrt{A} + 88,45$ $R^2 = 0,83, R^2_{adj}=0,83, P<0,001$
Έκταση νησιών – αριθμός ενδαιτημάτων:	
$\log H = 0,16 \log A + 0,97$ $R^2 = 0,68, R^2_{adj}=0,67, P<0,001$	$H = 1,69 \ln A + 12,05$ $R^2 = 0,78, R^2_{adj}=0,78, P<0,001$
Έκταση νησιών – αριθμός ενδαιτημάτων - αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
Δεν εφαρμόζεται πολλαπλή παλινδρόμηση, λόγω υψηλού βαθμού πολυσυγγραμμικότητας μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών	
Αριθμός ενδαιτημάτων - αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών:	
$\log S_H = 2,19 \log H - 0,12$ $R^2=0,89, R^2_{adj}=0,89, P<0,001$	$S_H = (1,16 H - 0,30)^2$ $R^2=0,94, R^2_{adj}=0,94, P<0,001$

Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ έκτασης των νησιών και αριθμού των ενδαιτημάτων τους και η έκταση ερμηνεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ενδαιτημάτων. Η εξίσωση με το υψηλότερο R² που συνδέει τις δύο αυτές παραμέτρους χωρίς log-μετατροπή είναι αυτή αριθμού ενδαιτημάτων – φυσικού λογαρίθμου έκτασης.

- Οι δύο ανεξάρτητες μεταβλητές εμφανίζουν υψηλή πολυσυγγραμμικότητα και δεν μπορούν να συσχετιστούν με τον αριθμό των ειδών σε μια εξίσωση πολλαπλής παλινδρόμησης. Η ανάλυση μονοπατιού αριθμού ειδών – έκτασης – αριθμού ενδαιτημάτων δεν μπορεί επίσης να εφαρμοστεί, διότι βασίζεται στην πολλαπλή παλινδρόμηση των μεταβλητών αυτών. Όμως, στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο αριθμός των ενδαιτημάτων *per se* παρουσιάζει ισχυρότερη συσχέτιση με τον αριθμό ειδών και ερμηνεύει μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητάς του σε σχέση με την έκταση.

ii) Το πρότυπο Χώρος:

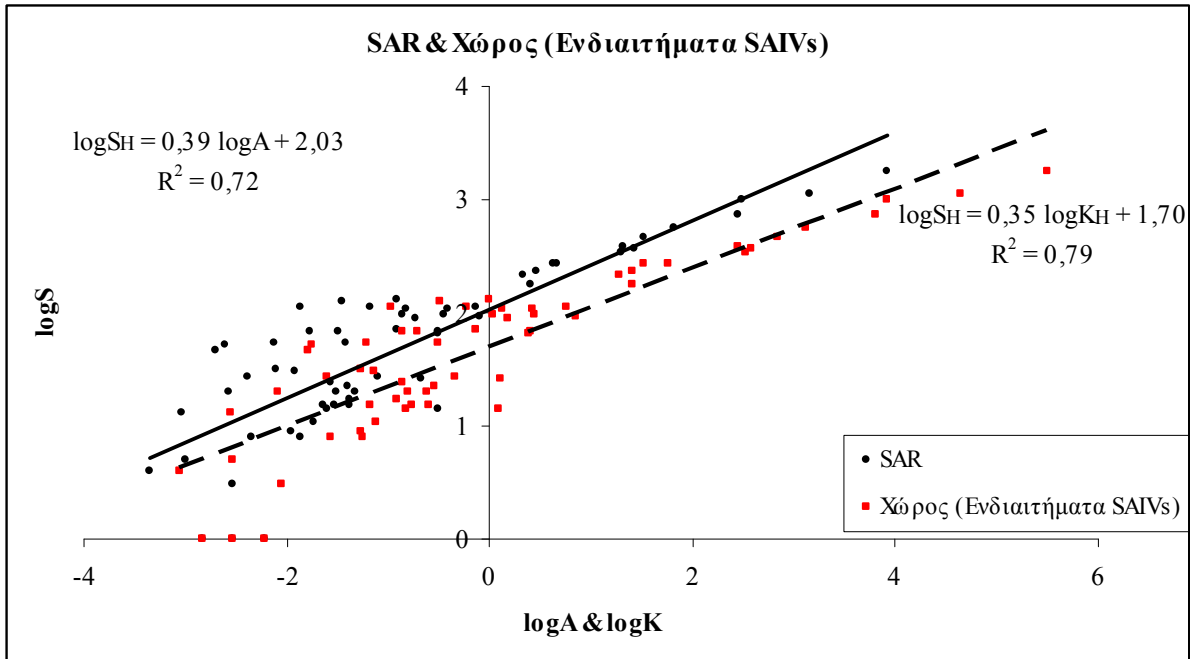
Η εξίσωση του προτύπου «Χώρος» είναι (Γράφημα 3.15):

$$\log S_H = 0,35 \log K_H + 1,70$$

$$R^2 = 0,79, R^2_{adj} = 0,78, P<0,001.$$

Η διαφορά των τιμών του Κριτηρίου Πληροφορίας Ακαϊκε των προτύπων SAR και «Χώρος» είναι

$$\Delta AIC = AIC_{SAR(H)} - AIC_{Χώρος(H)} = 16,325.$$



Γράφημα 3.15: Η SAR και το πρότυπο «Χώρος» σύμφωνα με τα ενδιαιτήματα SAIVs για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου (εκτός του συγκροτήματος Καστελλορίζου).

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Έκταση νησιών και αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών

Χρησιμοποιήθηκε ο αριθμός των αγγειακών φυτικών ειδών, διότι στη βιογεωγραφία των νήσων, είναι κοινή μεθοδολογική προσέγγιση η μέτρηση του αριθμού των ειδών σε μια ομάδα νησιών διαφορετικών εκτάσεων και η συσχέτισή του με γεωγραφικά χαρακτηριστικά (π.χ. έκταση, απομόνωση) ή φυσικά χαρακτηριστικά (π.χ. ποικιλότητα ενδιδαιτημάτων) των νησιών αυτών (Baldi & McCollin 2003). Με άλλα λόγια, ο αριθμός των ειδών χρησιμοποιείται ως κοινό μέτρο έκφρασης της ποικιλότητας σε βιογεωγραφικές μελέτες (Ricklefs & Schuller 1993). Άλλωστε, τόσο η εξίσωση του Arrhenius (1921), όσο και το μοντέλο των McArthur & Wilson (1967) αναφέρονται σε αριθμό ειδών και όχι σε αριθμό άλλων ταξινομικών επιπέδων, ανώτερων (γέννη, οικογένειες) ή κατώτερων του είδους (υποείδη, ποικιλίες). Στην πλειοψηφία των εργασιών που πραγματεύονται τη σχέση του Arrhenius χρησιμοποιούνται οι αριθμοί των ειδών, ενώ ελάχιστες είναι εκείνες που συσχετίζουν την έκταση με άλλες ταξινομικές ομάδες, όπως για παράδειγμα ο Μυλωνάς (1982), που εφαρμόζει σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών και έκτασης – αριθμού ειδών και υποειδών χερσαίων μαλακίων, και οι Cox & Moore (1994), που εφαρμόζουν σχέση έκτασης – αριθμού γενών φυτών.

4.2 Σχέση έκτασης – συνολικού αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών

Για το σύνολο της αγγειακής χλωρίδας των 197 νησιών της περιοχής μελέτης ακολουθείται ο κανόνας της αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης.

Η τιμή της κλίσης (z) για το σύνολο των νησιών και το σύνολο των αγγειακών φυτικών ειδών δείχνει ότι πρόκειται για ηπειρωτικά νησιά σύμφωνα με (Γράφημα 4.1):

α) τους McArthur & Wilson (1967), που δίνουν ως τυπικές τιμές του z για τα νησιά αυτά: 0,20-0,35.

β) τον Williamson (1988), που πρότεινε ένα αρκετά μεγαλύτερο εύρος τιμών, από 0,05 έως 1,132 για τα ηπειρωτικά νησιά.

γ) τον Rosenzweig (2004), ο οποίος στην ανασκόπησή του υποστήριξε τους MacArthur & Wilson (1967), δίνοντας ως διάστημα τυπικών τιμών της παραμέτρου z για τα ηπειρωτικά νησιά: 0,25 – 0,45 (αλλά μπορεί να φτάσει και μέχρι την τιμή 0.58).

Επίσης:

ι) κατά τους Connor & McCoy (1979) πρόκειται για **μετρίως απομονωμένα ηπειρωτικά νησιά**, διότι η τιμή του z βρίσκεται εντός του διαστήματος: 0,20-0,35.

ii) κατά τους Rosenzweig (1995) και Brown & Lomolino (1998), η τιμή του z , εφόσον περιλαμβάνεται στο διάστημα 0,20-0,50, δείχνει **πραγματικό νησιωτικό συγκρότημα**.

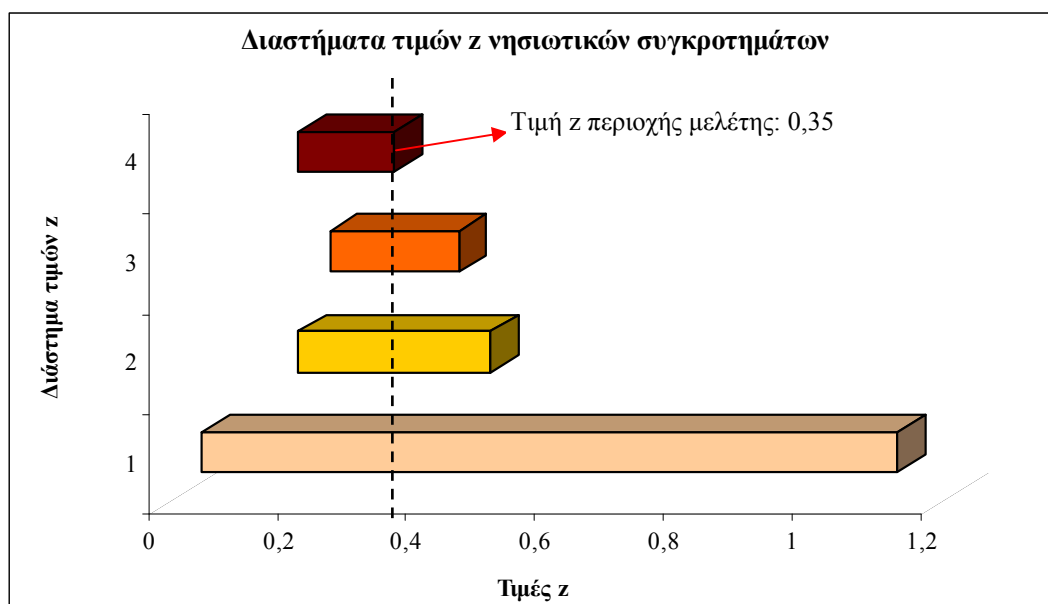
Σε κάποιες μελέτες έχουν βρεθεί και τιμές z εκτός των παραπάνω συνηθισμένων ορίων (Rosenzweig 1995), αλλά πάντοτε οι τιμές αυτές είναι υψηλότερες για τα νησιά από ό,τι για τμήματα μιας μεγαλύτερης ενιαίας έκτασης, όπου το z κυμαίνεται από 0,12 έως 0,18.

Πράγματι, τα νησιά της περιοχής μελέτης είναι ηπειρωτικά, σύμφωνα με τα στοιχεία της γεωλογικής ιστορίας τους που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 1.8.3 της Εισαγωγής.

Τα επιμέρους νησιωτικά συγκροτήματα της περιοχής μελέτης έχουν μεταξύ τους διαφορές στο βαθμό γεωγραφικής απομόνωσης, σε γενικές γραμμές όμως μπορούμε να πούμε ότι πρόκειται για μετρίως απομονωμένα νησιά. Τα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου και του Ανατολικού απέχουν μεταξύ τους λιγότερο και τα περιφερειακά νησιά βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση από τις όμορες ηπειρωτικές περιοχές. Τα λιγότερο απομονωμένα είναι τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου ενώ το Κεντρικό Αιγαίο είναι πιο «συμπαγές» νησιωτικό συγκρότημα, λόγω των σχετικά μικρών αποστάσεων μεταξύ των νησιών. Περισσότερο απομονωμένα είναι τα νησιά του κεντρικού τμήματος του τόξου του Νοτίου Αιγαίου, δηλαδή η Κρήτη και τα δορυφορικά μικρονήσια της και το σύμπλεγμα Καρπάθου – Κάσου με τα μικρονήσια τους. Η Γαύδος, το νοτιότερο νησί της περιοχής μελέτης, απέχει από την ακτή της Λιβύης περίπου 291 km, σε ευθεία γραμμή.

Εφόσον η τιμή του z δεν υπερβαίνει το 0,60, δεν πρόκειται για «διαπεριφερειακή σχέση έκτασης – αριθμού ειδών» (interprovincial species – area relationship) (Rosenzweig 2004). Αυτό σημαίνει ότι **θεωρητικά τα νησιά της περιοχής μελέτης ανήκουν στην ίδια φυτογεωγραφική περιοχή**. [Τη μεγαλύτερη κλίση εμφανίζουν οι σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών μεταξύ διαφορετικών βιογεωγραφικών περιφερειών (διαπεριφερειακές, interprovincial). Τη μικρότερη κλίση έχουν οι ενδοπεριφερειακές σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών και αυτές των νησιών εμφανίζουν ενδιάμεσες τιμές (Rosenzweig 1995, Rosenzweig 2004) (οι διαφορές αυτές φαίνονται παραστατικά στην Εικόνα 1.5)]. Στο θέμα της φυτογεωγραφικής ομοιογένειας της περιοχής μελέτης, θα επανέλθω στη συνέχεια, στην εξέταση της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών των τριών επιμέρους νησιωτικών συγκροτημάτων.

Η τιμή του z θεωρείται ότι εκφράζει και το χρονικό διάστημα απομόνωσης των νησιών: υψηλές τιμές του z θεωρητικά αποδίδονται, μεταξύ άλλων, στα μεγάλα χρονικά διαστήματα απομόνωσης των νησιών. Η περιοχή μελέτης είναι ανομοιογενής ως προς το χρόνο απομόνωσης των νησιών, και συνεπώς το θέμα αυτό θα συζητηθεί παρακάτω, στην εξέταση της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών των επιμέρους νησιωτικών συγκροτημάτων.

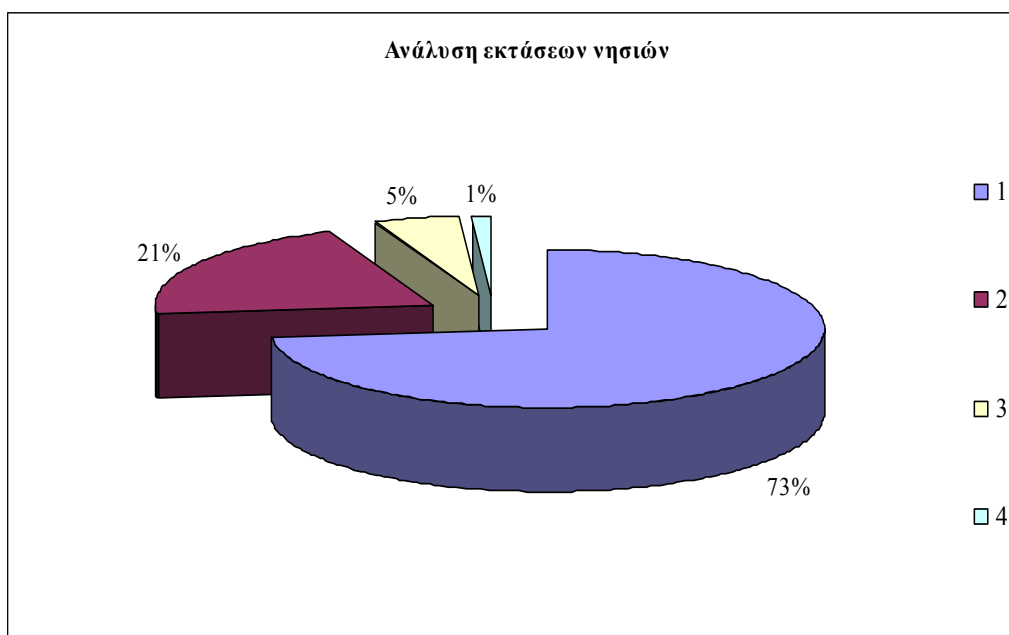


Γράφημα 4.1: Τα διαστήματα των τιμών του z που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία για ηπειρωτικά νησιωτικά συγκροτήματα: 1: 0,05 – 1,132 από τον Williamson (1988), 2: 0,20 – 0,50 από τους Rosenzweig (1995) και Brown & Lomolino (1998), 3: 0,25 – 0,45 από τον Rosenzweig (2004), και 4: 0,20 – 0,35 από τους McArthur & Wilson (1967). Η τιμή z της περιοχής μελέτης ισούται με το μέγιστο του διαστήματος που πρότειναν οι McArthur & Wilson (1967).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, **αρχιπελάγη με μικρά νησιά τείνουν να έχουν πιο έντονες κλίσεις** από αρχιπελάγη με μεγάλα νησιά (Hamilton & Armstrong 1965, Schoener 1976, Connor & McCoy 1979, Williamson 1981). Οι Kreft et al. (2008), μελετώντας νησιωτικά συγκροτήματα από ολόκληρο τον κόσμο, διαπίστωσαν ότι τα μικρά νησιά είναι καθοριστικά για την αύξηση της κλίσης της ευθείας. Ποσοστό 73% των νησιών της περιοχής μελέτης έχουν έκταση μικρότερη του 1 km² (Γράφημα 4.2). Ο μεγάλος αυτός αριθμός μικρών και το μεγάλο εύρος της έκτασης από τα μικρότερα ως τα μεγαλύτερα νησιά συμβάλλουν στην αύξηση της τιμής του z .

Οι Collins et al. (2002) επισημαίνουν ότι **το z εξαρτάται από την αλληλεπικάλυψη στη σύνθεση των ειδών των περιοχών που εισάγονται στην εξίσωση**. Στις καμπύλες που προκύπτουν από επιμέρους περιοχές που ανήκουν στην ίδια βιογεωγραφική περιοχή (ενδοπεριφερειακές καμπύλες, intra-provincial curves), λόγω της αλληλεπικάλυψης στη σύνθεση των ειδών (δηλαδή του σχετικά μεγάλου αριθμού ειδών που μοιράζονται μεταξύ τους αυτές οι επιμέρους περιοχές) η αύξηση του αριθμού των ειδών με την έκταση είναι «αργή», οπότε το z είναι σχετικά χαμηλό. Αντιθέτως, όταν οι εξεταζόμενες περιοχές μοιράζονται μόνο λίγα κοινά είδη, υπάρχει μια «γρηγορότερη» αύξηση του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης,

οπότε και το z είναι σχετικά υψηλό. Αυτό παρατηρείται σε καμπύλες που προκύπτουν από περιοχές διαφορετικών βιογεωγραφικών περιοχών (διαπεριφερειακές καμπύλες, inter-provincial curves). Οι χλωρίδες των μικρών νησιών είναι φτωχές και συνεπώς «αναγκαστικά» μοιράζονται μικρό αριθμό φυτικών ειδών με τα μεγάλα νησιά, που διαθέτουν πλουσιότερες χλωρίδες (Höner 1990, Greuter 1995, Bergmeier 2003). Ένα μικρό ποσοστό της χλωρίδας των μικρών νησιών, δηλαδή τα εξειδικευμένα φυτικά είδη των νησιδων (islet specialists), δεν υπάρχει στα μεγάλα νησιά. Σύμφωνα με τον Bergmeier (2003), στα δορυφορικά νησιά και μικρονήσια της Κρήτης (εκτός της Γαύδου και της Δίας), το ποσοστό των εξειδικευμένων φυτικών ειδών κυμαίνεται από 0,7% έως 13,9% της χλωρίδας, οπότε αποτελεί το μικρότερο μέρος αυτής. Τα εξειδικευμένα αυτά είδη των νησιδων, τα οποία δεν υπάρχουν στα μεγάλα νησιά και στις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές, είναι ενδημικά της περιοχής του Αιγαίου και θεωρούνται ως υπολείμματα μιας ανταγωνιστικά κατώτερης χλωρίδας, που εξαπλωνόταν στις περιοχές γύρω από το Κρητικό πέλαγος κατά το Πλειόκαινο (Runemark 1969). Επομένως, ο μικρός κοινός αριθμός φυτικών ειδών ανάμεσα στα μεγάλα και μικρά νησιά συμβάλλει επίσης στη «γρηγορότερη» αύξηση του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης, οπότε αυξάνεται και η τιμή του z .



Γράφημα 4.2: 1: Το 73% των νησιών που εξετάζονται έχουν έκταση μικρότερη από 1 km². 2: Ποσοστό 21% έχουν έκταση από 1,01 έως περίπου 84 km². 3: Τα νησιά με έκταση από 110 έως 479 km² αποτελούν το 5% των νησιών μελέτης. 4: Η Ρόδος και η Κρήτη, που αντιστοιχούν σε ποσοστό 1% των νησιών, έχουν έκταση περίπου 1.407 και 8.265 km² αντίστοιχα.

Σε μια πρόσφατη εργασία, οι Kref et al. (2008) ανέλυσαν τη σχέση του αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών με την έκταση, την απομόνωση, το κλίμα, την τοπογραφία και τη γεωλογία 488 νησιών ολόκληρης της γης και συνέκριναν το αποτέλεσμα με τις αντίστοιχες σχέσεις για 970 μη αλληλεπικαλυπτόμενες ηπειρωτικές περιοχές. Στην περίπτωση των νησιών η έκταση ερμηνεύει το 66% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών ($R^2=0,66$ στη log-log κλασική σχέση του Arrhenius (1921) (Πίνακας 4.1). Στην περίπτωση των ηπειρωτικών περιοχών, το αντίστοιχο ποσοστό ήταν πολύ χαμηλότερο, ίσο με 25%. Επίσης, η πολυμεταβλητή ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Kref et al. (2008) έδειξε ότι όλες οι προαναφερθείσες παράμετροι συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών στα νησιά, αλλά σημαντικότερη όλων είναι η έκταση. Ακολουθούν η απομόνωση, η θερμοκρασία και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα. Το υψόμετρο και η γεωλογία των νησιών έχουν ασθενέστερη, αλλά στατιστικά σημαντική σχέση με τον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών. Ως προς την κλίση της σχέσης έκτασης – αριθμού βρήκαν ότι αυτή είναι μεγαλύτερη για τα νησιά ($0,33 \pm 0,01$) από ό,τι για τις ηπειρωτικές περιοχές ($0,17 \pm 0,01$). Μια άλλη σημαντική παρατήρηση της εργασίας αυτής είναι ότι τα ηπειρωτικά νησιά εμφανίζουν μικρότερες κλίσεις από τις ατόλες, αλλά κυρίως από τα ηφαιστειακά νησιά (τιμές $0,21 \pm 0,03$, $0,24 \pm 0,12$ και $0,41 \pm 0,05$ αντίστοιχα). Όμως, όπως οι ίδιοι οι συγγραφείς αναφέρουν, με βάση τις σταθερές c των εξισώσεων έκτασης – αριθμού ειδών, τα ηπειρωτικά νησιά χαρακτηρίζονται από πολύ μεγαλύτερο αριθμό ειδών ανά μονάδα έκτασης. Αντίθετα όμως με τις διαδεδομένες υποθέσεις, ότι η κλίση της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών επηρεάζεται γενικά από συγκεκριμένες περιβαλλοντικές παραμέτρους ή από το βαθμό απομόνωσης (Connor & McCoy 1979, Rosenzweig 1995, Whittaker & Fernández-Palacios 2007), οι Kref et al. (2008) βρήκαν ότι οι κύριες περιβαλλοντικές παράμετροι που φαίνεται να έχουν ρόλο στη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών, διαφέρουν σημαντικά μεταξύ νησιών και ηπειρωτικών περιοχών.

Επισημαίνεται όμως ότι η αρχική μορφή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών είναι $S = cA^z$, και, αν και χρησιμοποιείται η λογαριθμική μορφή ($\log S = z \log A + \log c$), το τελικό ζητούμενο είναι ο αριθμός των ειδών και όχι ο λογάριθμός του. Η λογαριθμική μορφή της σχέσης δημιουργεί τη λανθασμένη εντύπωση ότι το z είναι η κλίση της ευθείας και το $\log c$ η σταθερά της, αλλά στην αρχική μορφή της εξίσωσης είναι προφανές ότι το c συμβάλλει στον καθορισμό της κλίσης και δεν αποτελεί τη σταθερά της εξίσωσης. Στην πραγματικότητα, σε μια γραφική παράσταση όπου ο άξονας των τετμημένων (x) είναι η παράμετρος A^z και ο άξονας των τεταγμένων (y) είναι ο αριθμός των ειδών S , το c είναι η κλίση. Επομένως, οι καμπύλες έκτασης – αριθμού ειδών με την υψηλότερη τιμή c εμφανίζουν ταχύτερο ρυθμό μεταβολής (δηλαδή έχουν πιο «απότομη» άνοδο), ενώ στην περίπτωση των καμπυλών με μικρότερη τιμή c , ο ρυθμός μεταβολής είναι πιο αργός. Άρα απαιτούνται και οι δύο παράμετροι, το z και το c , για να

περιγράφει η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών (Rosenzweig 1995). Επίσης, από την εξίσωση $S = cA^z$, προκύπτει ότι το c είναι το πηλίκο του αριθμού των ειδών προς την έκταση υψωμένη στην τιμή του z (δηλαδή $c = S / A^z$). Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές που εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή c είναι πλουσιότερες σε είδη¹¹.

Η Κρήτη και τα τέσσερα μικρονήσια, που από τη στατιστική επεξεργασία φαίνονται να αποτελούν ακραίες τιμές στο δείγμα, δεν επηρεάζουν σημαντικά τη SAR.

Ο Rosenzweig (1995) χαρακτήρισε τους πίνακες σύγκρισης των τιμών του z διαφόρων βιογεωγραφικών εργασιών ως «συνονθύλευμα αποτελεσμάτων», λόγω της ετερογένειας των μεθόδων συλλογής των δεδομένων. Παρ' όλ' αυτά θεωρεί ότι μέσω των πινάκων αυτών γίνεται αντιληπτό πώς η μείωση της έκτασης οδηγεί σε μείωση του αριθμού των ειδών και δίδεται η δυνατότητα συγκρίσεων διαφόρων περιοχών.

Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της εφαρμογής της σχέσης έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών από διάφορες εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί σε νησιωτικά συγκροτήματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Κάποιες από τις εργασίες δεν έχουν ως κύριο θέμα τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών, και συνεπώς δεν παρέχουν όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για τη διαμόρφωση πλήρους εικόνας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου τα πρωτογενή στοιχεία για τους αριθμούς των ειδών στα νησιά ήταν διαθέσιμα, εφαρμόστηκε η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών στη διπλή λογαριθμική της μορφή. Δεν έχουν συμπεριληφθεί εργασίες που αναφέρονται μόνο σε συγκεκριμένες ομάδες φυτών ή οικογένειες και γένη (ενδεικτικά Nilsson et al. (1988) για ξυλώδη φυτά, Barry Cox & Moore (1994) για γένη, και τις οικογένειες που μελετώνται στην εργασία των Roos et al. (2004)).

α) Νησιά του Αιγαίου:

Η σχέση έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών **86 νησίδων του Ανατολικού Αιγαίου, που έχουν έκταση μικρότερη των 0,050 km²**, αναλύθηκε από τους **Panitsa et al. (2006)**. Αν και η σχέση είναι στατιστικά σημαντική, η έκταση ερμηνεύει μόνο το 32,3% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών και η τιμή του z είναι 0,40. Από τους παράγοντες που εξετάστηκαν, βρέθηκε ότι εκτός από την έκταση, μόνο το μέγιστο υψόμετρο των νησίδων φαίνεται να επιδρά στον αριθμό των ειδών.

Οι **Kallimanis et al. (2010)** μελέτησαν φυτογεωγραφικά **201 νησιά του Αιγαίου** (97 του Ανατολικού Αιγαίου, από τη Λέσβο έως τη Ρόδο, 51 από την περιοχή Κρήτης – Κάσου – Καρπάθου, 29 από τις Κυκλάδες, 20 από το Δυτικό Αιγαίο, δηλαδή από την περιοχή της Εύβοιας, της Σκύρου και των Σποράδων και 4 από την περιοχή Λήμνου – Θάσου – Σαμοθράκης). Βρήκαν

¹¹ Είναι, επομένως, λάθος να διαιρείται ο αριθμός των ειδών μιας περιοχής με την έκτασή της, και το πηλίκο αυτό να θεωρείται ως ο αριθμός των ειδών ανά μονάδα έκτασης, διότι ο υπολογισμός αυτός δε λαμβάνει υπόψη τη μη γραμμικότητα της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών.

ότι ο συνολικός αριθμός αγγειακών φυτικών ειδών έχει ισχυρότερη σχέση με την έκταση των νησιών και με την αλληλεπίδραση (interaction) έκτασης – υψόμετρου. Η αλληλεπίδραση των δύο αυτών παραμέτρων μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτης της έκτασης, που ενσωματώνει και την τραχύτητα του εδάφους.

β) Νησιά της Μεσογείου:

Σύμφωνα με τα χλωριδικά δεδομένα των **Delanoë et al. (1996)** η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών για **κάποια από τα νησιά της Μεσογείου** (Σικελία, Σαρδηνία, Κορσική, Κύπρος, Μάλτα και Βαλεαρίδες), ακολουθεί το γενικό πρότυπο χωρίς απόκλιση. Η έκταση ερμηνεύει το 89% ($R^2=0.89$) της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, η τιμή του z είναι 0.28 και η τιμή του c είναι 21.41.

γ) Αρχιπελάγη θαλασσών της Βόρειας Ευρώπης:

Ο **Rosenzweig (1995)** υπολόγισε ότι για τα **νησιά Σανέλ της Γαλλίας** (Williams 1964) το z ισούται με 0,36.

Οι **Hannus & Numers (2008)** μελέτησαν τη σχέση της αγγειακής χλωρίδας δύο νησιωτικών συγκροτημάτων της Βαλτικής, με την έκταση των νησιών και την ποικιλία των ενδιαιτημάτων σε αυτά. Τα νησιά αυτά βρίσκονται στη μεταβατική ζώνη μεταξύ των εύκρατων και ψυχρών περιοχών της Βόρειας Ευρώπης και αναδύθηκαν από τη θάλασσα πριν από 4.000-5.000 χρόνια, όπως συμπεραίνεται από το μέγιστο υψόμετρό τους, που φτάνει τα 30 m περίπου. Ο αριθμός των ειδών παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση τόσο με την έκταση, όσο και με τον αριθμό των ενδιαιτημάτων. Ο αριθμός των ειδών στα μικρά νησιά υπόκειται σε φυσιογραφικούς παράγοντες και η επιφάνεια των νησίδων που καλύπεται από βλάστηση ήταν πιο αποτελεσματική στην ερμηνεία του αριθμού των ειδών.

Οι **Kohn & Walsh (1994)** εφάρμοσαν τη σχέση έκτασης – αριθμού δικοτυλήδων ειδών σε **42 νησιά του Σέτλαντ της Βρετανίας** ως $\log A - S$, αλλά παραθέτουν τα δεδομένα, ώστε ήταν δυνατή η εφαρμογή και της $\log A - \log S$ σχέσης. Δεν έχουν συμπεριληφθεί στην ανάλυση πέντε από τα νησιά που μελέτησαν οι Kohn & Walsh (1994), επειδή σε αυτά δεν κατέγραψαν κανένα φυτό. Η τιμή του z είναι 0,48.

Οι **Johnson & Simberloff (1974)** ανέλυσαν τη σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών **42 Βρετανικών νησιών, συμπεριλαμβανομένου του νησιού της Βρετανίας**. Τα βρετανικά νησιά θεωρούνται ηπειρωτικά νησιά, τα οποία αποκόπηκαν από τη χέρσο πριν 7.000 χρόνια. Οι ίδιοι συγγραφείς δοκίμασαν τη συσχέτιση του S με μια σειρά άλλων παραμέτρων: υψόμετρο, αριθμός τύπων εδάφους, βόρειο γεωγραφικό πλάτος, απόσταση από το νησί της Βρετανίας (που στη συγκεκριμένη περίπτωση παίζει το ρόλο της ηπειρωτικής περιοχής), απόσταση

Πίνακας 4.1: Εφαρμογές της σχέσης έκτασης- αριθμού φυτικών ειδών ($\log S - \log A$) σε διάφορα νησιωτικά συμπλέγματα. Τα νησιωτικά συμπλέγματα είναι ομαδοποιημένα όπως αναλύονται στο κείμενο. Με αστερίσκο (*) σημειώνονται οι εργασίες στα δεδομένα των οποίων εφαρμόστηκε η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών στα πλαίσια της παρούσας ανάλυσης. Δύο αστερίσκοι (**) δείχνουν τις περιπτώσεις επικωνωνίας με τους συγγραφείς για περισσότερα στοιχεία ή διενεργήσεις. Μια εργασία σημειωμένη με τρεις αστερίσκους (***) είναι η μόνη περίπτωση στην οποία η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P > 0,10$) σε επίπεδο σημαντικότητας 90% ή υψηλότερο.

Συγγραφείς – προέλευση δεδομένων και ομάδα φυτικών ειδών	Νησιωτικό συγκρότημα	Εύρος έκτασης (km ²)	z	c	R ²
Panitsa et al. (2006), αγγειακά φυτά	86 νησίδες του Ανατολικού Αιγαίου	0,0005 - 0,500	0,40	104,71	0,323
Kallimanis et al. (2010)** αγγειακά φυτά	201 νησιά του Αιγαίου	0,0004 – 8.729	0,3664	114,19	
Delanoë et al. (1996)*	Σικελία, Σαρδηνία, Κορσική, Κύπρος, Μάλτα και Βάλεαριδες νήσοι (Μεσόγειος)	316 – 25.708	0,28	21,41	0,89
Rosenzweig (1995), από Williams (1964)	9 νησιά Σανέλ (Γαλλία, Στενά της Μάγχης)	~0,013 - ~158,5	0,36	240	
Kohn & Walsh (1994)*, δικτυολήδονα	42 νησιά Σέτλαντ (Βρετανία, Βόρεια Θάλασσα)	0,00031-0,9958	0,48	1,08	0,73
Hannus & Numers (2008), αγγειακά είδη	82 νησιά συγκροτήματος Πιρουνόκειρ (αρχιπέλαγος ΝΔ Φιλανδίας, Βαλτική)	0,0005-0,683	0,28	70,79	0,774
Hannus & Numers (2008), αγγειακά είδη	78 νησιά συγκροτήματος Γκέτοκειρ (αρχιπέλαγος ΝΔ Φιλανδίας, Βαλτική)	0,00004-0,14	0,38	72,44	0,623
α) Johnson & Simberloff (1974)*	α) 42 Βρετανικά νησιά, (συμπεριλαμβανομένου του νησιού της Βρετανίας)	α) 0,5–229.849,8	α) 0,209	α) 125,93	α) 0,478
β) McCoy & Connor (1976)* αγγειακά φυτά (δείτε και Lomolino & Weiser (2001), Williams et al. (2009))	β) 41 Βρετανικά νησιά (όπως στο α), αλλά χωρίς το νησί της Βρετανίας)	β) 0,5-2.137,3	β) 0,209	β) 126,04	β) 0,396
Fernández-Palacios & Andersson (2000)*	12 νησιά του αρχιπελάγους των Καναριών (Ατλαντικός ωκεανός, Δ της Αφρικής, Κ Μααρόνησια)	1,3 – 2.034	0,43	45,71	0,93
Steinbauer & Beierkuhnlein (2010)*, *** στεροματόφυτα	7 νησιά του αρχιπελάγους των Καναριών (Ατλαντικός ωκεανός, Δ της Αφρικής, Κ Μααρόνησια)	269 – 2.034	0,25	162,18	0,39

Συγγραφείς – προέλευση δεδομένων και ομάδα φυτικών ειδών	Νησιωτικό συγκρότημα	Εύρος έκτασης (km ²)	z	c	R ²
Duarte et al. (2008), αγγειακά είδη	10 νησιά του Παράσιου Λαφωτηρίου (Ατλαντικός ωκεανός, Δ της Αφρικής, Ν Μαδαγασκάρη)	35-991	0,406	26,11	0,6202
Deshaye & Morisset (1988), αγγειακά φυτά	31 νησιά ημιοφωτικού αρχιπελάγους Β Κεμπέκ Καναδά	0,00170 – 0,9214	0,74	548,4	0,81
McMaster (2005)*, ιθαγενή και μη ιθαγενή αγγειακά φυτά	22 παράκτια νησιά Α ακτή Β Αμερικής	0,03 - 266,68	0,33	210,82	0,86
Morrison (1997)	45 νησίδες στο Andros (Μπαχάμες, Ατλαντικός ωκεανός)		0,443		
Morrison (1997)	88 νησίδες στο Exumas (Μπαχάμες, Ατλαντικός ωκεανός)		0,406		
Davis et al. (1997)*, αγγειακά φυτά (ιθαγενή είδη)	21 νησιά της Καράϊβικής	14-108.722	0,37	15,81	0,81
Koh et al. (2002)*, ** αγγειακά φυτά	17 νησιά της Σιγκαπούρης (Ινδικός ωκεανός)	0,0033-10,2603	0,46	70,79	0,85
Buckley (1985)*, αγγειακά φυτά	61 μικρονήσια των Ιλιπέδων του κόλπου Princess Charlotte (ΒΑ της Αυστραλίας)	0,000001-0,00409	0,45	577,24	0,82
Rosenzweig (1995), κυρίως από δεδομένα του Abbott (ενδεικτικά: 1977)	144 νησιά της Αυστραλίας	<1.000m ² – 68.332 km ²	0,34	12,6	
Amerson (1975), αγγειακά φυτά	10 νησιά από τις ατόλες French Frigate Shoals και Perl & Hermes Reef (ΝΔ Χαβάη)	0,0020-0,068	0,510	3,48	0,48
Price (2004) ιθαγενή ανθοφόρα είδη	18 νησιά της Χαβάης (Ειρηνικός ωκεανός)	0,02 – 10,433	0,44	13,49	0,94
Woodroffe (1986), ιθαγενή είδη	20 νησιά της ατόλης Νούι (Τουβάλου, Κ Ειρηνικός)	0,0001 -1,38	0,17	17,78	0,92
Ellison (1990)*, αγγειακά φυτά	21 νησιά της ατόλης Τονγκατάπου (Αρχιπέλαγος Τόνγκα, ΝΔ Ειρηνικός)	0,00008 – 0,1714	0,33	181,97	0,73
Lomolino & Weiser (2001), από Niering (1963)	30 νησιά ατόλης Kapingamarangi (νησιά Καρολίνες, Μικρονησία, Ειρηνικός ωκεανός)		0,421		

Συγγραφείς – προέλευση δεδομένων και ομάδα φυτικών ειδών	Νησιωτικό συγκρότημα	Εύρος έκτασης (km ²)	z	c	R ²
Roos et al. (2004)*, Περιδόφυτα και σπερματόφυτα, υπολογισμός αριθμού ειδών κατά προσέγγιση, με βάση το 15% της χλωρίδας, για το οποίο υπάρχει αρκετή πληροφορία	5 νησιά της Μαλαισίας (Ιάβα, Σουλαουέσι, Σουμάτρα, Βόρνεο, Νέα Γουινέα) (Ειρηνικός ωκεανός)	140.000-865.000	0,53	10,00	0,98
Willerslev et al. (2002), ιθαγενή αγγειακά είδη (δείτε και Connor & Simberloff (1978))	17 νησιά του αρχιπελάγους των Γκαλάπαγκος (Ισημερινός, Ειρηνικός ωκεανός)		0,298		0,768
Rosenzweig (1995), από Johnson et al. (1968)	Νησιά της Καλιφόρνια (Η.Π.Α., Ειρηνικός ωκεανός)	~0,04 - ~2.512	0,353	46,8	
Moody (2000), όλα τα είδη (ιθαγενή, ενδημικά, επηγενή)	8 νησιά Γσάνελ Δ της Καλιφόρνιας (Η.Π.Α.)	2,6 – 249	0,24	131,83	0,76
Lomolino & Weiser (2001), από Cody et al. (1983)	33 νησιά θάλασσας του Κορτές (ή του κόλπου της Καλιφόρνιας, Μεξικό)		0,397		
McNeill & Cody (1978)*, αγγειακά φυτά	17 νησιά του ποταμού Σεντ Λόρενς Οντάριο (Καναδάς)	0,0053 – 4,3782	0,16	354,08	0,57 (P=0,0004)
Nilsson & Nilsson (1978), αγγειακά φυτά	42 νησιά λίμνης Μέκελν (Σουηδία)	0,0003-0,0563	0,301	13,490	0,70
Rydin & Borgegård (1988), αγγειακά φυτά	40 νησιά λίμνης Χιελμαρεν (Σουηδία)	0,00005 – 0,025	0,36	0,65	0,72
Roden (1998), αγγειακά φυτά	29 νησιά λίμνης Lough Corrib (Ιρλανδία)	0,00008 – 0,0324	0,263		0,914
El-Bana (2009)***, αγγειακά φυτά	15 νησίδες της λίμνης Μπαρνταουλ (μεσογειακή ακτή του Σινά, Αιγύπτος)	0,0032 – 0,123	0,71	0,561	
Khedr & Lovett-Doust (2000), αγγειακά φυτά	22 μικρά νησιά της λίμνης Μπορόλλος στο δέλτα του Νείλου (Αιγύπτος)	0,001 – 0,084			0,72
Krefl et al. (2008), αγγειακά είδη	488 νησιά από ολόκληρη τη γη		0,33	31,28	0,66

από το πλησιέστερο νησί εκτός αυτού της Βρετανίας, αριθμός των τύπων βλάστησης και το εύρος του γεωγραφικού πλάτους. Από τη σύγκριση των απλών παλινδρομήσεων μεταξύ του S και καθενός εκ των ενδιαιτημάτων, ως σημαντικότερος παράγοντας πρόβλεψης του S αναδείχθηκε ο αριθμός των τύπων εδάφους κάθε νησιού. Οι συγγραφείς θεωρούν τον αριθμό των τύπων εδάφους ως δείκτη της περιβαλλοντικής ετερογένειας των νησιών. Η κλίση της ευθείας $\log S - \log A$ δείχνει ότι το πρότυπο της κατανομής των φυτικών ειδών στα Βρετανικά νησιά ομοιάζει περισσότερο με το πρότυπο μιας ηπειρωτικής περιοχής. Αυτό θεωρητικά σημαίνει ότι ο ρυθμός της εποίκησης (προσθήκη ειδών ανά μονάδα χρόνου) παραμένει υψηλός και / ή ο ρυθμός εξαφάνισης (απώλεια ειδών ανά μονάδα χρόνου) παραμένει χαμηλός. Στην περίπτωση των Βρετανικών νησιών τέτοιοι ρυθμοί πρέπει να είναι αναμενόμενοι, λόγω της μεγάλης έκτασής τους και της μικρής μεταξύ τους απόστασης. Στην πολλαπλή παλινδρόμηση, στην διαμόρφωση του S συνέβαλαν, εκτός από τον αριθμό των τύπων εδάφους, η έκταση, το βόρειο γεωγραφικό πλάτος και η απόσταση από το νησί της Βρετανίας. Μια αναθεώρηση των αποτελεσμάτων της εργασίας αυτής έγινε δύο χρόνια αργότερα, από τους **McCoy & Connor (1976)**, οι οποίοι θεώρησαν το νησί της Βρετανίας ως ακραία τιμή, για την οποία δεν είναι σαφές αν αποτελεί δείγμα από τον ίδιο πληθυσμό, όπου ανήκουν τα υπόλοιπα νησιά, κάτι που αποτελεί αναγκαία υπόθεση για την εφαρμογή της γραμμικής παλινδρόμησης. Με την εφαρμογή $\log S - \log A$ για τα **41 Βρετανικά νησιά**, δηλαδή χωρίς το νησί της Βρετανίας, οι τιμές των παραμέτρων z και c δε μεταβάλλονται σημαντικά. Στην πολλαπλή παλινδρόμηση όμως, ο αριθμός των τύπων εδάφους παύει να είναι η πλέον καθοριστική παράμετρος για τη διαμόρφωση του S, και τη θέση της παίρνει η έκταση των νησιών.

γ) Αρχιπελάγη της Μακαρονησίας:

Τα αρχιπελάγη της Μακαρονησίας, που βρίσκονται στο Βόρειο Ατλαντικό, κοντά στις ακτές της Ευρώπης και της Αφρικής, είναι ηφαιστειακής προέλευσης (ωκεάνια νησιά). Σε μια παλαιότερη εργασία του, ο **Beyhl (1990)** είχε διαπιστώσει ότι για τις περισσότερες ταξινομικές ομάδες στα αρχιπελάγη της Μακαρονησίας, ο πλούτος των ειδών συσχετίζεται θετικά με την έκταση και το υψόμετρο, και αρνητικά με την απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή. Μόνο τα Πτεριδόφυτα δεν εξαρτώνταν από την απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή. Το ίδιο έτος, οι **Sergel & Baez (1990)** ανέφεραν ότι ο αριθμός των ειδών πολλών ομάδων φυτών, πουλιών και εντόμων εξαρτώνται από την ποικιλία των ενδιαιτημάτων και την απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή. Ανέφεραν επίσης ότι σε ορισμένα νησιά η ποικιλία των οργανισμών (biota diversity) εξαρτάται από την έκταση, υποδεικνύοντας ότι η εξάρτηση του αριθμού των ειδών από την έκταση μπορεί να είναι φαινομενική (epiphenomenon).

Υπάρχουν δύο φυτογεωγραφικές μελέτες για τα **Κανάρια Νησιά**, των **Fernández-Palacios & Andersson (2000)** και των **Steinbauer & Beierkuhnlein (2010)**. Η πρώτη αναφέρεται σε 11

νησιά των Καναριών και στη Μαδέιρα και η δεύτερη επανέρχεται με επικαιροποιημένα χλωριδικά στοιχεία για επτά από τα νησιά των Καναριών της πρώτης. Οι Κανάριες νήσοι είναι διαφορετικής ηλικίας, π.χ. το παλαιότερο τμήμα του νησιού Φουερτεβεντούρα είναι ηλικίας με ηλικίες 20 εκατομμυρίων ετών, ενώ το νησί Ελ Ιέρρο είναι 1,1 εκατομμυρίων ετών. Εκτός από την ηλικία και την έκταση, τα επτά αυτά νησιά διαφέρουν πολύ και ως προς το υψόμετρο.

Οι **Steinbauer & Beierkuhnlein (2010)** χρησιμοποίησαν μια σειρά από ιστορικές, χωρικές και οικολογικές παραμέτρους για να ερμηνεύσουν τον αριθμό των ειδών των σπερματοφύτων, καθώς και κάποιων ζωικών ομάδων. Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών σπερματοφύτων δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P > 0,10$), και μάλιστα η δυδιάστατη επιφάνεια των νησιών έρχεται τελευταία μεταξύ των παραμέτρων που εξετάστηκαν ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην ερμηνεία του αριθμού των ειδών αυτών. Αντιθέτως, οι πιο αποτελεσματικές είναι δύο παράμετροι – δείκτες της ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας στα νησιά, ο ανθρώπινος πληθυσμός κάθε νησιού, και η συνδεσιμότητα, δηλαδή ο μέγιστος αριθμός δρομολογίων πλοίων και αεροπλάνων ανά ημέρα για κάθε νησί. Ακολουθούν η μέση απόσταση κάθε νησιού από όλα τα υπόλοιπα νησιά μελέτης και το υψόμετρο των νησιών. Οι τέσσερις αυτές παράμετροι έχουν στατιστικά σημαντική σχέση με τον αριθμό των ειδών σπερματοφύτων ($P < 0,05$) και επιτυγχάνουν την ερμηνεία σημαντικά μεγαλύτερου ποσοστού της μεταβλητότητας του αριθμού των σπερματοφύτων, όταν συνδυάζονται με κάποιες από τις υπόλοιπες παραμέτρους.

Από τα δεδομένα των **Fernández-Palacios & Andersson (2000)**, χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση μόνο όσα αφορούν στα πέντε επιπλέον νησιά, που ομαδοποιήθηκαν με τα νεότερα δεδομένα για τα επτά νησιά των Steinbauer & Beierkuhnlein (2010). Στην περίπτωση αυτή η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών είναι στατιστικά σημαντική και οι παράμετροι με τη μεγαλύτερη επίδραση στον αριθμό των ειδών σπερματοφύτων είναι η έκταση των νησιών και το υψόμετρο.

Οι **Duarte et al. (2008)** εξέτασαν τον πλούτο των φυτικών ειδών του αρχιπελάγους του Πράσινου Ακρωτηρίου σε σχέση με οικο-γεωγραφικούς παράγοντες των νησιών. Παρατήρησαν ότι ισχύει η νησιωτική πτώχευση (ένδεια) σε σχέση με τη γειτονική ηπειρωτική περιοχή, αλλά σε αυτό παίζει ρόλο και η θέση του αρχιπελάγους κοντά στις ερημικές περιοχές του Σαχέλ της Αφρικής. Εκτός από την έκταση και την ποικιλία των ενδιαιτημάτων, βρήκαν ότι σημαντικό για τη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών είναι το γεωγραφικό μήκος, ενώ δεν παρουσιάζουν συσχέτιση η ελάχιστη απόσταση από το πλησιέστερο νησί και ο συνολικός ανθρώπινος πληθυσμός της υπαίθρου.

δ) Υπόλοιπα νησιά του Ατλαντικού ωκεανού και Καραϊβική:

Στα δεδομένα των **Deshaye & Morisset (1988)** για το καναδικό ημιαρκτικό αρχιπέλαγος που αναδύθηκε από τη θάλασσα πριν 3.500 χρόνια περίπου, χαρακτηριστικό είναι ότι όλα τα νησιά έχουν έκταση μικρότερη από 1 km². (Από την παρούσα ανάλυση εξαιρέθηκαν τρία νησιά, όπου οι συγγραφείς δεν κατέγραψε κανένα φυτό).

Αντικείμενο της μελέτης του **McMaster (2005)** ήταν 22 νησιά που βρίσκονται κοντά στην ανατολική ακτή της Βόρειας Αμερικής. Τέσσερα από αυτά δεν ήταν ποτέ ενωμένα με τη χέρσο, ενώ τα υπόλοιπα είναι ηπειρωτικά. Με το S συσχετίστηκαν η έκταση των νησιών, το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, η απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή, η απόσταση από το πλησιέστερο μεγαλύτερο νησί, ο αριθμός των τύπων εδάφους, τα έτη γεωγραφικής απομόνωσης, τα έτη από την τήξη των πάγων (deglaciation) που κάλυπταν τα νησιά πριν από 15.000 – 11.000 χρόνια, και η πυκνότητα του ανθρώπινου πληθυσμού. Το S αυξάνεται με την αύξηση της έκτασης των νησιών, αλλά μειώνεται με το γεωγραφικό πλάτος και την έκταση από το πλησιέστερο μεγαλύτερο νησί. Ακόμη και η συμβολή της ποικιλίας των ενδιαιτημάτων στη διαμόρφωση του S αποδίδεται κατά το ήμισυ της στην έκταση, επειδή οι δύο αυτές παράμετροι συσχετίζονται μεταξύ τους.

Στη βιογεωγραφική μελέτη δύο συμπλεγμάτων (ωκεάνιων) μικρών νησιών στις Μπαχάμες, ο **Morrison (1997)** εφάρμοσε μεταξύ άλλων τη λογαριθμική σχέση έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών για 45 μικρά νησιά που βρίσκονται κοντά στο Andros και 88 ακόμη μικρά νησιά στο Exumas. Αναφέρει την τιμή του z για τις δύο περιπτώσεις, με το σχόλιο ότι και οι δύο προσεγγίζουν το μεγαλύτερο άκρο του διαστήματος τιμών που δίνουν οι McArthur & Wilson (1967) και οι Connor & McCoy (1979). Παρατηρεί επίσης ότι τόσο στο Andros, όσο και στο Exumas καλύπτονται από βλάστηση οι σχετικά μεγαλύτερες, με μεγαλύτερο υψόμετρο και πιο κοντινές στην ηπειρωτική περιοχή νησίδες. Από τις παραμέτρους που εξέτασαν μέσω πολλαπλής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή των αριθμό των ειδών, δηλαδή την έκταση, την έκταση που καλύπτεται από βλάστηση (VA), το υψόμετρο, την απόσταση από το κοντινότερο «κύριο» νησί (το οποίο είναι μεγαλύτερο από μια τιμή κατωφλίου της έκτασης, που τέθηκε από τους ίδιους τους συγγραφείς) (D) και το πηλίκιο «έκταση που καλύπτεται από βλάστηση / συνολική έκταση» (VA/A) κάθε νησιού, το οποίο θεώρησαν ως δείκτη της έκθεσης των νησιών και της έκτασής τους, βρήκαν ότι:

- Για όλα τα νησιά του Andros, ο αριθμός των ειδών εξαρτάται από την έκταση που καλύπτεται από βλάστηση (VA).
- Για τα νησιά του Andros που καλύπτονται από βλάστηση, ο αριθμός των ειδών εξαρτάται από τη συνολική τους έκταση.
- Για όλα τα νησιά του Exumas, ο αριθμός των ειδών εξαρτάται από τα VA, D και VA / A.

- Για τα νησιά του Exumas που καλύπτονται από βλάστηση, ο αριθμός των ειδών εξαρτάται από τη συνολική τους έκταση, το υψόμετρο και τα D και VA / A.

Η εργασία των **Davis et al. (1997)**, που αποσκοπούσε στον προσδιορισμό κάποιων από τις σημαντικότερες περιοχές της γης για τα φυτά, αποτέλεσε την πηγή των χλωριδικών δεδομένων για την εφαρμογή της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών για 21 νησιά της Καραϊβικής, που έδωσε $z=0,37$ και $c=15,81$.

ε) Ατόλες και νησιά του Ειρηνικού και του Ινδικού ωκεανού:

Ο **Amerson (1975)** εξέτασε επιλεγμένες οικολογικές παραμέτρους σε 18 μικρά, αδιατάρακτα, αμμώδη, χαμηλού υψομέτρου ωκεάνια νησιά από δύο ατόλες της ΒΔ Χαβάης και με βηματική ανάλυση παλινδρόμησης (stepwise regression analysis) διαπίστωσε ότι ο πλούτος των αγγειακών φυτικών ειδών επηρεάζεται από την οικολογική ποικιλότητα και μπορεί να προβλεφθεί βάσει της επιφάνειας που καλύπτεται από βλάστηση και, σε μικρότερο βαθμό, βάσει του υψομέτρου. Συνολικά, τα αγγειακά φυτικά είδη των 18 νησιών είναι 18 και 15 από αυτά είναι ιθαγενή των νησιών αυτών. Τα τρία μη ιθαγενή είδη απαντώνται σε μικρούς αριθμούς σε τέσσερα από τα 18 νησιά και υπάρχουν επίσης σε γειτονικά διαταραγμένα νησιά. Στα δεδομένα του Amerson εφαρμόστηκε λογαριθμική σχέση έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών για 10 από τα 18 νησιά. Για τα υπόλοιπα οκτώ νησιά δεν αναφέρεται κανένα φυτικό είδος.

Στη μελέτη του για τα ανθοφόρα φυτά 18 νησιών της Χαβάης, ο **Price (2004)** βρήκε θετική σχέση μεταξύ έκτασης και αριθμού ειδών, με τιμή $z = 0,44$. Ο ίδιος αναφέρει ότι τα μεγάλα και νέα σε ηλικία νησιά έχουν περισσότερα είδη από τα μικρά και παλαιά νησιά. Αιτία αυτής της διαφοράς φαίνεται να είναι η εξαφάνιση: τα μικρά και παλαιά νησιά έχουν υποστεί καταβυθίσεις τμημάτων του και διάβρωση και έχουν λιγότερα ενδιαιτήματα, γεγονότα που οδηγούν σε τοπικές εξαφανίσεις ειδών.

Στην περίπτωση της ατόλης Νούι, η εφαρμογή της λογαριθμικής σχέσης έκτασης – αριθμού ιθαγενών φυτικών ειδών, έδωσε πολύ χαμηλό z , ίσο με 0,17. Ο **Woodroffe (1986)** αποδίδει την ισχυρή γραμμική σχέση των δύο μεταβλητών στο γεγονός ότι τα νησιά της συγκεκριμένης ατόλης παρουσιάζουν ομοιομορφία ως προς το αμμώδες υπόστρωμα, δεν υπόκεινται σε περιοδική καταστροφή από θύελλες, έχουν σχετικώς ισοδιάστατο σχήμα, με μέση αναλογία μήκους / πλάτους 2,13, και βρίσκονται σε μικρή απόσταση από τα υπόλοιπα νησιά γύρω από την ατόλη. Τονίζει επίσης ότι δεν παρατηρείται το φαινόμενο των μικρών νησιών (small island effect).

Από τη χλωριδική και φυτογεωγραφική μελέτη 21 μικρών νησιών της ατόλης Τονγκατάπου του αρχιπελάγους Τόνγκα στο ΝΔ Ειρηνικό, η **Ellison (1990)** διαπίστωσε ότι προσεγγίζεται το γραμμικό πρότυπο της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών και η διασπορά των δεδομένων γύρω από την τάση αυτή μπορεί να ερμηνευτεί από αρκετούς παράγοντες. Τα ασβεστολιθικά νησιά που έχουν

αναδυθεί, ανεξάρτητα από το μέγεθός τους, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ποικιλότητα από τα χαμηλά αμμώδη νησιά και φαίνεται ότι σε αυτό συμβάλλουν δύο παράμετροι: ο βαθμός της διαταραχής από θύελλες και η ετερογένεια των ενδιαιτημάτων. Ο ρυθμός της εξαφάνισης λόγω των θυελλών θα είναι μεγαλύτερος σε ένα χαμηλό αμμώδες νησί, σε σχέση με το ρυθμό εξαφάνισης σε ένα ασβεστολιθικό νησί ίσης έκτασης, διότι στο ασβεστολιθικό νησί προσφέρει προστασία η ίδια η ακανόνιστη και στέρεα βραχώδης επιφάνειά του, η οποία επίσης δημιουργεί μια ποικιλία μικροενδιαιτημάτων ανάμεσα σε κοιλότητες και εξάρσεις. Αντιθέτως, τα χαμηλά αμμώδη νησιά είναι ομοιογενή ως προς το μικροκλίμα και τη μικρομορφολογία. Επίσης, η θέση των νησιών έχει σημασία στην προστασία τους από τις διαταραχές αλλά και στη διασπορά των ειδών, καθώς ορισμένα είναι εκτεθειμένα στους ανέμους, ενώ κάποια άλλα είναι υπήνεμα. Η χλωρίδα των νησιών φαίνεται ακόμη να επηρεάζεται από τη διαταραχή που προκαλούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι **Lomolino & Weiser (2001)** έδωσαν την τιμή του z της σχέσης $\log S - \log A$ της απόληξης *Karlingamarangi* της Μικρονησίας, όπου παρατηρήθηκε το φαινόμενο των μικρών νησιών για τα ανώτερα φυτά στα νησιά με έκταση μικρότερη των 0,014 km² περίπου (~3,5 acres) (Niering 1963, Lomolino 2000).

Οι **Roos et al. (2004)** επεξεργάστηκαν δεδομένα που αφορούν στα Πτεριδόφυτα και στα Σπερματοφύτα, τα οποία αντιστοιχούν στο 15% της χλωρίδας πέντε μεγάλων νησιών της Μαλαισίας, και υπολόγισαν από αυτά το συνολικό αριθμό ειδών κατά προσέγγιση. Από τα πέντε αυτά νησιά, η Ιάβα, η Σουμάτρα και το Βόρνεο βρίσκονται πάνω στη λιθοσφαιρική πλάκα της Ασίας και υπήρξαν ενωμένα με την ήπειρο αυτή κατά τις παγετώδεις περιόδους, όταν η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερη. Η Νέα Γουινέα συνδέεται με την Αυστραλία μέσω μιας ηπειρωτικής πλάκας που εκτείνεται σε μικρό βάθος. Το Σουλαουέζι (όπως και τα υπόλοιπα νησιά μεταξύ Ιάβας, Βόρνεου και Νέας Γουινέας) δεν ήταν ποτέ ενωμένα με τις γειτονικές ηπειρωτικές περιοχές. Πρόκειται επομένως για ένα αρχιπέλαγος με ηπειρωτικά και ωκεάνια νησιά, στα οποία βρίσκονται στην Τροπική ζώνη και η βλάστησή τους χαρακτηρίζεται από τα τροπικά δάση βροχών. Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών (υπολογισμένου κατά προσέγγιση) είναι στατιστικά σημαντική.

Οι **Koh et al. (2002)** μελέτησαν την επίδραση που έχουν η έκταση, η απόσταση από τη χερσόνησο της Μαλαισίας, η απόσταση από το πλησιέστερο νησί, το μέγιστο υψόμετρο και η διαταραχή εκφρασμένη μέσω ενός δείκτη, στο λόγο «αριθμός ειδών / αριθμός γενών» και στην πυκνότητα πληθυσμού (αριθμός ατόμων ανά μονάδα έκτασης) των αγγειακών φυτικών ειδών και ορισμένων ζωικών ομάδων σε 17 μικρά νησιά της Σιγκαπούρης, τα οποία κατά τις παγετώδεις περιόδους των τελευταίων δύο εκατομμυρίων ετών ήταν ενωμένα με το σημερινό Βόρνεο, την Ιάβα, τη Σουμάτρα και τη Χερσόνησο της Μαλαισίας. Μετά από προσωπική επικοινωνία, ο συγγραφέας Lian Pin Koh μου απέστειλε τα πρωτογενή δεδομένα. Με την εφαρμογή της σχέσης $\log S - \log A$ διαπιστώθηκε ότι η σχέση των δύο παραμέτρων είναι στατιστικά σημαντική.

Η εργασία του **Buckley (1985)** αναφέρεται σε 61 μικρονήσια των ιλυπέδων του κόλπου Princess Charlotte στην βορειοανατολική πλευρά της τροπικής Αυστραλίας. Τα ιλύπεδα αυτά έχουν πλάτος 1-1,5 km, χωρίζονται από τη θάλασσα από μια ζώνη μαγκρόβιου δάσους και από τη χέρσο με ψαμμιτικούς λόφους. Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ έκτασης και S. Λόγω της θέσης των νησιών, τα οποία στην ουσία δεν είναι απομονωμένα, η απόσταση από την πηγή ειδών φαίνεται να έχει αμελητέα επίδραση στη διαμόρφωση του S. Επίσης, ο τύπος του υποστρώματος των νησιών (θραύσματα κελυφών, ιλύς ή μείγμα των δύο) έχει περιορισμένη επίδραση στο S.

Στην περίπτωση των 144 νησιών της Αυστραλίας, ο **Rosenzweig (1995)** αναφέρει ότι εκείνα με έκταση μικρότερη των 1.000m² τείνουν να έχουν 0-12 είδη ανεξαρτήτως της έκτασής τους. Η κλίση της ευθείας έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών είναι 0,34. Στα νησιά της **Καλιφόρνιας**, που μελέτησαν χλωριδικά οι Johnson et al. (1968), η τιμή του z είναι 0,353.

Σε νησιά της Αυστραλίας αναφέρεται επίσης η εργασία του **Heatwole (1991)**, ο οποίος ασχολήθηκε με τη χλωρίδα 10 ηπειρωτικών νησιών και 82 ωκεάνιων χαμηλών νησιών του Μεγάλου Κοραλλιογενούς υφάλου ανατολικά της Αυστραλίας. Τα ηπειρωτικά νησιά είναι διαφόρων γεωλογικών ηλικιών, ενώ τα ωκεάνια χαμηλά νησιά (cays) δημιουργήθηκαν από τη συσσώρευση άμμου, κροκαλών από θραύσματα κοραλλιών και κελυφών, και από ασβεστοφύκη (calcareous algae) και Foraminifera. Ο συγγραφέας εξέτασε τη συσχέτιση του S με την έκταση, με το γεωγραφικό μήκος και πλάτος, με το υψόμετρο των νησιών, με την απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή και με την απόσταση από την πλησιέστερη, μεγαλύτερης έκτασης χερσαία μάζα, είτε πρόκειται για την ηπειρωτική περιοχή, είτε για κάποιο άλλο νησί. Δεν έχει συμπεριληφθεί αυτή η εργασία στον Πίνακα 4.1, επειδή δεν αναφέρονται οι τιμές της κλίσης και της σταθεράς c, αλλά ούτε παρουσιάζονται αναλυτικά τα δεδομένα. Σύμφωνα όμως με τα αποτελέσματα που περιγράφονται, για τα ηπειρωτικά νησιά η έκταση από μόνη της είναι ο σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης του S. Και στην πολλαπλή παλινδρόμηση όμως, η έκταση συνδυασμένη το υψόμετρο των νησιών, δηλαδή οι δύο παράγοντες που αποτελούν δείκτες του μεγέθους των νησιών, ερμηνεύουν 98-100% της διακύμανσης του S. Στην περίπτωση των ωκεάνιων χαμηλών νησιών, το υψόμετρο είναι η παράμετρος που ερμηνεύει αποτελεσματικότερα το S. Αυτό συμβαίνει γιατί, αν και τα συγκεκριμένα νησιά είναι σχεδόν επίπεδα, ακόμη και οι μικρές υψομετρικές διαφορές που παρουσιάζουν είναι κρίσιμες για τις επιπτώσεις από τις διαταραχές που υφίστανται από τα κύματα κατά τη διάρκεια θυελλών αλλά και από τη διάβρωση. Στην πολλαπλή παλινδρόμηση, η έκταση είναι η δεύτερη σημαντικότερη παράμετρος μετά το υψόμετρο.

Ο **Moody (2000)** ανέλυσε τη σχέση έκτασης- αριθμού φυτικών ειδών για τα οκτώ νησιά νησιά του Καναλιού της Καλιφόρνιας (Channel islands). Εφήρμοσε τη σχέση ξεχωριστά για τα ιθαγενή, τα ενδημικά και τα επιγενή φυτικά είδη των νησιών, επειδή θεώρησε ότι διαφορετικοί παράγοντες και διαδικασίες συμβάλλουν στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών σε καθεμιά από

τις ομάδες αυτές, και συνεπώς το πρότυπο της σχέσης θα είναι επίσης διαφορετικό. Χρησιμοποίησε τις απόλυτες τιμές της έκτασης και του αριθμού των φυτικών ειδών, και όχι τις λογαριθμικές και δε σχολίασε τις κλίσεις των ευθειών που προέκυψαν από την απλή παλινδρόμηση. Στον Πίνακα 4.1 έχει εφαρμοστεί η λογαριθμική σχέση έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών συνολικά για τα ιθαγενή, ενδημικά και επιγενή είδη των νησιών σύμφωνα με τα δεδομένα του Moody (2000). Ο συγγραφέας αναφέρει ότι μέχρι πρότινος θεωρούσαν ότι τα τέσσερα βορειότερα νησιά υπήρξαν στο παρελθόν ενωμένα με τη γειτονική ηπειρωτική περιοχή, υπόθεση που καταρρίφθηκε από πρόσφατα θαλάσσια γεωλογικά δεδομένα, τα οποία συνδυάστηκαν με στοιχεία για τη διακύμανση του επιπέδου της θάλασσας, στοιχεία τεκτονικής και ευστατικής δυναμικής. Παρ' όλ' αυτά, κατά τη διάρκεια της μέγιστης ταπείνωσης της στάθμης της θάλασσας (120 m χαμηλότερα από το σημερινό επίπεδο στα 18.000 χρόνια πριν από σήμερα), τα βόρεια νησιά ήταν ενωμένα μεταξύ τους και είχαν μεγαλύτερη έκταση, έτσι ώστε η απόστασή τους από την ηπειρωτική περιοχή ήταν μικρότερη. Τα νότια νησιά δεν ήταν ενωμένα ούτε μεταξύ τους, αλλά ούτε και με την ηπειρωτική περιοχή ή την ομάδα των βόρειων νησιών, αλλά και αυτά είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια. Έτσι, αν και η τιμή του z παραπέμπει σε ηπειρωτικά νησιά, στην πραγματικότητα πρόκειται για ωκεάνια, κάποια από τα οποία ήταν ενωμένα μεταξύ τους στο παρελθόν, αποτελώντας μια μεγαλύτερη, ενιαία περιοχή.

Οι **Willerslev et al. (2002)**, εφαρμόζοντας απλή και πολλαπλή παλινδρόμηση, εξέτασαν τη σχέση του αριθμού των ιθαγενών και ενδημικών φυτικών ειδών 17 νησιών του αρχιπελάγους των Γκαλάπαγκος. Το συμπέρασμά τους από την εφαρμογή της λογαριθμικής σχέσης έκτασης – αριθμού φυτικών ειδών είναι ότι η κλίση της ευθείας είναι διαφορετική για τα ιθαγενή και τα ενδημικά είδη και ότι οι υψηλές τιμές του z δείχνουν πως τα νησιά μελέτης είναι ισχυρά απομονωμένα από την ηπειρωτική περιοχή.

και στ) Νησιά σε ποταμούς και λίμνες:

Η φυτογεωγραφική εργασία των **McNeill & Cody (1978)** περιλαμβάνει 17 νησιά του ποταμού Σεντ Λώρενς του Οντάριο (Καναδάς) και μια παρόχθια ηπειρωτική έκταση. Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών εφαρμόστηκε μόνο για τα 17 νησιά. Τα νησιά αυτά παρουσιάζουν εξαιρετική ομοιογένεια ως προς τη χλωρίδα, εκτός από ένα, που έχει μεγαλύτερο αριθμό ειδών από τον αναμενόμενο, και η τιμή του z είναι χαμηλή (0,16).

Οι **Nilsson & Nilsson (1978)** μελέτησαν τον αριθμό των φυτικών ειδών σε μικρά νησιά ηλικίας περίπου 120 ετών στη λίμνη Μέκελν της Σουηδίας, και εξέτασαν την υπόθεση ύπαρξης ισορροπίας, τους τρόπους διασποράς των φυτικών ειδών σε σχέση με την έκταση των νησιών και την αφθονία τους στη γειτονική ηπειρωτική περιοχή, καθώς και την εναλλαγή των ειδών. Για την τιμή του z στην ευθεία $\log S - \log A$, που ισούται με 0,301, αναφέρουν ότι είναι παρόμοια με τις τιμές του z που προέκυψαν από άλλες αντίστοιχες αναλύσεις σε νησιά.

Οι **Rydin & Borgegård (1988)** μελέτησαν τη σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών σε 40 μικρά νησιά της λίμνης Χιέλμαρεν στη Σουηδία. Τριανταέξι από τα νησιά αυτά δημιουργήθηκαν με την ταπείνωση της στάθμης των νερών της λίμνης κατά τα έτη 1882 – 1886, ενώ τα υπόλοιπα τέσσερα προϋπήρχαν και υπέστησαν μεγάλη αύξηση της επιφάνειάς τους με το περιστατικό αυτό. Βοτανικοί άρχισαν να επισκέπτονται τα νησιά από το 1886. Οι συγγραφείς εφάρμοσαν τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών με δεδομένα πέντε ετών ή διετιών, από το 1886 έως το 1985, χρησιμοποιώντας το εκθετικό ($S=c+z\log A$), το δυναμικό ($S=c A^z$) και το λογαριθμικό (μετασχηματισμένο δυναμικό) ($\log S=c+z\log A$) μοντέλο και συμπέραναν ότι η σχέση περιγράφεται ελαφρώς καλύτερα από το εκθετικό. Οι τιμές των παραμέτρων που δίνονται στον Πίνακα 4.1 αφορούν στη διετία 1984-1985. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για τα χρόνια αυτά και για τα τρία μοντέλα, οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι μόνο η πρόβλεψη του αριθμού των ειδών μέσω του δυναμικού μοντέλου προσεγγίζει την πραγματικότητα, αυτό όμως μπορεί να μην ισχύει όταν συμπεριλαμβάνονται μεγαλύτερα νησιά στην ανάλυση. Οι τιμές του z εξαρτώνται από το μοντέλο που χρησιμοποιείται και μόνο στην περίπτωση του εκθετικού μοντέλου προσεγγίζεται η τιμή 0,26 στις τέσσερις από τις πέντε σειρές δεδομένων (δεν προσεγγίζει το 0,26 για το έτος 1886, οπότε ισούται με 0,16). Με το λογαριθμικό μοντέλο η ελάχιστη τιμή του z είναι 0,20 για το έτος 1886 και η μέγιστη είναι 0,56 για τη διετία 1927-1928 (προτελευταία σειρά δεδομένων).

Ο **Roden (1998)** εφάρμοσε τη λογαριθμική σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών για 29 νησιά της λίμνης Lough Corrib στην Ιρλανδία και βρήκε $z = 0,263$. Μια ταπείνωση της στάθμης των νερών της λίμνης είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της έκτασης σχεδόν όλων των νησιών. Επίσης, έξι από τα μελετούμενα νησιά έχουν ηλικία μικρότερη των 150 χρόνων, οπότε τα φυτά που υπάρχουν σε αυτά πρέπει να μετανάστευσαν προς τα νησιά κατά την περίοδο αυτή. Ο συγγραφέας χωρίζει στη συνέχεια τα είδη της χλωρίδας των νησιών σε δύο ομάδες: η πρώτη περιλαμβάνει την ομάδα των φυτικών ειδών που μετανάστευσαν και εποίκισαν τα έξι μικρότερης ηλικίας νησιά (ορισμένα από αυτά υπάρχουν και σε κάποια από τα «παλαιά» νησιά). Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει τα υπόλοιπα είδη της χλωρίδας, που υπάρχουν στα «παλαιά» νησιά, αλλά όχι στα «νέα». Το πρότυπο της σχέσης $\log S - \log A$ είναι διαφορετικό για τις επιμέρους αυτές ομάδες. Η πρώτη έχει $z=0,137$ ($R^2=0,54$) και η δεύτερη έχει $z=0,607$ ($R^2=0,84$).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χλωριδική ποικιλότητα 15 νησίδων της λίμνης Μπαρνταουίλ στη μεσογειακή ακτή του Σινά της Αιγύπτου ήταν το αντικείμενο μελέτης του **El-Bana (2009)**. Πρόκειται για μία ρηχή λίμνη, η οποία χωρίζεται από τη Μεσόγειο με μια λωρίδα άμμου πλάτους από 300 m έως 2 km. Οι νησίδες διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθος και τα ενδαιτήματα, αλλά παρουσιάζουν επίσης κάποιες διαφορές στο υψόμετρο και στη γεωμορφολογία. Επηρεάζονται από τον άνεμο και τα κύματα, αλλά και από διάφορες ανθρωπίνες δραστηριότητες. Ο συνολικός αριθμός ειδών παρουσιάζει θετική συσχέτιση με την επιφάνεια των νησίδων, τον

αριθμό των ενδιαιτημάτων και το υψόμετρο και αρνητική συσχέτιση με το δείκτη διαταραχής. Ο δείκτης διαταραχής δημιουργήθηκε ποσοτικοποιώντας, μέσω μιας κλίμακας, τους βαθμούς βόσκησης, πυρκαγιάς, κοπής της βλάστησης και καταπάτησης, τις οποίες έχουν υποστεί και υφίστανται οι νησίδες. Η απόσταση από την ηπειρωτική περιοχή δεν επηρεάζει τον πλούτο των ειδών. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι η απόσταση όλων των νησίδων από την ηπειρωτική περιοχή είναι μικρή. Ακόμη, το 60% της χλωρίδας τους αποτελούν μονοετή είδη, τα σπόρια των οποίων διασπείρονται εύκολα από τον άνεμο, ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις (Guterman 1994).

Σε μια ακόμη εργασία των **Khedr & Lovett-Doust (2000)** σε 22 μικρά νησιά της λίμνης Μπουρόλλος στο δέλτα του Νείλου, η έκταση ερμηνεύει το 72% της μεταβλητότητας του S. Στην πολλαπλή παλινδρόμηση, ως σημαντικές παράμετροι εκτός της έκτασης, αναδείχθηκαν το υψόμετρο, η αλατότητα του εδάφους και η απόσταση από τη Μεσόγειο θάλασσα.

Οι παραπάνω φυτογεωγραφικές αναλύσεις δείχνουν ότι το ποσοστό της μεταβλητότητας του S που ερμηνεύεται από την έκταση ποικίλει σημαντικά ανάμεσα στα νησιωτικά συγκροτήματα:

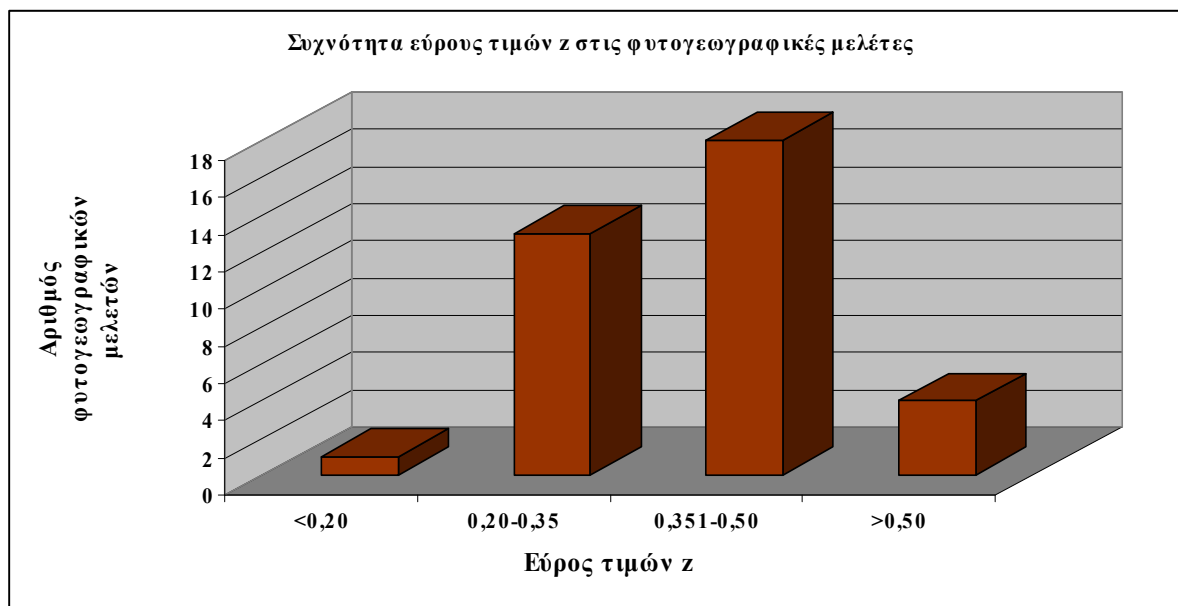
α) Μεταξύ των 12 περιπτώσεων όπου το σύνολο των νησιών είναι μικρότερο από 1 km² και στην περίπτωση της ατόλης Νούι, όπου το μεγαλύτερο νησί έχει έκταση 1,38 km², τα χαμηλότερα ποσοστά ερμηνείας είναι αυτά των μικρονησιών του Α Αιγαίου (Panitsa et al. 2006) (32,3%) και των ατολών French Frigate Shoals και Perl and Hermes Reef. Στα μικρονήσια του Α Αιγαίου το υψόμετρο βρέθηκε να είναι σημαντικό στη διαμόρφωση του S, ενώ στις ατόλες σημαντική είναι η οικολογική ποικιλότητα, που εκφράζεται από την επιφάνεια την οποία καλύπτει βλάστηση, και ακολουθεί το υψόμετρο, ως δεύτερη σημαντικότερη παράμετρος.

Τα υψηλότερα ποσοστά παρατηρήθηκαν στα νησιά της λίμνης Lough Corrib της Ιρλανδίας (91,4%) και στην ατόλη Νούι (92%), όπου η έκταση επαρκεί σχεδόν απόλυτα για την ερμηνεία της μεταβλητότητας του S. Τα υπόλοιπα ποσοστά είναι επίσης αραιά υψηλά και κυμαίνονται από 62,3% έως 82%. Ως σημαντικοί παράγοντες, εκτός της έκτασης, για τη διαμόρφωση του S στα συγκροτήματα αυτά επισημάνθηκαν το υψόμετρο, ο αριθμός των ενδιαιτημάτων, ο τύπος του εδάφους και η αλατότητα, οι διαταραχές στις οποίες υπόκεινται τα νησιά ανάλογα με τη θέση τους, και στην περίπτωση των νησιών της λίμνης Μπουρόλλος στο δέλτα του Νείλου, η απόσταση από τη Μεσόγειο.

β) Τα νησιωτικά συγκροτήματα που περιλαμβάνουν τόσο μικρά νησιά, με έκταση μικρότερη από 1 km², όσο και μεγάλα, καλύπτοντας έτσι ένα ευρύ φάσμα εκτάσεων, είναι οκτώ. Το χαμηλότερο ποσοστό ερμηνείας του S από την έκταση παρατηρείται στα Βρετανικά νησιά (39,6% χωρίς το νησί της Βρετανίας και 47,8% μαζί με το νησί της Βρετανίας). Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν τη διαμόρφωση του S, με κυριότερους την έκταση και τον αριθμό των εδαφικών τύπων, που αποτελεί δείκτη περιβαλλοντικής ετερογένειας. Τα μεγαλύτερα ποσοστά ερμηνείας του S από την

έκταση παρατηρούνται 11 νησιά των Καναρίων και στη Μαδέιρα (93%) και στα 18 νησιά της Χαβάης (94%).

γ) Τα τέσσερα νησιωτικά συγκροτήματα που περιλαμβάνουν μόνο μεγάλα νησιά, παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό ερμηνείας του S από την έκταση, από 62,02% στα νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου, όπου έχουν επίσης σημαντικό ρόλο η ποικιλία των ενδιαιτημάτων και το γεωγραφικό μήκος, έως 98% για τα πέντε μεγάλα νησιά της Μαλαισίας.



Γράφημα 4.3: Οι τιμές της παραμέτρου z που προέκυψαν από 36 φυτογεωγραφικές εργασίες σε διάφορα νησιωτικά συγκροτήματα ολόκληρης της γης εμπίπτουν κυρίως στο εύρος τιμών 0,351-0,50 και στο εύρος 0,20-0,35.

Στο Γράφημα 4.3 παρατηρείται ότι σε 18 από τις 36 φυτογεωγραφικές μελέτες του Πίνακα 4.1, οι τιμές της παραμέτρου z βρίσκονται στο διάστημα 0,351-0,50. Σύμφωνα με τις θεωρητικές ερμηνείες που έχουν δοθεί, τα νησιά αυτά είναι ωκεάνια (McArthur & Wilson (1967), $z > 0,35$), ισχυρά απομονωμένα (Connor & McCoy (1979), $z > 0,35$), και κατά τον Rosenzweig (1995) πρόκειται για πραγματικά νησιωτικά συγκροτήματα ή απομονωμένες περιοχές ($0,20 < z < 0,50$).

Δεύτερο συχνότερα παρατηρούμενο εύρος τιμών z , σε 13 φυτογεωγραφικές μελέτες, είναι το 0,20-0,35. Σύμφωνα με τις θεωρητικές ερμηνείες που έχουν δοθεί, τα νησιά αυτά είναι ηπειρωτικά (McArthur & Wilson (1967), $0,25 < z < 0,35$ και Connor & McCoy (1979), $0,20 < z < 0,35$). Κατά τον Rosenzweig (1995) πρόκειται για πραγματικά νησιωτικά συγκροτήματα ή απομονωμένες περιοχές ($0,20 < z < 0,50$).

Ακολουθεί τρίτη, αλλά με μεγάλη διαφορά, σε τέσσερις φυτογεωγραφικές μελέτες, η συχνότητα τιμών του $z > 0,50$. Σύμφωνα με τις θεωρητικές ερμηνείες που έχουν δοθεί:

α) κατά τους McArthur & Wilson (1967) τα νησιά αυτά είναι ωκεάνια ($z > 0,35$).

β) κατά τους Connor & McCoy (1979) τα νησιά αυτά είναι ισχυρά απομονωμένα ($z > 0,35$).

γ) κατά τον Rosenzweig (1995) πρόκειται για νησιά που ανήκουν σε διαφορετικές φυτογεωγραφικές περιοχές (διαπεριφερειακές καμπύλες, $z > 0,50$). Με τα νεότερα στοιχεία του Rosenzweig (2004), σε δύο από τις τέσσερις αυτές περιπτώσεις, όπου $z > 0,60$, έχουμε διαφορετικές φυτογεωγραφικές περιοχές.

Σε μία μόνο περίπτωση η τιμή του z είναι μικρότερη του 0,20, δηλαδή θεωρητικά πρόκειται για ηπειρωτικά νησιά ή μη απομονωμένη περιοχή (McArthur & Wilson (1967), Connor & McCoy (1979)) και για μία ενιαία φυτογεωγραφική περιοχή (Rosenzweig 1995, 2004).

Όμως, τα πραγματικά στοιχεία από τις 36 φυτογεωγραφικές εργασίες, στην πλειοψηφία τους δεν ακολουθούν αυτά τα θεωρητικά πρότυπα των τιμών του z :

1. Η περίπτωση όπου $z < 0,20$, είναι αυτή της ατόλης Νούι (Woodroffe 1986), τα νησιά της οποίας είναι ωκεάνια. Οι υπόλοιπες ατόλες, με όλα τα νησιά τους μικρότερα από 1 km², έχουν τιμές z από 0,33 έως 0,51, τα νησιά της ατόλης Τονγκαπάτου έχουν z που εντάσσεται στο θεωρητικό εύρος τιμών για τα ηπειρωτικά νησιά.

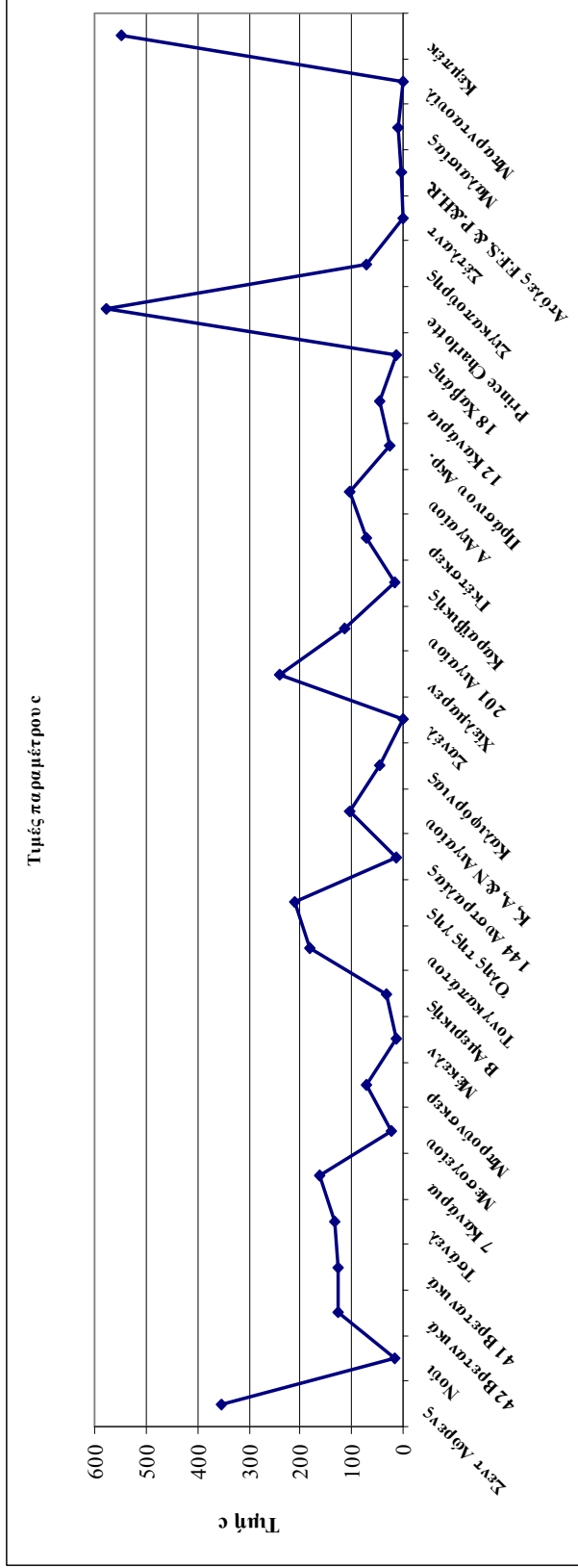
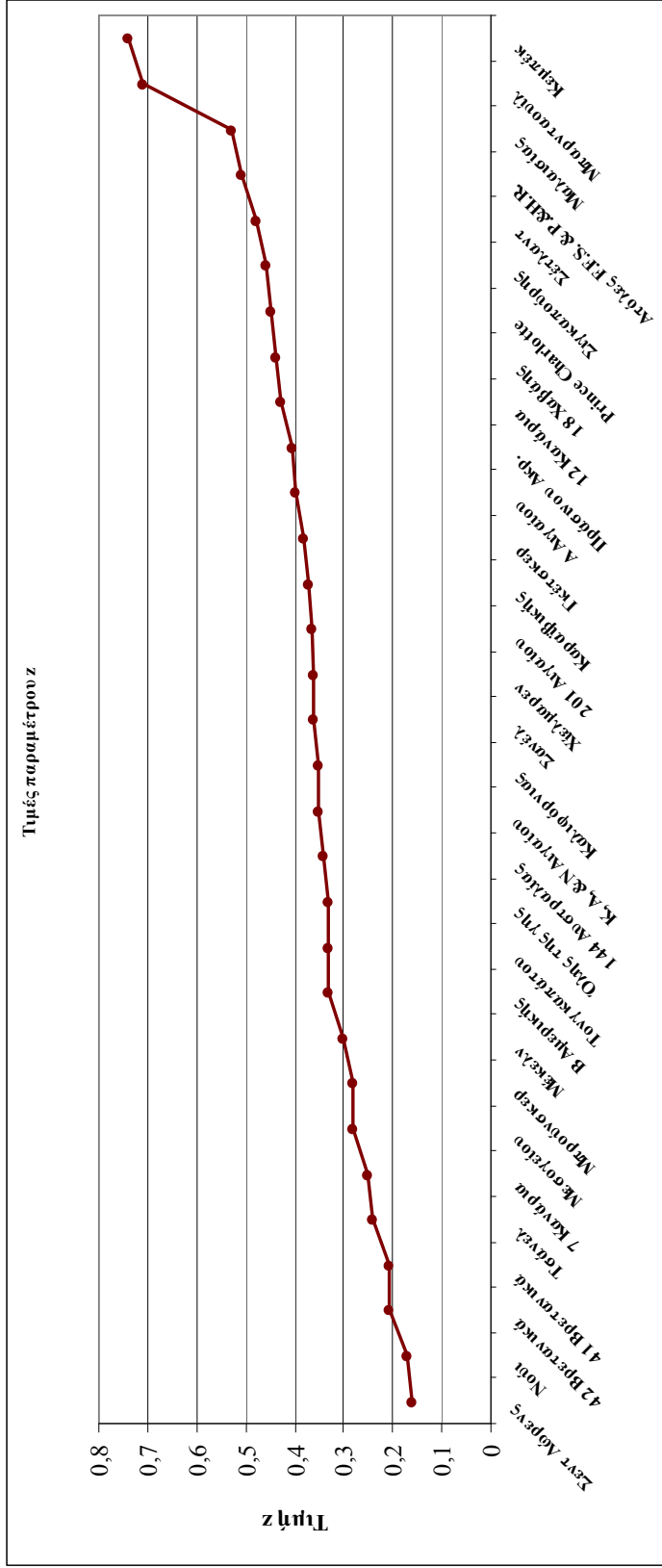
2. Τα υπόλοιπα ωκεάνια νησιά, δηλαδή τα δύο αρχιπελάγη της ΝΔ Φιλανδίας, τα Κανάρια και τα νησιά του Πράσινου Ακρωτηρίου, το ημιαρктиκό αρχιπέλαγος του Β Κεμπέκ, τα νησιά Τσάνελ της Καλιφόρνιας, τα δύο νησιωτικά συγκροτήματα από τις Μπαχάμες, τα νησιά της Χαβάης και το αρχιπέλαγος των Γκαλάπαγκος, έχουν τιμές z από 0,24-0,74. Το εύρος αυτό είναι πολύ μεγάλο και φτάνει ως τις θεωρητικές τιμές των ηπειρωτικών νησιών, αλλά και ως τις διαφορετικές βιογεωγραφικές περιοχές του Rosenzweig (1995, 2004).

3. Για τα ηπειρωτικά νησιά, δηλαδή αυτά του Αιγαίου, της Βρετανίας και της Σιγκαπούρης, έχουμε επίσης τιμές z εκτός των θεωρητικών ορίων των ηπειρωτικών νησιών, από 0,209 έως 0,48.

4. Για τα νησιωτικά συγκροτήματα που περιλαμβάνουν τόσο ηπειρωτικά, όσο και ωκεάνια νησιά, δηλαδή στα 22 παράκτια νησιά της ανατολικής ακτής της Βόρειας Αμερικής, στα πέντε νησιά της Μαλαισίας και στα διάφορα νησιωτικά συγκροτήματα από ολόκληρη τη γη (Kreft et al. 2008), οι τιμές του z κυμαίνονται από 0,33-0,53.

5. Τα νησιά σε λίμνες και στον ποταμό Σεντ Λώρενς παρουσιάζουν επίσης μεγάλο εύρος τιμών z , από 0,16 έως 0,71.

Επίσης, το μεγάλο εύρος εκτάσεων που καλύπτουν τα νησιά ορισμένων συγκροτημάτων και ο μεγάλος αριθμός μικρών νησιών σε αυτά, δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την τιμή του z , έτσι ώστε να προκαλέσει αύξησή της.



Γράφημα 4.4:

Η γραφική απεικόνιση των τιμών z και c από τις SARs 31 από τα νησιωτικά συγκροτήματα του Πίνακα 3.3, ξεχωρίζοντας από την ελάχιστη τιμή z . Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις τιμές του c , που επίσης επιδεικνύουν την κλίση των ευθειών SARs, όπως αναφέθηκε στο κείμενο.

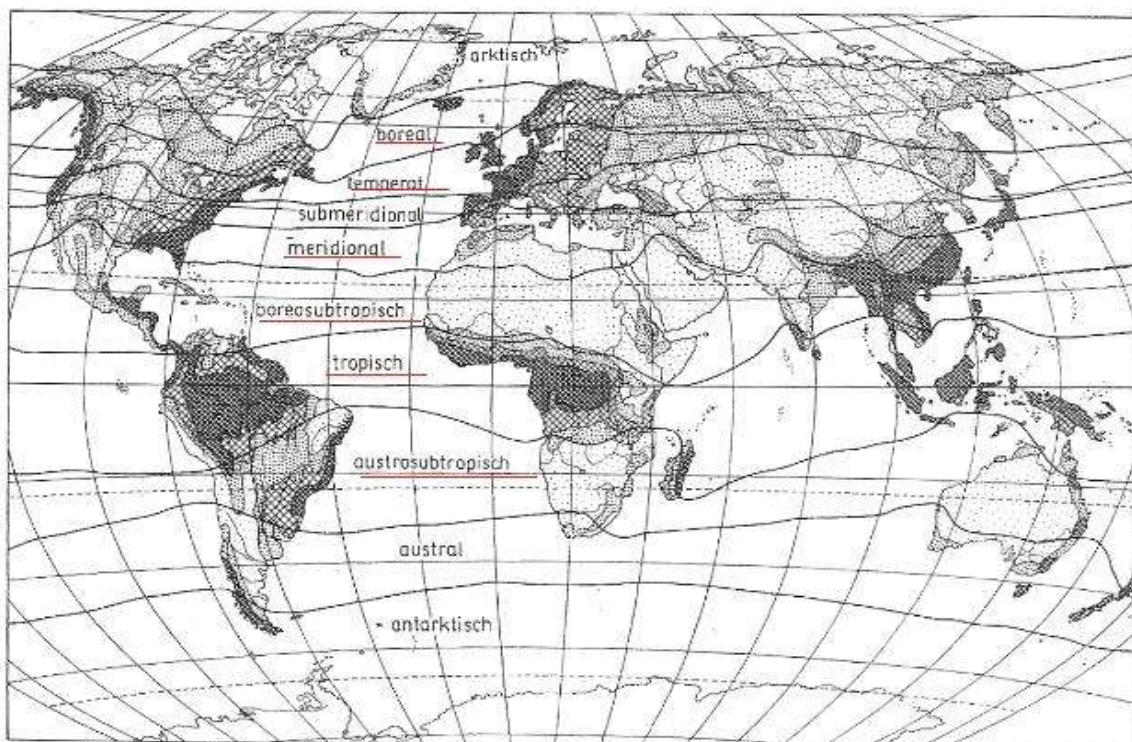
Δεν ακολουθείται, επομένως, στις τιμές z των φυτογεωγραφικών αυτών εργασιών κάποιο συγκεκριμένο θεωρητικό πρότυπο. Επίσης, ως προς την τιμή του z των συγκεκριμένων εργασιών, δεν έχει απόλυτη ισχύ η παρατήρηση των Kreft et al. (2008), ότι τα ηπειρωτικά νησιά εμφανίζουν μικρότερες κλίσεις από τις ατόλες, αλλά κυρίως από τα ηφαιστειακά νησιά.

Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, οι τιμές των παραμέτρων z και c αλληλοεπηρεάζονται και η σταθερά c πρέπει να συνδυάζεται με την παράμετρο z, προκειμένου να περιγραφεί η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών. Στην πρώτη γραφική παράσταση του Γραφήματος 4.4, οι τιμές του z έχουν ταξινομηθεί σε αύξουσα σειρά και είναι ξεκάθαρο ότι κυμαίνονται σε ένα συγκεκριμένο εύρος. Στο δεύτερο γράφημα έχουν παρασταθεί οι αντίστοιχες τιμές της σταθεράς c, οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Το c, ως το πηλίκο του αριθμού των ειδών προς την έκταση υψωμένη στην τιμή του z (δηλαδή $c = S / A^z$), αντικατοπτρίζει τον πλούτο των περιοχών σε είδη. Παρά το γεγονός ότι εξετάζεται η ίδια ομάδα οργανισμών για όλα τα νησιά, κάθε νησιωτικό συγκρότημα έχει ιδιαίτερα γεωγραφικά χαρακτηριστικά (θέση, απομόνωση, γεωλογική ιστορία, γεωμορφολογία, κλίμα και ποικιλία ενδιαιτημάτων) και ανήκει σε διαφορετική χλωριδική ζώνη, έτσι ώστε τελικά να μην μπορεί να σχηματιστεί μια ενιαία και γενικευμένη φυτογεωγραφική εικόνα.

Η έλλειψη ξεκάθαρης εικόνας από τη σύγκριση των παραμέτρων z και c των διαφόρων νησιωτικών συγκροτημάτων, παραπέμπει στους Connor & McCoy (1979), οι οποίοι αντιμετώπισαν με σκεπτικισμό την απόδοση βιολογικής σημασίας σε αυτές, ερώτημα που στη συνέχεια έθεσαν και οι He & Legendre (1996). Η σύγκριση, όμως, μεταξύ νησιωτικών συγκροτημάτων έχει δύο βασικά μειονεκτήματα:

α) Η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών αναφέρεται σε κλιματικά ομοιογενείς περιοχές, όπου δείχνει την ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων (McArthur & Wilson 1967) και αυτό υποστηρίχθηκε από κάποιες βιογεωγραφικές εργασίες που αφορούν σε συγκεκριμένα νησιωτικά συγκροτήματα (π.χ. Price 2004, Cody 2006, αλλά και για αξιοσημείωτες εξαιρέσεις δείτε Whittaker & Fernández-Palacios 2007). Οι εργασίες όμως που συγκρίθηκαν αφορούν σε νησιωτικά συγκροτήματα από **διαφορετικές κλιματικές και χλωριδικές περιοχές** (Εικόνα 4.1), με διαφορετική προέλευση και γεωιστορία.

β) Είναι προφανές ότι κάθε μελέτη διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες ως προς το σχεδιασμό, την προσέγγιση και τις παραμέτρους που ελήφθησαν υπόψη. Επομένως, ίσως να αποκτούσαμε μια πιο σαφή εικόνα πραγματοποιώντας όμοια σχεδιασμένες και λεπτομερείς φυτογεωγραφικές μελέτες σε νησιωτικά συγκροτήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά.



Εικόνα 4.1: Τα αρχιπελάγη όπου έχουν πραγματοποιηθεί φυτογεωγραφικές μελέτες βρίσκονται σε έξι διαφορετικές χλωριδικές ζώνες: στην ψυχρή (*boreal*), στην εύκρατη (*temperat*), στη μεσημβρινή (*meridional*), στη βόρεια υποτροπική (*boreosubtropisch*), στην τροπική (*tropisch*) και στην νότια υποτροπική (*austrasubtropisch*). (Τροποποιημένο, από Müller 1991).

4.2.1 Σύγκριση με τη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών ζωικών ταξινομικών ομάδων

Στη σύγκριση αυτή αναφερόμαστε στα ίδια νησιωτικά συγκροτήματα, αλλά συγκρίνουμε τα SARs φυτικών και ζωικών οργανισμών. Τα αγγειακά φυτικά είδη αποτελούν το μεγαλύτερο υποσύνολο της χλωρίδας μιας περιοχής, ενώ οι ζωικές ομάδες μελετώνται σε διάφορα ταξινομικά επίπεδα, όπως κλάσης (χερσαία μαλάκια / γαστερόποδα), τάξης (ισόποδα, χειλόποδα) και οικογενειών (*Gnaphosidae*, *Tenebrionidae*, *Carabidae*) και επομένως είναι μόνο μικρά υποσύνολα της πανίδας των περιοχών αυτών. Τα φυτικά είδη είναι πολύ περισσότερα από τα είδη των ζωικών ομάδων, γεγονός στο οποίο μπορεί να οφείλεται η παρατηρούμενη διαφορά στις τιμές του z (ενδεικτικά Gotelli & Abele 1982, Nilsson et al. 1988). Η τιμή του z για τα αγγειακά φυτικά είδη κυμαίνεται εντός των θεωρητικών ορίων που ισχύουν για τα νησιωτικά συγκροτήματα. Στην περίπτωση των χειλοπόδων και των χερσαίων μαλακίων τα νησιά «συμπεριφέρονται» σαν στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους ηπειρωτικές περιοχές.

Οι αποκλίσεις από τη συνολική SAR, που προκαλούνται όταν εστιάσουμε σε συγκεκριμένες Οικογένειες φυτικών ειδών, θα δειχθούν και στη συνέχεια, στην ανάλυση των Οικογενειών.

Μεγάλη σημασία έχει και η ικανότητα διασποράς των ειδών. Το εχθρικό θαλάσσιο περιβάλλον και η απόσταση καθιστούν εξαιρετικά δύσκολη τη μετανάστευση ενός οργανισμού σε ένα νησί, σε σχέση με τη μετανάστευση από μια ηπειρωτική περιοχή σε μια γειτονική της. Πάντως, αν απλώς λάβουμε υπόψη ότι τα φυτά διασπείρονται ευκολότερα σε μεγάλες αποστάσεις (Barry Cox & Moore 1994) σε σχέση με πολλές ομάδες ζωικών οργανισμών, όπως τα μαλάκια, τα χειλόποδα, τα ισόποδα και οι αράχνες, θα περιμέναμε να έχουμε μικρότερη κλίση της ευθείας SAR για τα φυτά, κάτι που δεν ισχύει σε όλες τις περιπτώσεις.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι οι διαφορές στις οικολογικές ανάγκες μεταξύ των οργανισμών, καθώς και η απόκριση των διαφόρων ειδών στην αύξηση της ποικιλίας των ενδιαιτημάτων, διότι δεν έχουν όλοι οι τύποι ενδιαιτημάτων την ίδια «αξία» για όλα τα είδη. Για παράδειγμα, τα κολεόπτερα Carabidae είναι μεσόφιλα και δεν υπάρχουν στα μικρά νησιά, τα οποία είναι ξηρά (Τριχάς Απόστολος, προσωπική επικοινωνία). Ο αριθμός των ειδών της Οικογένειας αυτής αυξάνεται με γρήγορο ρυθμό, καθώς αυξάνεται η έκταση (Εικόνα 3.5 (στ)). Όμως, τόσο η αύξηση της έκτασης, όσο και η μεγαλύτερη ποικιλία ενδιαιτημάτων, θα πρέπει να εξασφαλίζουν περιοχές με υψηλότερη υγρασία, οι οποίες είναι δυνατόν να υποστηρίξουν τα Carabidae.

4.3 Η σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών στις τρεις επιμέρους φυτογεωγραφικές περιοχές

Καμιά από τις τρεις φυτογεωγραφικές περιοχές (Κεντρικό, Ανατολικό και Νότιο Αιγαίο) δε διαφοροποιείται σημαντικά από το συνολικό πρότυπο της SAR για τα αγγειακά φυτά, αλλά και οι τρεις περιοχές μεταξύ τους δεν έχουν σημαντικές διαφορές, με εξαίρεση τους συντελεστές συσχέτισης των SARs του Κεντρικού και του Ανατολικού Αιγαίου. Ως αιτίες της σημαντικής ομοιότητας των SARs μπορούν να θεωρηθούν:

i) Η «συμπαγής» και σχετικά «ομοιόμορφη» γεωγραφική διάταξη των νησιών, και ιδιαίτερα αυτών του Κεντρικού και Ανατολικού Αιγαίου, και η μικρή σχετικά απόσταση των περιφερειακών νησιών από τις ηπειρωτικές περιοχές, που έχουν ως αποτέλεσμα τα νησιά να μην είναι απομονωμένα. Τα πιο απομακρυσμένα από τα υπόλοιπα είναι τα νησιά του κεντρικού τμήματος του Νοτίου Αιγαίου, το οποίο όμως σχηματίζει τόξο στο χώρο, με την αλυσιδωτή διάταξη των νησιών του (stepping stones) από την Πελοπόννησο ως τη Μικρά Ασία.

ii) Η μικρή διαφορά στο γεωγραφικό πλάτος ανάμεσα στο βορειότερο και το νοτιότερο νησί: ολόκληρη η περιοχή μελέτης καλύπτει περίπου τρεις μοίρες γεωγραφικού πλάτους.

Τα χαρακτηριστικά αυτά του αρχιπελάγους μελέτης συμφωνούν με τις διαπιστώσεις των Fernandez–Palacios & Andersson (2000), οι οποίοι αναφέρουν ότι οι διαφορές στα γεωγραφικά πλάτη των νησιών μέσα σε ένα αρχιπέλαγος είναι μικρής σημασίας, όταν το βορειότερο και το νοτιότερο νησί απέχουν μόλις λίγες μοίρες. Αυτό συμβαίνει όταν τα νησιά αναπτύσσονται στο χώρο σε πλάτος. Από την άλλη πλευρά, η απομόνωση μπορεί να παραβλεφθεί μέσα σε ένα αρχιπέλαγος, όταν οι αποστάσεις μεταξύ των νησιών είναι μικρότερες από την απόσταση του καθενός εξ αυτών από την ηπειρωτική περιοχή.

iii) Ως προς το χρονικό διάστημα απομόνωσης των νησιών, που θεωρείται ότι εκφράζεται από την τιμή του z (υψηλές τιμές του z θεωρητικά αποδίδονται, μεταξύ άλλων, στα μεγάλα χρονικά διαστήματα απομόνωσης των νησιών), οι μη σημαντικές διαφορές των τιμών του δείχνουν την παλαιογεωγραφική σύνδεση, χωρίς να αντικατοπτρίζουν τις σχετικά μικρές, για τα δεδομένα του γεωλογικού χρόνου, διαφορές μεταξύ των διαστημάτων απομόνωσης των νησιών κατά το Πλειόκαινο και το Πλειστόκαινο, όπως αναλυτικά αναφέρθηκε στην Εισαγωγή. Άλλωστε, ακόμη και πολλά από τα μικρότερα νησιά, που διατάσσονται δορυφορικά των μεγαλύτερων, ήταν ενωμένα με τα γειτονικά τους μεγαλύτερα: κατά το Πλειστόκαινο τα περισσότερα μικρονήσια της Κρήτης ήταν ακόμη ενωμένα με την περιοχή που αποτελεί σήμερα την Κρήτη (Dermitzakis 1987). Επίσης, ο Greuter (1970), λαμβάνοντας υπόψη τα σημερινά βάθη της θάλασσας και τις εκτιμώμενες τιμές της ευστατικής πτώσης της στάθμης της κατά των παγετωδών περιόδων του τεταρτογενούς, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όλες οι δορυφορικές νησίδες της Καρπάθου ήταν ενωμένες με το σημερινό νησί της Καρπάθου μέχρι το ανώτερο Πλειστόκαινο.

iv) Βάσει των μη στατιστικά σημαντικών διαφορών των τιμών z , τα τρία νησιωτικά συγκροτήματα φαίνεται να ανήκουν στην ίδια φυτογεωγραφική περιοχή. Επίσης, δεν είναι εμφανές το «παράθυρο των Κυκλάδων», δηλαδή η πτώχευση σε είδη των νησιών του Κεντρικού Αιγαίου σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο νησιωτικές περιοχές, και χωρίς να εξετάζουμε την ηπειρωτική Ελλάδα. Το «παράθυρο των Κυκλάδων» ορίστηκε από τους Rechinger & Rechinger-Moser (1951) εστιάζοντας στην παρουσία ή στην απουσία ενός σχετικά μικρού αριθμού φυτικών τάξων από το Κεντρικό Αιγαίο. Πιο συγκεκριμένα, ο χαρακτηρισμός έγινε βάσει της απουσίας 44 τάξων από τις Κυκλάδες, τα οποία όμως εξαπλώνονται γενικά στο υπόλοιπο Αιγαίο, και βάσει του μικρότερου αριθμού των 14 τάξων που περιορίζονται μόνο στις Κυκλάδες. Στα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής, που αφορούν στο σύνολο της αγγειακής χλωρίδας και όλα τα σήμερα χλωριδικώς γνωστά νησιά, και δεν εστιάζουν σε συγκεκριμένα είδη, δεν παρατηρείται διαφορά στη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών των Κυκλάδων. Αντιθέτως, είναι εμφανής η στενή φυτογεωγραφική σχέση του Κεντρικού Αιγαίου, την οποία επισήμαναν και οι Rechinger & Rechinger-Moser (1951), και μάλιστα αμέσως μετά την

αναφορά τους στο «παράθυρο των Κυκλάδων», λέγοντας ότι η σχέση αυτή αντανακλά ξεκάθαρα τις παλαιογεωγραφικές συνδέσεις με τις δύο υπόλοιπες περιοχές μαζί. Πράγματι, σύμφωνα με τη *Phytogeographia Aegaea* οι τρεις αυτές περιοχές μαζί έχουν περισσότερα κοινά taxa από ό,τι μεταξύ τους κατά ζεύγη, δηλαδή από ό,τι το Κεντρικό με το Ανατολικό Αιγαίο και από ό,τι το Κεντρικό με το Νότιο Αιγαίο. Στα ζεύγη αυτά, η στενότερη σχέση παρατηρείται μεταξύ Κεντρικού Αιγαίου και Κρήτης – συμπλέγματος Κάσου – Καρπάθου, το οποίο οδήγησε στη συνέχεια τον Greuter (1971) στο χαρακτηρισμό της «Καρδιάς του Αιγαίου»¹².

Άρα, η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών παρουσιάζει τις τρεις περιοχές του Αιγαίου ως φυτογεωγραφικά ομοιογενείς γενικά, με μια διαφοροποίηση στο ρυθμό αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης μεταξύ Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου. Άλλωστε, τα όρια των φυτογεωγραφικών περιοχών του Αιγαίου δεν είναι αυστηρά, όπως φαίνεται από τον ορισμό της «Καρδιάς του Αιγαίου» και τη διπλή χλωριδική θέση της Ρόδου ανάμεσα στο Νότιο και στο Ανατολικό Αιγαίο (Rechinger 1951) και έχουν στηριχθεί στη γεωγραφική κατανομή συγκεκριμένων ειδών. Από την άλλη πλευρά, η SAR είναι ένα γενικευμένο πρότυπο, το οποίο δεν εμβαθύνει στη γεωγραφική κατανομή συγκεκριμένων ειδών, όπως έχουν κάνει οι μελέτες καθορισμού των διαφορετικών φυτογεωγραφικών περιοχών (π.χ. Rechinger & Rechinger-Moser 1951, Strid 1996).

Επισημαίνεται όμως και εδώ η έλλειψη επαρκών χλωριδικών δεδομένων για αριετά νησιά των Κυκλάδων, τα οποία θα πρέπει μελλοντικά να συμπληρωθούν στην ανάλυση της SAR, για να διαπιστωθούν τυχόν μεταβολές στην προσαρμογή του προτύπου και τυχόν νέα συμπεράσματα από τις συγκρίσεις με τις υπόλοιπες περιοχές του Αιγαίου.

4.4 Το φαινόμενο των μικρών νησιών

Η εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) δεν ανιχνεύει το φαινόμενο των μικρών νησιών στο δείγμα. Το πρότυπο αυτό *a priori* υποθέτει την ύπαρξη του SIE και την επιβάλλει στα δεδομένα, επομένως μεροληπτεί (biased) (Gentile & Argano 2005). Επομένως, αν και απεικονίζει πληρέστερα τη SAR, δεν είναι κατάλληλο για τον έλεγχο ύπαρξης του SIE. Οι ίδιοι οι Lomolino & Weiser (2001) εφάρμοσαν το πρότυπο στα δεδομένα από 19 φυτογεωγραφικές μελέτες σε αρχιπελάγη διαφόρων περιοχών. Διαπίστωσαν ότι σε ορισμένες από τις περιπτώσεις αυτές η τιμή κατωφλίου της έκτασης ήταν μικρότερη ή λίγο μεγαλύτερη από το μικρότερο νησί των δειγμάτων, οπότε, όπως και στο Αιγαίο, είτε δεν ανιχνεύτηκε SIE, είτε μόνο το μικρότερο ή ελάχιστο από τα μικρότερα νησιά εντάσσονταν στο SIE.

¹² Δεν έχει γίνει ανάλογη αναφορά στη «γραμμή του Rechinger», διότι δεν έχουν συμπεριληφθεί στην ανάλυση τα νησιά του Βορειοανατολικού Αιγαίου.

Αντιθέτως, η εξίσωση των Gentile & Argano (2005) βρίσκει ότι το SIE παρατηρείται για 147 μικρά νησιά του δείγματος. Η τιμή κατωφλίου εμπίπτει σε ένα «κενό» της ακολουθίας των τιμών της έκτασης, δηλαδή δεν αντιστοιχεί στην έκταση κάποιου νησιού του δείγματος.

Οι Gentile & Argano (2005) υποστήριζαν ότι στα αρχιπελάγη με ηπειρωτικά νησιά γενικά, το σημείο διακοπής παρατηρείται στα νησιά με έκταση μικρότερη από 1 km^2 , όπως έδειξαν οι Lomolino & Weiser (2001) για τα χερσαία ισόποδα του Αιγαίου, χρησιμοποιώντας δεδομένα του Σφενδουράκη (1996). Στην περίπτωση των αγγειακών φυτικών ειδών, το σημείο διακοπής είναι λίγο μεγαλύτερο από 1 km^2 .

Υπάρχει πολύ ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση των μεγάλων νησιών και στον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών, ενώ στα μικρά νησιά, όπου παρατηρείται το SIE, η σχέση αυτή είναι σημαντικά ασθενέστερη. Επίσης, στα μικρά νησιά, η έκταση ερμηνεύει χαμηλό ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών όμως η σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων είναι στατιστικά σημαντική. Στην περίπτωση των μεγάλων νησιών, η έκταση ερμηνεύει πάνω από τα 4/5 της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, επομένως είναι ο σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης του αριθμού των ειδών. Με τη σταδιακή μείωση της επιφάνειας των νησιών καθίσταται η έκταση ανεπαρκής για την πρόβλεψη του αριθμού των ειδών, και αυτό συμβαίνει στα περισσότερα αρχιπελάγη (Burns et al. 2009).

Οι Triantis et al. (2006) εφάρμοσαν το πρότυπο των Lomolino & Weiser (2001) (Πίνακας 4.2) με τα δεδομένα τεσσάρων φυτογεωγραφικών μελετών. Σε δύο από τις τέσσερις αυτές περιπτώσεις δεν ανιχνεύτηκε SIE, ενώ στις υπόλοιπες δύο βρέθηκε ότι στο SIE εντάσσεται ένα νησί από 40 και δύο νησιά από 45. Σε άλλες πρόσφατες εργασίες για το SIE (Πίνακας 4.2):

- Οι **Panitsa et al. (2006)** διερεύνησαν το SIE σε 80 νησίδες του Ανατολικού Αιγαίου και έξι του Νοτίου Αιγαίου, με το πρότυπο των Lomolino & Weiser (2001), το οποίο δεν έδειξε την ύπαρξη SIE. Στην παρούσα διατριβή εφαρμόστηκε το πρότυπο των Gentile & Argano (2005) για το ίδιο δείγμα νησιών, και πάλι δεν ανιχνεύτηκε SIE. Λαμβάνοντας υπόψη το αποτέλεσμα της εφαρμογής του προτύπου Gentile & Argano, η μη ανίχνευση SIE ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι νησίδες του δείγματος των Panitsa et al. (2006) έχουν έκταση μικρότερη του 1 km^2 . Άρα, οι μικρές διαφορές στην έκταση μεταξύ των νησίδων, πράγματι δεν οδηγούν στην ύπαρξη SIE. Εφόσον συμπεριληφθούν περισσότερα νησιά μεγαλύτερης έκτασης, τότε ίσως να ανιχνευτεί SIE.

- Οι **Hannus & Numers (2008)** για τη μελέτη του SIE εφάρμοσαν το πρότυπο των Lomolino & Weiser (2001) και τη μέθοδο που πρότειναν οι Triantis et al. (2006). Η πρώτη μέθοδος ανίχνευσε SIE στο αρχιπέλαγος Γκέτσικερ, και η τιμή κατωφλίου της έκτασης βρίσκεται εντός του διαστήματος των $0,0005 - 0,032 \text{ km}^2$, που έδωσαν οι Lomolino & Weiser (2001) για παρόμοια αρχιπελάγη. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση για να διαπιστωθεί αν το SIE είναι πραγματικό ή αν πρόκειται για ένα φαινόμενο που σχετίζεται με το έδαφος των

μικρών νησιών, διότι ένας αριθμός νησιών έχει βραχώδες υπόστρωμα με σχεδόν καθόλου ή ελάχιστη εδαφοκάλυψη. Στο αρχιπέλαγος Μπρούνσικερ, όπου δεν ανιχνεύτηκε το SIE, το μικρότερο νησί έχει έκταση μεγαλύτερη από την τιμή κατωφλίου που ανιχνεύτηκε για το Γκέτσικερ. Δεν αποκλείεται όμως να ανιχνευτεί SIE, εάν διευρυνθεί το δείγμα, έτσι ώστε να συμπεριλάβει και μικρότερα νησιά (Hannus & Numers 2008).

- Οι **Morrison & Spiller (2008)** στη συγκριτική τους μελέτη μεταξύ δύο νησιωτικών συγκροτημάτων στις Μπαχάμες, που επηρεάστηκαν σε διαφορετικό βαθμό από δύο τυφώνες, εξετάζοντας την ύπαρξη SIE με ένα παρόμοιο πρότυπο γραμμικής παλινδρόμησης με σημείο διακοπής βρήκαν ότι η τιμή κατωφλίου της έκτασης που καλύπτεται από βλάστηση ήταν 200 m². Το SIE ήταν πιο εμφανές στην περίπτωση των εκτεθειμένων νησιών της νοτιοδυτικής πλευράς του αρχιπελάγους σε σχέση με τα πιο προστατευμένα της βορειοανατολικής πλευράς του.

Συγκριτικά με το πλήθος των βιογεωγραφικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, λίγες έχουν ασχοληθεί με το SIE και δεν έχουν δοκιμαστεί άλλα πρότυπα τμηματικής παλινδρόμησης (piecewise regression), τα οποία έχουν προταθεί για την εκτίμηση τιμών κατωφλίου οικολογικών παραμέτρων (δείτε Toms & Lesperance 2003).

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα αποτελέσματα, πάντως, οι τεχνικές παλινδρόμησης που έχουν εφαρμοστεί ως τώρα είναι σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματικές, διότι ενδέχεται να μην ανιχνεύσουν το SIE ή να δώσουν μια τιμή κατωφλίου της έκτασης, που δεν ανταποκρίνεται στο πραγματικό SIE.

- Στο ίδιο συμπέρασμα είχαν καταλήξει και οι **Burns et al. (2009)**, που ανέλυσαν τη χλωρίδα μικρών νησιών του Μπάρκλεϋ Σάουντ του Καναδά και της περιοχής του Ουέλινγκτον της Νέας Ζηλανδίας. Επίσης, τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η εφαρμογή τεχνικών παλινδρόμησης με σημείο διακοπής, όπου οι τιμές των μεταβλητών εισάγονται μετά από log-μετατροπή, μπορεί να καλύψουν και να μην αναδείξουν πιο πολύπλοκες σχέσεις ανάμεσα στον αριθμό των ειδών και τη δειγματοληπτική επιφάνεια (sampling area). Είναι αναμενόμενο να γίνεται η έκταση όλο και περισσότερο ανεπαρκής για την ερμηνεία του αριθμού των ειδών, καθώς μειώνεται η έκταση των νησιών, οπότε, για να αποφευχθεί το πρόβλημα αυτό, οι Burns et al. (2009) προτείνουν την προσέγγιση ενός μηδενικού προτύπου (δείτε Burns et al. 2009).

Πίνακας 4.2: Τα αποτελέσματα της ανίχνευσης του SIE για τα φυτόειδη σε διάφορα νησιωτικά συγκροτήματα, με την εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) και μέσω της περιβαλλοντικής ετερογένειας των Triantis et al. (2006). * Από Triantis et al. (2006). * AN=αριθμός νησιών. T και L: οι τιμές κατοφλίου της έκτασης σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα. N SIE: ο αριθμός των νησιών για τα οποία ισχύει το SIE.

Νησιά	Πηγή χλωριδικών δεδομένων	Περιβαλλοντική ετερογένεια	Εύρος S	Εύρος A (km ²)	Εξίσωση Lomolino & Weiser (2001)		Περιβαλλοντική ετερογένεια (Triantis et al. 2006)	
					T (km ²)	N SIE	L (km ²)	N SIE
Νησιά λίμνης Μέλερεν (Σουηδία) *	Nilsson et al. (1988), ξυλώδη φυτά	19 τύποι ενδιαιτημάτων (κατάαξή βλάστησης με δείκτες ομοιότητας)	1-222	1,7*10 ⁻³ έως 0,921	< 1,7*10 ⁻⁶	0	---	0
Νησιά κόλπου Ρίτσμοντ (Καναδάς) *	Deshaye & Morisset (1988)	22 τύποι ενδιαιτημάτων (5 αβιοτικοί παράγοντες)	18-29	6*10 ⁻³ έως 0,743	< 6*10 ⁻³	0	---	0
Νησιά λίμνης Χιαμάρεν (Σουηδία) *	Rydin & Borggård (1988)	10 τύποι ενδιαιτημάτων	5-115	5*10 ⁻⁵ έως 5*10 ⁻²	5*10 ⁻⁵	1	---	0
Νησιά βόρεια Μεγάλης Βρετανίας *	Kohn & Walsh (1994), δικτυλώδη	14 τύποι ενδιαιτημάτων (φυσικά χαρακτηριστικά των νησιών)	1-71	3,1*10 ⁻⁴ έως 0,996	6,3*10 ⁻⁴	2	1,45*10 ⁻³	8
Συγκροτήμα Μπρονόνσεφ (ΝΔ Φιλανδία)	Hannus & Numers (2008)	8 τύποι ενδιαιτημάτων (υπόστρωμα & τύπος βλάστησης)	10-245	5*10 ⁻⁴ έως 0,683	---	0	---	0
Συγκροτήμα Γκέτσσεφ (ΝΔ Φιλανδία)	Hannus & Numers (2008)	8 τύποι ενδιαιτημάτων (υπόστρωμα & τύπος βλάστησης)	1-204	4*10 ⁻⁵ έως 0,14	5*10 ⁻⁵	23	---	0
Νησιά δικτύου NATURA 2000 της περιοχής μελέτης		16 τύποι οικοτόπων NATURA 2000	1-553	2,2*10 ⁻³ έως 66,7063	0,5424	72	0,416	72
Νησίδες Α. Αιγαίου	Panitsa et al. (2006)	4 φυτοκοινωνίες NATURA 2000	1-109	5*10 ⁻⁴ έως 0,500	5,1*10 ⁻⁴	0	Δεν εφαρμόστηκε	0
Περιοχή μελέτης			1-1.795	4,4*10 ⁻⁴ έως 8.264,62	4,2*10 ⁻⁴	0	Δεν εφαρμόστηκε	0

4.4.1 Η περιβαλλοντική ετερογένεια στην ερμηνεία του φαινομένου των μικρών νησιών

Η παράγραφος αυτή αναφέρεται στην ανίχνευση του SIE βάσει της περιβαλλοντικής ετερογένειας, ενώ τα υπόλοιπα αποτελέσματα των αναλύσεων της περιβαλλοντικής ετερογένειας σε σχέση με την έκταση και τον αριθμό των ειδών συζητώνται παρακάτω.

Στα επτά σύνολα δεδομένων του Πίνακα 4.2, παρατηρείται ότι:

- Το πρότυπο που αναφέρεται μόνο στην έκταση (Lomolino & Weiser 2001) ανιχνεύει το SIE σε τέσσερις περιπτώσεις, αλλά στις δύο από αυτές εντάσσει ένα και δύο νησιά αντίστοιχα, κάτι που δεν μπορεί να θεωρηθεί ως επιτυχημένη ανίχνευση του SIE και αντικειμενική υπόδειξη των μικρών νησιών που εντάσσονται σε αυτό. Η μη έρευσή τιμής κατωφλίου της έκτασης σημαίνει ότι στο πεδίο ορισμού των δύο μεταβλητών δεν εντοπίζεται εμφανώς κάποιο σημείο στο οποίο να αλλάζει απότομα η κλίση της ευθείας παλινδρόμησης. Ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης μπορεί να θεωρηθεί, επομένως, σταθερός.
- Το πρότυπο που συνδυάζει την περιβαλλοντική ετερογένεια (Triantis et al. 2006) ανιχνεύει το SIE σε δύο περιπτώσεις, με «ρεαλιστικό» αριθμό νησιών.
- Σε μία περίπτωση, στο νησιωτικό συγκρότημα Γκέτσικερ, το SIE ανιχνεύεται μόνο μέσω της παλινδρόμησης με σημείο διακοπής. Οι Hannus & Numers (2008) για το συγκεκριμένο αρχιπέλαγος αποδίδουν στο SIE τη σημαντικά ισχυρότερη συσχέτιση του αριθμού ειδών με τα ενδιαιτήματα από ό,τι με την έκταση.
- Οι τιμές κατωφλίου της έκτασης που υπολογίζονται από τα δύο πρότυπα για το ίδιο νησιωτικό συγκρότημα είναι διαφορετικές, παρά το γεγονός ότι και τα δύο πρότυπα βασίζονται στις ίδιες θεωρητικές υποθέσεις, και επομένως, εφόσον είναι σημαντική η διαφορά, διαφορετικός θα είναι και ο αριθμός των νησιών που εντάσσονται στο SIE. Στα νησιά της περιοχής μελέτης που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο NATURA 2000 η διαφορά μεταξύ των τιμών κατωφλίου είναι μικρή και τα δύο πρότυπα εντάσσουν τον ίδιο αριθμό νησιών στο SIE. Στα 72 νησιά του SIE η έκταση ερμηνεύει μικρό ποσοστό της διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Στα νησιά NATURA 2000 εκτός SIE η έκταση ερμηνεύει περίπου πενταπλάσιο ποσοστό της διακύμανσης του αριθμού των ειδών, σε σχέση με τα νησιά του SIE. Αλλά και η συμβολή της ποικιλίας των τύπων οικοτόπων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών των νησιών του SIE είναι μικρή και μάλιστα ακόμη μικρότερη από την επίδραση της έκτασης, σε αντίθεση με το συγκρότημα Γκέτσικερ.

Άρα, εκτός από τους παράγοντες στους οποίους εστίασε η συγκεκριμένη ανάλυση, θα πρέπει και κάποιες άλλες παράμετροι να εμπλέκονται στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών. Τέτοιες παράμετροι θα μπορούσαν να είναι η απόσταση από μεγάλα νησιά και η προσέγγιση ή και ένωσή

τους με τη χέρσο ως αποτέλεσμα μεταβολών της στάθμης της θάλασσας κατά τη γεωλογική τους ιστορία. Επίσης, παράμετροι που μειώνουν τις πιθανότητες εξαφάνισης και σταθεροποιούν τον αριθμό των ειδών διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο (McArthur & Wilson 1967), όπως στη Μικρονησία, όπου ο Wiens (1962) διαπίστωσε ότι η έλλειψη υπογείου υδροφορέα στα μικρά νησιά προκαλούσε SIE για τα φυτικά είδη. Το ρόλο άλλων παραμέτρων έχουν επισημάνει και οι Triantis et al. (2006), προσθέτοντας ότι έχει σημασία και ο ορισμός του ενδιαιτήματος, διότι αναλόγως με την κλίμακα και την «οπτική γωνία» περιγραφής του ενδιαιτήματος, μεταβάλλεται και ο βαθμός προσέγγισης της φυσικής ιστορίας της μελετούμενης ταξινομικής ομάδας (Newmark 1986, Looijen 1998, Triantis et al. 2003, 2005, Triantis et al. 2006). Περισσότερα για το θέμα αυτό θα αναφέρω παρακάτω, στα αποτελέσματα της προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας.

- Στα υπόλοιπα τρία σύνολα δεδομένων, τα δύο πρότυπα συμφωνούν ότι δεν καταγράφεται SIE.

Η διαφορά του προτύπου της περιβαλλοντικής ετερογένειας από τις εξισώσεις που πρότειναν οι Lomolino & Weiser (2001) και οι Gentile & Argano (2005) είναι ότι εξετάζει την ύπαρξη του SIE ανεξάρτητα από τη SAR και υπολογίζει μόνο την αμιγή επίδραση της έκτασης, αφαιρώντας την έμμεση επιρροή που ασκεί αυτή, διαμέσου της επίδρασής της στον παράγοντα της περιβαλλοντικής ετερογένειας. Άρα, το πλεονέκτημα της ανάλυσης μονοπατιού των Triantis et al. (2006) είναι ότι, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες μεθόδους, μπορεί να ανιχνεύσει το SIE ακόμη και στις περιπτώσεις που αυτό δεν είναι προφανές ή είναι φαινομενικά ανύπαρξο. Αυτό μπορεί να συμβεί στις περιπτώσεις που η απευθείας επίδραση της έκτασης στον αριθμό των ειδών είναι ασθενής, αλλά υπάρχει υψηλός βαθμός συσχέτισης $\log S - \log A$ που οφείλεται στην έμμεση επίδραση της έκτασης μέσω της περιβαλλοντικής ετερογένειας.

4.4.2 Το φαινόμενο των μικρών νησιών στο Νότιο Αιγαίο

Και στην περίπτωση του Νοτίου Αιγαίου η εξίσωση των Lomolino & Weiser (2001) δεν ανιχνεύει το φαινόμενο των μικρών νησιών, διότι η τιμή κατωφλίου της έκτασης που δίνει είναι μικρότερη από το μικρότερο νησί του δείγματος. Η εξίσωση των Gentile & Argano (2005) εντάσσει 53 μικρά νησιά στο SIE και η τιμή κατωφλίου της έκτασης δεν αντιστοιχεί σε έκταση νησιού του δείγματος. Στα νησιά του SIE η έκταση ερμηνεύει χαμηλό ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, ενώ στα υπόλοιπα μεγάλα νησιά, η έκταση ερμηνεύει σχεδόν το σύνολο της μεταβλητότητας αυτής.

Οι δύο «κλασικές» παράμετροι, δηλαδή η έκταση των νησιών και η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, μαζί με την απόσταση διείσδυσης διαταραχής, είναι σημαντικές παράμετροι για τη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών των μικρών νησιών

του Νοτίου Αιγαίου και οι τρεις μαζί επιτυγχάνουν λίγο μεγαλύτερο ποσοστό (κατά 13%) της διακύμανσης του αριθμού των ειδών, σε σχέση με το ποσοστό που ερμηνεύει η έκταση μόνη της σύμφωνα με τη SAR.

Οι McArthur & Wilson (1967) υπέθεσαν ότι η χλωρίδα και η πανίδα των πολύ μικρών νησιών μπορεί να είναι ασταθείς, επειδή ολόκληρη η επιφάνεια των νησιών αυτών επηρεάζεται από τις θύελλες. Βάσει αυτού, ο McGuinness (1984) διατύπωσε αργότερα την υπόθεση της διαταραχής, σύμφωνα με την οποία τα πολύ μικρά νησιά είναι επιρρεπή σε περιστατικά διαταραχής, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν ρυθμούς εξαφάνισης ανεξάρτητους από την έκταση. Σε μια δεδομένη χρονική στιγμή τα μικρονήσια μπορεί να βρίσκονται σε ένα διαφορετικό στάδιο ανάκαμψης από τη διαταραχή, και αυτό αντανακλάται στο μεγαλύτερο εύρος του αριθμού ειδών από νησί σε νησί (Whittaker 1995).

Η απόσταση διείσδυσης διαταραχής μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μέτρο για την ποσοτικοποίηση της επίδρασης της διαταραχής, ικανό να συμβάλλει στην καλύτερη ερμηνεία του αριθμού των φυτικών ειδών στα μικρά νησιά. Βεβαίως, έχει το μειονέκτημα της παραδοχής της ίδιας επίδρασης της διαταραχής σε όλες τις πλευρές του νησιού, αλλά παράλληλα έχει το πλεονέκτημα ότι είναι συνάρτηση του μεγέθους των νησιών. Η σημασία της συνάρτησης διαταραχής – μεγέθους νησιών φαίνεται από τα συμπεράσματα των Morisson & Spiller (2008). Αυτοί βρήκαν ότι η έκταση ήταν σημαντική στην πρόβλεψη του αριθμού των ειδών στην εκτεθειμένη πλευρά των νησιών, αλλά συγχρόνως δεν ήταν σημαντική για την προστατευμένη πλευρά, όπου η έκταση με βλάστηση ερμήνευσε μόνο το 4,4% της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών. Μια πιθανή εξήγηση αυτού του αποτελέσματος είναι ότι τα γεγονότα των διαταραχών (π.χ. θύελλες, άνεμοι, κύματα) επηρεάζουν τη σύνθεση των ειδών και η επίδρασή τους είναι συνάρτηση του μεγέθους των νησιών. Για παράδειγμα, τα μεγαλύτερα νησιά έχουν μεγαλύτερη περίμετρο, και επομένως μεγαλύτερη ζώνη εκτόνωσης των κυμάτων.

Οι υπόλοιπες παράμετροι που δοκιμάστηκαν, δηλαδή το μέγιστο υψόμετρο των μικρών νησιών, ο δείκτης του σχήματός τους (μέγιστο μήκος / μέγιστο πλάτος) και ο βαθμός προστασίας τους από τα γειτονικά νησιά δεν είναι σημαντικές παράμετροι στη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών.

Τα αποτελέσματα αυτά δε συμφωνούν με τα αυτά των:

- Panitsa et al. (2006), που βρήκαν ότι το υψόμετρο ήταν σημαντική παράμετρος για τα μικρά νησιά του Ανατολικού Αιγαίου.
- Bridges & McClatchey (2005), που μελέτησαν μια ατόλη του Ειρηνικού και βρήκαν ότι τα νησιά που είχαν πιο στρογγυλό σχήμα (δηλαδή αυτά που έχουν τιμή του κλάσματος «μήκος / πλάτος» νησιού περίπου ίση με τη μονάδα) τείνουν να υποστηρίζουν περισσότερα είδη από τα νησιά με επίμηκες σχήμα.

Όμως, άλλες εργασίες (Morrison 1997, 2002, Koh et al. 2002) συμπέραναν επίσης ότι συχνά χρησιμοποιούμενες μεταβλητές, όπως η συνολική επιφάνεια των νησιών, η απόσταση και το υψόμετρο, δεν ήταν ισχυρές στην πρόβλεψη του αριθμού των φυτικών ειδών σε μικρά νησιά.

Η υπόθεση του Morrison (1997, 2002) δεν ισχύει για τα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου, διότι στα «περισσότερο προστατευμένα» μικρά νησιά (με βαθμό προστασίας μεγαλύτερο από 0,50) η έκταση ερμηνεύει μικρότερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών από ό,τι στα «λιγότερο προστατευμένα» ή εκτεθειμένα μικρά νησιά (με βαθμό προστασίας μικρότερο ή ίσο με 0,50). Στα «περισσότερο προστατευμένα» μικρά νησιά η έκταση είναι η μόνη σημαντική μεταβλητή, ανάμεσα σε αυτές που εξετάστηκαν, για τη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών. Στα λιγότερο προστατευμένα μικρά νησιά, εκτός από την έκταση, σημαντικές παράμετροι είναι η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, και η απόσταση διείσδυσης διαταραχής.

Από όλα τα παραπάνω είναι προφανές ότι οι σημαντικές μετρήσιμες παράμετροι που ερμηνεύουν ένα ποσοστό του αριθμού των φυτικών ειδών στα μικρά νησιά δεν είναι κοινές για όλα τα νησιωτικά συγκροτήματα. Ακόμη και οι πιο αποτελεσματικές των παραμέτρων όμως, δεν αυξάνουν σημαντικά το ποσοστό ερμηνείας του αριθμού των ειδών των μικρών νησιών, άρα πρέπει να ληφθεί υπόψη και η επίδραση άλλων παραγόντων.

Η ίδια η μικρή προσαρμογή στη SAR, η παρουσία του SIE και οι μεταβολές στη χλωρίδα των νησίδων του Αιγαίου, που έχουν καταγραφεί σε πραγματικό χρόνο (Höner & Greuter 1988, Panitsa 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1997, Snogerup & Snogerup 2004), μαρτυρούν την επίδραση τυχαιών παραγόντων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών. Ο βαθμός της επίδρασης ορισμένων τυχαιών παραγόντων εξαρτάται από κάποια φυσιογραφικά χαρακτηριστικά των νησίδων, που εξετάστηκαν παραπάνω, αλλά παρεμβαίνουν και άλλα γεγονότα, τα οποία δεν μπορούν εύκολα να ποσοτικοποιηθούν. Τέτοιοι τυχαιοί παράγοντες συνδέονται με ενδογενή χαρακτηριστικά των ειδών και της δυναμικής των πληθυσμών τους στα μικρά νησιά [δείτε Runemark 1969, Höner & Greuter 1988, Snogerup & Snogerup 2004 για την «αναπαραγωγική τάση» (reproductive drift) και Höner, 1991, Snogerup & Snogerup 2004 για την «πίεση των διασποριών» (diaspore pressure)]. Μια ακόμη τυχαία παράμετρος είναι η παρέμβαση και η δραστηριότητα των ανθρώπων στα μικρά νησιά, που μπορεί να επηρεάσει τη χλωρίδα τους με διάφορους τρόπους. Για παράδειγμα, τα ζώα που μεταφέρονται και βόσκουν στα μικρά νησιά, εισάγουν σε αυτά σπόρια που διαθέτουν προσαρμογές κατάλληλες για επιζωοχωρία (π.χ. αγριάθια, άγκιστρα) ή για ενδοζωοχωρία (Bergmeier & Dimopoulos 2003). Η εισαγωγή σποριών μέσω της βόσκησης μπορεί να αυξήσει τον αριθμό των ειδών (αν η εγκατάσταση των νέων για τις νησίδες ειδών είναι επιτυχημένη), όπως διαπίστωσαν οι Panitsa et al. (2006), αλλά τα είδη που εισάγονται

από τα ζώα είναι λίγο – πολύ τα ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, οπότε δεν παρατηρείται καλύτερη προσαρμογή στη SAR. Οι Bergmeier & Dimopoulos (2003) διαπίστωσαν ότι η βόσκηση επιδρά αρνητικά στα εξειδικευμένα είδη των νησίδων (islet specialists).

Το σύστημα SAIVs των Böhling et al. (2002) προσεγγίζει καλύτερα την εξειδίκευση του ενδιαίτηματος κάθε φυτικού είδους (species-specific habitat approach), όπως ορίστηκε από τον Yarr (1922), και περιλαμβάνει τους παράγοντες που συνήθως χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία για τον ορισμό του ενδιαίτηματος, και συνοψίζει τη γνώση για την οικολογική συμπεριφορά των φυτών.

4.5 Σχέση έκτασης – αριθμού ενδημικών ειδών

Η σχέση μεταξύ έκτασης – αριθμού ειδών για τα ενδημικά του Ανατολικού Αιγαίου δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό δικαιολογείται από το μικρό αριθμό νησιών και κοινών ενδημικών ειδών: τα νησιά που μοιράζονται κοινά ενδημικά είναι οκτώ, και τα επτά από αυτά μοιράζονται με άλλα νησιά της περιοχής από ένα μόνο ενδημικό. Στο Κεντρικό Αιγαίο, έξι νησιά μοιράζονται από 1-6 ενδημικά είδη και στην Καρδιά του Αιγαίου υπάρχουν 11 νησιά με κοινά ενδημικά είδη, αλλά η πλειοψηφία τους (επτά νησιά) περιλαμβάνουν από ένα κοινό ενδημικό είδος στη χλωρίδα τους. Στις δύο αυτές περιπτώσεις υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ έκτασης και αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών σε επίπεδο σημαντικότητας 95%. Στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις (Ανατολικό και Κεντρικό Αιγαίο και Καρδιά του Αιγαίου) υπάρχουν ουσιαστικά «κέντρα ενδημισμού», δηλαδή ένα ή περισσότερα νησιά, που πάντως αποτελούν μειοψηφία, τα οποία συγκεντρώνουν τα περισσότερα από τα συνενδημικά των νησιών.

Σύμφωνα με τα δεδομένα των Duarte et al. (2008) για τα συνενδημικά 10 νησιών του Πράσινου Αιρωτηρίου η SAR δεν είναι στατιστικά σημαντική ($P=0,12$).

Η συσχέτιση μεταξύ έκτασης και αριθμού ενδημικών ειδών είναι ισχυρή, που σημαίνει ότι:

α) Στις περιοχές αυτές δεν παρατηρείται συγκέντρωση των ενδημικών σε κάποια συγκεκριμένα νησιά. Πάντως αξιοσημείωτο είναι ότι σε όλες τις περιπτώσεις (εκτός του Κεντρικού και του Ανατολικού Αιγαίου) η Κρήτη έχει πραγματική τιμή $\log S$ (ενδημικών) υψηλότερη από εκείνη που εκτιμά το πρότυπο SAR. Αντιθέτως, στην περίπτωση των SARs της συνολικής αγγειακής χλωρίδας για τα αντίστοιχα νησιά, η εκτιμώμενη τιμή $\log S$ της Κρήτης είναι περίπου ίση ή λίγο μεγαλύτερη από την πραγματική.

β) Οι τιμές των z και c για το Νότιο Αιγαίο και το Αιγαίο δημιουργούν την εικόνα ότι τα νησιά αποτελούν στενά συνδεδεμένες βιογεωγραφικά περιοχές ως προς τα συνενδημικά τους αγγειακά είδη.

Επομένως, βάσει της γεωγραφικής κατανομής των συνενδημικών, δε φαίνεται να υπάρχουν κάποια ευδιάκριτα «θερμά σημεία» (hotspots) στο Αιγαίο, εκτός από την Κρήτη, που αποτελεί έναν «πυρήνα» συγκέντρωσης ενδημικών μέσα σε μια νησιωτική περιοχή με ευρεία κατανομή ενδημικών. Εάν διευρυνθεί η γεωγραφική κλίμακα μελέτης του ενδημισμού, ενδέχεται να διαπιστωθεί ότι ολόκληρη η νησιωτική περιοχή μελέτης αποτελεί «θερμό σημείο». Άλλωστε, ολόκληρη η Ελλάδα θεωρείται ως «θερμό σημείο» ενδημισμού (όχι μόνο λόγω της Κρήτης, δείτε Strid & Tan 1997), επειδή παρουσιάζει το μεγαλύτερο βαθμό ενδημισμού σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη περιοχή παρόμοιας έκτασης στην Ευρώπη και στην περιοχή της Μεσογείου (μόνο η Νότια Ισπανία και το Μαρόκο εμφανίζουν αριθμούς ενδημικών που προσεγγίζουν αυτούς της Ελλάδας).

Στις τρεις SARs της περιοχής μελέτης όπου η σχέση είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο σημαντικότητας 99% παρατηρείται ότι το ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών που ερμηνεύεται από την έκταση είναι μειωμένο για τα ενδημικά του Νοτίου Αιγαίου (56%) και ακόμη μικρότερο (45%) για τα ενδημικά του Αιγαίου, σε σχέση με τα τοπικά ενδημικά (82%). Τόσο αυτό, όσο και οι μη στατιστικά σημαντικές σχέσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, μπορούν να αποδοθούν στη μεγαλύτερη επίδραση των χαρακτηριστικών κάθε νησιού (π.χ. έκταση, απομόνωση, υψόμετρο) και στη δυναμική της εξέλιξης της χλωρίδας του. Έτσι, αν και η φέρουσα ικανότητα των νησιών σε αριθμό αγγειακών φυτικών ειδών μπορεί να εκτιμηθεί με βάση την έκτασή τους, στην περίπτωση της φέρουσας ικανότητας σε ενδημικά είδη, πρέπει να ληφθεί υπόψη η **ελάχιστη έκταση ειδογένεσης (minimum area of speciation) ή και άλλοι παράγοντες εκτός της έκτασης**. Οι Panitsa et al. (2010) και οι Kallimanis et al. (2010) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι άλλες παράμετροι, και ιδιαίτερα το **μέγιστο υψόμετρο των νησιών**, ενδέχεται να διαδραματίζουν ρόλο πιο κρίσιμο από την έκταση στη διαμόρφωση του αριθμού των ενδημικών ειδών. Οι Legakis & Kypriotakis (1994) διαπίστωσαν ότι ο συνδυασμός υψομέτρου και κλιματικών συνθηκών δημιουργεί μια μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων στην Κρήτη, η οποία εν μέρει ερμηνεύει τον υψηλό βαθμό ενδημισμού στη χλωρίδα του νησιού. Πράγματι, το 43% των κρητικών ενδημικών βρίσκονται αποκλειστικά σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 1.000 m (Legakis & Kypriotakis 1994).

Η εφαρμογή του προτύπου SAR για τα νησιά της περιοχής μελέτης που περιλαμβάνουν τουλάχιστον τρία συνενδημικά είδη στη χλωρίδα τους (Γράφημα 3.11), ανέδειξε ως **«θερμά σημεία» του ενδημισμού** τη Μοίρα, το Σώκαστρο, την Παξιμάδα, τη Γιανισιάδα, τη Δραγονάδα, τη Σέριφο, την Κάραθο, τη Νάξο και την Κρήτη (επειδή τα σημεία που αντιστοιχούν στα νησιά αυτά βρίσκονται πάνω από τη θεωρητική ευθεία παλινδρόμησης (Fattorini 2006)). Τα τρία πρώτα νησιά είναι μικρής έκτασης, οπότε, εφόσον αποτελούν «θερμό σημείο» ενδημισμού υποστηρίζεται η σημασία τους για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας.

Αντίστοιχα, η εφαρμογή του προτύπου SAR για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου που περιλαμβάνουν τουλάχιστον δύο συνενδημικά της ίδιας περιοχής στη χλωρίδα τους (Γράφημα 3.11), ανέδειξε ως «**θερμά σημεία**» του ενδημισμού και πάλι τη Μοίρα, την Κάρπαθο και την Κρήτη.

Η συσχέτιση του αριθμού των στενοενδημικών με την έκταση είναι ισχυρή. Ο αριθμός των στενοενδημικών αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό καθώς αυξάνεται η έκταση. Γενικά, η αύξηση της έκτασης ενισχύει τις πιθανότητες της *in situ* ειδογένεσης (Lomolino & Weiser 2001, Duarte et al. 2008, Losos & Ricklefs 2009). Πρόσφατα, οι Triantis et al. (2008) ανέφεραν ότι τα νησιά μπορούν να θεωρηθούν ως ισοδύναμα των βιογεωγραφικών περιοχών, ως προς τα τοπικά ενδημικά. Θεωρητικά, οι βιογεωγραφικές περιοχές έχουν έκταση αρκετά μεγάλη και είναι τόσο απομονωμένες, ώστε οι ρυθμοί της ειδογένεσης υπερβαίνουν κατά πολύ τους ρυθμούς εποικισμού, και οι τιμές *z* που παρατηρούνται μεταξύ των περιοχών αυτών κυμαίνονται από 0,55 έως 1,00 (Rosenzweig 2003). Τα αποτελέσματα για τα στενοενδημικά της περιοχής μελέτης συμφωνούν με τις διαπιστώσεις των Triantis et al. (2008), διότι η τιμή του *z* υπερβαίνει το 0,60, οπότε η SAR των στενοενδημικών προσομοιάζει σε διαπεριφερειακή (inter-provincial) SAR (δείτε Rosenzweig 1995). Παρ' όλ' αυτά, υπάρχει μια σημαντική διαφοροποίηση ανάμεσα στα στενοενδημικά της παρύσας ανάλυσης και στην πλειοψηφία, αν όχι στο σύνολο, των περιπτώσεων που εξέτασαν οι Triantis et al. (2008). Τα περισσότερα από τα στενοενδημικά της περιοχής μελέτης προήλθαν κυρίως από αλλοπάτρια ειδογένεση που συντελέστηκε στα διάφορα νησιά, λόγω των πολύπλοκων (παλαιο)γεωγραφικών γεγονότων της περιοχής του Αιγαίου, και δεν είναι αποτέλεσμα ενδονησιωτικής ειδογένεσης (within-island (adaptive) speciation) (δείτε Critopoulos 1973, Montmollin 1991, Bittkau & Comes 2009).

Μόνο στην περίπτωση της Κρήτης ο Greuter (1972) ανέφερε ότι τα ενδημικά φυτικά είδη των ορεινών όγκων του νησιού προέρχονται κατά κύριο λόγο από είδη των χαμηλών υψομέτρων, ενώ ένα μικρό ποσοστό τους είναι παλαιά υπολειμματικά είδη (δείτε επίσης Legakis & Kyriotakis 1994). Πράγματι, μόνο λίγα στενοενδημικά του Νοτίου Αιγαίου είναι παλαιοενδημικά, υπολειμματικά είδη που επέζησαν από τη χλωρίδα της περιόδου πριν την απομόνωση, όπως η αμπελιτσά (ανέγνωρο) *Zelkova abelicea* (Lam.) Boiss. (Ulmaceae), που ξεχωρίζει σημαντικά από τους κοντινότερους συγγενείς της. Η περίπτωση της Οικογένειας Campanulaceae είναι επίσης αξιοσημείωτη: περίπου το 50% των ειδών της στο Νότιο Αιγαίο έχουν περιορισμένες γεωγραφικές κατανομές. Οι Cellinese et al. (2008) πραγματοποίησαν φυλογενετική ανάλυση των Campanulaceae της Κρήτης και της Καρπάθου. Βρήκαν ότι τα περισσότερα κρητικά ενδημικά της Οικογένειας υπήρχαν στο νησί κατά την περίοδο της απομόνωσής του. Διασπορά σε μεγάλες αποστάσεις από τις γειτονικές περιοχές προς την Κρήτη και διαφοροποίηση εντός του νησιού δε φαίνεται να συνέβησαν σε σημαντικό βαθμό από τότε. Ο ενδημισμός στην Οικογένεια αυτή

οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στην απώλεια ειδών αυτής από τις ηπειρωτικές περιοχές μετά την απομόνωση των νησιών. Τα είδη Campanulaceae που υπάρχουν σήμερα στα νησιά μπορεί να είχαν ευρύτερη γεωγραφική εξάπλωση στο παρελθόν, αλλά τώρα περιορίζονται κυρίως σε δύσβατες περιοχές, ίσως λόγω των συνεπειών της ανθρώπινης δραστηριότητας.

4.6 Ο αριθμός ειδών κάθε Οικογένειας σε σχέση με την έκταση των νησιών

Οι 10 Οικογένειες των οποίων οι SARs δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, σε στάθμη εμπιστοσύνης 99% έχουν μικρό αριθμό ειδών και περιορίζονται επίσης σε μικρό αριθμό νησιών.

Οι Roos et al. (2004), στη μελέτη της χλωρίδας πέντε μεγάλων νησιών της Μαλαισίας, διαπίστωσαν επίσης ότι στις Οικογένειες με μικρό συνολικό αριθμό ειδών η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών συνήθως δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων βρίσκεται στο μέγιστο αριθμό των Οικογενειών στα νησιά (Smax). Στην 1η ομάδα όλες οι Οικογένειες περιλαμβάνουν μικρό συνολικό αριθμό ειδών, ενώ στη 2η ομάδα, μόνο έξι από τις 20 Οικογένειες έχουν συνολικό αριθμό ειδών μικρότερο του 28. Επομένως, οι SARs διαφέρουν κατ' αρχήν αναλόγως με το «μέγεθος» κάθε Οικογένειας. Οι Roos et al. (2004), στη φυτογεωγραφική εργασία τους για πέντε νησιά της Μαλαισίας, συμπέραναν επίσης ότι οι SARs των Οικογενειών εξαρτώνται από το συνολικό αριθμό ειδών των Οικογενειών στην περιοχή μελέτης.

Ένα δεύτερο στοιχείο που επηρεάζει τη διαμόρφωση των SARs είναι η εξάπλωση των Οικογενειών στα νησιά, και συγκεκριμένα σε πόσα και ποια νησιά εξαπλώνονται οι Οικογένειες. Οι διαφορετικοί συνδυασμοί νησιών εξάπλωσης σημαίνουν και ανάλογους συνδυασμούς των τιμών της έκτασης, που αποτελεί την ανεξάρτητη μεταβλητή στην εξίσωση. Όμως, το χαρακτηριστικό αυτό (πόσα και ποια είναι τα νησιά εξάπλωσης) είναι άμεσα συνυφασμένο με το μέγιστο αριθμό ειδών κάθε Οικογένειας στην περιοχή μελέτης, διότι οι Οικογένειες με ολιγάριθμα είδη, ακόμη και αν εξαπλώνονται σε πολλά νησιά, δεν έχουν τη «δυνατότητα» να συνεχίσουν να αυξάνουν τον αριθμό των ειδών τους με την αύξηση της έκτασης. Έτσι τελικά διαμορφώνονται SARs με χαμηλές τιμές z και c , δηλαδή ευθείες με μικρή κλίση.

Αν και σε επίπεδο είδους μπορούν σαφώς να επισημανθούν κάποιοι κλιματικοί, ιστορικοί, γεωλογικοί και βιολογικοί παράγοντες που ερμηνεύουν στην εξάπλωσή του, σε επίπεδο οικογένειας αυτό είναι δυσκολότερο, διότι πρόκειται ακριβώς για σύνολο ειδών που έχουν μεταξύ τους ομοιότητες, αλλά και αρκετές διαφορές. Παρ' όλ' αυτά, εκτός από το μέγεθος και τη γεωγραφική κατανομή των Οικογενειών, υπάρχουν και κάποια βιομορφικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των 58 Οικογενειών, που βάσει των SARs τους χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στα οποία μπορούμε να εστιάσουμε. Όπως και οι Roos et al. (2004) είχαν παρατηρήσει, για

ορισμένες Οικογένειες που έχουν κοινά μεταξύ τους γνωρίσματα, διαφαίνονται συγκεκριμένες «τάσεις» στις SARs, ενώ για άλλες η διαμορφούμενη σχέση δεν μπορεί να ερμηνευτεί εύκολα και ως εκ τούτου πρέπει να αναζητηθεί μια ερμηνεία με βάση την βιογεωγραφική ιστορία και εξέλιξη των Οικογενειών. Πιο συγκεκριμένα, οι «τάσεις» που μπορούν να διακριθούν από την ομαδοποίηση των SARs των Οικογενειών είναι:

- Στην ομάδα των μικρών σε μέγεθος Οικογενειών (1^η ομάδα) περιλαμβάνονται:

α) οι **Adiantaceae και Aspleniaceae**, Οικογένειες περικοινοφύτων, τα είδη των οποίων είτε έχουν απαιτήσεις σε υψηλή υγρασία είτε είναι χασμόφυτα.

β) οι Οικογένειες που το μεγαλύτερο ποσοστό ή το σύνολο των ειδών τους είναι αλόφυτα: **Aizoaceae, Chenopodiaceae, Plumbaginaceae**. Τα είδη των Οικογενειών αυτών περιορίζονται κυρίως στην παράκτια ζώνη, οπότε τα ενδιαιτήματά τους είναι *de facto* διαθέσιμα τόσο σε μεγάλα, όσο και σε μικρά νησιά για τα οποία ισχύει το SIE. Η διασπορά σε μεγάλες αποστάσεις αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό μεταξύ φυτικών ειδών της παράκτιας ζώνης (Greuter 1972). Γενικά, σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών σε φυτοκοινότητες της παράκτιας ζώνης, έχουν χαμηλές τιμές της παραμέτρου z (Nilsson & Nilsson 1978, Buckley 1985, Deshayes & Morisset 1988, Roden 1998). Κατά τον Roden (1998), οι φυτοκοινότητες στην περιμετρική ζώνη των νησιών συγκεντρώνουν το μέγιστο δυνατό κλάσμα των ειδών, τα οποία θα μπορούσαν δυνητικά να εποικίσουν τις συγκεκριμένες περιοχές. Αυτό σημαίνει ότι με την αύξηση της έκτασης της περιμετρικής ζώνης δε θα υπάρχει σημαντική αύξηση του αριθμού των φυτικών ειδών αυτής και η κλίση της SAR για αυτήν θα είναι χαμηλή.

γ) οι Οικογένειες **Cupressaceae, Fagaceae, Oleaceae, Ericaceae**, των οποίων όλα ή τα περισσότερα είδη έχουν θαμνώδη – εν δυνάμει δενδρώδη βιομορφή απουσιάζουν από τα περισσότερα μικρά νησιά, αλλά κυριαρχούν σε διαπλάσεις αειφυλλων σιληρόφυλλων (δασών και μακίας) των μεγαλύτερων νησιών. Η φυλλοβόλα χνουδωτή βελανιδιά *Quercus pubescens* και η ημιαειθαλής ήμερη βελανιδιά *Q. ithaburensis* ssp. *macrolepis* της Οικογένειας Fagaceae σχηματίζουν επίσης μικρά δάση ή θαμνώνες. Ο περιοριστικός παράγοντας για την παρουσία των ειδών αυτών είναι η υγρασία.

δ) οι Οικογένειες **Apocynaceae και Verbenaceae**, οι οποίες περιορίζονται συνήθως κατά μήκος των ρεμάτων και σε άλλες θέσεις με υψηλή υγρασία.

ε) οι Οικογένειες **Cistaceae, Euphorbiaceae, Hypericaceae, Rhamnaceae και Thymeleaceae**, τα είδη των οποίων είναι στην πλειοψηφία τους θαμνώδη και πολυετή και αποτελούν συστατικά στοιχεία της θαμνοτοπικής βλάστησης.

- Στην ομάδα των μεγαλύτερων σε μέγεθος Οικογενειών (2^η ομάδα) περιλαμβάνονται:

α) Οι πολυμελείς κοσμοπολίτικες οικογένειες, οι οποίες παρουσιάζουν ευρεία εξάπλωση παγκοσμίως σε μεγάλη ποικιλία ενδιαιτημάτων (πρακτικά απουσιάζουν μόνο από τις ερημικές

περιοχές και από την Ανταρктиκή). Αυτές είναι οι Ariaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Liliaceae s.l. και Poaceae. Οι Asteraceae και Fabaceae είναι μεταξύ των τριών μεγαλύτερων Οικογενειών ανθοφόρων φυτών και οι υπόλοιπες τέσσερις είναι επίσης από τις μεγαλύτερες. Στην περιοχή μελέτης τα είδη των Οικογενειών αυτών είναι μονοετή ή πολυετή διαφόρων βιομορφών και απαντώνται σε όλα τα υψόμετρα, από το επίπεδο της θάλασσας (παράκτιες περιοχές) έως τις υψηλότερες κορυφές των βουνών της Κρήτης. Πολλά είδη είναι «ανθρωπόφιλα» ή εποικίζουν διαταραγμένες θέσεις όπου η βλάστηση έχει υποβαθμιστεί ή καταστραφεί ή αποτελούν «ζιζάνια» για τις γεωργικές καλλιέργειες.

β) Οικογένειες με μικρότερο συνολικό αριθμό ειδών, που επίσης έχουν ευρεία εξάπλωση σχεδόν σε ολόκληρο τον κόσμο, αλλά παρουσιάζουν και πιο συγκεκριμένα κέντρα εξάπλωσης. **Επίσης, περιλαμβάνουν μονοετή και πολυετή είδη διαφόρων βιομορφών.** Αυτές είναι οι Boraginaceae, Lamiaceae, Papaveraceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae και Scrophulariaceae.

γ) Η Οικογένεια των Orchidaceae, η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη σε αριθμό ειδών, μετά τα Asteraceae. Πρόκειται μεν για κοσμοπολίτικη Οικογένεια, αλλά τα περισσότερα είδη της απαντώνται στις τροπικές περιοχές (κυρίως της Ασίας και της Κεντρικής και Νότιας Αμερικής), και στην περιοχή μελέτης αντιπροσωπεύεται από 65 είδη μόνο. Τα είδη του γένους *Ophrys* εμφανίζουν ειδικές προσαρμογές και εξειδίκευση (μιμητισμός) σε συγκεκριμένα είδη επικονιαστών. Ακόμη, οι ορχιδέες αναπτύσσουν συμβιωτική σχέση (μυκόρριζα) με μια σειρά ειδών μυκήτων. Σε περίπτωση απουσίας των μυκήτων από το έδαφος, οι ορχιδέες δεν μπορούν να αναπτυχθούν και σε περίπτωση υποβάθμισης των εδαφών, η οποία έχει ως συνέπεια την καταστροφή των μυκήτων, οι ορχιδέες αποτελούν τα πρώτα είδη που εξαφανίζονται.

δ) Οι Οικογένειες Cyperaceae και Juncaceae, που **έχουν μικρό συνολικό αριθμό ειδών, αλλά ιδιαίτερες απαιτήσεις σε υγρασία.** Τα είδη και των δύο αυτών Οικογενειών είναι υγρόφιλα και απαντώνται σε εδάφη με διάφορες διαβαθμίσεις στις συνθήκες υγρασίας. Επίσης, πολλά από τα είδη τους αναπτύσσονται σε εδάφη φτωχά σε θρεπτικά. Μόνο δύο είδη του γένους *Carex* των Cyperaceae απαντώνται σε θαμνοτόπους (φρύγανα, μακία), ενώ όλα τα υπόλοιπα είναι υγρόφιλα και αλόφιλα στην περιοχή μελέτης.

Για τις υπόλοιπες Οικογένειες των δύο ομάδων απαιτείται ίσως μια προσπάθεια πιο εξειδικευμένης ανάλυσης της βιογεωγραφικής ιστορίας και της εξέλιξής τους, προκειμένου να ερμηνευτεί η SAR που διαμορφώνεται.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό στοιχείο, που ήταν αναμενόμενο, είναι ότι καμία από τις SARs των Οικογενειών δεν είναι απολύτως όμοια με τη συνολική SAR ως προς τις παραμέτρους z και c. Αυτό προφανώς οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε Οικογένεια αποτελεί ένα μεγαλύτερο ή μικρότερο υποσύνολο της συνολικής χλωρίδας και η εξάπλωση των ειδών κάθε

οικογένειας αφορά τμήμα της περιοχής μελέτης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τους Roos et al. (2004), που βρήκαν ότι ορισμένες Οικογένειες είχαν τιμή z μεγαλύτερη από αυτήν της συνολικής χλωρίδας, ενώ άλλες μικρότερη από την τιμή αυτή.

Λόγω των σημαντικών διαφορών στις τιμές του c και στο ρόλο του στη διαμόρφωση της κλίσης της SAR, καμία Οικογένεια δεν μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό δείγμα του προτύπου της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών της συνολικής αγγειακής χλωρίδας της ομάδας νησιών όπου απαντάται η εκάστοτε Οικογένεια ή του συνόλου των νησιών της περιοχής μελέτης. Επομένως, δεν υπάρχει κάποιος κανόνας, ο οποίος να εξασφαλίζει ότι η μελέτη μιας ή περισσότερων Οικογενειών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, θα είναι αριετή για να δώσει, έστω και κατά προσέγγιση, την τιμή του z της SAR της συνολικής χλωρίδας. Χαρακτηριστικό είναι, για παράδειγμα, ότι από τις Οικογένειες με στατιστικά όμοια τιμή του z απουσιάζει η Asteraceae, μια μεγάλη Οικογένεια με ευρεία εξάπλωση. Επίσης, η τιμή του z της Οικογένειας Fabaceae είναι ενδεικτική της τιμής του z της συνολικής SAR, αλλά όχι της SAR των νησιών στα οποία εξαπλώνεται η Οικογένεια.

Επομένως, η πρακτική της εξέτασης της SAR για μεμονωμένες Οικογένειες, που, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ακολουθείται στη μελέτη ζωικών οργανισμών, δεν προσφέρει αντιπροσωπευτική εικόνα της τιμής του z της SAR της συνολικής αγγειακής χλωρίδας.

Τόσο από τον Πίνακα Π.5 του Παραρτήματος II, με τις SARs των Οικογενειών, όσο και από την ANCOVA, παρατηρείται ότι με μια πρώτη ματιά δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη «τάση» στις τιμές της παραμέτρου c . Όπως αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, «παραδοσιακά» η σταθερά c θεωρείται ως δείκτης της ικανότητας της μελετούμενης περιοχής να υποστηρίξει άτομα και είδη (McArthur & Wilson 1967, Connor & McCoy 1979, Brown & Lomolino 1998), αλλά μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν αριετές αποδείξεις για τη στήριξη της άποψης αυτής.

Για τις 58 Οικογένειες με στατιστικά σημαντική SAR, υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των τιμών της σταθεράς c και του συνολικού αριθμού των ειδών από τα οποία εκπροσωπείται κάθε Οικογένεια στην περιοχή μελέτης και η σχέση περιγράφεται καλύτερα από τη γραμμική εξίσωση. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι η τιμή της σταθεράς c κυμαίνεται αναλόγως με το συνολικό αριθμό ειδών της μελετούμενης ταξινομικής ομάδας στην περιοχή μελέτης, που στην προκειμένη περίπτωση είναι οι Οικογένειες των αγγειακών φυτικών ειδών. Οι Οικογένειες με μεγαλύτερους συνολικούς αριθμούς ειδών (οι πιο πολυμελείς) εμφανίζουν και μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς c στη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών. Επιπροσθέτως, η τιμή του c της συνολικής αγγειακής χλωρίδας είναι πολύ υψηλότερη (με στατιστικά σημαντική διαφορά) από αυτήν οποιασδήποτε Οικογένειας, που αποτελεί υποσύνολο της συνολικής χλωρίδας. Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί ότι το αποτέλεσμα αυτό υποστηρίζει την οικολογική άποψη, σύμφωνα με την οποία η παράμετρος c αποτελεί δείκτη της χωρητικότητας (capacity) της μελετούμενης περιοχής σε

είδη. Όσο μεγαλύτερο είναι το απόθεμα των ειδών (species pool), τόσο μεγαλύτερος αριθμός ειδών μπορεί να υπάρχει στη μονάδα της έκτασης.

4.7 Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας και το πρότυπο «Χώρος»

Βασικό πρόβλημα στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας είναι η επιλογή του μέτρου για την ποσοτικοποίησή της. Το πρότυπο «Χώρος» εξ ορισμού ενσωματώνει στην ανεξάρτητη μεταβλητή του τον αριθμό των ενδιαιτημάτων (Triantis et al. 2003). Η δυσκολία στην περιγραφή του ενδιαιτήματος, που έχει ως αποτέλεσμα την ανυπαρξία ξεκάθαρου και κοινά αποδεκτού ορισμού (Deshaye & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994, Koh et al. 2002, Duarte et al. 2008, Hannus & Numers 2008), καθιστά προβληματική την εφαρμογή του προτύπου αυτού, και τον έλεγχο της «υπόθεσης των ενδιαιτημάτων» εν γένει (Williams 1964, Triantis et al. 2006) συγκριτικά με την υπόθεση «έκταση *per se*» (Newmark 1986).

Επιπροσθέτως, η εμπειριστατωμένη μαθηματική περιγραφή της σχέσης ανάμεσα στην περιβαλλοντική ποικιλία και στον αριθμό των ειδών προϋποθέτει ότι η κατηγοριοποίηση των ενδιαιτημάτων που θα χρησιμοποιηθεί, αντικατοπτρίζει τη φυσική ιστορία και τις οικολογικές απαιτήσεις της μελετούμενης ταξινομικής ομάδας (Triantis et al. 2005, 2006). Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και αν καθοριστούν συγκεκριμένα κριτήρια για τον ορισμό του ενδιαιτήματος γενικά, θα υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην κατηγοριοποίηση των ενδιαιτημάτων, αναλόγως με τη μελετούμενη ταξινομική ομάδα. Επίσης, εμβαθύνοντας στις οικολογικές απαιτήσεις, είναι πολύ πιθανόν σε πολλές περιπτώσεις να φτάσουμε τελικά σε ορισμό του ενδιαιτήματος σε επίπεδο είδους (species-specific habitats).

Στον Πίνακα 4.3 φαίνεται ότι σε προηγούμενες φυτογεωγραφικές εργασίες, για την προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο οι τύποι ή οι ζώνες βλάστησης και σε δύο περιπτώσεις (Deshaye & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994) η ποσοτικοποίηση έγινε με κριτήρια αβιοτικούς παράγοντες, που είναι σημαντικοί για τα φυτά.

Για παράδειγμα, οι τύποι ή οι υψομετρικές ζώνες βλάστησης, που αναφέρονται στον Πίνακα 4.3 και ονομάζονται «ενδιαιτήματα» από τους Triantis et al. (2003), ένα απλώς ένα δομικό σύστημα πολλών ειδών της χλωρίδας (βλάστηση). Ορισμένα από τα είδη που συνθέτουν κάθε τέτοιο σύστημα έχουν παρόμοιες οικολογικές απαιτήσεις, και συνεπώς παρόμοια ενδιαιτήματα κατά την έννοια αυτή, αλλά ανάμεσά τους υπάρχουν και είδη με διαφορετικές, πιο εξειδικευμένες οικολογικές απαιτήσεις, επομένως και τα ενδιαιτήματα αυτών είναι διαφορετικά.

Πίνακας 4.3: Φυτογεωγραφικές αναλύσεις όπου εφαρμόστηκε η SAR και το πρότυπο «Χώρος» σε διάφορα νησιωτικά συγκροτήματα. AN = αριθμός νησιών. * Από Triantis et al. (2008). ** Από Triantis et al. (2003).

Νησιά	Χλωριδικά δεδομένα	Περιβαλλοντική ετερογένεια	AN	SAR			«Χώρος»				
				z	c	R ²	P	z	c	R ²	P
Κανάριος*	Izquierdo et al. (2004)	6 ζώνες βλάστησης (Engelhoff & Baez 1993)	7	---	---	0,31	0,19	0,22	119,26	0,84	0,004
Γιαλόππαγος*	Lawesson et al. (1987)	6 ζώνες βλάστησης (Peck 2001)	13	0,30	37,80	0,66	<0,001	0,27	29,90	0,77	<0,001
Αζόρες*	Silva et al. (2005)	3 τύποι βλάστησης (Borges, αδημοσίευτο)	9	0,13	47,44	0,64	0,009	0,12	44,08	0,70	0,005
Νησιά λίμνης Μέλερεν (Σουηδία)**	Nilsson et al. (1988), ξυλώδη φυτά	19 τύποι ενδιαιτημάτων βάσει κατάταξης της βλάστησης με δείκτες ομοιότητας	17	0,10		0,581		0,09		0,598	
Νησιά κόλπου Ρίτσμοντ (Καναδάς)**	Deshaye & Morisset (1988)	22 τύποι ενδιαιτημάτων βάσει 5 αβιοτικών μεταβλητών	34	0,74		0,819		0,51		0,861	
Νησιά λίμνης Χιαλμάρεν (Σουηδία)**	Rydin & Borgegård (1988)	10 τύποι ενδιαιτημάτων	40	0,36		0,720		0,30		0,784	
Νησιά βόρεια Μεγάλης Βρετανίας**	Kohn & Walsh (1994), δικοτυλήδονα	14 τύποι ενδιαιτημάτων βάσει φυσικών χαρακτηριστικών των νησιών	45	0,48		0,735		0,37		0,817	
Νησιά Παράσιου Ακρωτηρίου	Duarte et al. (2008)	2 χλωριδικές ζώνες βάσει υψόμετρου	10	0,406	26,11	0,62		0,413	21,12	0,84	
Συγκρότημα Μπρόνσικερ (ΝΑ Φιλανδία)	Hannus & Numers (2008)	8 τύποι ενδιαιτημάτων βάσει του υποστρώματος και του τύπου βλάστησης	82	0,28	70,79	0,774		0,25	44,67	0,799	
Συγκρότημα Γκέτσικερ (ΝΑ Φιλανδία)	Hannus & Numers (2008)	8 τύποι ενδιαιτημάτων βάσει του υποστρώματος και του τύπου βλάστησης	78	0,38	72,44	0,623		0,31	48,98	0,694	
Περιοχή μελέτης		Τύποι κάλυψης γης CORINE	37	0,35	114,82	0,84	<0,001	0,25	104,71	0,84	<0,001
Περιοχή μελέτης		Τύποι οικοτόπων NATURA 2000	101	0,31	97,72	0,43	<0,001	0,26	72,44	0,44	<0,001
Νότιο Αιγαίο		Ενδιαιτήματα βάσει SAIV's	62	0,39	107,15	0,72	<0,001	0,35	50,12	0,79	<0,001

Άρα, θα ήταν ακριβέστερο να αναφερόμαστε στην «περιβαλλοντική ετερογένεια» (ούτε καν στην «οικολογική ετερογένεια», διότι αυτό ξεκάθαρα θα σήμαινε ότι ενσωματώνουμε και τις σχέσεις ανταγωνισμού και γενικώς αλληλεπίδρασης μεταξύ των ειδών) και όχι σε «ενδιαίτηματα».

Σε προηγούμενες φυτογεωγραφικές εργασίες (Πίνακας 4.3) για την προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας χρησιμοποιήθηκαν κυρίως οι τύποι ή οι ζώνες βλάστησης και σε δύο περιπτώσεις (Deshaye & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994) η περιβαλλοντική ετερογένεια ποσοτικοποιήθηκε σύμφωνα με αβιοτικούς παράγοντες σημαντικούς για τα φυτά.

Οι δύο από τους τρόπους προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διατριβή είναι ανάλογοι με την προσέγγιση μέσω των τύπων ή των ζωνών βλάστησης: οι τύποι κάλυψης γης CORINE εμπεριέχουν τους χαρακτηριστικούς τύπους βλάστησης και τύπους χρήσεων της γης από τον άνθρωπο. Οι τύποι οικοτόπων NATURA 2000 είναι είτε συγκεκριμένες φυτοκοινωνίες με τους αντίστοιχούς τους τύπους βλάστησης, είτε φυσικά συστήματα που υποστηρίζουν κάποια είδη της χλωρίδας (π.χ. λιθώνες). Τα δύο παραπάνω συστήματα είναι πιο λεπτομερή, σε σύγκριση με τις υψομετρικές ζώνες βλάστησης (θερμομεσογειακή: 0-300 m, μεσομεσογειακή: 200-900 m, υπερμεσογειακή: 800-1.500 m, ορομεσογειακή: 1.300-1.700 m, υψομεσογειακή (υπαλπική): 1.500-2.450 m), οι οποίες είναι γενικευμένες και ως εκ τούτου ολιγάριθμες, με αποτέλεσμα τα περισσότερα νησιά να περιλαμβάνουν από μία έως τρεις ζώνες και μόνο η Κρήτη να έχει το μέγιστο αριθμό των πέντε ζωνών.

Ο τρίτος τρόπος προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας, ο οποίος αναφέρεται στο Νότιο Αιγαίο, είναι παρόμοιος με αυτούς που χρησιμοποίησαν περιβαλλοντικούς παράγοντες σημαντικούς για τα φυτά (Deshaye & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994).

Από τα αποτελέσματα της προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας διαπιστώνεται ότι:

1. Στις δύο από τις τρεις προσεγγίσεις της περιβαλλοντικής ετερογένειας (τύποι κάλυψης γης CORINE και οικοτόπων NATURA 2000), η έκταση των νησιών (μετρημένη ως επιφάνεια στο επίπεδο) είναι αποτελεσματικότερη στην ερμηνεία της διακύμανσης του αριθμού των ειδών.

Η περιβαλλοντική ετερογένεια εξαρτάται από την έκταση σε τέτοιο βαθμό, ώστε είτε είναι αδύνατος ο συνδυασμός τους ως ανεξάρτητες μεταβλητές, είτε, ακόμη και αν συνδυαστούν, η πρώτη δε συμβάλλει στην ερμηνεία σημαντικά υψηλότερου ποσοστού διακύμανσης του αριθμού των ειδών.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις υποστηρίζουν την υπόθεση της “έκτασης *per se*” (Preston 1960, 1962a, 1962b, McArthur & Wilson 1963, 1967), καταδεικνύοντας ότι η έκταση επαρκεί ως μοναδική μεταβλητή για την ερμηνεία του υψηλότερου δυνατού ποσοστού διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι η έκταση ελέγχει πολλές διαδικασίες

που επηρεάζουν άμεσα την ποικιλότητα των ειδών, όπως είναι ο ρυθμός εξαφάνισης (MacArthur & Wilson 1963, 1967), ο ρυθμός αποίκησης (Lomolino 1990), και ο ρυθμός της ειδογένεσης (Losos & Schuller 1999). Πράγματι, τα μεγαλύτερα νησιά αποτελούν μεγαλύτερους στόχους για τα άτομα που διασπείρονται (Gilpin & Diamond 1976, Lomolino 1990) και γενικώς υποστηρίζουν μεγαλύτερους πληθυσμούς (Rosenzweig 1995), οι οποίοι έχουν μικρότερες πιθανότητες εξαφάνισης.

2. Στην προσέγγιση μέσω των δεικτών SAIVs, ο αριθμός των ενδιαιτημάτων εμφανίζεται μεν ισχυρά εξαρτώμενος από την έκταση, αλλά ο ίδιος είναι σημαντικά αποτελεσματικότερος από την έκταση στην ερμηνεία της διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Αυτό ίσως να οφείλεται στο συγκεκριμένο τρόπο ποσοτικοποίησης της περιβαλλοντικής ετερογένειας, διότι:

- προσεγγίζει καλύτερα τη στενή έννοια του ενδιαιτήματος των φυτών, μέσω του συνδυασμού των διαβαθμίσεων περιβαλλοντικών παραγόντων που αντικατοπτρίζουν τις οικολογικές ανάγκες των ειδών.

- όντας πιο λεπτομερής από τις υπόλοιπες δύο προσεγγίσεις, και εστιάζοντας περισσότερο στο επίπεδο του είδους, επιτρέπει τον εντοπισμό περισσότερων διαφοροποιήσεων στην περιβαλλοντική ετερογένεια. Μάλιστα, μέσω του συστήματος αυτού είναι δυνατός ο διαχωρισμός ευρύοικων και στενόοικων ειδών. Εκτός από τα αλόφυτα της παράκτιας ζώνης, τα υπόλοιπα στενόοικα είδη, που ανήκουν σε συγκεκριμένες οικολογικές ομάδες, είναι αυτά που με την ύπαρξή τους καταδεικνύουν την ύπαρξη επιπλέον ενδιαιτημάτων, άρα μεγαλύτερης περιβαλλοντικής ποικιλίας, στα νησιά. Τα στενόοικα είδη ανήκουν συνήθως σε συγκεκριμένες οικολογικές ομάδες, όπως είναι τα υδροχαρή, τα αποκλειστικά χασμόφυτα και τα είδη της υπαλπικής ζώνης της Κρήτης. Είναι τα είδη τα οποία διαφοροποιούν ποιοτικά τη χλωρίδα, σε σχέση με τα ευρύοικα είδη των νησιών. Η ποσοτική αύξηση που επιφέρει στη χλωρίδα η παρουσία ενός ενδιαιτήματος δεν είναι ίδια για όλα τα ενδιαιτήματα και εξαρτάται από τη δεξαμενή ειδών (species pool) (Deshaye & Morisset, 1988), ευρύοικων και στενόοικων ειδών, που μπορεί να υποστηρίξει καθένα από αυτά.

Τα παραπάνω υποστηρίζουν την υπόθεση της «έκτασης *per se*» για τα φυτικά είδη της περιοχής μελέτης, με την επιφύλαξη του τρόπου προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας: εάν αυτή ορίζεται βάσει κριτηρίων που πλησιάζουν περισσότερο στην πραγματική έννοια του ενδιαιτήματος των φυτών, και όχι βάσει «γενικών μέτρων περιβαλλοντικής ετερογένειας (π.χ. τύπων βλάστησης)», όπως αντίθετα αναφέρουν οι Triantis et al. (2003), τότε η περιβαλλοντική ετερογένεια αναδεικνύεται σε παράγοντα σημαντικότερο από την έκταση.

Συμπερασματικά, όπως πολλές προηγούμενες έρευνες απέδειξαν (Harner & Harper 1976, Boström & Nilsson 1983, Rafe et al. 1985, Gibson 1986, Newmark 1986, Deshayé & Morisset 1988, Kohn & Walsh 1994, Rosenzweig 1995, Ricklefs & Lovette 1999), η έκταση και η

περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοεπηρεάζονται και αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε ο αριθμός των ειδών είναι κοινό αποτέλεσμα των δύο. Ομοίως, οι δύο υποθέσεις που αφορούν στην έκταση και στην περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοσυμπληρώνονται, περιγράφοντας έτσι καλύτερα το πρότυπο της αύξησης των ειδών.

Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι στις περισσότερες από τις έρευνες αυτές, όπως και στην παρούσα ανάλυση, έχει χρησιμοποιηθεί η συνολική έκταση των νησιών και όχι τα ενδιαιτήματα ως δειγματοληπτικές ενότητες και οι καταγραφές των ειδών δεν έχουν γίνει ξεχωριστά ανά ενδιαιτήμα, με αποτέλεσμα να μην είναι ευδιάκριτος ο ρόλος της έκτασης σε σύγκριση με το ρόλο των ενδιαιτημάτων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών (Deshaye & Morisset 1988).

Στην παρούσα ανάλυση, ακόμη και αν είχε ληφθεί υπόψη η έκταση των τύπων κάλυψης γης CORINE και των NATURA 2000, δε θα ήταν δυνατόν να συνδυαστεί με την παρουσία των ειδών σε αυτούς, διότι στις περισσότερες περιπτώσεις τα χλωριδικά δεδομένα δεν έχουν καταγραφεί ανά βιότοπο ή ενδιαιτήμα, και συνήθως ένα είδος που έχει ήδη καταγραφεί σε μία ή περισσότερες θέσεις δεν καταγράφεται εκ νέου σε όλες τις υπόλοιπες θέσεις δειγματοληψίας όπου απαντάται.

Ακόμη, η μελέτη του αριθμού ειδών συγκεκριμένων οικολογικών ομάδων ως προς την επιφάνεια των ενδιαιτημάτων τους είναι εξαιρετικά δύσκολη. Για παράδειγμα, για τη μελέτη των αλοφύτων της παράκτιας ζώνης, πρέπει να υπολογιστεί η επιφάνεια της παράκτιας ζώνης, η οποία διαφέρει σημαντικά μεταξύ των νησιών και για τη μελέτη των αποικειστικών χασμοφύτων πρέπει να υπολογιστεί η επιφάνεια των βραχωδών σχηματισμών.

Σημαντική είναι επίσης η σύγκριση ανάμεσα σε νησιά του ίδιου αρχιπελάγους ή διαφορετικών αρχιπελαγών, με σκοπό την εξέταση ορισμένων παραγόντων που είναι κοινοί ανάμεσα στα νησιά (Fernandez-Palacios & Andersson 2000). Έχει προταθεί (Abbott 1980, van der Werff 1983) ότι τα νησιά ενός αρχιπελάγους, που έχουν ίδιο αριθμό ενδιαιτημάτων αλλά διαφορετική έκταση, ή το αντίστροφο (και αν είναι δυνατόν να βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος και να είναι απομονωμένα στον ίδιο βαθμό), μπορούν να δώσουν ακριβέστερες πληροφορίες σχετικά με το ερώτημα «έκταση *per se*» ή «ποικιλότητα ενδιαιτημάτων» (Simberloff 1974, Abbott 1980). Κατ' αναλογία, είναι σημαντικό να συγκρίνονται νησιά με την ίδια έκταση, αλλά με διαφορετικό υψόμετρο, κάτι που σημαίνει ότι έχουν και διαφορετικό αριθμό ενδιαιτημάτων (Fernandez-Palacios & Andersson 2000, Triantis et al. 2003). Καταλήγουμε έτσι για ακόμη μια φορά στο πρόβλημα του ορισμού του ενδιαιτήματος, διότι όπως αναφέρθηκε, οι υψομετρικές ζώνες βλάστησης ως μέτρο περιβαλλοντικής ετερογένειας για την περιοχή μελέτης είναι πολύ γενικευμένο και αναποτελεσματικό.

3. Στις εφαρμογές του προτύπου «Χώρος», βάσει των τύπων κάλυψης γης CORINE και οικοτόπων NATURA 2000 δεν αυξάνεται η τιμή του R^2 σε σχέση με την αντίστοιχη εξίσωση SAR. Μια μεγαλύτερη, αλλά όχι σημαντική, αύξηση του R^2 παρατηρείται στο πρότυπο «Χώρος» με τον ορισμό των ενδιαιτημάτων βάσει του συστήματος SAIVs. Μικρές ή μεγαλύτερες αυξήσεις του R^2 παρατηρήθηκαν και σε εφαρμογές του «Χώρος» για τα φυτικά είδη άλλων νησιωτικών συμπλεγμάτων, που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3. Ειδικά στην περίπτωση των Καναριών νήσων η SAR δεν είναι στατιστικά σημαντική, ενώ το πρότυπο «Χώρος» ερμηνεύει το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των φυτικών ειδών.

Παρά το γεγονός ότι μεταξύ της SAR και του «Χώρος» η τιμή του συντελεστή συσχέτισης παραμένει σταθερή ή αυξάνεται ελάχιστα, η διαφορά στις τιμές του κριτηρίου AIC και στις τρεις εφαρμογές του «Χώρος» έχει θετικό πρόσημο, που σημαίνει ότι το πρότυπο αυτό προσαρμόζεται καλύτερα στα χλωριδικά δεδομένα, σε σύγκριση με την κλασική SAR. Επισημαίνεται όμως ότι η τιμή του R^2 παραμένει το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο στατιστικό για τέτοιου είδους συγκρίσεις (Dengler 2009).

Εκτός των παραπάνω, η γραμμή παλινδρόμησης του «Χώρος» παρουσιάζει μικρότερες τιμές z και c σε σχέση με την αντίστοιχη SAR. Οι μικρότερες τιμές της παραμέτρου z σημαίνουν ότι για κάθε παραπάνω μονάδα «Χώρος», ο αριθμός των φυτικών ειδών των νησιών αυξάνεται κατά έναν συντελεστή μικρότερο από ό,τι αυξάνεται για κάθε παραπάνω τετραγωνικό χιλιόμετρο έκτασης. Αυτό συμβαίνει γιατί η παράμετρος «Χώρος» λαμβάνει υπόψη τη συσχέτιση έκτασης – περιβαλλοντικής ετερογένειας, την οποία θεωρεί ως πολλαπλασιαστική. Για τη μείωση της τιμής της παραμέτρου c , αν και στον ορισμό του προτύπου «Χώρος» από τους Triantis et al. (2003) δε γίνεται αναφορά στην ενδεχόμενη βιολογική της σημασία, θα μπορούσαμε να πούμε, ότι σε αναλογία με την ερμηνεία της στη SAR, εκφράζει τη φέρουσα ικανότητα του αριθμού των ειδών στη δυδιάστατη παράμετρο του «Χώρου». Η περιβαλλοντική ετερογένεια συγκαταλέγεται, άλλωστε, μεταξύ των παραγόντων που θεωρούνται σημαντικοί για την περιγραφή του διαθέσιμου χώρου στο περιβάλλον ή της φέρουσας ικανότητας των νησιωτικών συστημάτων (Wright 1983, Currie 1991, Rosenzweig 1995, Kerr and Packer 1997, Borges & Brown 1999, Kerr et al. 2001, Rahbek & Graves 2001, Triantis et al. 2003, Storch et al. 2005, Kalmar & Currie 2006, Whittaker & Fernández-Palacios 2007).

Συμπερασματικά, όπως και οι Triantis et al. (2003) αναφέρουν, το πρότυπο «Χώρος», ακόμη και με ένα πολύ γενικευμένο μέτρο περιβαλλοντικής ετερογένειας, όπως είναι οι τύποι βλάστησης, και στην ανάλυσή μου οι τύποι κάλυψης γης CORINE και οικοτόπων NATURA 2000, εμφανίζει βελτιωμένη ικανότητα περιγραφής σε σχέση με το κλασικό πρότυπο ερμηνείας του αριθμού των ειδών, έστω και αν αυτή δεν είναι προφανής ή θεαματική. Η σχετική επιτυχία του «Χώρος» οφείλεται στον ορισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής του, που συνδυάζει δύο

παραμέτρους (έκταση και περιβαλλοντική ετερογένεια), οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους και κατά συνέπεια δεν μπορούν να συνδυαστούν σε αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης και μονοπατιού.

Το μεγάλο μειονέκτημα του προτύπου, που δεν του επιτρέπει τη γενίκευση και τις αντικειμενικές συγκρίσεις, είναι το κενό στον ορισμό των ενδiciaτημάτων ή και της περιβαλλοντικής ετερογένειας, στο οποίο ήδη έχω αναφερθεί εκτενώς. Πάντως, η αποτελεσματικότητά του δείχνει αφενός ότι στις βιογεωγραφικές αναλύσεις δεν μπορεί να μη λαμβάνεται υπόψη η περιβαλλοντική ετερογένεια, και αφετέρου ότι η ερμηνεία της ποικιλότητας των ειδών απαιτεί πιο σύνθετες προσεγγίσεις, που θα λαμβάνουν υπόψη χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων και τις οικολογικές ανάγκες των ειδών, όπως είναι η ηλικία των νησιών, η απομόνωση, η παραγωγικότητα, η ενέργεια και η περιβαλλοντική ετερογένεια (Triantis et al. 2003, Duarte et al. 2008).

4. Η δοκιμή της καλύτερης προσαρμογής άλλων εξισώσεων στις εξεταζόμενες παραμέτρους δείχνει ότι το κλασικό πρότυπο που ισχύει για την έκταση και τον αριθμό των ειδών δεν πρέπει να «επιβάλλεται» στη συσχέτιση μεταξύ άλλων παραμέτρων, όπως για παράδειγμα στη συσχέτιση της έκτασης με την περιβαλλοντική ετερογένεια και της απευθείας συσχέτισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας με τον αριθμό των ειδών. Θα ήταν πιο αντικειμενικό να ελέγχονται τα διάφορα μαθηματικά πρότυπα συσχέτισης και να χρησιμοποιείται το αποτελεσματικότερο, όπως στην ανάλυση των Kohn & Walsh (1994).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1) Γενικά για τη σχέση έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών:

Για τα αγγειακά φυτικά είδη των 197 νησιών του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου **υπάρχει ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση και στον αριθμό των ειδών. Ακολουθείται ο κανόνας της αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης.** Το κλασσικό πρότυπο γραμμικής παλινδρόμησης (δηλαδή το log-log μετασχηματισμένο πρότυπο με την ανεξάρτητη μεταβλητή υψωμένη σε δύναμη) επιτυγχάνει να περιγράψει τη σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων και η έκταση επαρκεί ως μοναδική παράμετρος για την ερμηνεία του μεγαλύτερου ποσοστού μεταβλητότητας του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών.

Τα παραπάνω συμπεράσματα συμφωνούν με αυτά παρόμοιων μελετών σε άλλα νησιωτικά συγκροτήματα, οι οποίες έδειξαν ότι ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο, που καλύπτει όλες τις κλιματικές και βιογεωγραφικές ζώνες, ανάμεσα σε άλλες παραμέτρους που εξετάζονται συνήθως (υψόμετρο, απόσταση από ηπειρωτική περιοχή, χρονική διάρκεια απομόνωσης, κλιματικοί παράγοντες τύπος εδάφους, και διαταραχές) η έκταση είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην ερμηνεία του αριθμού των ειδών.

2) Ως προς τις φυσικές σημασίες που αποδίδονται στην παράμετρο z:

Στο συγκεκριμένο νησιωτικό συγκρότημα η τιμή της παραμέτρου z της σχέσης έκτασης–αριθμού ειδών ανταποκρίνεται σε πραγματικά γεωγραφικά και ιστορικά χαρακτηριστικά του αρχιπελάγους: βρίσκεται εντός των διαστημάτων που, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, δείχνουν πραγματικό νησιωτικό συγκρότημα με ηπειρωτικά και μετρίως απομονωμένα νησιά, τα οποία ανήκουν στην ίδια φυτογεωγραφική περιοχή.

Όμως, σε άλλα νησιωτικά συγκροτήματα δε συμβαίνει το ίδιο, καθώς σε πολλές περιπτώσεις οι αντίστοιχες τιμές της παραμέτρου z για τα φυτικά είδη δεν αντικατοπτρίζουν τα βασικά γεωγραφικά και ιστορικά χαρακτηριστικά των νησιών.

Εκτός από τον κανόνα της αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης, από τη σύγκριση των φυτογεωγραφικών αναλύσεων σε διάφορα νησιωτικά συγκροτήματα δεν προκύπτει κάποιο άλλο στοιχείο που να επιδέχεται γενίκευσης. Κάθε νησιωτικό συγκρότημα έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (θέση, απομόνωση, γεωλογική ιστορία, γεωμορφολογία, κλίμα και περιβαλλοντική ποικιλία), ενώ η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών αναφέρεται σε κλιματικά ομοιογενείς περιοχές. Ακόμη, κάθε φυτογεωγραφική περιοχή διαφέρει σημαντικά από τις υπόλοιπες ως προς το σχεδιασμό, την προσέγγιση και τις παραμέτρους που ελήφθησαν υπόψη. Επομένως, ίσως να αποκτούσαμε μια πιο σαφή εικόνα πραγματοποιώντας όμοια σχεδιασμένες

και λεπτομερείς φυτογεωγραφικές μελέτες σε νησιωτικά συγκροτήματα με παρόμοια χαρακτηριστικά.

3) Ως προς τη φυτογεωγραφική διαίρεση του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου:

α) Οι «ιστορικά» θεωρούμενες ως τρεις διαφορετικές φυτογεωγραφικές περιοχές, δηλαδή το Κεντρικό, το Ανατολικό και το Νότιο Αιγαίο, δε διαφοροποιούνται σημαντικά από το συνολικό πρότυπο της σχέσης έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών, αλλά ούτε και μεταξύ τους. **Αποτελούν ουσιαστικά μέρος μιας ενιαίας φυτογεωγραφικής περιοχής.** Διαφοροποιείται μόνο ο ρυθμός αύξησης του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης, μεταξύ Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου.

β) Δεν υποστηρίζεται η ύπαρξη του «παραθύρου των Κυκλάδων», δηλαδή η πτώχευση (ένδεια) σε είδη των νησιών του Κεντρικού Αιγαίου σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο νησιωτικές περιοχές, και χωρίς να εξετάζουμε την ηπειρωτική Ελλάδα. Αντιθέτως, είναι εμφανής η στενή φυτογεωγραφική σχέση του Κεντρικού Αιγαίου, η οποία αντανακλά τις παλαιογεωγραφικές συνδέσεις με τις δύο υπόλοιπες περιοχές (Κεντρικό και Νότιο Αιγαίο) μαζί.

Ακόμη, η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών για τα νησιά της «Καρδιάς του Αιγαίου» και η σύγκρισή της με αυτή των Κυκλάδων και του Κεντρικού τμήματος του Νοτίου Αιγαίου, και η εφαρμογή της ίδιας σχέσης για τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου μαζί με τη Ρόδο, τη Χάλκη και το σύμπλεγμα του Καστελλορίζου, επιβεβαιώνουν ότι τα φυτογεωγραφικά όρια των επιμέρους νησιωτικών συγκροτημάτων του Αιγαίου δεν είναι αυστηρά.

γ) Η ομοιότητα στις σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών δείχνει την παλαιογεωγραφική σύνδεση, χωρίς να αντικατοπτρίζει τις σχετικά μικρές, για τα δεδομένα του γεωλογικού χρόνου, διαφορές μεταξύ των διαστημάτων απομόνωσης των νησιών κατά το Πλειόκαινο και το Πλειστόκαινο.

4) Σύγκριση της σχέσης έκτασης – αριθμού αγγειακών φυτικών ειδών και ζωικών ομάδων του Αιγαίου:

Η έκταση ερμηνεύει μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών στα φυτικά είδη σε σύγκριση με ζωικές ομάδες που έχουν μελετηθεί στο Κεντρικό και Νότιο Αιγαίο (χερσαία μαλάκια, χειλόποδα, χερσαία ισόποδα, αράχνες Gnaphosidae, κολεόπτερα Tenebrionidae και Carabidae). Στην περίπτωση των χειλόποδων και των χερσαίων μαλακίων τα νησιά «συμπεριφέρονται» σαν στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους ηπειρωτικές περιοχές.

Η σύγκριση των βιογεωγραφικών αποτελεσμάτων φυτών – ζώων δεν μπορεί να είναι αντικειμενική, διότι τα αγγειακά φυτικά είδη αποτελούν το μεγαλύτερο υποσύνολο της χλωρίδας

μιας περιοχής, ενώ οι ζωικές ομάδες μελετώνται σε διάφορα ταξινομικά επίπεδα και αποτελούν μόνο μικρά υποσύνολα της πανίδας. Υπάρχουν επίσης σημαντικές διαφορές στην οικολογία των οργανισμών και στην απόκρισή τους στην αύξηση του αριθμού των ενδιαιτημάτων, αλλά και στην ικανότητα διασποράς των διαφόρων ειδών.

5) Φαινόμενο των μικρών νησιών και παράγοντες διαμόρφωσης του αριθμού των ειδών στα μικρά νησιά:

α) Το φαινόμενο των μικρών νησιών (SIE) καταγράφηκε στην περιοχή μελέτης και στο Νότιο Αιγαίο ξεχωριστά με την εφαρμογή ασυνεχούς προτύπου που συνδυάζει δύο γραμμικές σχέσεις σε μια εξίσωση. Η τιμή κατωφλίου της έκτασης, και στις δύο περιπτώσεις, εμπίπτει σε ένα «κενό» της ακολουθίας των τιμών της έκτασης και υπερβαίνει το 1 km^2 . Αν και η διαφορά στο ρυθμό αύξησης των ειδών μεταξύ νησιών εντός και εκτός SIE δεν είναι μεγάλη, στα νησιά εκτός SIE υπάρχει πολύ ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην έκταση και στον αριθμό των αγγειακών φυτικών ειδών. Αντιθέτως, στα μικρά νησιά η σχέση αυτή είναι σημαντικά ασθενέστερη και η έκταση ερμηνεύει χαμηλό ποσοστό της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών. Στην περίπτωση των μεγάλων νησιών, η έκταση ερμηνεύει πάνω από τα 4/5 της μεταβλητότητας του αριθμού των ειδών, επομένως είναι ο σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης του αριθμού των ειδών.

β) Το πρότυπο ανίχνευσης του SIE που ενσωματώνει την περιβαλλοντική ετερογένεια δεν είναι αποτελεσματικό για την περιοχή μελέτης. Στα μικρά νησιά η συμβολή της ποικιλίας των τύπων οικοτόπων στη διαμόρφωση του αριθμού των ειδών είναι ακόμη μικρότερη από την ήδη μικρή επίδραση της έκτασης.

γ) Οι δύο «αλασσιές» παράμετροι της έκτασης και η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, μαζί με την απόσταση διείσδυσης διαταραχής είναι σημαντικές για τη διαμόρφωση του αριθμού των αγγειακών φυτικών ειδών στα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου. Όμως, κυρίαρχη παράμετρος παραμένει η έκταση και ο συνδυασμός με τις υπόλοιπες δύο παραμέτρους βελτιώνει, αλλά όχι θεαματικά, το ποσοστό ερμηνείας του αριθμού των ειδών.

Η απόσταση διείσδυσης διαταραχής μπορεί να θεωρηθεί ως ένα μέτρο για την ποσοτικοποίηση της επίδρασης της διαταραχής. Μειονέκτημά της είναι η παραδοχή ίδιας επίδρασης της διαταραχής σε όλες τις πλευρές του νησιού, αλλά παράλληλα έχει το πλεονέκτημα ότι είναι συνάρτηση του μεγέθους των νησιών.

Το μέγιστο υψόμετρο, ο δείκτης σχήματος των νησιών και η επιφάνεια που προστατεύεται από τα γειτονικά νησιά δεν είναι σημαντικές για την εκτίμηση της εξαρτημένης μεταβλητής στο Νότιο Αιγαίο.

Η υπόθεση ότι η ικανότητα πρόβλεψης του αριθμού των ειδών από τα διάφορα πρότυπα τείνει να είναι μεγαλύτερη για τα νησιά που είναι περισσότερα προστατευμένα από τα γειτονικά τους νησιά, δεν ισχύει για τα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου.

Οι σημαντικές μετρήσιμες παράμετροι που ερμηνεύουν ένα ποσοστό του αριθμού των φυτικών ειδών στα μικρά νησιά δεν είναι κοινές για όλα τα νησιωτικά συγκροτήματα. Ακόμη και οι πιο αποτελεσματικές των παραμέτρων όμως, δεν αυξάνουν σημαντικά το ποσοστό ερμηνείας του αριθμού των ειδών των μικρών νησιών, άρα πρέπει να λάβουμε υπόψη και την επίδραση άλλων τυχαίων παραγόντων.

6) Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών ενδημικών:

α) Ο αριθμός των στενοενδημικών παρουσιάζει ισχυρή συσχέτιση με την έκταση και αυξάνεται με πολύ γρήγορο ρυθμό καθώς αυξάνεται αυτή. Υποστηρίζεται έτσι η πρόταση ότι τα νησιά μπορούν να θεωρηθούν ως ισοδύναμα των βιογεωγραφικών περιοχών, ως προς τα τοπικά ενδημικά. Η διαφοροποίηση της περιοχής μελέτης είναι ότι τα περισσότερα από τα στενοενδημικά της προήλθαν κυρίως από αλλοπάτρια ειδογένεση που συντελέστηκε στα διάφορα νησιά, λόγω των πολύπλοκων (παλαιο)γεωγραφικών γεγονότων της περιοχής του Αιγαίου, και δεν είναι αποτέλεσμα ενδονησιωτικής ειδογένεσης, με κάποιες εξαιρέσεις ενδημικών της Κρήτης.

β) Βάσει της γεωγραφικής κατανομής των συνενδημικών, δε φαίνεται να υπάρχουν κάποια ευδιάκριτα «θερμά σημεία» (hotspots) στο Αιγαίο, εκτός από την Κρήτη, που αποτελεί έναν «πυρήνα» συγκέντρωσης ενδημικών, μέσα σε μια νησιωτική περιοχή με ευρεία κατανομή ενδημικών. Εάν όμως επικεντρωθούμε στα νησιά της περιοχής μελέτης που περιλαμβάνουν τουλάχιστον τρία συνενδημικά είδη του Αιγαίου στη χλωρίδα τους, ως «θερμά σημεία» του ενδημισμού αναδεικνύονται ορισμένα μικρά και μεγάλα νησιά (Μοίρα, Σώκαστρο, Παξιμάδα, Γιανισάδα, Δραγονάδα, Σέριφος, Κάρπαθος, Νάξος και Κρήτη). Το ίδιο ισχύει για τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου που περιλαμβάνουν τουλάχιστον δύο συνενδημικά της ίδιας περιοχής στη χλωρίδα τους, όπου τρία νησιά αναδεικνύονται ως «θερμά σημεία» του ενδημισμού.

7) Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών στις Οικογένειες:

α) Οι σχέσεις έκτασης – αριθμού ειδών των Οικογενειών διαφέρουν σημαντικά από το συνολικό πρότυπο της αγγειακής χλωρίδας και διαμορφώνονται από το μέγιστο αριθμό ειδών των Οικογενειών στα νησιά και από την εξάπλωση των Οικογενειών σε αυτά (σε πόσα και ποια νησιά εξαπλώνονται οι Οικογένειες).

β) Για ορισμένες Οικογένειες μπορούν να δοθούν κάποιες ερμηνείες του προτύπου έκτασης – αριθμού ειδών που ακολουθούν, βάσει βιομορφικών και οικολογικών χαρακτηριστικών των ειδών τους. Για κάποιες άλλες Οικογένειες απαιτείται ίσως μια προσπάθεια πιο εξειδικευμένης ανάλυσης της βιογεωγραφικής ιστορίας και της εξέλιξής τους, προκειμένου να ερμηνευτεί η σχέση έκτασης – αριθμού ειδών που διαμορφώνεται.

γ) Λόγω των σημαντικών διαφορών στις τιμές της σταθεράς c και του ρόλου της στη διαμόρφωση της κλίσης της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών, καμία Οικογένεια δεν μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό δείγμα του προτύπου της συνολικής αγγειακής χλωρίδας, τόσο για την ομάδα των νησιών όπου απαντάται η εκάστοτε Οικογένεια, όσο και για το σύνολο των νησιών της περιοχής μελέτης. Δεν υπάρχει κάποιος κανόνας, ο οποίος να εξασφαλίζει ότι η μελέτη μιας ή περισσότερων Οικογενειών με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (όπως συνηθίζεται στις ζωικές ομάδες), θα είναι αρκετή για να δώσει, έστω και κατά προσέγγιση, την τιμή του z της SAR της συνολικής χλωρίδας.

δ) Η τιμή της σταθεράς c της σχέσης έκτασης – αριθμού ειδών κυμαίνεται αναλόγως με το συνολικό αριθμό ειδών της μελετούμενης Οικογένειας στην περιοχή μελέτης. Συγκεκριμένα, οι Οικογένειες με μεγαλύτερους συνολικούς αριθμούς ειδών (οι πιο πολυμελείς) εμφανίζουν και μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς c στη σχέση έκτασης – αριθμού ειδών. Το αποτέλεσμα αυτό υποστηρίζει την οικολογική άποψη, σύμφωνα με την οποία η παράμετρος c αποτελεί δείκτη της χωρητικότητας (capacity) της μελετούμενης περιοχής σε είδη. Όσο μεγαλύτερο είναι το απόθεμα των ειδών (species pool), τόσο μεγαλύτερος αριθμός ειδών μπορεί να υπάρχει στη μονάδα της έκτασης.

8) Για την προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας:

α) Βασικό πρόβλημα στην προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας είναι η επιλογή του μέτρου για την ποσοτικοποίησή της. Η δυσκολία στην περιγραφή του ενδιαιτήματος, που έχει ως αποτέλεσμα την ανυπαρξία ξεκάθαρα και κοινά αποδεκτού ορισμού καθιστά προβληματική την εφαρμογή του προτύπου αυτού, και τον έλεγχο της «υπόθεσης των ενδιαιτημάτων» εν γένει συγκριτικά με την υπόθεση «έκταση *per se*».

Ακόμη και αν καθοριστούν συγκεκριμένα κριτήρια για τον ορισμό του ενδιαιτήματος γενικά, θα υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην κατηγοριοποίηση των ενδιαιτημάτων, αναλόγως με τη μελετούμενη ταξινομική ομάδα. Επίσης, εμβαθύνοντας στις οικολογικές απαιτήσεις, είναι πολύ πιθανόν σε πολλές περιπτώσεις να φτάσουμε τελικά σε ορισμό του ενδιαιτήματος σε επίπεδο είδους (species-specific habitats).

β) Η προσέγγιση της περιβαλλοντικής ετερογένειας μέσω των τύπων κάλυψης γης CORINE και των τύπων οικοτόπων NATURA 2000 είναι ανάλογη με την προσέγγιση μέσω των τύπων ή των ζωνών βλάστησης, που έχει εφαρμοστεί σε άλλες εργασίες. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις, η έκταση των νησιών (μετρημένη ως επιφάνεια στο επίπεδο) είναι αποτελεσματικότερη στην ερμηνεία της διακύμανσης του αριθμού των ειδών. Η περιβαλλοντική ετερογένεια εξαρτάται από την έκταση σε τέτοιο βαθμό, ώστε είτε είναι αδύνατος ο συνδυασμός τους ως ανεξάρτητες μεταβλητές, είτε, ακόμη και αν συνδυαστούν, η πρώτη δε συμβάλλει στην ερμηνεία σημαντικά υψηλότερου ποσοστού διακύμανσης του αριθμού των ειδών.

Υποστηρίζεται επομένως η υπόθεση της “έκτασης *per se*” καταδεικνύοντας ότι η έκταση επαρκεί ως μοναδική μεταβλητή για την ερμηνεία του υψηλότερου δυνατού ποσοστού διακύμανσης του αριθμού των ειδών.

γ) Το προηγούμενο συμπέρασμα διαφοροποιείται, εάν ο τρόπος προσέγγισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας γίνει βάσει κριτηρίων που πλησιάζουν περισσότερο στην πραγματική έννοια του ενδιαιτήματος των φυτών, και όχι βάσει γενικών μέτρων περιβαλλοντικής ετερογένειας (π.χ. τύπων βλάστησης), διότι τότε η περιβαλλοντική ετερογένεια αναδεικνύεται σε παράγοντα σημαντικότερο από την έκταση. Μια τέτοια προσέγγιση έγινε μέσω των οικολογικών Δεικτών “Southern Aegean Indicator Values” στο Νότιο Αιγαίο. Οι δείκτες αυτή πλησιάζουν περισσότερο τη στενή έννοια του ενδιαιτήματος των φυτών και επιτρέπουν τον εντοπισμό περισσότερων διαφοροποιήσεων στην περιβαλλοντική ετερογένεια. Μειονέκτημα της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι ότι τέτοιοι δείκτες αφορούν τη χλωρίδα συγκεκριμένων περιοχών και δεν μπορούν να γενικευτούν.

δ) Το πρότυπο «Χώρος», ακόμη και με ένα πολύ γενικευμένο μέτρο περιβαλλοντικής ετερογένειας, όπως είναι οι τύποι κάλυψης γης CORINE και οικοτόπων NATURA 2000, εμφανίζει βελτιωμένη ικανότητα περιγραφής σε σχέση με το κλασικό πρότυπο ερμηνείας του αριθμού των ειδών, έστω και αν αυτή δεν είναι προφανής ή «θεαματική». Η σχετική επιτυχία του «Χώρος» οφείλεται στον ορισμό της ανεξάρτητης μεταβλητής του, που συνδυάζει δύο παραμέτρους (έκταση και περιβαλλοντική ετερογένεια), οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους και κατά συνέπεια δεν μπορούν να συνδυαστούν σε αναλύσεις πολλαπλής παλινδρόμησης και μονοπατιού.

Το μεγάλο μειονέκτημα του προτύπου, που δεν του επιτρέπει τη γενίκευση και τις αντικειμενικές συγκρίσεις, είναι το κενό στον ορισμό των ενδιαιτημάτων ή και της περιβαλλοντικής ετερογένειας. Πάντως, η αποτελεσματικότητά του δείχνει αφενός ότι στις βιογεωγραφικές αναλύσεις δεν μπορεί να μη λαμβάνεται υπόψη η περιβαλλοντική

ετερογένεια, και αφετέρου ότι η ερμηνεία της ποικιλότητας των ειδών απαιτεί πιο σύνθετες προσεγγίσεις, που θα λαμβάνουν υπόψη χαρακτηριστικά των οικοσυστημάτων και τις οικολογικές ανάγκες των ειδών, όπως είναι η ηλικία των νησιών, η απομόνωση, η παραγωγικότητα, η ενέργεια και η περιβαλλοντική ετερογένεια.

Η έκταση και η περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοεπηρεάζονται και αλληλοσυμπληρώνονται σε μεγάλο βαθμό, έτσι ώστε ο αριθμός των ειδών είναι κοινό αποτέλεσμα των δύο. Έτσι, οι δύο υποθέσεις που αφορούν στην έκταση και στην περιβαλλοντική ετερογένεια αλληλοσυμπληρώνονται, περιγράφοντας έτσι καλύτερα το πρότυπο της αύξησης των ειδών.

Η ανάπτυξη πιο εκλεπτυσμένων μεθόδων ποσοτικοποίησης της περιβαλλοντικής ετερογένειας, όπως είναι η μελέτη του αριθμού ειδών συγκεκριμένων οικολογικών ομάδων ως προς την επιφάνεια των ενδιαιτημάτων τους, και η σύγκριση ανάμεσα σε νησιά του ίδιου αρχιπελάγους ή διαφορετικών αρχιπελαγών, με σκοπό την εξέταση ορισμένων παραγόντων που είναι κοινοί ανάμεσα στα νησιά, θα μπορούσε να δώσει ακριβέστερες πληροφορίες σχετικά με το ερώτημα «έκταση *per se*» ή «ποικιλότητα ενδιαιτημάτων».

ε) Το κλασσικό πρότυπο που ισχύει για την έκταση και τον αριθμό των ειδών δεν πρέπει να «επιβάλλεται» στη μεταξύ τους συσχέτιση, όπως για παράδειγμα στη συσχέτιση της έκτασης με την περιβαλλοντική ετερογένεια και της απευθείας συσχέτισης της περιβαλλοντικής ετερογένειας με τον αριθμό των ειδών. Θα ήταν πιο αντικειμενικό να ελέγχονται τα διάφορα μαθηματικά πρότυπα συσχέτισης και να χρησιμοποιείται το αποτελεσματικότερο.



«Η προσπάθεια να γίνουν γενικεύσεις σχετικά με τα νησιά κρύβει τον κίνδυνο
-σχεδόν τη βεβαιότητα- του λάθους»
(Whittaker & Fernández-Palacios 2007)
(φαίνεται ότι –προς το παρόν- η αύξηση του αριθμού των ειδών με την αύξηση της έκτασης είναι
το μόνο πρότυπο που επιδέχεται γενίκευσης, κι αυτό γιατί η έκταση είναι η βάση πάνω στην
οποία έχει δομηθεί και λειτουργεί το οικο-σύστημα)

Όλα τα συστήματα είναι εξ ολοκλήρου σύνθετα¹³. Η ψευδαίσθηση της απλότητας δημιουργείται
από τη συγκέντρωση της προσοχής σε μία ή σε λίγες μεταβλητές
(Από τις θεμελιώδεις αρχές της θεωρίας των συστημάτων)

¹³ Πόσο μάλλον τα οικοσυστήματα...

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Στην ελληνική γλώσσα

- Αναστασάκης, Γ. (1988). Το ηπειρωτικό περιθώριο ανάμεσα σε Κύθηρα – Αντικύθηρα, ΒΔ Κρήτη. Αβαθής σχηματισμός και εξέλιξη κατά το ανώτ. Καινοζωικό. *Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ.*, 20: 369-381.
- Απέργης, Μ., Απέργη, Μ., Λυδάκη, Ε. & Αθανασιάδης, Β. (2003). *Joseph Pitton de Tournefort: Ταξίδι στην Κρήτη και τις νήσους του αρχιπελάγους (1700-1702)*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Βαλιάκος, Η. (2006α). *Γεωλογία του Αιγαίου*. Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού.
- Βαλιάκος, Η. (2006β). *Τεκτονισμός στο Αιγαίο*. Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού.
- Βαρδινογιάννη, Κ. (1994). *Βιογεωγραφία των χερσαίων μαλακίων στο νότιο νησιωτικό αιγαϊκό τόξο*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας.
- Βολακάκης, Ι. & Γιαννίσαρος, Α. (1995). *Η χλωρίδα και η βλάστηση της νησίδας Κάργα (Β Κρήτη)*. Πρακτικά 17^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών, Πάτρα, σελ. 440-442.
- Γεωργιάδου-Δικαιούλια, Ε., Δερμιτζάκη, Μ.Δ. & Ντρίνια, Χ. (1994). Οι Παγετώδεις Περίοδοι του Τεταρτογενούς με ειδικότερες αναφορές στην Ελλάδα. *Δελτίο Ελληνικής Σπηλαιολογικής εταιρείας*, Τόμος XXI.
- Γιαννίσαρος, Α. (1969). *Συμβολή εις την γνώσιν της χλωρίδος και βλαστήσεως της νήσου των Κυθήρων*. Διατριβή επί Διδακτορία. Φυσικομαθηματική Σχολή Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Γκιανιάτσας, Κ. (1967). *Φυτογεωγραφία*. Θεσσαλονίκη.
- Δερμιτζάκη, Μ.Δ. & Παπανικολάου, Δ.Ι. (1981). Παλαιογεωγραφία και γεωδυναμική της περιοχής του Αιγαίου κατά το Νεογενές. *Annales Géologiques des Pays Helléniques*: 245-289.
- Ζηδιανάκης, Ι. (2002). *Η απολιθωμένη χλωρίδα της λεκάνης των Βρυσών - Συνεισφορά στη γνώση του παλαιοκλίματος και του παλαιοπεριβάλλοντος του άνω Μειόκαινου της δυτικής Κρήτης*. Μεταπτυχιακή διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.
- Ιατρού, Γρ. Α. (1994). *Η ενδημική χλωρίδα της νήσου των Κυθήρων*. Πρακτικά 5^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Δελφοί, σελ. 213-216.
- Κατσαδωράκης, Γ. & Παραγκαμιάν, Κ. (2006). Οι υγράτοποι του Αιγαίου. WWF-Ελλάς, Αθήνα.
- Κομηνός, Θ.Π. (1995). *Κύθηρα – Στο δρόμο των πουλιών*, Εταιρεία Κυθηραϊκών Μελετών, Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη.
- Κυπριωτάκης, Ζ. (1998). *Συμβολή στη μελέτη της χασμοφυτικής χλωρίδας της Κρήτης και της διαχείρισής της ως φυσικού πόρου, προς την κατεύθυνση του φυσιολατρικού τουρισμού, της ανθοκομίας, της εθνοβοτανικής και της προστασίας των απειλούμενων φυτικών ειδών και βιοτόπων*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας.

Μαλακακιάς, Σ. (1928). *Χλωρίς Σερίφου*. Συμβολαί προς σύνταξιν της χλωρίδος των Κυκλάδων. Εν Αθήναις, εκ του Εθνικού Τυπογραφείου.

Ματαράγκας, Δ. & Βάρτη-Ματαράγκα, Μ. (1997). *Γεωλογική παλαιογεωγραφική εξέλιξη του Αιγαίου πελάγους και γεωλογική δομή νήσων Πάρου*. 3^ο Εθνικό Συνέδριο της ΕΕΔΥΠ, «Διαχείριση Υδάτινων πόρων σε νησιωτικές και παράκτιες περιοχές», Μάιος 1997, Σύρος.

Μπότσαρης, Ι. (1996). *Μελέτη πάνω στη βιογεωγραφία των χερσαίων μαλακίων του Σαρωνικού Κόλπου*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Μυλωνάς, Μ. (1982). *Μελέτη πάνω στη ζωογεωγραφία και οικολογία των χερσαίων μαλακίων των Κυκλάδων*. Διδακτορική διατριβή. Εργαστήριο Γενικής Ζωολογίας Πανεπιστημίου Αθηνών.

Οικονομίδου, Ε. (1988). *Εντοπισμός και μελέτη των υγροβιότοπων και άλλων σημαντικών για την ορνιθοπανίδα βιοτόπων της Κρήτης: Τελική Έκθεση*. Τόμος 1. Πάτρα.

Πανίτσα Μ. (1997). *Συμβολή στη γνώση της χλωρίδας και της βλάστησης των νησίδων του Ανατολικού Αιγαίου*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, 244 σελίδες.

Πανίτσα, Μ. & Τζανουδάκης, Δ. (2000). *Χλωρίδα, βλάστηση και σημαντικοί τύποι οικοτόπων στο νησιωτικό σύμπλεγμα της Τήλου (Α Αιγαίο): διαχειριστική προσέγγιση*. Πρακτικά 8^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, σελ. 342-351.

Παπακωνσταντίνου, Κ. (γενική επιμέλεια έκδοσης) (1996). *Πουλιά του Αιγαίου*. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Αθήνα.

Παπαμίχος, Ν. (1990). *Δασικά Εδάφη*. Β' έκδοση, Θεσσαλονίκη.

Παπαπέτρου-Ζαμάνη, Α. (1966). Συμβολή στη γνώση των Νεογενών πετρωμάτων στην περιοχή του Ηρακλείου Κρήτης, *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 16: 207-232.

Παπαπέτρου-Ζαμάνη, Α. & Ψαριανός, Π. (1978). Απόψεις για την παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Αιγαίδος, *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 29: 187-194.

Παπάτσου Στ. Χ. (1975). *Η χλωρίς και η βλάστησις της Ν. Νισύρου και των περι' αυτήν νησίδων*. Διατριβή επί Διδακτορία. Εργαστήριο Βοτανικής του Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα.

Πουλακιάκης, Ν. (1997). *Βιογεωγραφική ανάλυση των χερσαίων μαλακίων του νησιωτικού συγκροτήματος του Καστελλορίζου*. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης.

Σαμπατακάκης, Π. (2001). *Υπόγεια Νερά – Το παρόν και το μέλλον στα νησιά του Αιγαίου*. Πρακτικά Συμποσίου «Αιγαίο – Νερό – Βιώσιμη ανάπτυξη», Πάρος.

Σαρλής, Γ.Π. (1994). Τα φυτά της Σύρας. *Συριανά Γράμματα*, σελ. 99-218.

Σαρλής, Γ.Π. (1999). *Συστηματική Βοτανική. Εφαρμογές Κορμοφύτων*. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, σελίδες 429.

Σφενδουράκης, Σ. (1994). *Βιογεωγραφία, συστηματική και στοιχεία οικολογίας των χερσαίων ισοπόδων στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Βιολογικό Τμήμα, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής.

Τριάντης, Κ. (2002). *Βιογεωγραφία, συστηματική και οικολογία των χερσαίων μαλακίων στο αρχιπέλαγος της Σκύρου*. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.

Τριάντης, Κ. (2006). *Βιογεωγραφία και οικολογία των χερσαίων μαλακίων και ιδοπόδων σε νησιά του Αιγαίου σε σχέση με την περιβαλλοντική ετερογένεια και την έκταση*. Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.

Τριχάς, Α. (1996). *Οικολογία και βιογεωγραφία των εδαφικών κολεοπτέρων στο Νότιο Αιγαίο με έμφαση στη σύνθεση, εποχιακή και βιοτοπική διαφοροποίηση και ζωογεωγραφία των οικογενειών Carabidae και Tenebrionidae*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.

Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. (1999). *Σεισμός. Η γνώση είναι προστασία*. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, Αθήνα.

Χατζάκη, Μ. (2003). *Η εδαφική αραχνοπανίδα της Κρήτης (Οικογένεια Gnaphosidae): Συστηματική, Οικολογία και Βιογεωγραφία*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας.

Χριστοδουλάκης, Δ. (1986). *Η γλωρίδα και η βλάστηση της Σάμου*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Χριστοδουλάκης, Δ. (1994). Οι ελληνικές βραχονησίδες: Φυσικά οικοσυστήματα μεγάλης οικολογικής αξίας. *Βοτανικά Χρονικά*, 11: 9-14.

Ξενογλωσσες αναφορές

Abbott, I. (1974). Numbers of plant, insect and land bird species on nineteen remote islands in the Southern Hemisphere. *Biological Journal of the Linnean Society* 6:143-152.

Abbott, I. (1977). Species richness, turnover and equilibrium in insular floras near Perth, Western Australia. *Australian Journal of Ecology*, 1:275-280.

Abbott, I. (1980). Theories dealing with the ecology of landbirds on islands. *Advances in Ecological Research* 11: 329-371.

Abbott, I. (1983). The meaning of z in species / area regressions and the study of species turnover in island biogeography. *Oikos* 41:385-390.

Abdi, H. (2003). *Partial Regression Coefficients*. In: Lewis-Beck M., Bryman, A., Futing T. (Eds.). *Encyclopedia of Social Sciences Research Methods*. Thousand Oaks (CA): Sage.

Amerson, J.B. Jr. (1975). Species richness on the nondisturbed Northwestern Hawaiian islands. *Ecology*, 56:435-444.

Anastasakis, G.C. & Dermitzakis, M. (1990). Post-Middle-Miocene paleogeographic evolution of the Central Aegean Sea and detailed Quaternary reconstruction of the region. Its possible influence on the distribution of the Quaternary mammals of the Cyclades islands, *Neues Jahrbuch, Geologie und Palaeontologie Monatsheft*, 1: 1-16.

Anderson, D.R., Burnham, K.P. & White, G.C. (1994). AIC model selection in overdispersed capture-recapture data. *Ecology* 75: 1780-1793.

- Anderson, W. B. & Wait, A. (2001). Subsidized island biogeography hypothesis: another new twist on an old theory. *Ecol. Lett.* 4: 289-291.
- Andrewartha, H.G. & Birch, L.C. (1984). *The ecological web*. University of Chicago Press.
- Angelier, J. (1979). *Néotectonique de l' Arc Egéen*, Thèse d' Etat des Sciences, Nat. Paris 6, pp. 418.
- Archibald, E.E.A. (1949). The specific character of plant communities. II. A quantitative approach. *Journal of Ecology* 37: 260-274.
- Arrhenius, O. (1921). Species and area. *Journal of Ecology*, 9:95-99.
- Baldi, A. & McCollin, D. (2003). Island ecology and contingent theory: the role of spatial scale and taxonomic bias. *Global Ecology and Biogeography* 12:1-3.
- Barbero, M. & Quezel, P. (1980). La végétation forestière de Crète, *Ecol. Mediterr.* 5 : 175-210.
- Barbero, M. & Quezel, P. (1989). Contribution a l' etude phytosociologique des mattorals de Mediterranee orientale, *Lazaroa* 11 : 37-60.
- Barbour, M. G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S. & Schwartz, M.W. (1999). *Terrestrial plant ecology*. 3rd ed. Benjamin/Cummings, Menlo Park, California.
- Barrett, K., Wait, D.A. & Anderson, W.B. (2003). Small island biogeography in the Gulf of California: lizards, the subsidized island biogeography hypothesis, and the small island effect. *Journal of Biogeography*, 30: 1575–1581.
- Barrier, E. (1979). *Etude néotectonique des îles de Karpathos et Kassos. Etude géologique de l' île de Kassos (Dodécannèse, Grèce)*, Thèse de 3eme Cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Barry Cox, C. & Moore, P.D. (1994). *Biogeography – An ecological and evolutionary approach*. Blackwell Scientific Publications, 5th edition.
- Beard, J.H., Sangree, J.B. & Smith L.A. (1982). Quaternary chronology, paleoclimate, depositional sequences and eustatic cycles. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, 66: 158-169.
- Beerli, P., Hotz, H. & Uzzell, T. (1996). Geologically dated sea barriers calibrate a protein clock for Aegean water frogs. *Evolution*, 50: 1676-1687.
- Begon, M. & Mortimer, M. (1981). *Population ecology. A unified study of animals and plants*. Blackwell Scientific Publications.
- Benda, L. (1973). *Late Miocene sporomorph assemblages from the Mediterranean and their possible palaeoclimatological implications*. In: Drogger, C.W. (ed.), *Messinian events in the Mediterranean*. Geodyn. Sci. Rep. K. Ned. Akad. Wet., 7: 256-259.
- Benda, L., Meulenkamp, J.E. & van de Weerd, A. (1977). Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene, *Newsl. Stratigr.*, 6: 117-130.
- Berger, W. (1953). Flora und Klima im Jungtertiär des Wiener Beckens, *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 105: 228-233.

Berger, W. (1958). Untersuchungen an der obermiozaenen (sarmatischen) Flora von Gabbro (Monti Livornesi) in der Toskana, *Paleontogr. Ital.*, 51: 1-96.

Bergmeier, E. (2002). The vegetation of the high mountains of Crete – a revision and multivariate analysis, *Phytocoenologia*, 32: 205 – 249.

Bergmeier, E. (2003). The vegetation of islets in the Aegean and the relation between the occurrence of islet specialists, island size and grazing. *Phytocoenologia*, 33:447-474.

Bergmeier, E. & Dimopoulos, P. (2001). Chances and limits of floristic island inventories – the Dionysades group (South Aegean, Greece) re-visited. *Phyton (Horn, Austria)*, Vol. 41, Fasc. 2: 277-293.

Bergmeier, E., Jahn, R. & Jagel, A. (1997). Flora and vegetation of Gavdos (Greece), the southernmost European island. I. Vascular flora and chorological relations. *Candollea*, 52:305-358.

Bergmeier, E., Kypriotakis, Z., Jahn, R., Böhling, N., Dimopoulos, P., Raus, T. & Tzanoudakis, D. (2001). Flora and phytogeographical significance of the islands Chrisi, Koufonisi and nearby islets (S Aegean, Greece). *Willdenowia*, 31:329-356.

Bertoldi, R., Rio, D. & Thunell, R. (1989). Pliocene – Pleistocene vegetational and climatic evolution of the south-central Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 72: 263-275.

Beyhl, F.E. (1990). Betrachtungen zu den Artenzahlen auf den Mittelatlantischen Inseln. *Courier Forschungsinst Senckenberg* 129:5–24.

Biel, B. (2005). Contributions to the flora of the Aegean islands of Santorini and Anafi (Kyklades, Greece). *Willdenowia* 35: 87-96.

Bittkau, C. & Comes, H.P. (2009). Molecular inference of a Late Pleistocene diversification shift in *Nigella* s. lat. (Ranunculaceae) resulting from increased speciation in the Aegean archipelago. *Journal of Biogeography*, 36: 1346–1360.

Boecklen, W.J. (1986). Effects of habitat heterogeneity on the species-area relationship of forest birds. *Journal of Biogeography*, 13: 59-68.

Boecklen, W.J., & Gotelli, N.J. (1984). Island biogeographical theory and conservation practice: Species-area or species-area relationships? *Biological Conservation*, 29:63-80.

Bogaert, J., Salvador-Van Eysenrode, D., Impens, I. & Van Hecke, P. (2001). The interior-to-edge breakpoint distance as a guideline for nature conservation policy. *Environmental Management*, 27: 493-500.

Böhling, N.B. (1994). Studien zur landschaftsökologischen Raumgliederung auf der mediterranen Insel Naxos (Griechenland), unter besonderer Berücksichtigung von Zeigerpflanzen. *Dissertationes Botanicae*, Band 230, J. Cramer, Berlin, Stuttgart.

Böhling, N.B. (1995). Zeigerwerte der Phanerogamen-Flora von Naxos (Griechenland). Ein Beitrag zur ökologischen Kennzeichnung der mediterranen Pflanzenwelt. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, Serie A (Biologie), Nr. 533, 75 pp.

- Böhling, N.B. (1997). Ergänzungen und Anmerkungen zur Flora der Insel Naxos (Kykladen, Griechenland): Zur botanischen Besonderheit und Pflanzengeographische Bedeutung des Engares-Tales. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie)*, Nr. 560, 25 pp.
- Böhling, N., Greuter, W. & Raus, T. (2002). Indicator values of the vascular plants in the Southern Aegean (Greece). *Braun-Blanquetia* 32: 1-106.
- Bond, W.J. (1983). On alpha diversity and the richness of the Cape flora: a study in the southern Cape fynbos. In: *Mediterranean-type Ecosystems. The role of nutrients* (ed Kruger, F.J., Mitchell, D.T. & Jarvis, J.U.M.), pp. 225-243. Berlin: Springer Verlag.
- Boström, U. & Nilsson, S.G. (1983). Latitudinal gradients and local variations in species richness and structure of bird communities on raised peat-bogs in Sweden. *Ornis Scandinavica*, 14: 213-226.
- Bothmer, R. von (1974). Studies in the Aegean Flora, XXI. Biosystematic Studies in the *Allium ampeloprasum* complex, *Opera Bot.*, 34: 1-104.
- Bottema, S. (1980). Palynological investigations on Crete. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31:193-217.
- Bramson, M., Cox T.J. & Durrett, R. (1998). Spatial models for species-area curves. *Annals of Probability* 26:658-709.
- Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology. The study of plant communities*. Translated, revised and edited by G.D. Fuller & H.S. Conard. Reprint 1983 by Koeltz Scientific Books.
- Bridges, K.W. & McClatchey, W. (2005). Complementing PABITRA high-island studies by examining terrestrial plant diversity on atolls. *Pacific Science*, **59**, 261-272.
- Brofas, G., Karetos, G., Panitsa, M. & Theocharopoulos, M. (2001). The flora and vegetation of Gyalis island, SE Aegean, Greece. *Willdenowia*, 31:51-70.
- Brooks, T.M., Pimm, S.L. & Collar, N.J. (1997). Deforestation predicts the number of threatened birds in insular southeast Asia. *Conservation Biology* 11: 382-394.
- Brooks, T.M., Pimm, S.L., Kapos, V. & Ravilious, C. (1999a). Threat from deforestation to montane and lowland birds and mammals in insular southeast Asia. *Journal of Animal Ecology* 68:1-20.
- Brooks, T.M., Pimm, S.L. & Oyugi, J.O. (1999b). Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conservation Biology* 13: 1-11.
- Browicz, K. (1978). *Chorology of trees and shrubs in South-West Asia*, Vol. I.
- Browicz, K. (1994). Trees and shrubs of Kos Island (Dodecanese, Greece). *Arboretum Kornickie* 39:31-55.
- Browicz, K. (1997). Woody flora of Melos and Kimolos (Cyclades, Greece). *Arboretum Kornickie* 42:45-63.
- Brown, J.H. (1995). *Macroecology*. Chicago: University of Chicago Press.

- Brown, J.H. & Gibson, A.C. (1983). *Biogeography*. St. Louis, MO: Mosby.
- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998). *Biogeography*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Brullo, S. & Guarino, R. (2000). Contribution to the knowledge of flora and vegetation of Khrisi islet (Crete, SE Mediterranean sea). *Flora Mediterranea*, 10:265-282.
- Bruijn, H. de, Dawson, M.R. & Mein, P. (1970). *Upper Pliocene Rodentia, Lagomorpha and Insectivora (Mammalia) from the isle of Rhodes (Greece)* 2.-Proc. K. Ned. Akad. Wet. Ser. B. Paleontol. Geol. Phys. Chem., 73(5) : 535-584.
- Buckley, R.C. (1982). The habitat-unit model of island biogeography. *Journal of Biogeography*, 9: 339-344.
- Buckley, R.C. (1985). Distinguishing the effects of area and habitat type on island plant species richness by separating floristic elements and substrate types and controlling for island isolation. *Journal of Biogeography* 12:527-535.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (1998). *Model selection and inference: a practical information – theoretic approach*. Springer Verlag, New York.
- Burns, K.C., McHardy, R.P. & Pledger, S. (2009). The small island effect: fact or artefact? *Ecography* 32: 269-276.
- Burton, R.M. (1991). A check-list and evaluation of the flora of Nisyros (Dodecanese, Greece). *Willdenowia* 20:15-38.
- Burton, R.M. (1999). Yet more new plants from the East Aegean island of Samos. *Ann. Musei Goulandris* 10: 45-51.
- Brown, J.H. & Lomolino, M.V. (1998). *Biogeography*, 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Cain, S.A. (1938). The species – area curve. *American Midland Naturalist*, 19: 573-581.
- Carlquist, S. (1974). *Island Biology*. New York: Columbia University Press.
- Carlström, A. (1986). New taxa and notes from the SE Aegean area and SW Turkey. *Willdenowia* 16: 73-78.
- Carlström, A. (1987). *A survey of the flora and phytogeography of Rodhos, Simi, Tilos and the Marmaris Peninsula (SE Greece, SW Turkey)*. Ph.D. Thesis, Department of Systematic Botany, University of Lund.
- Cellinese, N., Smith, S.A., Edwards, E.J., Kim, S.-T., Haberle, R.C., Avramakis, M. & Donoghue, M.J. (2008). Historical biogeography of the endemic Campanulaceae of Crete. *J. Biogeogr.* 36, 1253-1269.
- Chatterjee, S., Hadi, A.S. and Price, B. (2000) *Regression analysis by example*. John Wiley and Sons, New York, USA.
- Chilton, L. (2002). *Plant list for Rhodes*. Marengo Publications, 27 pp.

- Chilton, L. (2003). *Plant list for Karpathos*. Marengo Publications, 26 pp.
- Chilton, L. (2004). *Plant list for Kos*. Marengo Publications, 26 pp.
- Chilton, L. (2005). *Plant list for Samos*. Marengo Publications, 35 pp.
- Christodoulakis, D. (1984). Neufunde für die Flora der Insel Samos (Griechenland). *Willdenowia*, 14:75-87.
- Christodoulakis, D. & Georgiadis, T. (1990). The vegetation of the island of Samos, Greece. *Annales Musei Goulandris*, 8:45-80.
- Christodoulakis, D. (1996a). The Flora of Ikaria (Greece, E. Aegean Islands). *Phyton (Horn, Austria)*, Vol. 36, Fasc. 1, p. 63-91.
- Christodoulakis, D. (1996b). The phytogeographical distribution patterns of the flora of Ikaria (E Aegean, Greece) within the E Mediterranean. *Flora*, 191:393-399.
- Christodoulakis, D. (2000). The flora of Samiopoulos (E. Aegean Islands, Greece): a biological, chorological and ecological analysis. *Botanika Chronica* 13:287-301.
- Christodoulakis, D., Artelari, R., Georgiadis, Th. & Tzanoudakis, D. (2001). New records to the flora of Fourni (E. Aegean islands, Greece). *Bocconea* 13: 491-494.
- Christodoulakis, D., Economidou, E. & Georgiadis, Th. (1991). Geobotanische Studie der Grabusen-Inseln (Südägäis, Griechenland). *Botanica Helvetica*, 101/1:53-67.
- Christodoulakis, D., Georgiadis, Th., Economidou, E., Iatrou, G. & Tzanoudakis, D. (1990). Flora und Vegetation der Dionysaden-Inseln (Südägäis, Griechenland). *Willdenowia*, 19:425-443.
- Cody, M., Moran, R. & Thompson, H. (1983). *The plants. Island Biogeography in the Sea of Cortez*. (eds Case, T. & Cody, M.). Berkeley, University of California Press, pp. 49-97.
- Coleman, B.D. (1981). On random placement and species-area relations. *Mathematical Biosciences* 54: 191-215.
- Collins, M.D., Vazquez, D.P. & Sanders, N.J. (2002). Species – area curves, homogenization and the loss of global diversity. *Evolutionary Ecology Research* 4:457-464.
- Connor, E.F. & McCoy, E.D. (1975). The statistics and biology of the species-area relationship. *American Naturalist* 113:791-833.
- Connor, E.F. & Simberloff, D. (1978). Species number and compositional similarity of the Galapagos flora and avifauna. *Ecological Monographs*, 48:219-248.
- Crawley, M.J. (2003). *The structure of plant communities*. In: Crawley, M.J. (ed.), *Plant Ecology*. Second edition. Blackwell Publishing.
- Crawley, M.J. & Harral, J.E. (2001). Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291: 864-868.

Creutzburg, N. (1963). Paleogeographic evolution of Crete from Miocene till our days, *Cretan annals*, 15/16: 336-342.

Critopoulos, P. (1973). *The endemic taxa of Crete*, Problems of Balkan Flora and Vegetation, Proceedings of the First International Symposium on Balkan Flora and Vegetation, Varna, June 7-14, 1973, Publishing House of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia 1975, p. 167-179.

Crowell, K.L. (1973). Experimental zoogeography: Introduction of mice to small islands. *American Naturalist* 107:535-558.

Crowell, K.L. (1986). A comparison of relict versus equilibrium models for insular mammals of the Gulf of Maine. *Biological Journal of the Linnean Society* 28:37-64.

Daams, R. & van de Weerd, A. (1980). Early Pliocene small mammals from the Aegean island Karpathos (Greece) and their paleogeographic significance, *Geol. Mijnbouw*, 59: 327-331.

Daubenmire, R. (1984). Viewpoint: Ecological site / range site / habitat type. *Rangelands*, 6 : 263-264.

Davidar, P., Yoganand, K. & Ganesh, T. (2001). Distribution of forest birds in the Andaman Islands: importance of key habitats. *Journal of Biogeography*, 28: 663–672.

Davis, P.H. (1951). Cliff vegetation in the eastern Mediterranean. *Journal of Ecology*, 39: 63-93.

Davis, P.H. (ed.) (1965-1988). *Flora of Turkey and the East Aegean islands*, Vols. 1-10. Edinburgh.

Davis, S.D., Heywood, V.H., Herrera-MacBryde, O., Villa-Lobos, J. & Hamilton, A. (eds.) (1997). *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for Their Conservation*. Volume 3: The Americas. IUCN Publications Unit, Cambridge, England. (Διαδίκτυαχός τόπος: <http://botany.si.edu/projects/cpd/>).

Delanoë, O., Montmollin de, B. & Olivier, L. (1996). Conservation of the Mediterranean Island Plants: 1. Strategy for Action. IUCN, Gland and Cambridge.

Delipetrou, P. & Georghiou, K. (2000). *Notes on the flora and vegetation of the Aegean islands of: Santorini, Mykonos, Patmos, Rhodes, Crete (Irakleion) with emphasis on endemic, rare, threatened and protected plants*. 16th International Diatom Symposium, Department of Ecology & Systematics.

Dengler, J. (2009). Which function describes the species–area relationship best? A review and empirical evaluation. *Journal of Biogeography* 36: 728-744.

Dermitzakis, M.D. (1989). The colonisation of Aegean islands in relation with the paleogeographic evolution (in greek). *Biologia Gallo-Hellenica*, 14: 99-121.

Dermitzakis, D.M. (1990). *Paleogeography, geodynamic processes and event stratigraphy during the Late Cenozoic of the Aegean Area*, International Symposium on: Biogeographical Aspects of Insularity, Roma, *Accad. Naz. Lincei* 85: 263-288.

Deshaye, J. & Morisset, P. (1988). Floristic richness, area and habitat diversity in a semiarctic archipelago. *Journal of Biogeography*, 15:747-757.

- Dewey, J., Hempton, F., Kidd, M.R., & Sengor, A.M.C. (1986). Shortening of continental lithosphere; the neotectonics of eastern Anatolia, a young collision zone. *Geological Society Special Publications*, 19: 3-36.
- Dogliani, C., Agostini, S., Crespi, M., Innocenti, F., Manetti, P., Riguzzi, F. & Savaşçin, Y. (2002). On the extension in western Anatolia and the Aegean Sea. *Journal of the Virtual Explorer*, 7:167-181.
- Dony, J.G. (1963). The expectation of plant records from prescribed areas. *Watsonia* 5:377-385.
- Drakare, S., Lennon, J.J. & Hillebrand, H. (2006). The imprint of the geographical evolutionary and ecological context on species–area relationships. *Ecology Letters* 9: 215–227.
- Duarte, M.C., Rego, F., Romeiras, M.M. & Moreira, I. (2008). Plant species richness in the Cape Verde islands - eco-geographical determinants. *Biodiversity Conservation* 17: 453-456.
- Dunn, C.P. & Loehle, C. (1988). Species–area parameter estimation: testing the null model of lack of relationship. *Journal of Biogeography*, 15: 721–728.
- Economidou, E. (1976). *Bibliographie botanique sur la Grèce (Plantes Vasculaires – Végétation)*. Veroff. Geobot. Inst. ETH. Stiff. Rubel 56:190-242.
- El-Bana, M.I. (2009). Factors affecting the floristic diversity and nestedness in the islets of Lake Bardawil, North Sinai, Egypt: implications for conservation. *Journal of Coastal Conservation*, 13:25-37.
- Ellenberg, H. 1950. Ackerunkrautgesellschaften als Zeiger für Klima und Boden. *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie* Nr. 1. Stuttgart & Ludwigsburg.
- Ellison, J.C. (1990). *Vegetation and floristics of the Tongatapu outliers*. *Atoll Research Bulletin*, No. 332. Issued by National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington DC, USA.
- Enghoff, H. & Baez, M. (1993). Evolution of distribution and habitat patterns in endemic millipedes of the genus *Dolichoiniulus* (Diplopoda: Julidae) on the Canary Islands, with notes on distribution patterns of other Canarian species swarms. *Biological Journal of the Linnean Society*, 49: 277-301.
- Fattorini, S. (2007). To fit or not to fit? A poorly fitting procedure produces inconsistent results when the species–area relationship is used to locate hotspots. *Biodiversity Conservation* 16: 2531-2538.
- Fernández-Palacios, J.M. & Andersson, C. (2000). Geographical determinants of the biological richness in the Macaronesian region. *Acta Phytogeogr. Suec.*, 85:41-50.
- Flood, P. G. & Heatwole, H. (1986). Coral cay instability and species-turnover of plants at Swain Reefs, southern Great Barrier Reef, Australia. *Journal of Coastal Research* 2: 479-496.
- Forman, R. (2006). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.

- Fox, B.J. & Fox, M.D. (2000). Factors determining mammal species richness on habitat islands and isolates: habitat diversity, disturbance, species interactions and guild assembly rules. *Global Ecology and Biogeography*, 9: 19–37.
- Frankham, R., Ballou, J.D. & Briscoe, D. (2002). Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, New York.
- Frescino, T.S., Edwards, T.C. Jr & Moisen, G.G. (2001). Modelling spatial explicit forest structural attributes using generalized additive models. *Journal of Vegetation Science* 12: 15–26.
- Frey, W. & Loesch, R. (1998). Lehrbuch der Geobotanik. Pflanzen und Vegetation im Raum und Zeit. Gustav Fischer Verlag.
- Furon, R. (1950). Les grandes lignes de la paléogéographie de la Méditerranée (Tertiaire et Quaternaire). *Vie et Milieu*, 1:131-162.
- Gehu, J.M., Apostolides, N., Gehu-Franck, J. & Arnold, K. (1989). Premières données sur la végétation littorale des îles de Rodhos et de Karpathos (Grèce). *Colloques phytosociologiques, XIX, Végétation et qualité de l'environnement côtier en Méditerranée*, pp. 545-581.
- Gentile, G. & Argano, R. (2005) Island biogeography of the Mediterranean sea: the species-area relationship for terrestrial isopods. *Journal of Biogeography*, 32: 1715-1726.
- Georghiou, K. & Delipetrou, P. (2010). Patterns and traits of the endemic plants of Greece. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 162:130–422.
- Gibson, C.W.D. (1986). Management history in relation to changes in the flora of different habitats on an Oxfordshire estate, England. *Biological Conservation*, 38: 217-232.
- Gilbert, F.S. (1980). The equilibrium theory of island biogeography: Fact or fiction? *Journal of Biogeography* 7:209-235.
- Gilpin, M.E. & Diamond, J.M. (1976). Calculation of immigration and extinction curves from the species–area–distance relation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 73: 4130–4134.
- Gleason, H.A. (1922). On the relation between species and area. *Ecology*, 3:158-162.
- Gleason, H.A. (1925). Species and area. *Ecology*, 6:66–74.
- Goldacker, B., Juergenliemk, P., Kluemann, J., Woith, H. & Gregor, H.J. (1985). Palaeoökologie und Stratigraphie des Agios Mamas Beckens (Neogen) der Insel Kythira (Griechenland), *Doc. Nat.*, 25: 15-20.
- Gotelli, N.J. & Abele, L.G. (1982). Statistical distributions of West Indian land bird families. *Journal of Biogeography*, 9:421-435.
- Gould, S.J. (1979). An allometric interpretation of species-area curves the meaning of the coefficient. *American Naturalist* 114: 335-343.

- Graham, M.H. (2003). Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*, 84:2809-2815.
- Granados, M., O'Kennon, R.J., Benz, B.F. (2001). Plant species-area relationships in ten central Texas protected natural areas. *SIDA*, 19:1061-1072.
- Gradstein, S.R. & Smittenberg, J.H. (1977). The hydrophilous vegetation of western Crete. *Vegetatio*, 34: 65-86.
- Greuter, W. (1968). Contributio floristica austro-aegaea 13. *Candollea* 23:143-150.
- Greuter, W. (1970). Zur Palaeogeographie und Florengeschichte der südlichen Aegaeis, *Feddes Repertorium*, Band 81, Heft 1-5: 233-242.
- Greuter, W. (1971). *Betrachtungen zur Pflanzengeographie der Suedaegaeis*, στο A. Strid (Ed.): Evolution in the Aegean, *Opera Botanica*, 30: 49-64.
- Greuter, W. (1975). *Historical Phytogeography of the Southern Half of the Aegean Area*, Problems of Balkan Flora and Vegetation, Sofia.
- Greuter, W. (1975a). *Floristic Studies in Greece*. European Floristic & Taxonomic Studies (ed. S.M. Walters):18-37.
- Greuter, W. (1975b). *Die Insel Kreta – eine geobotanische Skizze*, Veroeff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Ruebel, 55: 141-197.
- Greuter, W. (1979). The flora and phytogeography of Kastellorizo (Dhodhekanisos, Greece). I. An annotated catalogue of the vascular plant taxa. *Willdenowia* 8:531-611.
- Greuter, W. (1995). Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia Mediterranea* XXI (1/2):1-10.
- Greuter, W. (2001). Diversity of Mediterranean island floras, *Bocconea* 13: 55-64.
- Greuter, W., Pleger, R. & Raus, T. (1983). The vascular flora of the Karpathos island group (Dodecanesos, Greece). A preliminary checklist. *Willdenowia* 13:43-78.
- Greuter, W. & Rechinger, K.H. (1967). Flora der Insel Kythera, gleichzeitig Beginn einer nomenklatorischen Überprüfung der griechischen Gefäßpflanzenarten. *Boissiera* 13.
- Gutterman, Y. (1994). Strategies of seed dispersal and germination in plants inhabiting deserts. *Bot. Rev.* 60:373–425.
- Hager, J. (1985). Pflanzenökologische Untersuchungen in den subalpinen Dornpolsterfluren Kretas, *Diss. Bot.* 89: 196 S., Vaduz.
- Haila, Y. (1983). Land birds on northern islands: a sampling metaphor for insular colonization. *Oikos*, 41: 334-351.
- Haila, Y., Jarvinen, S. & Kuusela, S. (1983). Colonization of islands by land birds: prevalence functions in a Finnish archipelago. *Journal of Biogeography*, 10:499-531.

- Hall, R., Audley-Charles, M.-G. & Carter, D.-J. (1984). *The significance of Crete for the evolution of the Eastern Mediterranean*. In: Dixon, J.E. & A.H.F. Robertson (eds.), *The Geological evolution of the Eastern Mediterranean*, Geological Society Special Publication No. 17, p. 499-516.
- Hamilton, T.H. & Armstrong, N.E. (1965). Environmental determination of insular variation in bird species abundance in the Gulf of Guinea. *Nature* 207:148-151.
- Hannus, J.-J., von Numers, M., (2008). Vascular plant species richness in relation to habitat diversity and island area in the Finnish Archipelago. *Journal of Biogeography* 35: 1077-1086.
- Hansen, A. (1971). Flora der Inselgruppe Santorin. *Candollea* 26/1:109-163.
- Hansen, A. (1980). Eine Liste der Flora der Inseln Kos, Kalymnos, Pserimos, Telendos und Nachbar-Inselchen (Ostägäis, Giechenland). *Biologia Gallo-Hellenica*, Vol. IX No. 1, 103 pp.
- Hanson, H.C. (1962). *Dictionary of Ecology*. Philosophical Library, New York.
- Harner, R.F. & Harper, K.T. (1976). The role of area, heterogeneity, and favourability in plant species diversity of pinyon-juniper ecosystems. *Ecology*, 57: 1254-1263.
- Harte, J. & Kinzig, A.P. (1997). On the implications of species-area relationships for endemism, spatial turnover, and food web patterns. *Oikos* 80:417-427.
- Harte, J., Kinzig, A. & Green, J. (1999). Self-similarity in the distribution and abundance of species. *Science* 284: 334-336.
- He, F. & Legendre, P. (1996). On species-area relations. *The American Naturalist* 148: 719-737.
- Heatwole, H. (1991). Factors affecting the number of species of plants on islands of the Great Barrier Reef, Australia. *Journal of Biogeography* 18:213-221.
- Heatwole, H. & Levins, R. (1973). Biogeography of the Puerto Rican Bank: Species-turnover on a small cay, Cayo Ahogado. *Ecology* 54: 1042-1055.
- Heiselmayer, P. (1988). *KRETA – Vegetation und Pflanzengeographie einer suedaegeischen Insel*, Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck, Band 75, S. 251-260.
- Höner, D. (1990). *Mehrjährige Beobachtungen kleiner Vegetationsflächen im Raume von Karpathos (Nomos Dhodhekanisou, Griechenland). Ein Beitrag zur Klärung des "Kleininselphänomens"*. PhD Thesis, Freie Universität Berlin, Fachbereich Biologie.
- Horvat, I., Glavac, V. & Ellenberg, H. (1974). *Vegetation Südeuropas*, 768 S. Stuttgart.
- Höner, D. & Greuter, W. (1988). Plant population dynamics and species turnover on small islands near Karpathos (South Aegean, Greece). *Vegetatio* 77:129-137.
- Izquierdo, I. et al. (eds) (2004). Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2004. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente Gobierno de Canarias.
- Jahn, R. & Schönfelder, P. (1995). *Exkursionsflora für Kreta*. Verlag Eugen Ulmer.

- Johnson, M.P., Mason, L.G. & Raven, P.H. (1968). Ecological parameters and plant species diversity. *American Naturalist*, 102:297-306.
- Johnson, M.P. & Simberloff, D.S. (1974). Environmental determinants of island species numbers in the British Isles. *Journal of Biogeography*, 1:149-154.
- Kalheber, H. (1996). Amorgos. Pflanzenfunde der Exkursion vom 4. bis 11. April 1994. Mimeographed list.
- Kallimanis, A.S., Bergmeier, E., Panitsa, M., Georghiou, K., Delipetrou, P. & Dimopoulos, P. (2010). Biogeographical determinants for total and endemic species richness in a continental archipelago. *Biodiversity and Conservation*, 19: 1225-1235.
- Keeley, J.E., & Fotheringham, C.J. (2003). Impact of past, present, and future fire regimes on North American mediterranean shrublands. In *Fire and climatic change in temperate ecosystems of the Western Americas*, (eds Veblen, T.T., Baker, W.L., Montenegro, G. & Swetnam, T.W., pp. 218–262, New York: Springer.
- Kelt, D.A. (2000). Small mammal communities in rainforest fragments in Central Southern Chile. *Biological Conservation*, 92: 345–358.
- Khedr, A.H. & Lovett-Doust (2000). Determinants of floristic diversity and vegetation composition on the islands of Lake Burullus, Egypt. *Applied Vegetation Science*, 3:147-156.
- Kilburn, P.D. (1966). Analysis of the species-area relation. *Ecology* 47: 831-843.
- Kitchener, D.J., Chapman, A., Dell, J., Muir, B.G., & Palmer, M. (1980a). Lizard assemblage and reserve size and structure in the Western Australian wheatbelt – some implications for conservation. *Biological Conservation*, 17: 25-62.
- Kitchener, D.J., Chapman, A., Dell, J., Muir, B.G., & Palmer, M. (1980b). The conservation value of mammals of reserves in the Western Australian wheatbelt. *Biological Conservation*, 18: 179-207.
- Kitchener, D.J., Dell, J., Muir, B.G., & Palmer, M. (1982). Birds in the Western Australian wheatbelt reserves. *Biological Conservation*, 22: 127-163.
- Koh, L.P., Sodhi, N.S., Tan, H.T.W. & Peh, K.S.-H. (2002). Factors affecting the distribution of vascular plants, springtails, butterflies and birds on small tropical islands. *Journal of biogeography*, 29:93-108.
- Kohn, D.D. & Walsh, D.M. (1994). Plant species richness – the effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology* 82:367-377.
- Kotsakis, T., Petronio, C. & Sirna, G. (1980). The Quaternary vertebrates of the Aegean islands: Palaeogeographic implications, *Ann. Geol. Pays Hellen.*, 30: 31-64.
- Kotze, D.J., Niemela, J., Nieminen, M. (2000). Colonization success of carabid beetles on Baltic islands. *Journal of Biogeography*, 27: 807-820.
- Krebs, C.J. (1988). *The Message of Ecology*. Harper and Row, New York.

- Krebs, C.J. (1994). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 4th edition, Harper Collins, New York.
- Kreft, H., Jetz, W., Mutke, J., Kier, G. & Barthlott, W. (2008). Global diversity of island floras from a macroecological perspective. *Ecology Letters*, 11: 116-127.
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J. & Wilson, D.S. (1999) Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature*, 400: 652-655.
- Kypriotakis, Z. (2001). The flora of Milos (Cyclades Islands, Greece). *X OPTIMA Meeting, Palermo, 13-19 September 2001*.
- Lack, D. (1970). Island birds. *Biotropica* 2:29-31.
- Larsen, P.V. (2003). *ST111: Regression analysis and analysis of variance*. Web-based book (<http://statmaster.sdu.dk/courses/st111/>).
- Lawesson, J. E. et al. (1987). An updated and annotated checklist of the vascular plants of the Galápagos Islands. *Rep. Bot. Inst., Univ. of Aarhus* 16: 1-74.
- Lawesson, J.E., De Blust, G., Grashof, C., Firbanks, L., Honnay, O., Hermy, M., Hobitz, P. & Jensen, L.M. (1998). Species diversity and area-relationships in Danish beech forests. *Forest Ecology and Management*, 106: 235-245.
- Le Pichon, X. & Angelier, J. (1981). *The Aegean Sea*, *Phil. Trans. Roy Soc., London A300*: 357-372.
- Lewinsohn, T.M. (1991). *Insects in flower heads of Asteraceae in southeast Brazil: a case study on tropical species richness. Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions* (ed. by Price P.W, T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes & W. W. Benson), pp. 525-560. John Wiley & Sons, New York.
- Li, C.C. (1975). *Path analysis: a primer*. Pacific Grove, CA Boxwood Press, California.
- Li, B., Morris, J. & Martin, E.B. (2002). Model selection for partial least squares regression. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 64: 79-89.
- Livaniou-Tiniakou, A., Christodoulakis, D., Georgiou, Our. & Artelari, R. (2003). Floristic dynamics in correlation with the type of substrate and human activities: the example of Serifos (Kiklades islands, Greece). *Fresenius Environmental Bulletin*, 12:1520-1529.
- Lomolino, M.V. (1990). A test of the “target area effect”: the influence of island area on immigration rates of non-volant mammals. *Oikos*, 57:297-300.
- Lomolino, M.V. (2000). Ecology's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography*, 27, 17-26.
- Lomolino, M.V. (2001). The species-area relationship: new challenges for an old pattern. *Progress in Physical Geography* 25:1-21.

- Lomolino, M.V. (2002). "...there are areas too small, and areas too large, to show clear diversity patterns..." R.H. MacArthur (1972: 191). *Journal of Biogeography*, 29: 555–557.
- Lomolino, M.V. & Perault, D. (2001). Island biogeography and landscape ecology of mammals inhabiting fragmented, temperate rain forests. *Global Ecology and Biogeography*, 10: 113–132.
- Lomolino, M.V. & Weiser, M.D. (2001) Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small. *Journal of Biogeography* 28: 431-445.
- Looijen, R.C. (1995). On the distinction between habitat and niche, and some implications for species' differentiation. *Poznań Studies in the Philosophy of the Science and the Humanities*, 45: 87-108.
- Looijen, R.C. (1998). *Holism and reductionism in Biology and Ecology. The mutual dependence of higher and lower level research programmes*. PhD Thesis, University of Groningen, Holland.
- Losos, J.B. (1996). Ecological and evolutionary determinants of the species–area relation in Caribbean anoline lizards. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 351: 847–854.
- Losos, J.B. & Schuller, D. (1999). Analysis of an evolutionary species – area curve. *Nature*, 408:847-850.
- Losos, J.B. & Spiller, D. (1999). Differential colonization success and asymmetrical interactions between two lizard species. *Ecology*, 80: 252–258.
- Ludden, T.M., Beal, S.L. & Sheiner, L.B. (1994). Comparison of the Akaike Information Criterion, the Schwarz Criterion and the F-test as guides to model selection. *Journal of Pharmacokinetics and Biopharmaceutics* 22: 431-445.
- Maly, E.J. & Doolittle, W.L. (1977). Effects of island area and habitat on Bahamian land and freshwater snail distribution. *American Midland Naturalist*, 97: 59-67.
- Martin, T. E. (1981). Species-area slopes and coefficients: a caution on their interpretation. *American Naturalist* 118:823-837.
- May, R.M. (1975). Island biogeography and the design of wildlife preserves. *Nature London* 254: 177–178.
- May, R.M. & Stumpf, M.P.H. (2000). Species–area relations in tropical forests, *Science* 290: 2084–2086.
- Mayer, A. (1994). *Comparative study of the coastal vegetation of Sardinia (Italy) and Crete (Greece) with the respect of the effects of human influence*. 277 S. Diss. Univ. Regensburg.
- Mayer, H. (1984). *Wälder Europas*, 691 S. Stuttgart, New York.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1963). An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, 17:373-387.
- MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

- McCoy, E.D. & Connor, E.F. (1976). Environmental determinants of island species numbers in the British Isles, a reconsideration. *Journal of Biogeography*, 3:381-382.
- McGuinness, K.A. (1984). Equations and explanations in the study of species–area curves. *Biological Reviews*, 59: 423–440.
- McKenzie, J.A. (1999). From desert to deluge in the Mediterranean. *Nature*, 400: 613-614.
- McMaster, R.T. (2005). Factors influencing vascular plant diversity on 22 islands off the coast of eastern North America. *Journal of Biogeography*, 32:475-492.
- McNaughton, S.J. & Wolf, L.L. (1973). *General Ecology*. Holt Reinhart and Winston, New York.
- McNeill, J. & Cody, W.J. (1978). Species-area Relationships for Vascular Plants of some St. Lawrence River Islands. *The Canadian Field-Naturalist*, 92:10-18.
- Meulenkamp, J. (1979). *The Neogene and Pleistocene of the Pyrgos basin*. In: Symeonidis, N., D. Papanikolaou & M. Dermitzakis (eds.), *Field Guide to the Neogene of Megara-Peloponnisos-Zakynthos*, Publ. Dept. Geol. Paleontol. Univ. Athens, A, 34: 33-44.
- Meulenkamp, J.E. (1985). *Aspects of the Late Cenozoic Evolution of the Aegean Region. Geological evolution of the Mediterranean Basin* (ed. by D.J. Stanley & F.C. Wezel), pp. 307-321. Springer, New York.
- Meulenkamp, J.E., de Mulder, E.F.J. & van de Weerd, A. (1972). Sedimentary history and paleogeography of the late Cenozoic of the island of Rhodos, *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 123: 541-553.
- Meulenkamp, J., Wortel, M., Van Vamel, W., Sparkman, W. & Hoogerduyn Strating, E. (1988). On the Hellenic subduction zone and the geodynamic evolution of Crete since the late Middle Miocene, *Tectonophysics*, 146: 203-215.
- Meulenkamp, J.E., Van der Zwaan, G.J. & Van Wamel, W.A. (1994). On late Miocene to recent vertical motions in the Cretan segment of the Hellenic arc, *Tectonophysics*, 234: 53-72.
- Mitchell-Olds, T. & Bergelson, J. (1990). Statistical genetics of an annual plant *impatiens-capensis* I. Genetic basis of quantitative variation. *Genetics*, 124: 407-416.
- Møller, K.B. (1994). A floristic inventory of the East Aegean island Patmos. MSc. Thesis, Botanical Laboratory, Botanical Institute, University of Copenhagen (Αδημοσίευτη).
- Montmollin de, B. (1991). Endémisme intra-cretois et trans-egéo-cretois – origine et différenciation, *Bot. Chron.* 10:125-135.
- Montmollin de, B. & Iatrou, G.A. (1995). Connaissance et conservation de la flore de l'île de Crète, *Ecologia Mediterranea*, XXI (1/2) : 173-184.
- Moody, A. (2000). Analysis of plant species diversity with respect to island characteristics on the Channel islands, California. *Journal of Biogeography* 27:711-723.
- Morrison, L.W. (1997). The insular biogeography of small Bahamian cays. *Journal of Ecology*, 85: 441-454.

Morrison, L.W. (2002). Determinants of plant species richness on small Bahamian islands. *Journal of Biogeography*, 29, 931-941.

Morrison, L.W. & Spiller, D.A. (2008). Patterns and processes in insular floras affected by hurricanes. *Journal of Biogeography*, 35: 1701-1710.

Müller, H.J. (1991). *Ökologie*. 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena.

Mylonas, M. (1999). *Waves of evolution and extinction in the Aegean Sea*. Abstracts of the 8th international congress on the zoogeography and ecology of Greece and adjacent regions. Kavala, May.

Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J. & Wasserman, W. (1996). *Applied linear statistical models*. Irwin, Chicago, Illinois, USA.

Newmark, W.D. (1986). Species–area relationship and its determinants for mammals in western North American national parks. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28: 83–98.

Niering, W.A. (1963). Terrestrial ecology of Kapingamarangi Atoll, Caroline islands. *Ecol. Monogr.*, 33:131-160.

Nilsson, S.G., Bengtsson, J. & Ås, S. 1988. Habitat diversity or area per se? Species richness of woody plants, carabid beetles and land snails on islands. *Journal of animal ecology*, 57:685-704.

Nilsson, S.G. & Nilsson, I.N. (1978). Species richness and dispersal of vascular plants to islands in lake Möckeln, Southern Sweden. *Ecology* 59(3):473-480.

Nilsson, I.N. & Nilsson, S.G. (1982). Turnover of vascular plant species on small islands in Lake Möckeln, South Sweden 1976–1980. *Oecologia* 53:128–133.

Nilsson S.G. & Nilsson, I.N. (1983). Are estimated species turnover rates on islands largely sampling errors? *American Naturalist* 121:595–597.

Nilsson S.G., Bengtsson, J. & Aas, S. (1988). Habitat diversity or area per se? Species richness of woody plants, carabid beetles and land snails on islands. *Journal of Animal Ecology*, 57:685-704.

Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of Ecology*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders.

Panitsa, M., Bazos, I., Dimopoulos, P., Zervou, S., Yannitsaros, A. & Tzanoudakis, D. (2004). Contribution to the study of the flora and vegetation of the Kithira island group: offshore islets of Kithira (S Aegean, Greece). *Willdenowia*, 34:101-115.

Panitsa, M. & Tzanoudakis, D. (1991). Contribution to the study of the Greek flora: Floristic and phytogeographical studies of North Dodecanesos. In: Thanos, K. (ed.), *Plant and animal interactions in the Mediterranean type ecosystems*. Proceedings of the 6th International Conference on Mediterranean Climate Ecosystems.

Panitsa, M. & Tzanoudakis, D. (1998). Contribution to the study of the Greek flora: Flora and vegetation of the E Aegean islands Agathonisi and Pharmakonisi. *Willdenowia*, 28:95-116.

- Panitsa, M. & Tzanoudakis, D. (2001). Contribution to the study of the Greek flora: Flora and phytogeography of Lipsos and Arki islet groups (East Aegean area, Greece). *Folia Geobotanica*, 36:265-279.
- Panitsa, M., Tzanoudakis, D., Triantis, K., Sfenthourakis, S. (2006). Patterns of species richness on very small islands: the plants of the Aegean archipelago. *Journal of Biogeography*, 33:1223-1234.
- Parizeau, M.-H. (1997). Biodiversité et représentations du monde: enjeux éthiques. In: *La biodiversité: tout conserver ou tout exploiter* (ed Parizeau, M.-H.), pp. 115-136. Bruxelles.
- Peck, S. B. (2001). Smaller orders of insects of the Galápagos Islands, Ecuador: evolution, ecology, and diversity. NRC Research Press.
- Pielou, E. C. (1979). *Biogeography*. Wiley, New York.
- Pimm, S.L., Jones, H.L., & Diamond, J.M. (1988). On the risk of extinction. *American Naturalist* 132: 757-785.
- Peters, R.H. (1991). *A critique for Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Phitos, D. (1975). Taxonomic and floristic research in Greece during the last decade 1961-1971, *Mem. Soc. Proteriana* 24:579-597.
- Phitos, D., Strid, A., Snogerup, S. & Greuter, W. (eds.) (1995). The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece, Athens: WWF.
- Preston, F.W. (1960). Time and space and the variation of species. *Ecology*, 41: 611-627.
- Preston, F.W. (1962). The canonical distribution of commonness and rarity, Parts I & II. *Ecology*, 43:185-215 & 410-432,
- Quamen, D. (1996). *Song of the Dodo*. Touchstone, New York.
- Quang, P.X. & Becker, E.F. (1996). Line transect sampling under varying conditions with application to aerial surveys. *Ecology* 77: 1297-1302.
- Rackham, O. (1978). The flora and vegetation of Thera and Crete before and after the great eruption. In: Doumas, C. & Puchelt, H.C. *Thera and the Aegean World*, pp. 755-764.
- Rafe, R.W., Usher, M.B. & Jefferson, R.G. (1985). Birds on reserves: The influence of area and habitat on species richness. *Journal of Applied Ecology*, 22: 327-335.
- Raus, T. (1986). Floren- und Vegetationsdynamik auf der Vulkaninsel Nea Kaimeni (Santorin-Archipel, Kykladen, Griechenland). *Abb. Landesmus. Naturk. Muenster Westfalen* 48:373-394.
- Raus, T. (1989). Die Flora von Armathia und der Kleininseln um Kasos (Dodekanes, Griechenland), *Botanika Chronika* 9(1-2).
- Raus, T. (1991). Die Flora (Farne und Blütenpflanzen) des Santorin-Archipels. In: Schmalzfuss, H. (ed.) *Santorin – Leben auf Schutt und Asche. Ein Naturkundlicher Reisefuehrer*, pp. 109-124, Weikersheim: Verlag Josef Markgraf.

- Raus, T. (1991). Asia or Europe? – The phytogeographical position of the Karpathos Archipelago (SE Aegean, Greece), *Fl. Veg. Mundi* 9:301-310.
- Raus, T. (1996). Additions and amendments to the flora of the Karpathos island group (Dodekanesos, Greece). *Botanika Chronika*, 12:21-53.
- Raus, T. (1996). Flora von Paros und Antiparos (Kykladen, Griechenland). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 98: 237-278.
- Rechinger, K.H. (1943). *Flora Aegaea. Flora der Inseln und Halbinseln des aegäischen Meeres*, Akad. Wiss. Wien, Math. – Naturwiss. Kl., Denkschr. 105/1.
- Rechinger, K.H. (1949). Flora Aegaea Supplementum. *Phyton*, I: 194-227.
- Rechinger, K.H. (1950). *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in der Aegaeis I-III*, Vegetatio 2:55-119, 239-308, 365-386.
- Rechinger, K.H. & Rechinger – Moser, F. (1951). *Phytogeographia Aegaea*, Akad. Wiss. Wien, Math. – Naturwiss. Kl., Denkschr. 105/2.
- Rechinger, K.H. (1967). Die pflanzengeographische Stellung Kytheras und Antikytheras, *Boissiera* 13:197-200.
- Reed, T. (1981). The number of breeding landbird species on British Islands. *Journal of Animal Ecology*, 50: 613-624.
- Rejmánek, M. & Rosén, E. (1992). Influence of colonizing shrubs on species-area relationships in alvar plant communities. *Journal of Vegetation Science* 3:625–630.
- Rey, J.R. (1981). Ecological biogeography of arthropods on Spartina islands in Northwest Florida. *Ecological Monographs*, 51: 237-265.
- Ricklefs R. E. (1979). *Ecology*. 2nd ed. Chiron Press, New York.
- Ricklefs, R.E. & Lovette, I.J. (1999). The roles of island area per se and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *Journal of Animal Ecology*, 68:1142-1160.
- Ricklefs, R.E. & Schulter, D. (eds). (1993). *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press, USA. 414 pages.
- Rikli, M., Rübel, E. (1923). Über Flora und Vegetation von Kreta und Griechenland, *Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zuerich* 68:103-227.
- Roos, M.C., Kessler, P.J.A., Gradstein, S.R. & Baas, R. (2004). Species diversity and endemism of five major Malesian Islands: diversity–area relationships. *J. Biogeogr.* 31: 1893-1908.
- Rosenzweig, M.L. (1995). *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenzweig, M.L. (1999). Species diversity. In *Advanced Theoretical Ecology: principles and applications* (J. McGlade, ed), pp. 249-281. Oxford, UK: Blackwell Science.

- Rosenzweig, M.L. (2003). Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx* 37:194-205.
- Rosenzweig, M. L.. (2004). Applying species–area relationships to the conservation of species diversity. – In: *Frontiers of biogeography. New directions in the geography of nature*, (eds) Lomolino, M. V. & Heaney, L. R., pp. 325–343. Sinauer.
- Rosenzweig, M. L. & Ziv, Y. (1999), The echo pattern of species diversity: pattern and processes. *Ecography* 22: 614–628.
- Runemark, H. (1969). Reproductive drift, a neglected principle in reproductive biology, *Bot. Not.* 122: 90-129.
- Runemark, H. (1970). The role of small populations for the differentiation in plants, *Taxon*, 19: 196-201.
- Runemark, H. (1971). The phytogeography of the Central Aegean. *Opera Botanica*, 30:20-28.
- Runemark, H., Snogerup, S. & Nordenstam, B. (1960). Studies in the Aegean flora. I. Floristic notes. *Bot. Not.* 113: 421-450.
- Rydin, H. & Borgegård, S.O. (1988). Plant species richness on islands over a century of primary succession: Lake Hjaelmaren. *Ecology* 69:916-927.
- Rusterholz, K.A. & Howe, R.W. (1979). Species–area relations of birds on small islands in a Minnesota lake. *Evolution*, 33: 468–477.
- Sachse, M., Mohr, B.A.R. (1996). Eine obermiozaene Makro- und Mikroflora aus Suedkreta (Griechenland), und deren palaeoklimatische Interpretation.-Vorlaeufige Betrachtungen, N. Jb. *Geol. Palaeont. Abb.* 200, 1/2, 149-182.
- Sadler, J.P. (1999). Biodiversity on oceanic islands: a palaeoecological assessment. *Journal of Biogeography*, 26: 75–87.
- Sakamoto, Y., Ishiguro, M. & Kitagawa, G. (1986). Akaike Information Criterion Statistics. KTK Scientific Publishers, Tokyo.
- Sauer, J. (1969). Oceanic islands and biogeographic theory: A review. *Geographical Review* 59:582-593.
- Schemske, D.W. & Horvitz, C. (1988). Plant animal interactions and fruit production in a neotropical herb: a path analysis. *Ecology*, 69: 1128- 1137.
- Schneiner, S.M. (2003). Six types of species-area curves. *Global Ecology and Biogeography* 12: 441-447.
- Schielzeth, H. (2010). Simple means to improve the interpretability of regression coefficients. *Methods in Ecology and Evolution*. 1:103-113
- Schoener, T.W. (1976). *The species – area relationship within archipelagos: models and evidence from island birds*. Proceedings of the XVI International Ornithological Congress 6:629-42.

Schoener, T.W., Spiller, D.A. & Losos, J.B. (2001). Natural restoration of the species–area relation for a lizard after a hurricane. *Science*, 294: 1525–1528.

Schüle, W. (2000). Preneolithic Navigation in the Mediterranean: a palaeoecological approach. *Mediterranean Prehistory Online*, Issue 2.

Sengor, A.M.C. & Yilmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75: 181-241.

Sergel R. & Baez, M. (1990). On the biotic diversity of eastern Atlantic islands and its implication for the theory of island biogeography. *Courier Forschungsinst Senckenberg* 129:25–41.

Sfenthourakis, S. (1996). The species–area relationship of terrestrial isopods (Isopoda; Oniscidea) from the Aegean archipelago (Greece): a comparative study. *Global Ecology and Biogeography Letters* 5: 149–157.

Sfenthourakis, S. & Triantis, K.A. (2009). Habitat diversity, ecological requirements of species and the Small Island Effect. *Diversity and Distributions*, 15: 131-140.

Shafer, C.L. (1990). *Nature reserves: Island Theory and Conservation Practice*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Shmida, A. & Wilson, M.V. (1985). Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12:1-20.

Silva, L. et al. (2005). List of vascular plants (Pteridophyta and Spermatophyta). In: Borges, P. A. V. et al. (eds), A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores. Direccão Regional de Ambiente and Univ. dos Açores, pp. 131-155.

Simberloff, D.S. (1974). Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:161-182.

Simberloff, D.S. (1976). Experimental zoogeography of islands: effects of island size. *Ecology*, 57: 629-648.

Simberloff, D.S. & Wilson, E.O. (1969). Experimental zoogeography of islands: the colonization of empty islands. *Ecology* 50: 278-296.

Snogerup, S. (1967). *Studies in the Aegean Flora, XVI. Erysimum sect. Cheiranthus. B. Variation and Evolution in the small – population system*, Opera Bot., 14: 1-86.

Snogerup, S. & Snogerup, B. (1987). Repeated floristic observations on islets in the Aegean. *Plant Systematics and Evolution*, 155:143-164.

Snogerup, S. & Snogerup, B. (1993). Additions to the flora of Samos, Greece. *Flora Mediterranea* 3:211-222.

Snogerup, S. & Snogerup, B. (2004). Changes in the flora of some Aegean islets 1968-2000. *Plant Systematics and Evolution*, 245:169-213.

- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1995). *Biometry*, 3rd edn. W.H. Freeman & Company, New York, USA.
- Sondaar, P.Y. (1971). Paleozoogeography of the Pleistocene mammals from the Aegean, *Opera Botanica*, 30: 65-70.
- Sonnenfeld, P. (1985). *Models of upper Miocene evaporite genesis in the Mediterranean region. Geological Evolution of the Mediterranean Basin* (ed. by Stanley, D.J. & Wezel, F.C.), pp. 323-346. Heidelberg-New York: Springer Verlag.
- Specht, R. L. & Moll, E.J. (1983). *Mediterranean-type heathlands and sclerophyllous shrublands of the world: An overview*. Pages 41–65. in Kruger, F. J., D. T. Michell, and J. U M. Jarvis, editors. eds. *Mediterranean-Type Ecosystems: The Role of Nutrients* Springer-Verlag. Berlin.
- Steinbauer, M.J. & Beierkuhnlein, C. (2010). Characteristic pattern of species diversity on the Canary islands. *Erdkunde*, 64:57-71.
- Stenseth, N.C., Bjørnstad, O.N., Falck, W., Fromentin, J.-M., Gjøsæter, J. & Gray, J.S. (1999). Dynamics of coastal cod populations: intra- and inter-cohort density-dependence and stochastic processes. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 266: 1645-1654.
- Strid, A. (1970). Studies in the Aegean Flora, XVI. Biosystematics of the *Nigella arvensis* complex with special reference to the problem of non-adaptive radiation, *Opera Bot.*, 28: 1-169.
- Strid, A. (1986). *Mountain Flora of Greece, Vol. I*. Cambridge University Press.
- Strid, A. (1996). Phytogeographia Aegaea and the Flora Hellenica Database, *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 98 B Suppl.:279-289.
- Strid, A. (ed.) (2006). *Flora Hellenica Bibliography*. Second edition, pp. 650.
- Strid, A. & Tan, K. (1991). *Mountain Flora of Greece, Vol. II*. Edinburgh University Press.
- Strid, A. & Tan, K. (eds.) (1997-2002). *Flora Hellenica*, Vols. 1 & 2, Koeltz Scientific Books.
- Sugihara, G. (1980). Minimal community structure; an explanation of species abundance patterns. *American Naturalist* 116:770-787.
- Tan, K. & Iatrou, G. (2001). *Endemic plants of Greece. The Peloponnese*. Copenhagen.
- Terborgh, J. (1974). Preservation of natural diversity: the problem of extinction prone species. *BioScience* 24: 715-722.
- Terradas, J., Savé, R. (1992). Summer-winter double stress and water relationships as clue factors in the distribution of *Quercus ilex* L. *Vegetatio* 99-100:137-145.
- Tjørve, E. (2002). Habitat size and number in multi-habitat landscape: a model approach based on species-area curves. *Ecography*, 25: 17-24.
- Tjørve, E. (2003). Shapes and functions of species-area curves: a review of possible models. *Journal of Biogeography* 30: 823-832.

- Tjørve, E. (2009). Shapes and functions of species-area curves (II): a review of new models and parameterizations. *Journal of Biogeography* 36: 1435-1445.
- Toms, J.D. & Lesperance, M.L. (2003). Piecewise regression: A tool for identifying ecological thresholds. *Ecology*, 84:2034-2041.
- Tonn, W.M. & Magnuson, J.J. (1982). Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in Northern Wisconsin Lakes. *Ecology*, 63: 149-166.
- Triantis, K.A., Sfenthourakis, S. & Mylonas, M. (2008). Biodiversity patterns of terrestrial isopods from two island groups in the Aegean Sea (Greece): Species–area relationship, small island effect, and nestedness. *Ecoscience* 15:169-181.
- Triantis, K.A., Mylonas, M., Lika, K. & Vardinoyannis, K. (2003). A model for the species-area-habitat relationship. *Journal of Biogeography* 30:19-27.
- Triantis, K.A., Vardinoyannis, K., Weiser, M.D., Lika, K. & Mylonas, M. (2005). Species richness, environmental heterogeneity and area: a case study based on the land snails of Skyros Archipelago (Aegean Sea, Greece). *Journal of Biogeography* 32: 1727–1735.
- Triantis, K.A., Vardinoyannis, K., Tsolaki, E.P., Botsaris, I., Lika, K. & Mylonas, M. (2006). Re-approaching the small island effect. *Journal of Biogeography* 33:914-923.
- Triantis, K.A., Mylonas, M. & Whittaker, R.H. (2008). Evolutionary species-area curves as revealed by single-island endemics: insights for the inter-provincial species-area relationship. *Ecography* 31:401-407.
- Triantis, K.A., Nogués-Bravo, D., Hortal, J., Borges, P.A.V., Adersen, H., Fernández-Palacios, J.M., Araújo, M.B. & Whittaker, R.H. (2008). Measurements of area and the (island) species-area relationship: new directions for an old pattern. *Oikos*, 117:1555-1559.
- Trichas, A., Lagkis, A., Triantis, K.A., Poulakakis, N. & Chatzaki, M. (2008). Biogeographic patterns of tenebrionid beetles (Coleoptera, Tenebrionidae) on four island groups in the south Aegean sea. *Journal of Natural History*. 42: 491-511.
- Turland, N.J., Chilton, L., Press, J.R. (1993). *Flora of the Cretan area. Annotated Checklist and Atlas*, London: H.M.S.O.
- Turland, N.J. & Chilton, L. (1994). Studies on the Cretan flora 3. Additions to the flora of Karpathos. *Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Bot.)*, 24(1):91-99.
- Tutin, T.G. & al. (eds.) (1964-1980). *Flora Europaea*. Vols. 1-5 (2nd edition of Vol. 1 in 1993). Cambridge University Press.
- Tzanoudakis, D. (1981). Contribution to the study of Cyclades flora: The flora of the island of Yiaros. *Botanika Chronika* 1:124-136.
- Tzanoudakis, D. (2000). *Allium aegilicum*, a new autumn-flowering species from the island of Antikithira (Greece). *Botanika Chronika* 13: 81-86.
- Tzanoudakis, D. & Kypriotakis, Z. (1993). *Allium platakissii*, a new species from the Greek insular Flora. *Fl. Medit.* 3: 309-314.

- Tzanoudakis, D. & Panitsa, M. (1995). The flora of the Greek islands, *Ecologia Mediterranea* XXI (1/2):195-212.
- Tzanoudakis, D., Iatrou, G., Panitsa, M. & Trigas, P. (1998). *Contribution to the study of the Greek insular flora: Antikythera and the islets around Kythera*. In: Tsekos, I. & Moustakas, M. (ed.), *Progress in Botanical Research. Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress*.
- Tzanoudakis, D., Panitsa, M., Trigas, P. & Iatrou G. (2006). Floristic and phytosociological investigation of the island Antikythera and nearby islets (SW Aegean, Greece). *Willdenowia* 36: 1-17.
- Van Buskirk, J., Müller, C., Protmann, A. & Surbeck, M. (2002). A test of the risk allocation hypothesis: tadpole responses to temporal change in predation risk. *Behaviour Ecology* 13: 526-530.
- Velitzelos, E. & Gregor, H.J. (1990). Some Aspects of the Neogene Floral History in Greece, *Review of Palaeobotany and Palynology*, 62: 291-307.
- Verginis, S. (1976). Die Palaeogeographische Entwicklung des kykladischen Massivs (Alte Egeide) und ein Vergleich mit dem Alpenen Raum, *Εταιρεία Κυκλαδικών Μελετών*, 1974-76: 1-35.
- Wada, Y. & Kashiwagi, N. (1990). Selecting statistical models with information statistics. *Journal of Dairy Science* 73: 3575-3582.
- Wagenitz, G. (1996). Wörterbuch der Botanik. Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang. Jena Fischer.
- Watson, G.E. (1964). Ecology and evolution of passerine birds on the islands of the Aegean Sea. PhD thesis, Yale University, New Haven, CT, USA.
- Westaway, R. & Arger, J. (1996). The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: a complex discontinuity in a major strike-slip fault zone. *Journal of the Geological Society*, 153: 729-744.
- Westman, W.E. (1983) Xeric Mediterranean-type shrubland associations of Alta and Baja California and the community/continuum debate. *Vegetatio* 52: 3-19.
- Whittaker, R.H. (1998). *Island biogeography: ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press, Oxford.
- Whittaker, R.H., Triantis, K.A. & Ladle, R.J. (2008). A general dynamic theory of oceanic island biogeography. *Journal of Biogeography*, 35: 977-994.
- Wiens, H.J. (1962). *Atoll environment and ecology*. Yale University Press, New Haven and London.
- Wiens, J.J. & Donoghue, M.J. (2004). Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 639-644.
- Wilcox, B.A. & Murphy, D.D. (1985). Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist* 125: 879-887.

- Willerslev, E., Hansen, A.J., Klitgaard Nielsen, K. & Andersen, H. (2002). Number of endemic and native plant species in the Galapagos Archipelago in relation to geographical parameters. *Ecography*, 25:109-119.
- Williams, C.B. (1964). *Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative biology*. Academic Press, New York.
- Williams, M.R., Lamont, B.B. & Henstridge, J.D. (2009). Species – area functions revisited. *Journal of Biogeography*, 36:1994-2004.
- Williamson, M.H. (1981). *Island Populations*. Oxford University Press, Oxford.
- Williamson, M.H. (1988). *Relationship of species number to area, distance and other variables*. In: Myers, A. A. and Giller, P. S. (eds), *Analytical biogeography, an integrated approach to the study of animal and plant distributions*. Chapman and Hall, pp. 91-115.
- Williamson, M.H. (1989). The equilibrium theory today: True but trivial. *Journal of Biogeography* 16:3-4.
- Willig, M. R. & Lyons, S. K. (2000). A hemispheric assessment of scale dependence in latitudinal gradients of species richness. *Ecology* 80: 248-292.
- Wilson, E.O. (1961). The nature of the taxon cycle in the Melanesian ant fauna. *American Naturalist* 95: 169-193.
- Whitehead, D.R. & Jones, C.E. (1969). Small islands and the equilibrium theory of insular biogeography. *Evolution*, 23: 171–179.
- Whittaker, R. H. (1975). *Communities and ecosystems*. 2nd ed. Macmillan, New York.
- Whittaker, R.H. (1995). Disturbed island biogeography. *Trends in Ecology and Evolution*, 10: 421-425.
- Whittaker, R.H., Levin, S. A. & Root, R. B. (1973). Niche, habitat and ecotope. *American Naturalist*, 107: 321-338.
- Whittaker, R.H. & Fernández-Palacios, J.M. (2007). *Island Biogeography: ecology, evolution, and conservation*. 2nd edition. Oxford University Press, Oxford.
- Woodroffe, C.D. (1986). Vascular plant species – area relationships on Nui Atoll, Tuvalu, Central Pacific: a reassessment of the small island effect. *Australian Journal of Ecology*, 11:21-31.
- Wright, D.H. (1983). Species-energy theory, an extension of species-area theory. *Oikos*, 41: 495-506.
- Wu, J. & Vankat, J.L. (1995). *Island Biogeography: Theory and Applications*. In: W. A. Nierenberg (ed), *Encyclopedia of Environmental Biology*. Vol. 2. pp.371-379, Academic Press, San Diego.
- Yannitsaros, A. (1998). *Additions to the flora of Kithira (Greece) I*, *Willdenowia* 28:77-94.
- Yannitsaros, A. (2004). *Additions to the flora of Kithira (Greece) II*, *Willdenowia* 34:117-128.

Yapp, R.H. 1922. The concept of habitat. *Journal of Ecology*, Vol. X, No. 1: 1-17.

Zaffran, J. (1990). *Contributions a la flore et a la végétation de la Crète*. Publications de l' Université de Provence, Aix en Provence, 615 pp.

Zervou, S., Raus, T. & Yannitsaros, A. (2009). Additions to the flora of Kalimnos (SE Aegean, Greece). *Willdenowia*, 39: 165-177.

Zohary, M. & Orshan, G. (1966). *An outline of the Geobotany of Crete*, *Israel Journal of Botany*.

SUMMARY

The Aegean (Greece) is an archipelago of extreme botanical interest, ideal for the investigation of species richness patterns. The aim of this thesis was a contemporary phytogeographical study of the central and southern part of the Aegean archipelago, through various applications of the theory of island biogeography. In this frame, the relationship between islands' area and their number of vascular plant species, the small island effect, the degree of endemism (number of endemic species) compared to the islands' surface, the different expressions of the species-area relationship (SAR) at the plant family level, are examined. In addition, a more recent approach, which takes the environmental heterogeneity into consideration, is integrated in the classical phytogeographical analysis.

This study refers to 197 Aegean islands and concerns 2,313 vascular plant species in total. Thirty-six of the islands are located in the Kyklades complex, which constitutes the central part of the Aegean, 92 islands are located in the eastern part of the Aegean (Samos' complex and part of the insular district of Dodekanessos), and 69 islands belong to the Southern Aegean island arc, which constitutes an island bridge connecting Peloponissos with Asia Minor. The islands are of various sizes, from tiny rocky islets (minimum island area: 0,00044 km²) to large inhabited islands, including Crete (8,264.62 km²), which is one of the largest islands in the Mediterranean sea.

Floristic data from 67 studies, which were published during the last four decades, after extended botanical explorations on various islands, were gathered in a database and were elaborated, so that the number of species which occur on each island was obtained. Unpublished data on the flora of Patmos' island were kindly provided by Dr. Kirsten Bruhn Møller and Dr. K.I. Christensen from the Botanical Institute of the University of Copenhagen, with their permission to use them in the present study. The flora of Milos' island was studied through the identification of herbarium specimens collected during past explorations. Additional specimens were collected and identified. Varieties and subspecies, even if more than one under the same species, were counted as one single species. Plants which were recorded in floristic inventories as cultivated or introduced but not naturalized, and as doubtfully present on the islands, due to possibly dubious records or misidentified specimens, were not counted in the total number of species. The total number of vascular plant species on islands varied from one, on few tiny islets, to 1,795 on Crete.

The Arrhenius' dynamic model (1921) was applied in its log-log form, to describe the SAR: (1) for all 197 islands and for the three phytogeographical regions of the study area, namely Central, Eastern and Southern Aegean, (2) for the endemic species in various

geographical scales, from local endemics (single-island endemics) to endemics of wider distributions, and (3) for the number of each Family's species on the islands where they are distributed.

The occurrence of the small island effect (SIE) was examined. Various factors were tested for their contribution to the shaping of the vascular plant species number on islets of the South Aegean. These factors were the maximum elevation, the distance from the nearest large island, i.e. the nearest island not included in the SIE, the shape index of the islets, calculated as "maximum length / maximum width" of the islets, the percentage of the islets' area, which is "protected" by nearby islands against wind and storms, and the "disturbance penetration distance".

The environmental heterogeneity was described in two different ways: firstly, using the land cover types of the "CORINE Land Cover 2000" Program, and secondly, using the "habitat types" of the European Network of Protected Areas "NATURA 2000". An additional approach was used for the description of the environmental heterogeneity in the South Aegean; habitat diversity was quantified according to the combination of light, temperature, moisture and soil salinity conditions which prevail at the location where each plant species grows. Data on South Aegean plants' requirements in these environmental factors were derived from the Southern Aegean Indicator Values (SAIVs). The SAIVs system describes the ecological behaviour of 2,242 South Aegean vascular plant taxa, according to their requirements in major environmental factors.

The "area *per se*" and the "habitat hypothesis", as well as the "Choros model", which combines area with environmental heterogeneity in a single variable, were tested for their effectiveness in interpreting vascular plant species richness.

A strong positive correlation between area and number of species was found for the 197 islands: the increase in area results in an augmentation of the vascular plant species number. The slope of the SAR (z-value) corresponds to actual geographical and historical traits of the archipelago.

The three regions of the study area which are "traditionally" considered as phytogeographically different, namely Central, Eastern and Southern Aegean are actually parts of a united phytogeographical area. The only difference observed is in the rate of the species number increase between in Central and Southern Aegean.

The occurrence of the "Kykladenfenster", i.e. the floristic impoverishment of the Kyklades complex, compared to the rest of the Aegean islands, is not corroborated. In contrast, the strong phytogeographical relationship of the Central Aegean with the Eastern

and Southern Aegean is supported. This result generally indicates that the phytogeographical borders of these three island complexes are not strict.

The SIE was detected in the whole study area as well as in the Southern Aegean. The discontinuous model which combines two linear equations in a single one was successful in describing species richness' variations. The SAR for small islands is significantly weaker and area interprets a low percentage of the variation in species number. On the contrary, the model for the detection of SIE, which integrates environmental heterogeneity, was not effective in the study area. In the case of small islands, area remains the most important parameter in shaping the species richness pattern. The area combined with the distance from the nearest large island and the disturbance penetration distance, managed to interpret a higher percentage of the variation in species richness. Maximum elevation, shape index and the area protected by neighboring islands were not significant in the evaluation of species richness in the Southern Aegean.

There is a strong positive correlation between the number of local endemics (single-island endemics) and area and the rate of increase is very quick. Therefore, concerning local endemics, the islands maybe considered as biogeographical regions' equivalents, except that most of its local endemics originated mainly through allopatric speciation.

The families' SARs are significantly different from the pattern of the total vascular flora and they are shaped by the total number of the families' species which occur in the study area as well as by their distribution on the islands. Some of the families' SARs could be interpreted based on some traits of the bioform and ecology of their species. The value of the constant "c" in the families' SARs varies, following the total number of species of each family in the study area, indicating that the variation in c-values depends on family size. The general trend is that the most species-rich families exhibit the highest c-values. Moreover, the c-value for total vascular flora is much higher than that of any family. This result can be considered to support the ecological view of the c-parameter as an indicator of the capacity of the studied area; the larger the species pool, the higher the number of species that can be found within the measuring unit of area.

The selection of the measure to quantify environmental heterogeneity is a major problem. Approaching environmental heterogeneity through CORINE land cover types and the NATURA 2000 habitat types indicated that area is more effective in interpreting the variation in species number. Environmental heterogeneity significantly depends on area; as a result, it is impossible to combine them as independent variables within the same equation. However, even if they were combined, environmental heterogeneity does not contribute to the interpretation of significantly higher percentage in the variation of species richness. This

conclusion would change, if the environmental heterogeneity approach was based on criteria which are closer to the actual concept of “habitat”, such as though the “Southern Aegean Indicator Values”.

The “Choros” model, even if applied using a generalized measure of environmental heterogeneity, such as the CORINE land cover types and the NATURA 2000 habitat types, is more capable of interpreting species richness, compared to the classical SAR model, although this higher capability is not striking. The drawback of this model is that there is no all-embracing or broadly accepted habitat definition can be spotted among various phytogeographical studies. The estimation of plant habitats using the data on Southern Aegean Indicator Values of light, temperature, moisture and soil salinity considered some aspects of the ecological needs of plant species. Environmental and physiographic factors have been used in other studies to define plant habitats. Despite dissimilar approaches to habitat diversity, results concerning its role in shaping plant species richness tend to converge, because most of the habitat definitions used reflect, more or less, topographic and geological heterogeneity, which creates more habitat types and thus promotes species richness, especially when the species involved tend to be habitat specialists.

Area and environmental heterogeneity interact and are highly amalgamated, so that species number constitutes the common result of both of them. The two hypotheses concerning the effect of area and the effect of environmental heterogeneity complete each other, thus describing the pattern of increase in species richness more effectively. A standard definition of “habitat” and the development of more accurate and broadly accepted methods of quantifying environmental heterogeneity would further elaborate the answer to the question “area *per se*” or “habitat diversity – environmental heterogeneity”.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

I. Βλάστηση των νησιών της
περιοχής μελέτης

II. Πίνακες & Χάρτες



Παράρτημα Ι: Η βλάστηση των νησιών της περιοχής μελέτης

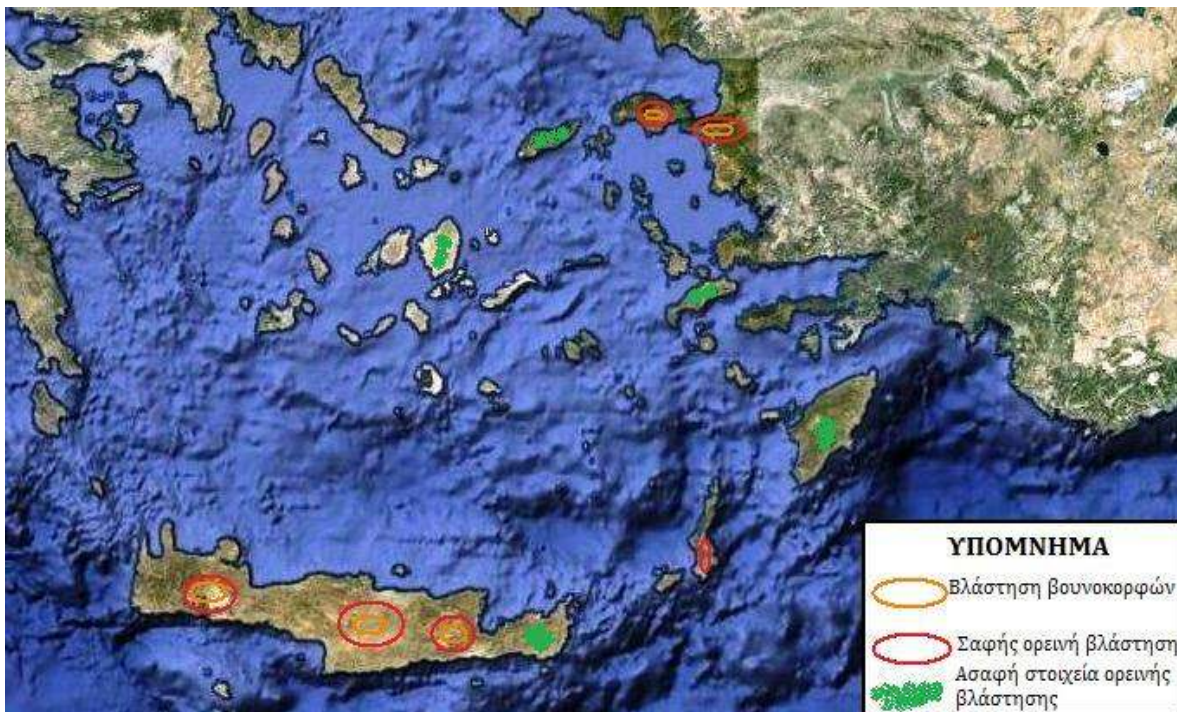
Μεγάλο μέρος της σημερινής βλάστησης των νησιών του Κεντρικού και Νοτίου Αιγαίου δείχνει προφανείς προσαρμογές στο μεσογειακό κλίμα: σκληροφυλλία, μικροφυλλία, κάλυψη της επιφάνειας των φύλλων με τριχίδια κ.λ.π. Τα γεώφυτα διαθερίζουν διατηρώντας μόνο υπόγεια αποταμιευτικά όργανα, ενώ άλλα είδη είναι μονοετή και επιβιώνουν με τη μορφή σπορίων. Η βροχή και η πτώση της θερμοκρασίας το φθινόπωρο είναι η αφετηρία για την ανάπτυξη των ειδών αυτών, τα περισσότερα από τα οποία ανθοφορούν κατά την περίοδο της άνοιξης. Στα ψηλά βουνά, και ιδιαίτερα σε αυτά της Κρήτης, όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι ανάλογες με αυτές της βορείου Ευρώπης, τα φυτά καλύπτονται από χιόνι κατά το χειμώνα, οπότε αναπτύσσονται και ανθίζουν την άνοιξη και το καλοκαίρι. Δύο άλλες αρκετά κοινές προσαρμογές των φυτών της περιοχής είναι τα αγιάθια και η οξεία γεύση, που τα προστατεύουν από τη βόσκηση. Η αξία των προσαρμογών αυτών για την επιβίωση δεν περιορίζεται μόνο στη σημερινή εποχή: χωρίς αμφιβολία ήταν εξίσου μεγάλη κατά την περίοδο πριν την άφιξη του ανθρώπου και των ζώων του, εφόσον υπήρχαν τότε φυτοφάγα ζώα, που σήμερα έχουν εξαφανιστεί. Εφόσον μάλιστα δεν υπήρχαν θηρευτές των ζώων αυτών, φαίνεται ότι αιτία της εξαφάνισής τους ήταν η ανεπάρκεια τροφής, γεγονός που υποδηλώνει ότι η πίεση στη βλάστηση από τη βόσκηση ήταν σημαντική. Επίσης, το φαινόμενο της ακαθοφορίας σε ενδημικά είδη της Κρήτης, που θεωρούνται ως υπολειμματικά, όπως το *Verbascum spinosum* L. (Scrophulariaceae), είναι ακόμη μία ένδειξη ότι η ιστορία της βόσκησης είναι πολύ μακριά (Turland et al. 1993).

α) Κεντρικό Αιγαίο:

1) Βλάστηση ορεινών περιοχών: Οι Rechinger & Rechinger - Moser (1951) παρατήρησαν ότι η διάκριση ζωνών βλάστησης ανάλογα με το υψόμετρο στα νησιά του Αιγαίου δεν εξαρτάται τόσο από το απόλυτο υψόμετρο των νησιών πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, όσο από τη θέση του κάθε νησιού ως προς τη γειτονική ηπειρωτική περιοχή. Έτσι, η Νάξος, που έχει μέγιστο υψόμετρο μεγαλύτερο από τα 1.000 m, αλλά βρίσκεται σε κεντρικό σημείο του Αιγαίου, δεν εμφανίζει σαφή ορεινή ζώνη βλάστησης, σε αντίθεση με την Κω και τη Σάμο: η πρώτη έχει μέγιστο υψόμετρο μόλις πάνω από 800 m, αλλά βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από τις ακτές της Μικράς Ασίας¹⁴, και διαθέτει μια πιο ευδιάκριτη ορεινή ζώνη βλάστησης. Η δεύτερη, με μέγιστο υψόμετρο πάνω από 1.000 m, εμφανίζει ευδιάκριτες ζώνες ορεινής βλάστησης, όπως συμβαίνει και με τη χερσόνησο της Μικράς Ασίας που βρίσκεται απέναντί της (Εικόνα Ι).

¹⁴ Παρακάτω θα γίνει αναφορά στην περίπτωση της Ρόδου, η οποία επίσης βρίσκεται κοντά στις ακτές της Μικράς Ασίας.

Αντί σαφούς ορεινής ζώνης βλάστησης (όπως αυτής των βουνών της ηπειρωτικής Ελλάδας) στη Νάξο και στα άλλα δύο νησιά του Κεντρικού Αιγαίου με υψόμετρο που φτάνει τα 1.000 m περίπου, δηλαδή στην Άνδρο και στην Ικαρία, παρατηρείται ένα περιορισμένο ορεινό στοιχείο, όπως π.χ. τα είδη *Leontodon graecus*, *Cerastium runemarkii* και *Vicia pinetorum* στη Νάξο και τα *Cynanchum canescens*, *Silene pentelica* και *Thlaspi bulbosum* στην Ικαρία. Τα περισσότερα είδη της ορεινής βλάστησης είναι μοναδικά για κάθε νησί, αλλά όχι ενδημικά των νησιών, εκτός ίσως από τα *Galanthus* sp. Με βάση τη σύνθεση και την κατανομή του στοιχείου ορεινής βλάστησης στα νησιά του Κεντρικού Αιγαίου, δεν μπορεί να υποστηριχθεί η θεωρία της μετανάστευσης των φυτικών ειδών της ορεινής και αλπικής ζώνης που υπάρχουν σήμερα στη Νότια Ελλάδα και στην Ανατολία μέσω του Κεντρικού Αιγαίου (Runemark 1971).



Εικόνα I: Σαφείς ζώνες ορεινής βλάστησης υπάρχουν σε τρεις ορεινούς όγκους της Κρήτης και στη Σάμο, στους οποίους υπάρχει και υπαλπική ζώνη (βλάστηση βουνοκορφών). Στη χερσόνησο της Μικράς Ασίας, απέναντι από τη Σάμο, παρατηρείται ίδια υψομετρική διαβάθμιση της βλάστησης. Η Κάρπαθος έχει επίσης μια σαφή ζώνη ορεινής βλάστησης. Στην Ικαρία, στη Νάξο, στην Κω, στη Ρόδο και στη Θρουπή της Ανατολικής Κρήτης, στις περιοχές με τα μεγαλύτερα υψόμετρα, υπάρχουν ασαφή στοιχεία ορεινής βλάστησης, χωρίς να σχηματίζεται ενδιάκριτη ζώνη (τροποποιημένο από Rechinger & Rechinger - Moser 1951).

2) **Δασική βλάστηση:** Ο αριθμός των ειδών με βιομορφή δέντρου είναι μικρός. Τα δάση *Quercus coccifera* και *Q. ilex* και ίσως ακόμη *Pinus brutia* (αλλά και *P. halepensis*), που αποτελούσαν στο παρελθόν σημαντικό χαρακτηριστικό της βλάστησης, δεν υπάρχουν πλέον. Σήμερα έχουν απομείνει μόνο περιορισμένες εκτάσεις με δάσος πρίνου στην Κέα, στη Νάξο, στην Άνδρο και

στην Ιακρία. Στα υπόλοιπα νησιά το είδος υπάρχει μόνο σε θαμνώδη μορφή ή ως μεμονωμένα δέντρα ή απουσιάζει από αυτά. Ένα δάσος *Q. ilex* καταγράφηκε στην Ιακρία, ενώ σε κάποια άλλα νησιά υπάρχουν μόνο λίγα διάσπαρτα δέντρα στη μακία βλάστηση ή πάνω σε γκρεμνά. Τα δέντρα απουσιάζουν από τα περισσότερα μικρά νησιά, αλλά και από ορισμένα μεγαλύτερα, όπως είναι η Αστυπάλαια. Η μετατροπή των δασών σε μακία και φρυγανική βλάστηση είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας, που ίσως ενισχύθηκε από την αυξανόμενη ξηρασία της Κεντρικής και Ανατολικής Μεσογείου κατά τους ιστορικούς χρόνους (Runemark 1971, Delipetrou & Georghiou 2000).

3) **Μακία βλάστηση:** Η μακία με τη στενή έννοια είναι σπάνια στο Κεντρικό Αιγαίο και περιορίζεται κυρίως στην Άνδρο και στην Ιακρία. Τα είδη της μακίας, όπως τα *Arbutus unedo*, *Erica arborea* και *Myrtus communis* είναι σπάνια και ασυνεχώς κατανεμημένα στο Κεντρικό Αιγαίο. Ο περιοριστικός παράγοντας είναι προφανώς η ελάχιστη υγρασία του εδάφους (Runemark 1971, Delipetrou & Georghiou 2000).

4) Τα **φρύγανα** είναι ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης στο Κεντρικό Αιγαίο. Στα μικρά νησιά η κατάσταση είναι πολύπλοκη: σε ορισμένα από αυτά υπάρχει κανονικά αναπτυγμένη φρυγανική βλάστηση, ενώ σε άλλα κυριαρχεί μια υπερπαρακίτια βλάστηση πολύ ιδιαίτερης σύνθεσης. Σε ορισμένα μεγαλύτερα και απομονωμένα νησιά, όπως είναι η Ανάφη και η Αστυπάλαια, τα φρύγανα αποτελούν τη φυσική βλάστηση σε όλες τις θέσεις με αυξημένη ξηρασία. Στα μεγάλα νησιά τα φρύγανα έχουν εξαπλωθεί λόγω της αποδάσωσης. Όμως, η εγκατάλειψη της γεωργίας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη φρυγανικής βλάστησης και σε εκτάσεις που καλλιεργούνταν κατά τις προηγούμενες δεκαετίες. Τα φρύγανα παρουσιάζουν υψηλή ποικιλότητα από θάμνους, συχνά αγκαθωτούς, γεώφυτα και ετήσια είδη. Η σύνθεση των ειδών των φρυγάνων είναι ανάλογη με το πέτρωμα (π.χ. κρυσταλλοσχιστώδη, ασβεστόλιθοι, νεότεροι ηφαιστειακοί σχηματισμοί). Πολλά από τα φρυγανικά είδη είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε ολόκληρο το Κεντρικό Αιγαίο, αλλά συχνά με ένα κενό στα μικρά «ωκεάνια» νησιά ανάμεσα στην Αστυπάλαια και στην Κάροπαθο. Παραδείγματα τέτοιων ειδών είναι τα *Calicotome villosa*, *Coridothymus capitatus*, *Genista acanthoclada*, *Sarcopoterium spinosum*, *Satureja thymbra*, *Carlina corymbosa*, *Oryzopsis coerulescens*, *Iris sisyrinchium*, *Astragalus hamosus* και *Bupleurum gracile*. Υπάρχουν όμως και πολυάριθμα άλλα είδη διαφόρων βιομορφών (τουλάχιστον 50, εκτός των γεωφύτων, των οποίων η κατανομή δεν είναι επαρκώς καταγεγραμμένη), που κατανέμονται ασυνεχώς στο Κεντρικό Αιγαίο. Τα περισσότερα από τα είδη αυτά είναι κοινά σε όλες τις φυτογεωγραφικές περιοχές περιμετρικά του Αιγαίου. Τα ασυνεχή πρότυπα κατανομής αυτών των ειδών δεν μπορούν να αντιστοιχιστούν σε κάποιο γεωγραφικό ή οικολογικό πρότυπο, αλλά φαίνεται να είναι τυχαία (Runemark 1971, Delipetrou & Georghiou 2000).

5) Αζωνική βλάστηση:

i) Το **μεσόφιλο στοιχείο της βλάστησης** αναπτύσσεται σε κοιλάδες με αυξημένη υγρασία, κατά μήκος ρεμάτων και στα λίγα έλη της περιοχής. Αποτελείται κυρίως από είδη με ευρεία εξάπλωση στην Κεντρική Ευρώπη, όπως τα *Rumex conglomeratus*, *Primula vulgaris*, *Athyrium filix femina*, *Epilobium adnatum*, *E. hirsutum* και *E. parviflorum* και από τα δενδρώδη είδη το *Alnus glutinosa*. Λόγω της σπανιότητας των κατάλληλων ενδιαιτημάτων, τα είδη που απαρτίζουν το συγκεκριμένο τύπο βλάστησης εμφανίζουν πολύ διασπασμένα πρότυπα κατανομής. Η σημερινή γεωγραφική κατανομή του στοιχείου αυτού δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μελέτη της ιστορίας της βλάστησης, διότι αντανακλά τις υπάρχουσες οικολογικές συνθήκες. Επίσης, η έλλειψη τάσεων διαφοροποίησης μεταξύ των ειδών του συγκεκριμένου τύπου βλάστησης από περιοχή σε περιοχή καταδεικνύουν την πρόσφατη δημιουργία του τύπου αυτού βλάστησης στο Αιγαίο (Runemark 1971, Delipetrou & Georghiou 2000).

ii) **Η χλωρίδα των γκρεμών:** Ο αριθμός των αποκλειστικών χασμοφύτων στα αγγειόσπερμα του Κεντρικού Αιγαίου είναι πάνω από 60. Περίπου 50 από αυτά περιορίζονται σε κρυσταλλικά ασβεστολιθικά γκρεμνά. Τα περισσότερα από τα χασμόφυτα αυτά είναι θάμνοι απομονωμένοι ταξινομικά (π.χ. Davis 1951, Runemark 1971) και αναπτύσσονται σε παράκτια ασβεστολιθικά γκρεμνά. Λίγα είναι ενδημικά του Κεντρικού Αιγαίου, όπως π.χ. τα *Helichrysum amorginum*, *Centaurea oliveriana*, *Pimpinella pretenderis*, *Campanula calaminthifolia* και *C. heterophylla*. Τα υπόλοιπα χασμόφυτα υπάρχουν επίσης και στα νησιά του Τόξου του Νοτίου Αιγαίου, και κυρίως στην Κρήτη. Ένας μικρός αριθμός αυτών φτάνει ως τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου και ελάχιστα ως την ηπειρωτική Ελλάδα.

β) Νησιά Ανατολικού Αιγαίου:

Εκτός από το έργο των Rechinger & Rechinger - Moser (1951), δεν έχω υπόψη μου κάποια άλλη εργασία, η οποία να αναφέρεται γενικά και συνολικά στους τύπους βλάστησης και στις φυτοκοινωνίες των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου, γι' αυτό και παρουσιάζω ορισμένα μόνο γενικά στοιχεία.

Όπως προαναφέρθηκε, στη Σάμο υπάρχει σαφής ζώνη ορεινής βλάστησης, ενώ στην Κω και στην Ιακρία υπάρχουν στοιχεία ορεινής βλάστησης (Εικόνα Ι).

Στη Σάμο υπάρχουν σημαντικής επιφάνειας **δάση τραχείας πεύκης** (*Pinus brutia*), όπου το είδος αυτό απαντάται μέχρι το υψόμετρο των 900-1.000 m. Η τραχεία πεύκη υπάρχει σε μικρές συστάδες στην Ιακρία και καταγράφεται ακόμη στην Κω, στη Λέρο και στη Σύμη. Στην Κω υπάρχουν και υπολείμματα δάσους κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*), ενώ φυσικά δάση του είδους αυτού υπάρχουν στη Σύμη και στην Κω. Για την Κάλυμνο και τη Λέρο, οι Rechinger & Rechinger - Moser (1951) δε θεωρούν σίγουρο ότι η ύπαρξη του κυπαρισσιού είναι φυσική.

Η **μακία βλάστηση στη Σάμο** φτάνει μέχρι το υψόμετρο των 600 m. Οι Rechinger & Rechinger - Moser (1951) ονομάζουν «μακία βλάστηση» τη βλάστηση σκληροφύλλων της Σάμου, που περιλαμβάνει τόσο *Arbutus* sp. και *Laurus nobilis*, κατ' εξοχήν είδη της μακίας, αλλά και *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Cistus* sp. και *Quercus ilex* και *Quercus coccifera*. Η βλάστηση αυτή υπάρχει κυρίως σε θέσεις με βόρεια και δυτική έκθεση, ενώ σε θέσεις με νότια έκθεση αντικαθίσταται από **φρυγανική βλάστηση** με *Anthyllis hermanniae*, *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *Pistacia lentiscus* και *Calicotome villosa*. Όπου όμως υπάρχει διαταραχή από την υπερβόσκηση ή από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, κυριαρχεί το *Sarcopoterium spinosum*. Στα φαράγγια που καταλήγουν στη βόρεια ακτή του νησιού υπάρχουν στοές με πλατάνια *Platanus orientalis*.

Σημαντική μακία βλάστηση, πλούσια σε είδη υπάρχει στην Κω και στη Λέρο, ενώ στην Ιακρία, στην Κάλυμνο και στην Πάτμο είναι περιορισμένη. Στους Φούρνους υπάρχουν μόνο κάποιες θέσεις με υπολείμματα θαμνώδους βλάστησης σκληροφύλλων, με κυρίαρχα τα *Pistacia lentiscus* και *Erica verticillata*.

Η φρυγανική βλάστηση είναι παρόμοια με αυτή των Κυκλάδων ως προς τη σύνθεσή της, με κύρια είδη τα *Calicotome villosa*, *Coridothymus capitatus*, *Genista acanthoclada*, *Sarcopoterium spinosum*, *Satureja thymbra*.

γ) **Τόξο Νοτίου Αιγαίου:**

Οι σημαντικότερες φυτοκοινωνίες της **Κρήτης** συνοψίζονται από τους Rechinger & Rechinger – Moser (1951), Zohary & Orshan (1966), Gradstein & Smittenberg (1977), Hager (1985), Barbero & Quezel (1980, 1989), Zaffran (1990), Turland et al. (1993), Mayer (1994), Jahn & Schönfelder (1995), Bergmeier (2002) και περιγράφονται μεταξύ άλλων από τους Horvat et al. (1974) και Mayer (1984).

Όπως σημειώνει η Carlström (1987), σχετικά λίγες εργασίες υπάρχουν για τους τύπους βλάστησης στην **περιοχή της Ρόδου**. Πριν από τη “*Phytogeographia Aegaea*” των Rechinger & Rechinger – Moser (1951), υπήρχε μία γενική περιγραφή των δασών και των φρυγάνων. Η εργασία των Gehu et al. (1989) εξετάζει τη **βλάστηση των παρακτίων περιοχών της Ρόδου και της Καρπάθου**. Μικρή αναφορά στη βλάστηση της **Καρπάθου** κάνουν και οι Greuter et al. (1983).

Η επί οκτώ χιλιετίες επίδραση του ανθρώπου έχει σαφώς «αποτυπωθεί» στη σημερινή βλάστηση της Κρήτης. Τα δάση κυπαρισσιού, δρυός, σφενδάμου και πλατάνου για τα οποία υπάρχει η μαρτυρία του Θεοφράστου, αλλά και τα δάση που αναφέρει στην «*Οδύσσεια*» ο Όμηρος, έχουν σήμερα περιοριστεί σε ελάχιστο ποσοστό της έκτασής της. Εκτός από την επίδραση του ανθρώπου, στον περιορισμό των δασών συνέβαλε και η αλλαγή του κλίματος, το οποίο έγινε ξηρότερο.

Η σημερινή εικόνα της βλάστησης της Κρήτης χαρακτηρίζεται σε μεγάλο βαθμό αφενός από τις γεωργικές καλλιέργειες και κυρίως από αυτήν της ελιάς και αφετέρου από διάφορα στάδια υποβάθμισης των αείφυλλων δασών, από τη μακία, τα *garigue* και τα φρύγανα (Jahn & Schönfelder 1995).

Δάση, μακία και θαμνώνες: Όλα τα δάση της Κρήτης, εκτός από τα παρόχθια, ανήκουν στην κλάση *Quercetea ilicis*. Λόγω των πυρκαγιών, της ξύλευσης, της βόσκησης, αλλά και της καταστροφής του εδάφους, σε πολλές θέσεις τα δασικά είδη υπάρχουν σε θαμνώδη μορφή. Θέσεις με δάση σε κατάσταση «κλίμαξ» (climax) κατάσταση (*Quercetalia ilicis*) υπάρχουν ακόμη κυρίως στη Μεσομεσογειακή ζώνη βλάστησης. Οι τάξεις στις οποίες διακρίνονται τα δάση, η μακία και οι θαμνώνες της Κρήτης είναι:

1) *Prasio majoris-Ceratonietum siliquae* στη θερμομεσογειακή ζώνη βλάστησης, περιορισμένη κυρίως στη νότια και ανατολική Κρήτη. Υπολείμματα των κλίμαξ-διαπλάσεων *Oleo-Ceratonion*, που ανήκουν στην κλάση *Quercetea ilicis*, έχουν περιοριστεί και καλύπτουν μόνο μικρές εκτάσεις.

2) *Cyclameno cretici-Quercetum ilicis* σε σχιστολίθους στη μεσομεσογειακή ζώνη στο ημίγρο δυτικό και κεντρικό τμήμα του νησιού. Οι διαπλάσεις αυτές είναι σε γενικές γραμμές σπάνιες. Οι πιο υγρές ασβεστολιθικές θέσεις διαφοροποιούνται με κουμαριές *Arbutus andrachne* και δάφνη *Laurus nobilis*, ενώ οι πιο υγρές σχιστολιθικές χαρακτηρίζονται από *Arbutus unedo*, *Erica arborea* και *Chamaecytisus creticus*. Οι διαπλάσεις αυτές συχνά δίνουν τη θέση τους σε μακία *A. unedo* - *E. arborea* με παρόμοια σύνθεση, όπου η αριά *Quercus ilex* έχει μικρό ρόλο. Στη δυτική Κρήτη, συχνά σε εν δυνάμει θέσεις *Q. ilex*, υπάρχουν παλαιά δάση καστανιας.

3) *Aristolobio creticae* – *Quercetum cocciferae*, όπου κυριαρχεί το πουρνάρι *Quercus coccifera*, που είναι και το πιο άφθονο είδος των Fagaceae στην Κρήτη. Στη θαμνώδη του μορφή αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο διαφόρων τύπων *garigue*, αλλά ευκαιριακά στη δενδρώδη του μορφή σχηματίζει και δάση με υποόροφο από είδη των φρυγάνων και της μακίας. Η φυτοκοινωνία αυτή καλύπτει μεγάλες επιφάνειες στην Κρήτη, κυρίως στη νότια πλευρά των ορεινών όγκων σε υψόμετρο μεταξύ 300 και 1.000 m.

4) Η φυλλοβόλα χνουδωτή βελανιδιά *Quercus pubescens* και η ημιαιθαλής ήμερη βελανιδιά *Q. ithaburensis* ssp. *macrolepis* σχηματίζουν μόνο μικρά δάση ή δευτερογενείς σχηματισμούς κυρίως σε βαθιά εδάφη των κατώτερων ζωνών μέχρι το υψόμετρο των 800 m, κυρίως στο βόρειο τμήμα του νησιού.

5) Η τραχεία πεύκη *Pinus brutia* είναι το μοναδικό ιθαγενές είδος πεύκης στην περιοχή της Κρήτης και συναντάται κυρίως σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις είναι σχετικά χαμηλές. Μπορεί να αναπτύσσεται από το επίπεδο της θάλασσας έως το υψόμετρο των 1.200m, κυρίως σε ασβεστολίθους και ασβεστούχα εδάφη. Τα δάση της τραχείας πεύκης φαίνεται να είχαν πιο περιορισμένη εξάπλωση στο νησί κατά το παρελθόν. Η σημερινή εκτεταμένη οριζόντια και κάθετη

εξάπλωσή τους οφείλεται πιθανώς σε μια μετέπειτα εισβολή του είδους σε περιοχές κατεστραμμένων δασών πλατύφυλλων, τόσο αειφύλλων όσο και φυλλοβόλων, και μακίας βλάστησης (Zohary & Orshan 1966).

6) Κυπαρισσοδάση (*Luquilo nodulosae* – *Cupressetum sempervirentis*) υπάρχουν σε υψόμετρα μεταξύ 800 και 1.500m στις νότιες πλαγιές των Λευκών Ορέων, του Ψηλορείτη και της Δίκτης.

7) Μια ιδιαιτερότητα της βλάστησης των φαραγγιών είναι τα «δάση των φαραγγιών», όπως τα χαρακτηρίζει ο Greuter (1975b). Πρόκειται για θαμνώνες πλούσιους σε λιάνες, με *Ficus carica*, *Pistacia terebinthus* και τοπικά, σπάνια είδη, όπως *Celtis tournefortii* και *Cotinus coggygria*.

8) Στις όχθες των χειμάρρων και των ποταμών αναπτύσσονται τα παρόχθια δάση ή οι παρόχθιες στοές (αζωνική βλάστηση) με κυρίαρχο είδος τον πλάτανο της ανατολής (*Platanus orientalis*). Άλλα χαρακτηριστικά είδη είναι η πικροδάφνη (*Nerium oleander*), η λυγαριά (*Vitex agnus – castus*) και το αλμυρίκι (*Tamarix parviflora*) (Κλάση *Nerio-Tamaricetea*).

9) Δάση και συστάδες του υποενδημικού φοίνικα του Θεοφράστου (*Phoenix theophrasti*) υπάρχουν σε εννέα παράκτιες θέσεις στην Κρήτη.

Φρύγανα – garigue: Οι τύποι αυτοί της βλάστησης παρουσιάζουν ευρεία εξάπλωση σήμερα στην Κρήτη. Στις περιοχές με garigue κυριαρχούν τα εν δυνάμει δενδρώδη και θαμνώδη είδη των δασών και κατατάσσονται στην τάξη *Pistacio-Rhamnetalia*. Τα φρύγανα και οι θέσεις με τη βλάστηση αρχικών σταδίων του garigue, όπου κυριαρχούν τα χαμαιφύτα, κατατάσσονται στην κλάση *Cisto-Micromerietea*. Στην Κρήτη υπάρχουν διάφοροι τύποι φρυγάνων, αναλόγως με τα κυρίαρχα είδη θάμνων, από τα οποία κυριαρχούν τα *Sarcopoterium spinosum*, *Genista acanthoclada*, *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *Calicotome villosa* και *Cistus* sp. Χαρακτηριστικό της φρυγανικής βλάστησης είναι η υψηλή ποικιλότητα σε ποώδη είδη που φύονται στο χώρο μεταξύ των θάμνων.

Υπαλπικοί θαμνώνες με προσκεφαλόμορφους αγκαθωτούς θάμνους, στα μεγάλα υψόμετρα των ορεινών όγκων από 1.500 έως 2.400 m και μάλιστα ακόμη και σε θέσεις που παραμένουν για μακρύ χρονικό διάστημα καλυμμένες από χιόνι και είναι εκτεθειμένες στους ανέμους. Πρόκειται για τον τύπο βλάστησης με τα περισσότερα ενδημικά είδη φυτών στην Κρήτη, μετά τα γιρεμνά και τις σχισμές των βράχων.

Αζωνική βλάστηση, εκτός αυτής των παραποτάμιων και παραχειμάρριων περιοχών και υγροτόπων, είναι η βλάστηση των **αμμωδών ακτών** και **βραχωδών ακτών**, με τα χαρακτηριστικά αλόφυτα, και η **χασμοφυτική βλάστηση**, που, λόγω του μεγάλου αριθμού ενδημικών ειδών που περιλαμβάνει (περίπου 40% των συνολικών χασμοφυτών), έχει μεγάλη σημασία για τη χλωρίδα της Κρήτης. Τα γιρεμνά αποτέλεσαν καταφύγια για την επιβίωση πολλών ενδημικών φυτών. Ορισμένα είδη χασμοφυτών εξαπλώνονται από την Κρήτη μέχρι την Κάρπαθο και τη Ρόδο και μόνο το *Ptilostemon chamaepeuce* εξαπλώνεται και ανατολικότερα στη Μεσόγειο (Κυπριωτάκης 1998, Jahn & Schönfelder 1995).

Τέλος, πλήθος ανθρωπόφιλων ειδών φυτών αναπτύσσεται στις περιοχές όπου ο άνθρωπος αναπτύσσει τις δραστηριότητές του.

Σύμφωνα με τους Jahn & Schönfelder (1995), οι ζώνες βλάστησης της Κρήτης, οι οποίες δεν μπορούν να οριοθετηθούν αυστηρά και αλληλεπικαλύπτονται μερικώς, είναι:

- **Θερμομεσογειακή ζώνη βλάστησης:** πλησίον των ακτών, σε υψόμετρο 0-300 m. Χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη πολύ θερμόφιλων ειδών, όπως τα *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Juniperus phoenicea*, *Phoenix theophrasti*, *Euphorbia dendroides*, *Prasium majus*, *Stipa capensis*, *Aristida caerulea*.
- **Μεσομεσογειακή ζώνη βλάστησης (200-900m):** η πραγματική μεσογειακή ζώνη με *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Calicotome villosa*, *Phlomis fruticosa*.
- **Υπερμεσογειακή ζώνη βλάστησης (800-1.500m):** δάση κυπαρισσιού, σφανδάμου και πουρναριού, με *Berberis cretica* και τη σπάνια αμπελιτσά *Zelkova abelicea*, όπως και τα *Helichrysum microphyllum* και *Origanum microphyllum*. Πολλά από τα είδη αυτά διεισδύουν βαθύτερα σε φαράγγια με ψυχρό και υγρό τοπικό κλίμα.
- **Ορομεσογειακή ζώνη βλάστησης (1.300-1.700m):** λίγο διακριτή ζώνη βλάστησης, με αγκαθωτούς υπαλπικούς θάμνους, όπως οι *Rhamnus prunifolia*, *Prunus prostrata* και *Astracantha cretica*, αλλά και κάποιων ειδών της επόμενης ζώνης. Αντιστοιχεί στην ορεινή ζώνη οξιάς – ελάτου της κεντρικής Ευρώπης.
- **Υψομεσογειακή (υπαλπική) ζώνη βλάστησης (1.500-2.450m):** υπαλπικοί θαμνώνες με προσιεφαλόμορφους αγκαθωτούς θάμνους.

Αλπική ζώνη όπου κυριαρχούν τα ποώδη είδη δεν υπάρχει στην Κρήτη.

Η σημερινή εικόνα της βλάστησης των **Κυθάρων** είναι αναμφίβολα αποτέλεσμα της ανθρώπινης επίδρασης. Παλαιότερα στο νησί επικρατούσε θαμνώδης βλάστηση (μακία), η οποία καταστράφηκε από τον άνθρωπο για τη δημιουργία καλλιεργήσιμων εδαφών και βοσκοτόπων. Η ύπαρξη υπολειμμάτων της βλάστησης αυτής στα όρια καλλιεργούμενων εκτάσεων μαρτυρεί την πρότερη κυριαρχία της, ιδιαιτέρως στο κεντρικό τμήμα του νησιού. Ο περιορισμός της κτηνοτροφίας και η εγκατάλειψη καλλιεργειών κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες επέτρεψε την ανάκαμψη της θαμνώδους βλάστησης σε αρκετές περιοχές του νησιού. Υπολείμματα δάσους δρυός (*Quercus macrolepis*) υπάρχουν ακόμη στη βόρεια πλευρά του νησιού. Άλλος τύπος θαμνώδους βλάστησης με τη μορφή μικτού δάσους είναι η διάπλαση φοινικικής αρκεύθου *Juniperus phoenicea*. Σε περιοχές με αυξημένη υγρασία αναπτύσσονται υγρόφιλα είδη, όπως ο πλάτανος της ανατολής, η λυγαριά και η μυρτιά. Μεμονωμένα άτομα κυπαρισσιού αλλά και μεγάλες συστάδες υπάρχουν σε όλο το νησί. Φρυγανική βλάστηση έχει αναπτυχθεί σε εγκαταλελειμμένους αγρούς, σε περιοχές με έντονη βόσκηση και σε περιοχές όπου μετά από πυρκαγιά η βόσκηση δεν επέτρεψε τη φυσική ανάκαμψη της βλάστησης (Κομηνός 1995).

Ο κύριος τύπος βλάστησης της **Καρπάθου και των γειτονικών της νησιών** είναι τα φρύγανα, που παρουσιάζουν μεγάλο πλούτο ειδών μονοετών και γεωφύτων. Στην Κάρπαθο υπάρχουν θέσεις με αμιγές δάσος τραχείας πεύκης, το οποίο φαίνεται να είναι σχετικώς πρόσφατος σχηματισμός σε πολλές περιοχές. Αντιθέτως με αυτό που οι Rechinger & Rechinger - Moser (1951) αναμένουν και ο Browicz (1978) θεωρεί ως δεδομένο, το κυπαρίσσι απουσιάζει από την περιοχή της Καρπάθου, όπως απουσιάζουν και οι φυλλοβόλες βελανιδιές, αλλά και η πλειοψηφία άλλων δενδρωδών ειδών του Αιγαίου. Τα *Quercus ilex*, *Arbutus unedo* και *Styrax officinalis* περιορίζονται σήμερα σε διάσπαρτες, προφυλαγμένες θέσεις, αλλά ενδεχομένως να είχαν ευρύτερη εξάπλωση στο παρελθόν. Αραιοί σχηματισμοί *Juniperus macrocarpa* είναι χαρακτηριστικοί των ακτών. Στο όρος Καλή Λίμνη, λίγα άτομα του ενδημικού δέντρου *Crataegus monogyna* ssp. *aegeica* και *Acer sempervirens* μπορούν να θεωρηθούν ως υπολείμματα ενός πιο εκτεταμένου ορεινού δάσους φυλλοβόλων. Αλπική ζώνη βλάστησης δεν υπάρχει, καθώς οι υψηλότερες βουνοκορυφές δεν ξεπερνούν το εν δυνάμει δασοόριο, αν και λίγα είδη, όπως το *Arabis alpina*, μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκουν στο φτωχό χλωριδικό στοιχείο των βουνών (Greuter et al. 1983).

Παρά το σχετικά μεγάλο μέγιστο υψόμετρο της και παρά τη γειτνίασή της με ηπειρωτική περιοχή, η **Ρόδος** δε διαθέτει σαφή ορεινή ζώνη βλάστησης και αυτό μπορεί να οφείλεται σε κάποια γεωστορικά γεγονότα (Rechinger & Rechinger-Moser 1951). Παρά την εκτεταμένη εικχέρωση, στη Ρόδο υπάρχουν ακόμη και σήμερα μεγάλες περιοχές με δάση τραχείας πεύκης και κυπαρισσιού. Η **Χάλκη** και η **Τήλος** έχουν εκχερσωθεί σχεδόν ολοκληρωτικά, ενώ στη **Σύμη** υπάρχουν υπολείμματα προϋπάρχοντος δάσους πεύκου και κυπαρισσιού. Ως αποτέλεσμα της δράσης του ανθρώπου, μόνο τμήματα με δάσος σκληρόφυλλων και φυλλοβόλων διατηρούνται έως σήμερα, κυρίως στους πρόποδες των βουνών, στις κοιλάδες και κατά μήκος των οχθών των ποταμών. Τα δάση της λικιδάμβραρης *Liquidambar orientalis* στη Ρόδο περιορίζονται σε κοιλάδες, πεδιάδες και άλλες υγρές θέσεις. Στον υποόροφό τους τυπικό είδος είναι η δάφνη *Laurus nobilis* και λιγότερο συχνή η κουτσουπιά *Cercis siliquastrum*, με τις οποίες συνυπάρχουν αρκετά πώδη είδη. Από τις διαπλάσεις με θαμνώδη είδη, απαντώνται τόσο φρύγανα, όσο και μακία. Η δεύτερη εντοπίζεται στους πρόποδες βουνών, στα κατώτερα σημεία λαγκαδιών και γενικότερα σε περιοχές όπου υπάρχει άφθονο υπόγειο ύδωρ για τα φυτά. Η βλάστηση των γιρεμών της Ρόδου περιλαμβάνει περίπου 63 τάξα. Η υψομετρική ζώνωση του όρους Αττάβυρος θεωρείται αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μικρές θέσεις μεγάλων σε ηλικία δέντρων *Quercus coccifera* και *Phillyrea latifolia* υπάρχουν στο όρος Αττάβυρος σε υψόμετρο 1.000 m περίπου, σημαντικά ψηλότερα από το σημερινό δασοόριο. Η κορυφή του όρους είναι σημαντικά υποβαθμισμένη, με κυρίαρχα είδη τα *Onopordum bracteatum*, *Picnomon acarna* και *Carlina corymbosa*. Άλλα χαρακτηριστικά είδη των μεγαλύτερων υψομέτρων είναι τα *Quercus coccifera*, *Euphorbia acanthothamnus* και *Origanum onites*, καθώς και ένας σημαντικός αριθμός ποωδών μονοετών. Το

μικρό ορεινό χλωριδικό στοιχείο εκπροσωπείται από τα *Arabis alpina* ssp. *brevifolia*, *Anemone blanda*, *Vincetoxicum canescens*, *Scilla longistyla*. Στις αμμώδεις και χαλικώδεις αιτές, που κυριαρχούν στη Ρόδο, αλλά και στις βραχώδεις φυτρώδεις είδη ανθεκτικά στο αλάτι, τα περισσότερα από τα οποία έχουν ευρεία εξάπλωση στις μεσογειακές ή στις μεσογειακές και ατλαντικές αιτές (Carlström 1987).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ: Πίνακες & Χάρτες

Πίνακας Π.1: Τα 197 νησιά της περιοχής μελέτης κατά φωτογεωγραφική περιοχή του Αιγαίου. Οι αξιόντες αριθμοί (α/α) αντιστοιχούν στα σημεία της γραφικής παράστασης 3.1. ΦΠ: φωτογεωγραφική περιοχή (Κεντρικό: ΚΑ, Ανατολικό: ΑΑ και Νότιο Αιγαίο: ΝΑ) σε αλφαβητική σειρά.

Ορισμένα μικρονησιά αναφέρονται στη βιβλιογραφία με περισσότερα από ένα ονόματα και κάποια αναφέρονται ή με διαφορετικά ονόματα στους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού. Σε κάποιες περιπτώσεις αναφέρονται επίσης εντός παρενθέσεων οι κωδικοί των νησιών στην αντίστοιχη βιβλιογραφική αναφορά, για τη διευκόλυνση της αντιπαράβολής. Το «Kth13» είναι μικρονησί της Καρπάθου, για το οποίο δε βρέθηκε ονομασία στις βιβλιογραφικές πηγές.

Το γεωγραφικό μήκος και πλάτος δίνουν την ακριβή θέση των νησιών. Η έκταση των νησιών απεικονίζεται στη συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνουν στο επίπεδο, σε τετραγωνικά χιλιόμετρα (km²). Πηγή των εκτάσεων των νησιών ήταν οι ψηφιακοί χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού, εκτός στην περίπτωση των νησίδων Αράτη, Χαλκιάς, Προνί και Γαϊδαρονησί Καρπάθου, Τρεις Πιέρες και Φύρα Κάσου που η έκταση προέρχεται από την αντίστοιχη βιβλιογραφία της χλωρίδας.

Ο αριθμός των αργεακών φυτικών ειδών προήλθε από την επεξεργασία των χλωριδικών δεδομένων των βιβλιογραφικών αναφορών της τελευταίας στήλης του Πίνακα. Ο αριθμός των αργεακών φυτικών ειδών της Μήλου προέρχεται από τον προσδιορισμό των δειγμάτων, των καταγραφών πεδίου και των υπαρχουσών βιβλιογραφικών αναφορών.

Το υψόμετρο των νησιών προέρχεται από τους ψηφιακούς χάρτες ή τις βιβλιογραφικές αναφορές για τη χλωρίδα τους και σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται κατά προσέγγιση.

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγ. πλάτος	Γεωγ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
1	ΚΑ	Λισιαμάτης	Γάυρονήσια (Α της Άνδρου)	37°51'22"	24°44'47"	0,0265	140	15	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
2	ΚΑ	Αμοργός	Α Κυκλάδες	36°50'50"	25°54'10"	121,3333	587	821	Kalheber 1996
3	ΚΑ	Αντίπαρος	Πάρος (Κυκλάδες)	37°00'00"	25°03'00"	35,0625	358	300	Raus 1996
4	ΚΑ	Ασκηνή (Ασκηνιά)	Σύμπλεγμα Χριστιανών Σαντορίνης (Κυκλάδες)	36°14'05"	25°12'48"	0,2579	31	168	Hansen 1971
5	ΚΑ	Γιάρος	Κυκλάδες	37°36'43"	24°42'46"	17,5502	236	491	Τζανουδάκης 1981
6	ΚΑ	Γαϊδαρονησί (Fundort 23)	Πάρος (Κυκλάδες)	37°09'27"	25°16'05"	0,1439	97	>20	Raus 1996
7	ΚΑ	Γλαροπούνα (Fundort 67) (Γλαρόμυτι)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°58'46"	25°06'36"	0,2068	88	<20	Raus 1996
8	ΚΑ	Δεσποτικό Πάρου (Fundort 93-94)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°57'48"	25°00'07"	7,7137	107	188	Raus 1996
9	ΚΑ	Δηλό (Fundort 79)	Πάρος (Κυκλάδες)	37°03'18"	25°04'57"	0,4887	93	<20	Raus 1996

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
10	ΚΑ	Θεοτόκος	Άνδρος (Α της Άνδρου)	37°52'33"	24°57'26"	0,0117	73	20	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
11	ΚΑ	Θηρασιά	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°26'02"	25°20'16"	9,2262	145	295	Hansen 1971
12	ΚΑ	Κριός ή Πρασονήσι Γιάφρου	Γιάφρος (Κυκλάδες)	37°35'54"	24°40'56"	0,0014	9	<20	Τζανουδάκης 1981
13	ΚΑ	Μακεδόνα (Νήσος Πράσο)	Γάυρονήσια (Α της Άνδρου)	37°51'10"	24°44'43"	0,0174	109	15	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
14	ΚΑ	Μούρα Ανατολική (74)	Ανατολικά της Αμοργού	36°59'48"	26°22'52"	0,1527	38	20	Πανίτσα 1997
15	ΚΑ	Μούρα Δυτική (75)	Ανατολικά της Αμοργού	36°59'43"	26°22'06"	0,1335	32	20	Πανίτσα 1997
16	ΚΑ	Μήλος	Δ Κυκλάδες	36°40'50"	24°26'18"	158,2731	496	748	Rechinger 1943, Browicz 1997, Κυπριτάκης 2001, Strid & Tan (1997-2002)
17	ΚΑ	Νάξος	Νάξος (Κυκλάδες)	37°03'18"	25°28'23"	430,1743	1046	1001	Böhling 1994, 1995, Hansen 1971, Rackham 1978, Raus 1986
18	ΚΑ	Νέα Καρμένη	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°24'16"	25°23'53"	3,4295	145	131	Hansen 1971, Rackham 1978, Raus 1986
19	ΚΑ	Παλαά Καρμένη	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°23'50"	25°22'50"	0,5209	45	98,5	Hansen 1971
20	ΚΑ	Παντερονήσι (Fundort 66)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°58'16"	25°07'09"	0,4772	34	>40	Raus 1996
21	ΚΑ	Πάρος	Κυκλάδες	37°04'07"	25°11'30"	196,6799	801	724	Raus 1996
22	ΚΑ	Πεταλίδα (Fundort 90)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°57'12"	25°04'20"	0,0018	16	<20	Raus 1996
23	ΚΑ	Πλάτη Άνδρου	Γάυρονήσια (Α της Άνδρου)	37°51'31"	24°44'21"	0,0034	20	10	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
24	ΚΑ	Σαντορίνη (Θήρα)	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°24'12"	25°26'29"	75,7368	564	567	Hansen 1971, Rackham 1978, Raus 1991, Biel 2005
25	ΚΑ	Σέριφος	Δ Κυκλάδες	37°09'36"	24°29'00"	74,0925	692	587	Μάλακατζές 1928, Rechinger 1943, 1949, Strid & Tan 1997-2002, Livaniou-Tiniakou et al. 2003
26	ΚΑ	Στακάλα Βράχος	Άνδρος (Α της Άνδρου)	37°53'34"	24°57'25"	0,005	27	22	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
27	ΚΑ	Στρογγυλό Πάρος (Fundort 95) (Στρογγύλη)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°57'03"	24°57'40"	1,624	79	135	Raus 1996
28	ΚΑ	Σουρλι Γιάφρου (Φούλης)	Γιάφρος (Κυκλάδες)	37°36'35"	24°39'25"	0,026	17	>20	Τζανουδάκης 1981

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
29	ΚΑ	Σύρος	Κυκλάδες	37°26'30"	24°54'40"	83,7809	628	442	Σαολής 1994
30	ΚΑ	Τήνηι Πέλοου (Fundort 65)	Πέλοος (Κυκλάδες)	36°58'37"	25°06'58"	0,0726	54	<20	Raus 1996
31	ΚΑ	Τουρλίτης	Γαυρονήσια (Α της Άνδρου)	37°50'46"	24°35'57"	0,001	4	20	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
32	ΚΑ	Τρίονησι (Fundort 60) (Δρυονήσι)	Πέλοος	36°59'33"	25°14'26"	0,3717	29	>20	Raus 1996
33	ΚΑ	Τσιμνίδι (Fundort 92)	Πέλοος	36°58'34"	25°01'07"	0,0832	40	<20	Raus 1996
34	ΚΑ	Φιλίτζι (Fundort 28) (Φιλίτσι ή Φιλίδι)	Πέλοος	37°07'30"	25°17'25"	0,1826	29	<20	Raus 1996
35	ΚΑ	Χελάνδρου βράχος	Άνδρος (Α της Άνδρου)	37°53'15"	24°57'27"	0,0029	14	13	Snogerup & Snogerup 1987, 2004
36	ΚΑ	Χοιστιανή	Συμπλεγμα Χοιστιανών Σπαντορίνης (Κυκλάδες)	36°14'60"	25°12'14"	1,8887	71	283	Hansen 1971
37	ΑΑ	Αγαθονήσι (11, N14)	Αγαθονήσι (Β Δοδεκάνησα)	37°27'52"	26°58'20"	13,4393	320	209	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1998
38	ΑΑ	Αγία Κυρασιά Καλύμνου	Κάλυμνος	36°58'34"	26°54'40"	0,1501	48	63	Hansen 1980
39	ΑΑ	Αγία Κυρασιά Λέρου (64)	Λέρος	37°09'50"	26°52'45"	0,1221	60	76	Πανίτσα 1997
40	ΑΑ	Άγιος Ανδρέας Καλύμνου	Κάλυμνος	36°55'56"	26°56'11"	0,0379	35	10	Hansen 1980
41	ΑΑ	Άγιος Νικόλαος Κω (Μικρό Καστίλι)	Κως	36°45'00"	26°59'16"	0,0034	89	>20	Hansen 1980
42	ΑΑ	Άγιος Νικόλαος Σάμου (N11)	Σάμος (Νησίδες Διαπόρεια ΒΑ της Σάμου)	37°47'45"	26°58'17"	0,1157	69	30	Πανίτσα 1997
43	ΑΑ	Αγριλούσα ή Γουλλούσα (Αγρελούσσα) (N25)	Λαοί	37°21'52"	26°42'23"	1,3242	87	81	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
44	ΑΑ	Αλατονήσι Φούρνων	Φούρνοι	37°31'56"	26°24'55"	0,2954	53	142	Christodoulakis et al. 2001
45	ΑΑ	Απάνω νησί Καλύμνου (Μεγάλο και Μικρό μαζί, ενιαία)	Κάλυμνος (Δυτικά της Τελένδου)	37°00'20"	26°53'07"	0,0951	77	42	Hansen 1980
46	ΑΑ	Αρεφούσα (N36)	Λειψοί	37°20'01"	26°42'48"	0,1773	44	65	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
47	ΑΑ	Λαοί (N23)	Λαοί	37°23'00"	26°44'30"	6,7667	254	150	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
48	ΑΑ	Ασπρονήσι Ανατολικά του Βόρειου Ασπρονήσιου (N42)	Λειψοί	37°19'00"	26°48'10"	0,0081	1	15	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
49	ΑΑ	Ασπρονήσι Ανατολικό (Μικρό Ασπρονήσι) (N44)	Λειψοί	37°18'26"	26°48'28"	0,0355	34	30	Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
50	ΑΑ	Ασπρονήσι Βόρειο (Μεγάλο)	Λειψοί	37°19'04"	26°48'19"	0,0552	44	30	Πανίτσα 1997, Panitsa &

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
		Λασιρονήσι (N41)							Τζανουδάκης 2001
51	ΑΑ	Λασιρονήσι Βορειοδυτικά του Ανατολικού Λασιρονησίου (Μικρό Λασιρονήσι) (N45)	Λειψοί	37°18'31"	26°48'11"	0,0497	45	25	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
52	ΑΑ	Λασιρονήσι Νοτιοανατολικό (Κουλούρα 1) (Νότια Λασιρονήσια) (N46)	Λειψοί	37°17'04"	26°47'57"	0,0785	73	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
53	ΑΑ	Λασιρονήσι Νοτιοδυτικό (Κουλούρα 2) (N47)	Λειψοί	37°17'03"	26°47'35"	0,0199	43	30	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
54	ΑΑ	Βερόνα (66) (Λερικό)	Λέρος	37°05'50"	26°53'20"	0,0647	60	15	Πανίτσα 1997
55	ΑΑ	Γλαρονήσι Βόρειο Λέρου (67) (Μικρό Γλαρονήσι)	Λέρος	37°05'30"	26°52'55"	0,061	58	15	Πανίτσα 1997
56	ΑΑ	Γλαρονήσι Νότιο Λέρου (68) (Μεγάλο Γλαρονήσι)	Λέρος	37°05'10"	26°53'00"	0,1255	73	28	Πανίτσα 1997
57	ΑΑ	Γυάλι	Κως (Νοτίως της Κω)	36°39'40"	27°06'47"	4,546	238	180	Βροφας et al. 2001
58	ΑΑ	Θύμανα Φούρνων	Φούρνοι	37°35'07"	26°26'10"	10,1516	90	470	Christodoulakis et al. 2001
59	ΑΑ	Ικαρία	Ικαρία	37°35'59"	26°09'01"	254,6762	825	1.037	Christodoulakis 1996a, 1996b
60	ΑΑ	Τριμα Ανατολική (N72)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλόλιμνου-Γιμας	37°02'30"	27°08'50"	0,0176	18	20	Πανίτσα 1997
61	ΑΑ	Τριμα Δυτική (N73) (Λίμνις)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλόλιμνου-Γιμας	37°02'10"	27°09'05"	0,026	20	15	Πανίτσα 1997
62	ΑΑ	Καλαπόδι μεγάλο (Καραπόδια) (N58)	Λειψοί	37°15'23"	26°48'47"	0,0418	54	25	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
63	ΑΑ	Καλαπόδι μικρό (N59)	Λειψοί	37°15'20"	26°48'15"	0,0076	13	5	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
64	ΑΑ	Καλόβολος (N33)	Ληρσοί	37°21'23"	26°46'01"	0,3057	67	66	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
65	ΑΑ	Καλόλιμνος (N70)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλόλιμνου-Γιμας	37°16'15"	26°44'50"	1,9232	152	116	Πανίτσα 1997
66	ΑΑ	Κάλυμνος	Α Λιγίο	37°00'08"	26°58'06"	110,8024	535	909	Hansen 1980, Zervou et al. 2009
67	ΑΑ	Κανδέλουσα (Κανδελιούσσα Νισύρου)	Νισύρος	36°30'11"	26°58'13"	1,3685	55	103	Παπαύτσου 1975
68	ΑΑ	Καππαρονήσι (Κάπαρη) (N55)	Λειψοί	37°03'50"	27°05'30"	0,0707	56	18	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
69	ΑΑ	Κατσαργιανάκι (I7, N20)	Αγροθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°28'00"	27°00'05"	0,0021	17	10	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1998
70	ΑΑ	Κατσαργιάνι (I6, N19)	Αγροθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°20'30"	26°43'00"	0,0879	74	30	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1998
71	ΑΑ	Κεσιριά Φούρνων	Φούρνοι	37°34'29"	26°27'52"	0,6704	12	69	Christodoulakis et al. 2001
72	ΑΑ	Κομμμένο νησί (N37)	Λειψοί	37°28'03"	27°00'26"	0,0239	33	10	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
73	ΑΑ	Κοιμάρσο (Κόμαρος) (N24)	Αγροί	37°24'05"	26°43'20"	0,0573	38	20	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
74	ΑΑ	Κουβελονήσι (I8, N21)	Αγροθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°25'46"	26°58'46"	0,2254	59	50	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1998
75	ΑΑ	Κως	Α Λιγιάτιο	36°47'57"	27°08'09"	288,1025	1035	846	Hansen 1980, Browicz 1994, Chilton 2004
76	ΑΑ	Λειψοί (N35)	Λειψοί	37°18'00"	26°46'00"	15,8698	462	277	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
77	ΑΑ	Λύρα (Κυρά) (N48)	Λειψοί	37°16'50"	26°46'00"	0,0416	54	40	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
78	ΑΑ	Μακρονήσι Λοκίων (N32)	Αγροί	37°21'44"	26°45'15"	0,2596	76	40	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
79	ΑΑ	Μακρονήσι Λειψών (N54)	Λειψοί	37°16'28"	26°44'11"	0,1974	55	30	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
80	ΑΑ	Μακρονήσι Σάμου (N12)	Σάμος (Νησιδες Διαπόρεια ΒΑ της Σάμου)	37°48'01"	26°59'56"	0,0326	16	34	Παλιτσα 1997
81	ΑΑ	Μακρονήσι Φούρνων	Φούρνοι	37°30'40"	26°29'49"	0,6531	5	>40	Christodoulakis et al. 2001
82	ΑΑ	Μαράθι (Μάραθος) (N27)	Αγροί	37°22'12"	26°43'35"	0,3523	87	51	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
83	ΑΑ	Μεγάλος Ανθρωποτόφος Φούρνων (Μεγάλος Ανθρωποτόφος)	Φούρνοι	37°30'55"	26°32'28"	0,5424	12	70	Christodoulakis et al. 2001
84	ΑΑ	Μινερωνήσι (Morene, Σμινερωνήσι) (N28)	Αγροί	37°21'32"	26°44'36"	0,0226	46	20	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
85	ΑΑ	Νερονήσι (I5, N18)	Αγροθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°28'30"	26°59'30"	0,4434	26	63	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1998
86	ΑΑ	Νησίδα Βορειοανατολικά του Πιάτου Λειψών (N53)	Λειψοί	37°16'50"	26°45'00"	0,0005	1	2	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001
87	ΑΑ	Νησίδα Βορειοανατολικά του Ψώνου Λειψών (N51)	Λειψοί	37°16'15"	26°45'15"	0,005	11	10	Παλιτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 2001

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
88	ΑΑ	Νησίδα Μανώλη (N39)	Λειψοί	37°20'19"	26°43'44"	0,0279	53	30	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
89	ΑΑ	Νίσυρος	Α Αργάτιο	36°35'28"	27°10'24"	41,2791	486	698	Παπάρτσου 1975, Burton 1991
90	ΑΑ	Παπλώματα (Πάπλωμα) (N40)	Λειψοί	37°18'30"	26°46'50"	0,0069	27	3	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
91	ΑΑ	Πάτριος	Α Αργάτιο	37°21'24"	26°33'19"	34,2175	377	269	Møller 1994
92	ΑΑ	Παχειά	Νίσυρος	36°34'12"	27°04'20"	1,1622	28	137	Παπάρτσου 1975
93	ΑΑ	Πηγανούσα (N65)	Λέρος	37°07'50"	26°54'00"	0,37	101	139	Πανίτσα 1997
94	ΑΑ	Πιάτο (N52)	Λειψοί	37°16'40"	26°44'40"	0,0461	55	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
95	ΑΑ	Πιάτσι, Λειψών	Λειψοί	37°16'19"	26°45'06"	0,0709	55	50	Panitsa & Τζανουδάκης 1991
96	ΑΑ	Πίττα (Ψαθονήσι) (I2, N15)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°29'06"	26°57'10"	0,1254	45	10	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 1998
97	ΑΑ	Πίττα Καλολιμνου-Ιμίων (N69)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολιμνου-Ιμίας	37°05'10"	27°04'00"	0,0212	21	16	Πανίτσα 1997
98	ΑΑ	Πλακάκι Φούρνων (Ξέρα Πλακάκι)	Φούρνοι	37°31'01"	26°29'17"	0,0028	5	<20	Christodoulakis et al. 2001
99	ΑΑ	Πλαπούσα (Πατέλα) (N62)	Λέρος	37°12'10"	26°49'00"	0,0192	17	10	Πανίτσα 1997
100	ΑΑ	Πλατύ (Άγιος Νικόλαος Καλόμνου)	Καλόμνος (μεταξύ Καλόμνου και Ψεφίμου)	36°56'35"	27°05'40"	0,7238	43	>40	Hansen 1980
101	ΑΑ	Πλόγυρος (Σταυρί) (N49)	Λειψοί	37°16'06"	26°45'30"	0,0709	58	67	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
102	ΑΑ	Πρασονήσι Καλολιμνου-Ιμίων (N71)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολιμνου-Ιμίας	37°03'15"	27°04'55"	0,012	32	15	Πανίτσα 1997
103	ΑΑ	Πρασονήσι Αγαθονησίου (Πράσο) (I4, N17)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°29'01"	26°59'29"	0,0116	15	2	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 1998
104	ΑΑ	Πρασονήσι Σάμου (N13)	Σάμος (Νησίδες Διαπόρεια ΒΑ της Σάμου)	37°47'51"	26°57'47"	0,0072	14	10	Πανίτσα 1997
105	ΑΑ	Πυργούσα (Περγούσα)	Νίσυρος	36°35'20"	27°02'50"	1,1632	47	81	Παπάρτσου 1975
106	ΑΑ	Σαμιοπούλα	Α Αργάτιο	37°37'40"	26°47'47"	1,0114	173	154	Christodoulakis 2000
107	ΑΑ	Σάμος	Α Αργάτιο	37°44'09"	26°48'44"	478,7386	1247	1.443	Christodoulakis 1984 & 1986, Christodoulakis & Georgiadis 1990, Snogerup & Snogerup 1993, Burton 1999,

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
108	ΑΑ	Σαρδένα (N57)	Λειψοί	37°14'00"	26°42'40"	0,0189	16	30	Chilton 2005 Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
109	ΑΑ	Σπαρτονήσι Λειψών (N38)	Λειψοί	37°20'21"	26°43'12"	0,0398	38	15	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
110	ΑΑ	Στρογγυλή Αρκών (N26)	Αρκοί	37°22'25"	26°43'02"	0,2106	66	91	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
111	ΑΑ	Στρογγυλή Αγαθονήσιου (Στρογγυλή) (I3, N16)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°29'12"	26°58'50"	0,0938	63	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 1998
112	ΑΑ	Στρογγυλή Λέροου (N63)	Λέρος	37°12'50"	26°48'45"	0,1783	42	76	Πανίτσα 1997
113	ΑΑ	Στρογγυλή Νισύρου	Νισύρος	36°40'51"	27°10'45"	0,2135	14	128	Παπύτσου 1975 Christodoulakis et al. 2001
114	ΑΑ	Στρογγυλό Φούρνων	Φούρνοι	37°31'25"	26°29'42"	0,0579	4	>20	Christodoulakis et al. 2001
115	ΑΑ	Σύμη	Α Αγιάτο	36°35'55"	27°50'06"	58	405	600	Carlström 1987
116	ΑΑ	Τέλενδος	Α Αγιάτο	37°00'12"	26°54'11"	4,6541	274	458	Hansen 1980 Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
117	ΑΑ	Τριγανάτι (Αβάντιστος) (N29)	Αρκοί	37°22'00"	26°44'55"	0,0452	54	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001 Carlström 1987, Πανίτσα & Τζανουδάκης 2000
118	ΑΑ	Τήλος	Α Αγιάτο	36°25'22"	27°22'25"	61,83	340	600	Πανίτσα 1997
119	ΑΑ	Τρωπητή Μεγάλη (60)	Λέρος	37°12'55"	26°48'55"	0,0725	72	30	Πανίτσα 1997
120	ΑΑ	Τρωπητή Μικρή (61)	Λέρος	37°12'50"	26°48'55"	0,0173	43	15	Πανίτσα 1997
121	ΑΑ	Τσούτσα μεγάλη (Ζούια μεγάλη ή Τσούτσα) (N30)	Αρκοί	37°21'36"	26°45'00"	0,0309	86	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
122	ΑΑ	Τσούτσα μικρή (Ζούια μικρή ή Τσουιάτι) (N31)	Αρκοί	37°21'37"	26°44'50"	0,0048	76	15	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
123	ΑΑ	Φαρμακονήσι (I9, N22)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°17'21"	27°05'10"	3,9124	200	111	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 1998 Christodoulakis et al. 2001
124	ΑΑ	Φούρνοι	Φούρνοι	37°34'24"	26°29'27"	30,606	218	430	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
125	ΑΑ	Φραγκονήσι (Φράγκος) (N56)	Λειψοί	37°15'25"	26°43'10"	0,2223	101	75	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
126	ΑΑ	Ψαθί (Σπαρτονήσι, Κυράκι, Ψαθονήσι) (N34)	Αρκοί	37°21'06"	26°45'27"	0,052	72	20	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
127	ΑΑ	Ψέριμος	Α Αγιάτο	36°56'21"	27°08'35"	14,6324	221	208	Hansen 1980 Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001
128	ΑΑ	Ψώνος (Σόμο ή Ψώμιος) (N50)	Λειψοί	37°16'03"	26°45'08"	0,0267	92	30	Πανίτσα 1997, Panitsa & Τζανουδάκης 2001

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
129	NA	Άγρια Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	35°36'40"	23°34'46"	0,7987	94	101	Christodoulakis et al. 1991
130	NA	Αμμούνι (Αμμούνι)	Κάπραθος	35°49'28"	27°14'06"	0,0136	114	43	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
131	NA	Αντιδραγονέρα	Κύθηρα	36°14'15"	23°06'50"	0,1903	88	40	Τζανουδάκης et al. 1998, Panitsa et al. 2004
132	NA	Αντικύθηρα	Αντικύθηρα	35°51'50"	23°17'57"	19,6785	336	378	Greuter & Rechinger 1967, Τζανουδάκης et al. 1998, 2006
133	NA	Άνω Κουρικό (Β Κουρέα ή Κουρούα)	Κάσος (Δ της Κάσου)	35°21'33"	26°50'19"	0,0275	24	28	Raus 1989
134	NA	Αρμάθια	Κάσος	35°26'15"	26°51'47"	2,5765	175	111	Raus 1989
135	NA	Αυγιά (Χύτρα)	Κύθηρα	36°06'00"	22°59'50"	0,3121	14	208	Τζανουδάκης et al. 1998, Panitsa et al. 2004
136	NA	Αφέτη (Π10) (Άφωτη)	Κάπραθος	35°30'25"	27°12'55"	0,001	5	4	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
137	NA	Βόρεια Στόμαρα	Κάπραθος	35°49'00"	27°12'50"	0,0171	69	19	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
138	NA	Βόρειος Άγιος Γεώργιος (Αγριέλαα) (Α1JN)	Καστελλόριζο	36°09'03"	29°36'13"	0,014	85	<20	Greuter 1979
139	NA	Γαίδουρονησι (Ι8)	Κάπραθος	35°30'17"	27°13'10"	0,002	46	12	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
140	NA	Γαύδος	Κρήτη (στο Λιβικό πέλαγος)	34°50'38"	24°05'25"	32,7192	471	360	Bergmeier et al. 1997
141	NA	Γιαννιάδα	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°19'42"	26°10'25"	2,1079	212	150	Christodoulakis et al. 1990, Bergmeier & Dimopoulos 2001
142	NA	Δεσποτιό	Κάπραθος	35°30'48"	27°13'10"	0,0042	27	9	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
143	NA	Δακτύλιος	Κάπραθος	35°26'54"	27°05'35"	0,0385	54	33	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
144	NA	Δραγονάδα (Δραγονάδα)	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°20'47"	26°10'43"	2,8667	230	125	Christodoulakis et al. 1990, Bergmeier & Dimopoulos 2001
145	NA	Ήμερη Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	35°38'30"	23°35'14"	0,7209	112	116	Christodoulakis et al. 1991
146	NA	Θυμωιές Αντικύθηρων (μεγάλη νησίδα)	Αντικύθηρα	35°53'35"	23°18'10"	0,014	8	18	Τζανουδάκης et al. 1998, 2006

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
147	NA	Kth13	Κάρπαθος	35°38'06"	27°07'00"	0,0109	9	7	Höner 1990
148	NA	Καπέλο	Κύθηρα	36°07'15"	23°05'40"	0,0029	1	10	Tzanoudakis et al. 1998, Panitsa et al. 2004
149	NA	Κάρηνα	Κρήτη (Β της Κρήτης, κόλπος Σούδας, απέναντι από την Αλμυρίδα)	35°27'19"	24°11'39"	0,0323	67	<20	Βολαδάκης & Γιαννίτσας 1995
150	NA	Καροφυλλός (Καροφυλλο, Καροφυλλονήσι, Κόσκινο)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°27'31"	26°54'41"	0,0315	20	18	Raus 1989
151	NA	Κάρπαθος	Κάρπαθος	35°33'41"	27°09'03"	300,9094	1009	1.215	Greuter et al. 1983, Gehu et al. 1989, Turland & Chilton 1994, Jahn & Schönfelder 1995, Raus 1996, Chilton 2003
152	NA	Κάσος	Κάσος	35°23'25"	26°55'02"	66,7063	553	601	Greuter et al. 1983, Jahn & Schönfelder 1995, Raus 1996
153	NA	Κάτω Κουρνό (Ν Κουρέι, Ν Κουρούι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	35°21'20"	26°50'35"	0,0413	17	38	Raus 1989
154	NA	Κουρονήσι	Κουρονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°56'23"	26°08'22"	4,1781	272	64	Bergmeier et al. 2001
155	NA	Κρήτη	Κρήτη	35°12'51"	25°08'16"	8264,62	1795	2.456	Jahn & Schönfelder 1995
156	NA	Κύθηρα	Κύθηρα	36°14'58"	22°59'52"	277,228	741	507	Greuter & Rechner 1967, Γιαννίτσας 1969, Ιατρού 1994, Yannitsaros 1998, 2004
157	NA	Λιδιά (Μακρονήσι Κυθήρων)	Κύθηρα	36°11'35"	22°54'05"	0,0425	15	27	Tzanoudakis et al. 1998, Panitsa et al. 2004
158	NA	Λύτρα (Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΑ της Αρμάθιας)	35°25'50"	26°49'27"	0,0485	20	34	Raus 1989
159	NA	Μαυρό (Μακρονήσι Κάσου, Μάυρα)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°27'12"	26°53'50"	0,3086	65	29	Raus 1989
160	NA	Μακρουλή Κρήτης	Κουρονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°57'17"	26°07'48"	0,0665	114	7	Bergmeier et al. 2001
161	NA	Μεγάλη Δραγονέρα	Κύθηρα	36°13'20"	23°06'45"	0,3833	109	36	Tzanoudakis et al. 1998, Panitsa et al. 2004

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
162	NA	Μεγάλο Ποντικονήσι (Δ Πλατωνήσι, Δ Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	35°25'53"	26°50'16"	0,777	27	25	Raus 1989
163	NA	Μεγάλο Στρογγυλό	Κύθηρα	36°10'30"	22°54'40"	0,0189	11	29	Τzanoudakis et al. 1998, Panitsa et al. 2004
164	NA	Μεγίστη (Καστελλόριζο)	Καστελλόριζο	36°08'41"	29°34'56"	9,1815	395	272	Greuter 1979
165	NA	Μικρό Ποντικονήσι (Α Πλατωνήσι, Α Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	35°25'57"	26°50'31"	0,0402	22	22	Raus 1989
166	NA	Μικρονήσι Κρήτης	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος, Α της Χρυσής)	34°52'34"	25°44'39"	0,1243	70	16	Bergmeier et al. 2001
167	NA	Μοίρα (Ι7)	Κάροπαθος	35°27'00"	27°11'10"	0,0357	124	38	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
168	NA	Νήσαφος (Ι15)	Κάροπαθος	35°25'00"	27°06'45"	0,003	3	16	Höner 1990
169	NA	Νότια Στόματα (Ι2)	Κάροπαθος	35°48'46"	27°12'50"	0,0078	32	6	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
170	NA	Νότιος Άγιος Γεώργιος (Μαύρο) (Α11S)	Καστελλόριζο (ΒΑ ακτή Μεγίστης)	36°08'57"	29°36'07"	0,0104	122	<20	Greuter 1979
171	NA	Νότιος Σοχλασιάς	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	35°20'42"	26°51'38"	0,0122	30	<20	Raus 1989
172	NA	Παξιμάδα	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°22'35"	26°10'28"	0,3141	68	136	Christodoulakis et al. 1990, Bergmeier & Dimopoulos 2001
173	NA	Πλάτη	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	35°21'42"	26°49'37"	0,2109	26	31	Raus 1989
174	NA	Πολυφύργος (Πολυφάδος) (Pο1N & Pο1S)	Καστελλόριζο (ΒΑ ακτή Μεγίστης)	36°09'11"	29°36'04"	0,0022	39	<20	Greuter 1979
175	NA	Ποριώνη (Πόριο, Ποριωνήσι, Κουτσουμπου)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°26'46"	26°53'07"	0,0227	15	13	Raus 1989
176	NA	Πρασονήσι 1 (Ι6)	Κάροπαθος	35°26'15"	27°10'10"	0,0076	55	18	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
177	NA	Πρασονήσι 2 (Ι12)	Κάροπαθος	35°49'47"	27°12'50"	0,0046	8	20-30	Höner 1990
178	NA	Πρασονήσι Κυθήρων	Κύθηρα	36°16'00"	23°05'55"	0,0291	15	13	Τzanoudakis et al. 1998, Panitsa et al. 2004
179	NA	Πρασού (Πόριον Αντικυθήρων)	Αντικυθήρα	35°58'28"	23°14'43"	0,3506	98	120	Τzanoudakis et al. 1998, 2006
180	NA	Προνή (Ι4)	Κάροπαθος	35°32'40"	27°06'57"	0,0025	53	8	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
181	NA	Ρόδος	Ρόδος	36°10'15"	27°54'59"	1407,6827	1105	1.240	Carlström 1987, Gehu et al. 1989, Chilton 2002
182	NA	Ρω	Καστελλόριζο	36°09'18"	29°29'53"	1,4796	160	~100	Greuter 1979

α/α	ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Μέγιστο Υψόμετρο (m)	Βιβλιογραφικές πηγές
183	NA	Σαρξία	Κάσπαθος	35°51'41''	27°13'07''	20,5207	381	630	Greuter et al. 1983, Jahn & Schönfelder 1995, Raus 1996
184	NA	Σέλλα	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	35°26'14''	27°00'40''	0,0061	1	<20	Raus 1989
185	NA	Στρογγυλή Καστελλορίζου	Καστελλορίζο	36°06'52''	29°38'09''	0,987	146	~100	Greuter 1979
186	NA	Στρογγυλή Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°57'34''	26°08'05''	0,1518	108	19	Bergmeier et al. 2001
187	NA	Στρογγυλό Κάσου (Στρογγυλή Κάσου)	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	35°26'20''	27°00'51''	0,0255	14	38	Raus 1989
188	NA	Σιώναστρο (I3)	Κάσπαθος	35°35'30''	27°03'55''	0,1241	131	67	Höner & Greuter 1988, Höner 1990
189	NA	Τράχηλας (Ανώγειμο Κασονήσι)	Κάσος (Ν της Κάσου)	35°21'10''	26°53'56''	0,0027	20	<20	Raus 1989
190	NA	Τράχηλος	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°55'15''	26°07'52''	0,1369	96	43	Bergmeier et al. 2001
191	NA	Τρεις Πέτρες	Κάσος (Ν της Κάσου)	35°23'35''	26°57'44''	0,00044	4	<20	Raus 1989
192	NA	Φύρα	Κάσος (N-NA της Κάσου)	35°23'06''	26°57'23''	0,00094	13	<20	Raus 1989
193	NA	Χάλαρη	Ρόδος	36°13'42''	27°34'17''	27,2019	367	601	Carlström 1987
194	NA	Χαλαπίες (Π14)	Κάσπαθος	35°27'48''	27°06'20''	0,0015	1	16	Höner 1990
195	NA	Χρυσή (Γαΐδουφρονήσι)	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	34°52'20''	25°42'18''	4,728	275	27	Brullo & Guarino 2000, Bergmeier et al. 2001
196	NA	Ψωμί (Ψω) (Psom)	Καστελλορίζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	36°09'14''	29°36'32''	0,003	33	<20	Greuter 1979
197	NA	Ψωράδια (Psot)	Καστελλορίζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	36°09'07''	29°35'46''	0,0089	107	<20	Greuter 1979

Πίνακας Π.2: Ομαδοποίηση των νησιών με παρόμοια ή ίση έκταση σε Κεντρικό και Ανατολικό Αιγαίο, σε Κεντρικό και Νότιο και σε Νότιο και Ανατολικό Αιγαίο, για τη σύγκριση των αντίστοιχων σχέσεων έκτασης – αριθμού ειδών.

Κεντρικό Αιγαίο				Ανατολικό Αιγαίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Πεταλίδα (Fundort 90)	Πάρος (Κυκλάδες)	0,0018	16	Κατσαργάναι (I7, N20)	Αγαθονήσι (B Δωδεκάνησα)	0,0021	17
Χελάνδρου βράχος	Άνδρος (A της Άνδρου)	0,0029	14	Πλακάκι Φούρνων (Ξέρρα Πλακάκι)	Φούρνοι	0,0028	5
Πλάτη Άνδρου	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,0034	20	Άγιος Νικόλαος Κω (Μικρό Καστροί)	Κως	0,0034	89
Στακάλα Βράχος	Άνδρος (A της Άνδρου)	0,005	27	Νησίδα Βορειοανατολικά του Ψώνου Λειψών (N51)	Λειψοί	0,005	11
Θεοτόκος	Άνδρος (A της Άνδρου)	0,0117	73	Πρασσονήσι Αγαθονησίου (Πράσο) (I4, N17)	Αγαθονήσι (B Δωδεκάνησα)	0,0116	15
Μακεδόνια (Νήσος Πράσο)	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,0174	109	Τρωπητή Μικρή (61)	Λέρος	0,0173	43
Σουφλι Γυάρου (Φοβής)	Γυάρος (Κυκλάδες)	0,026	17	Τρία Δυτική (N73) (Λίμνις)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολίμνου-Γιμιας	0,026	20
Ακραμάτης	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,0265	140	Ψώνος (Σόμο ή Ψώμος) (N50)	Λειψοί	0,0267	92
Τηγάνι Πάρου (Fundort 65)	Πάρος (Κυκλάδες)	0,0726	54	Τρωπητή Μεγάλη (60)	Λέρος	0,0725	72
Θεοτόκος	Άνδρος (A της Άνδρου)	0,0117	73	Πρασσονήσι Καλολίμνου-Γιμιας (N71)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολίμνου-Γιμιας	0,012	32

Κεντρικό Αιγίο				Ανατολικό Αιγίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km²)	S
Μαύρα Ανατολική (74)	Ανατολικά της Αμοργού	0,1527	38	Αγία Κυριακή	Κάλυμνος	0,1501	48
Νέα Καθμένη	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	3,4295	145	Φαρμακονήσι (19, Ν22)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	3,9124	200
Γιάρος	Κυκλάδες	17,5502	236	Λειψοί (Ν35)	Λειψοί	15,8698	462
Αντίπαρος	Πάρος (Κυκλάδες)	35,0625	358	Πάτριος	Α Αιγίο	34,2175	377
Αμοργός	Α Κυκλάδες	121,3333	587	Κάλυμνος	Α Αιγίο	110,8024	535
Νάξος	Νάξος (Κυκλάδες)	430,1743	1046	Σάμος	Α Αιγίο	478,7386	1247

Κεντρικό Αιγίο				Νότιο Αιγίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km²)	S
Τουρλίτης	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,001	4	Αφάτη (Π10) (Άφωτη)	Κάρπαθος	0,001	5
Κριός ή Προσσονήσι	Γιάρος (Κυκλάδες)	0,0014	9	Χαλιτιάς (Π14)	Κάρπαθος	0,0015	1
Χελάνδρου βράχος	Άνδρος (Α της Άνδρου)	0,0029	14	Καπέλο	Κύθηρα	0,0029	1
Πλάτη Άνδρου	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,0034	20	Νήσαρος (Π15)	Κάρπαθος	0,003	3
Μακεδόνα (Νήσος Πράσο)	Γαυριονήσια (Δ της Άνδρου)	0,0174	109	Βόρεια Στόματα	Κάρπαθος	0,0171	69

Κεντρικό Αιγαίο				Νότιο Αιγαίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Μαύρα Δυτική (75)	Ανατολικά της Αμοργού	0,1335	32	Τρέγγλος	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	0,1369	96
Μαύρα Ανατολική (74)	Ανατολικά της Αμοργού	0,1527	38	Στρογγυλή Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	0,1518	108
Φιλίζι (Fundort 28) (Φιλίτσι ή Φιλίδι)	Πάρος	0,1826	29	Αντιδραγονέρα	Κύθηρα	0,1903	88
Τριονήσι (Fundort 60) (Δρυονήσι)	Πάρος	0,3717	29	Μεγάλη Δραγονέρα	Κύθηρα	0,3833	109
Στρογγυλό Πάρου (Fundort 95) (Στρογγύλη)	Πάρος (Κυριάδες)	1,624	79	Ρω	Καστελλόριζο	1,4796	160
Θηρασιά	Σαντορίνη (Κυριάδες)	9,2262	145	Μεγίστη (Καστελλόριζο)	Καστελλόριζο	9,1815	395
Γιάρος	Κυριάδες	17,5502	236	Αντιύθηρα	Αντιύθηρα	19,6785	336
Αντίπαρος	Πάρος (Κυριάδες)	35,0625	358	Γαύδος	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	32,7192	471
Πάρος	Κυριάδες	196,6799	801	Κύθηρα	Κύθηρα	277,228	741

Νότιο Αιγαίο				Ανατολικό Αιγαίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Τρεις Πέτρες	Κάσος (Ν της Κάσου)	0,00044	4	Νησίδα Βορειοανατολικά του Πλάτου Λειφών (Ν53)	Λειψοί	0,0005	1
Γαϊδουρονήσι (18)	Κάριπαθος	0,002	46	Κάτσαγκανάκι (17, Ν20)	Αγιοθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	0,0021	17

Νότιο Αιγαίο			Ανατολικό Αιγαίο				
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Τράχηλας (Ανώγυμο Κασονήσι)	Κάσος (Ν της Κάσου)	0,0027	20	Πλακιά Φούρνων (Ξέρα Πλακιά)	Φούρνοι	0,0028	5
Νήσαρος (I15)	Κάρπαθος	0,003	3	Άγιος Νικόλαος Κω (Μικρό Καστέι)	Κως	0,0034	89
Πρασονήσι 2 (I12)	Κάρπαθος	0,0046	8	Τσοῦσα μικρή (Ζούβα μικρή ή Τσουκάκι) (N31)	Αρχοί	0,0048	76
Σέλλα	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	0,0061	1	Παπλώματα (Πάπλωμα) (N40)	Λειψοί	0,0069	27
Δεσποτικό	Κάρπαθος	0,0042	27	Νηρίδα Βορειοανατολικά του Ψώνου Λειψών (N51)	Λειψοί	0,005	11
Πρασονήσι 1 (I6)	Κάρπαθος	0,0076	55	Καλαπόδι μικρό (N59)	Λειψοί	0,0076	13
Νότια Στόματα (I2)	Κάρπαθος	0,0078	32	Δοπρονήσι Ανατολικά του Βόρειου			
Νότιος Χοχλακιάς	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	0,0122	30	Δοπρονήσι (N42)	Λειψοί	0,0081	1
Βόρεια Στόματα	Κάρπαθος	0,0171	69	Πρασονήσι Καλλιμνού-Ιμίων (N71)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλλιμνού-Ιμίας	0,012	32
Μεγάλο Στρογγυλό	Κυθήρα	0,0189	11	Τρύπητη Μικρή (61)	Λέρος	0,0173	43
Ποριώνη (Πόριο, Ποριωνήσι, Κουτσουμπού)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	0,0227	15	Σαράκι (N57)	Λειψοί	0,0189	16
Άνω Κουρικό (Β Κουρέι ή Κουρούβι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	0,0275	24	Μακρονήσι (Morene, Σιμερονήσι) (N28)	Αρχοί	0,0226	46
Κάρανα	Κρήνη (Β της Κρήτης, κόλπος Σουδάς, απέναντι από την Αλυμυρίδα)	0,0323	67	Νηρίδα Μανώλη (N39)	Λειψοί	0,0279	53
				Μακρονήσι Σάμου (N12)	Σάμος (Νησιδες Διαπόρεια ΒΑ της Σάμου)	0,0326	16

Νότιο Αιγαίο				Ανατολικό Αιγαίο			
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησιά	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Μοίρα (17)	Κάρπαθος	0,0357	124	Λασιονήσι Ανατολικό (Μικρό Λασιονήσι) (Ν144)	Λειψοί	0,0355	34
Διακόπτης	Κάρπαθος	0,0385	54	Άγιος Ανδρέας Καλύμνου	Καλύμνος	0,0379	35
Κάτω Κουρικό (Ν Κουρέι, Ν Κουρούκι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	0,0413	17	Λύρα (Κυρά) (Ν148)	Λειψοί	0,0416	54
Μικρό Ποντικονήσι (Α Πλατονήσι, Α Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αριμάθιας)	0,0402	22	Σπαρτονήσι Λειψών (Ν38)	Λειψοί	0,0398	38
Λιδιά (Μακρονήσι Κυθήρων)	Κύθηρα	0,0425	15	Καλαπόδι μεγάλο (Καραπόδια) (Ν58)	Λειψοί	0,0418	54
Λύτρα (Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αριμάθιας)	0,0485	20	Λασιονήσι Βορειοδυτικά του Ανατολικού Λασιονήσιου (Μακρό Λασιονήσι) (Ν45)	Λειψοί	0,0497	45
Μακροβλή Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	0,0665	114	Βελόνα (66) (Λερισκό)	Λέρος	0,0647	60
Σώαστρο (Ι3)	Κάρπαθος	0,1241	131	Άγια Κυριακή Λέρου (64)	Λέρος	0,1221	60
Στρογγυλή Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	0,1518	108	Άγια Κυριακή Καλύμνου	Καλύμνος	0,1501	48
Αντιδραγονέρα	Κύθηρα	0,1903	88	Μακρονήσι Λειψών (Ν54)	Λειψοί	0,1974	55
Πλάτη	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	0,2109	26	Στρογγυλή Αρχών (Ν26)	Αρχοί	0,2106	66

Νότιο Αιγαίο			Ανατολικό Αιγαίο				
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S	Νησιά	Νησιωτικό συγκρότημα	A (km ²)	S
Μακρό (Μακρονήσι Κάσου, Μάκρος)	Κάσος (ΒΑ της Δομάθιας)	0,3086	65	Καλόβολος (Ν33)	Αρκοί	0,3057	67
Πρασσό (Πόριον Αντικυθήρων)	Αντικύθηρα	0,3506	98	Μαρόθι (Μάραθος) (Ν27)	Αρκοί	0,3523	87
Ήμερη Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	0,7209	112	Πλατύ (Άγιος Νικόλαος Καλύμνου)	Κάλυμνος (μεταξύ Καλύμνου και Ψερίμου)	0,7238	43
Ρω	Καστελλόριζο	1,4796	160	Κανδελούσα (Κανδελιούσσα Νισύρου)	Νισυρος	1,3685	55
Δραγονάδα (Δραγονάρα)	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	2,8667	230	Καλόλιμνος (Ν70)	Μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλόλιμνου-Ίμιας	1,9232	152
Κουφονήσι	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	4,1781	272	Φαρμακονήσι (Ι9, Ν22)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	3,9124	200
Χρυσή (Γαίδουρονήσι)	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	4,728	275	Τέλενδος	Α Αιγαίο	4,6541	274
Μεγίστη (Καστελλόριζο)	Καστελλόριζο	9,1815	395	Θύμαινα Φούρων	Φούροι	10,1516	90
Γαύδος	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	32,7192	471	Πάτμος	Α Αιγαίο	34,2175	377
Κάσος	Κάσος	66,7063	553	Τήλος	Α Αιγαίο	61,83	340
Κύθηρα	Κύθηρα	277,228	741	Ικαρία	Ικαρία	254,676	825
Κάρπαθος	Κάρπαθος	300,909	1009	Κως	Α Αιγαίο	288,103	1035

Πίνακας Π.3: Τα μικρά νησιά του Νοτίου Αιγαίου για τα οποία ισχύει το φαινόμενο των μικρών νησιών (εκτός από τα Αράπη, Χαλκιδιάς, Προνή και Γαϊδορρονήσι Καρπάθου, Τρεις Πέτρες και Φύρα Κάσου) και οι παράμετροι που εξετάστηκαν ως προς τη σχέση τους με τον αριθμό των αγροτικών φυτικών ειδών (S). ΝΣ: νησιωτικό συγκρότημα, Α: έκταση, Η: το μέγιστο υψόμετρο σε μέτρα. Στα νησιά όπου το υψόμετρο αναφέρεται ως «<20» χρησιμοποιήθηκε η τιμή 20, για τη Στρογγυλή Καστελλορίζου η τιμή 100 και για το Πρασονήσι 2 της Καρπάθου, προσεγγιστικά η τιμή 25. L: μήκος νησιών, W: πλάτος νησιών, L/W: ο δείκτης σχήματος, «πλ. μεγάλο νησί»: το πλησιέστερο νησί εκτός SIE, D: η απόσταση από το πλησιέστερο μεγάλο νησί, DPD: η απόσταση διείσδυσης διαταραχής, PA: η προστατευμένη επιφάνεια του νησιού και PA/A: το πηλίκο «προστατευμένη έκταση / συνολική έκταση». Στην εφαρμογή των εξισώσεων έγινε μετατροπή των τιμών H, D και DPD σε km.

Νησί	ΝΣ	A (km ²)	S	H (m)	L (m)	W (m)	L/W	Πλ. μεγάλο νησί	D (m)	DPD (m)	PA (km ²)	PA/A
Άγρια Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ Κορήτη)	0,7987	94	101	591,72	1617,87	0,36574	Κορήτη	924,92	75,6	0,0574	0,07187
Αμμοιά (Αμμοιάδι)	Κάραπαθος	0,0136	114	43	99,5	160,45	0,62013	Κάραπαθος	136,62	17,2	0,0076	0,55882
Αντιφραγονέρα	Κύθηρα	0,1903	88	40	746,29	358,79	2,08002	Κύθηρα	539,44	48,7	0,091	0,47819
Άνω Κορινό (Β Κορσέτι ή Κορσούτι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	0,0275	24	28	206,34	146,61	1,40741	Κάσος	272,75	35,2	0,0007	0,02545
Αυγιά (Χύτρα)	Κύθηρα	0,3121	14	208	406,18	1038,02	0,3913	Κύθηρα	3.285,49	68,8	0,001	0,0032
Βόρεια Στόμασα	Κάραπαθος	0,0171	69	19	180,32	111,8	1,61288	Κάραπαθος	22,86	18,8	0,0133	0,77778
Βόρειος Άγιος Γεώργιος (Αγριέλας) (ΑΙJN)	Καστελλορίζο	0,014	85	<20	105,83	174,63	0,60602	Μεγίστη	388,93	19,2	0,0113	0,80714
Δασοπιτό	Κάραπαθος	0,0042	27	9	58,76	90,25	0,65108	Κάραπαθος	454,61	9,7	0,0023	0,54762
Διακόπτης	Κάραπαθος	0,0385	54	33	334,02	114,43	2,91899	Κάραπαθος	74,52	20,5	0,0229	0,59481
Ημερη Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ Κορήτη)	0,7209	112	116	1035,26	1114,9	0,92857	Κορήτη	1.136,33	98,3	0,3411	0,47316
Θυμινές Αντιωθήρων (μεγάλη νησίδα)	Αντιώθηρα	0,014	8	18	112,56	161,23	0,69813	Αντιώθηρα	301,31	14,1	0,0084	0,6
Kith13	Κάραπαθος	0,0109	9	7	79,34	149,06	0,53227	Κάραπαθος	169,03	13,9	0,0071	0,65138
Καπέλο	Κύθηρα	0,0029	1	10	55,31	59,27	0,93319	Κύθηρα	4.420,44	8,8	0,0003	0,10345
Κάργα	Β Κορήτη	0,0323	67	<20	231,97	176,07	1,31749	Κορήτη	245,18	64,2	0,028	0,86687
Καροφυλλός (Καρόφυλλο, Καροφυλλονήσι, Κόσκινο)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	0,0315	20	18	202,17	153,93	1,31339	Αρμάθια	3.963,33	25,9	0,002	0,06349
Κάτω Κορινό (Ν Κορσέτι, Ν Κορσούτι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	0,0413	17	38	271,25	93,83	2,89087	Κάσος	181,9	9	0,0177	0,42857
Λιδικά (Μακρονήσι Κυθήρων)	Κύθηρα	0,0425	15	27	135,4	397,74	0,34042	Κύθηρα	1.170,47	22,3	0,0211	0,49647

Νήσι	ΝΣ	A (km ²)	S	H (m)	L (m)	W (m)	L/W	Πλ. μεγέλο νήσι	D (m)	DPD (m)	PA (km ²)	PA/A
Λύτρα (Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	0,0485	20	34	220,74	211,15	1,04542	Αρμάθια	1.653,93	28,8	0,0066	0,13608
Μιαρό (Μιαχρονήσι Κάσου, Μίαρα)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	0,3086	65	29	364,71	263,93	1,38184	Αρμάθια	1.942,76	54,3	0,1097	0,35548
Μιαφρουλή Κρήτης	Κορυφήσια (Λιβυκό πέλαγος)	0,0665	114	7	351,36	230,72	1,52288	Κορυφήσια	693,86	28,4	0,0127	0,19098
Μεγάλη Δραγονέρα	Κύθηρα	0,3833	109	36	918,51	645,83	1,42222	Κύθηρα	826,38	70,4	0,1713	0,44691
Μεγάλο Ποντικονήσι (Δ Πλατονήσι, Δ Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	0,777	27	25	666,19	110,27	6,04144	Αρμάθια	599,35	1	0,045	0,05792
Μεγάλο Στρογγυλό	Κύθηρα	0,0189	11	29	178,07	202,25	0,88044	Κύθηρα	1.428,53	18,9	0,0067	0,3545
Μίαρό Ποντικονήσι (Α Πλατονήσι, Α Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	0,0402	22	22	183,78	234,32	0,78431	Αρμάθια	351,36	24,3	0,0152	0,37811
Μιαρρονήσι Κρήτης	Κρήτη (Λιβυκό πέλαγος)	0,1243	70	16	450,24	298,7	1,50733	Χρυσή	844,64	49,9	0,0006	0,00483
Μοίρα (Ι7)	Κάριπαθος	0,0357	124	38	251,19	178,84	1,40455	Κάριπαθος	686,06	27,4	0,0184	0,51541
Νήσαφος (Ι15)	Κάριπαθος	0,003	3	16	82,7	79,89	1,03517	Κάριπαθος	588,04	19,2	0,0028	0,93333
Νότια Στόματα (Ι2)	Κάριπαθος	0,0078	32	6	80,54	94,97	0,84806	Κάριπαθος	41,69	13,3	0,0055	0,70513
Νότιος Άγιος Γεώργιος (Μαύρο) (Α1JS)	Καστελόριζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	0,0104	122	<20	113,77	111,13	1,02376	Μερίστη	126,14	18,3	0,00936	0,9
Νότιος Χοχλαϊαίς	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	0,0122	30	<20	95,61	126,16	0,75785	Κάσος	283,55	13,5	0,0062	0,5082
Παξιμάδα	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	0,3141	68	136	254,28	1006,07	0,25275	Δραγονάδα	2600,11	43	0,0355	0,11302
Πλάτη	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	0,2109	26	31	591,86	342,08	1,73018	Κάσος	1334,17	56,8	0,0642	0,30441
Πολυφύγιος (Πολυφύγιος) (ΡοΙΝ & ΡοΙS)	Καστελόριζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	0,0022	39	<20	43,58	60,12	0,72488	Μερίστη	477,56	7,9	0,0015	0,68182
Ποριώνη (Πόριο, Ποριωνήσι, Κουτσουμπου)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	0,0227	15	13	151,16	136,76	1,10529	Αρμάθια	1.203,44	22,4	0,0042	0,18502
Πρασανήσι 1 (Ι6)	Κάριπαθος	0,0076	55	18	84,67	98,1	0,8631	Κάριπαθος	192,91	10,4	0,0057	0,75
Πρασανήσι 2 (Ι12)	Κάριπαθος	0,0046	8	20-30	88,39	61,27	1,44263	Σαρία	326,09	13,4	0,0043	0,93478
Πρασανήσι Κυθήρων	Κύθηρα	0,0291	15	13	188,41	185,83	1,01388	Κύθηρα	1733,09	25,7	0,0129	0,4433
Πρασού (Πόριον Αντικύθηρα)	Αντικύθηρα	0,3506	98	120	832,12	566,76	1,46821	Αντικύθηρα	7512,5	70,9	0,028	0,07986

Νησί	ΝΣ	A (km ²)	S	H (m)	L (m)	W (m)	L/W	Πλ. μεγέλο νησί	D (m)	DPD (m)	PA (km ²)	PA/A
Σέλλα	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	0,0061	1	<20	72,85	88,82	0,8202	Κάσος	362,73	10,9	0,0016	0,2623
Στρογγυλή Καστελλορίζου	Καστελλορίζο	0,987	146	~100	999,55	1018,41	0,98148	----	3.500,09	82,3	0,4935	0,5
Στρογγυλή Κρήτης	Κουφονήσια (Λιβυκό πέλαγος)	0,1518	108	19	309,37	634,47	0,4876	Κουφονήσια	797,00	44,4	0,0505	0,33267
Στρογγυλό Κάσου (Στρογγυλή Κάσου)	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	0,0255	14	38	251,49	115,76	2,17251	Κάσος	507,38	18,9	0,0075	0,29412
Σώκαστρο (13)	Κάροπαθος	0,1241	131	67	386,1	327,94	1,17735	Κάροπαθος	104,62	44,8	0,046	0,37067
Τράχηλας (Ανώγειο Κασονήσι)	Κάσος (Ν της Κάσου)	0,0027	20	<20	66,48	47,92	1,38731	Κάσος	52,88	8,1	0,0004	0,14815
Τράχηλος	Κουφονήσια (Λιβυκό πέλαγος)	0,1369	96	43	253,87	732,59	0,34654	Κουφονήσια	140,65	35,4	0,0507	0,37034
Ψωμί (Ψω) (Psom)	Καστελλορίζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	0,003	33	<20	63,5	60,85	1,04355	Μερίστη	869,01	15,8	0,0026	0,86667
Ψωράδια (Psor)	Καστελλορίζο (ΒΑ ακτή Μερίστης)	0,0089	107	<20	166,69	60,91	2,73666	Μερίστη	81,7217	16,2	0,00623	0,7

Πίνακας Π.4: Ο αριθμός των στενοενδημικών και των συνενδημικών αργειακών φοιτικών ειδών στα νησιά της περιφέρειας μελέτης.

Νησί	A (km ²)	S	Στενοενδημικά είδη
Αμοργός	121,3333	587	1
Αντιύθηρα	19,6785	336	1
Γαύδος	32,7192	471	1
Γιαρία	254,6762	825	5
Κάροπαθος	300,9094	1009	5
Κρήτη	8264,62	1795	119
Κύθηρα	277,228	741	3
Νάξος	430,1743	1046	3
Νισυρος	41,2791	486	1
Ρόδος	1407,6827	1105	4
Σάμος	478,7386	1247	8
Σύμη	58	405	1
			Ενδημικά Κυκλάδων
Αμοργός	121,3333	587	5
Νάξος	430,1743	1046	6
Παλαιά Καρμένη	0,5209	45	1
Πάρος	196,6799	801	5
Σαντορίνη (Θήρα)	75,7368	564	2
Σέριφος	74,0925	692	4
			Ενδημικά Ν Αργαίου
Άγρια Γραμβούσα	0,7987	94	2
Αμμολι	0,0136	114	1
Αντιύθηρα	19,6785	336	4
Αρμάθια	2,5765	175	3
Γαύδος	32,7192	471	1
Γιανισάδα	2,1079	212	3

Νησιά	A (km ²)	S	
Διακόπτης	0,0385	54	1
Δραγονάδα	2,8667	230	2
Ήμερη Γραμβούσα	0,7209	112	1
Κth13	0,0109	9	1
Κάραθος	300,9094	1009	12
Κάσος	66,7063	553	4
Κουφονήσι	4,1781	272	1
Κρήτη	8264,62	1795	16
Κύθηρα	277,228	741	5
Μακρονήσι Κρήτης	0,0665	114	1
Μοίρα	0,0357	124	2
Πρασονήσι 1 (16)	0,0076	55	1
Προvi (14)	0,0025	53	1
Ρόδος	1407,6827	1105	3
Σαρία	20,5207	381	3
Στρογγυλή Κρήτης	0,1518	108	1
Σώκαστρο	0,1241	131	2
Χάλλαη	27,2019	367	1
			Ενδημικά Α Αργαίου
Ασπρονήσι ΝΔ (Κουλούρα 2) (47)	0,0199	43	1
Ιναρία	254,6762	825	1
Κως	288,1025	1035	1
Λειψοί (35)	15,8698	462	1
Πάτμος	34,2175	377	1
Σάμος	478,7386	1247	3
Φοβροvi	30,606	218	1
Χάλλαη	27,2019	367	1
			Ενδημικά Καρφιδιάς του Αργαίου
Αμοργός	121,3333	587	2
Γαύδος	32,7192	471	1

Νησί	A (km ²)	S	
Δραγονάδα	2,8667	230	1
Κάραθαλος	300,9094	1009	1
Κάσος	66,7063	553	3
Μεγάλο Ποντικονήσι	0,777	27	1
Μικρό Ποντικονήσι	0,0402	22	1
Παξιμάδα	0,3141	68	1
Σαρία	20,5207	381	2
Στρογγυλό Κάσσο	0,0255	14	1
Κρήνη	8264,62	1795	6
			Ενδημικά Αιγαιίου
Άγιος Νικόλαος Κω (ή Μικρό Κάστρο)	0,0034	89	2
Άγια Γραμβούσα	0,7987	94	3
Αμμοβι	0,0136	114	1
Αμοργός	121,3333	587	7
Αντιύθηρα	19,6785	336	1
Αντίπαρος	35,0625	358	5
Απάνο Νησί (Μεγάλο και Μικρό μαζί, το ArcView τα δείχνει εναίο νησί) (Καλύμνου)	0,0951	77	1
Αρμάθια	2,5765	175	2
Αυγό ή Χύτρα	0,3121	14	1
Αφέτη (Π10)	0,001	5	1
Βόρεια Στόματα	0,0171	69	1
Γαΐδαρονήσι (Fundort 23)	0,1439	97	1
Γαΐδουρονήσι (18)	0,002	46	1
Γαύδος	32,7192	471	4
Γιαννισάδα	2,1079	212	6
Γλαρονήσι Νότιο Λέροου (68) (Μεγάλο Γλαρονήσι)	0,1255	73	1
Γλαροπούνα (Fundort 67) (Γλαρόμυτι)	0,2068	88	1
Γιάρος	17,5502	236	2
Δεσποτικό	0,0042	27	2
Δεσποτικό Πάρου (Fundort 93-94)	7,7137	107	1

Νήσι		A (km ²)	S	
Διπλό (Fundort 79)		0,4887	93	1
Δραγονάδα		2,8667	230	7
Ήμερη Γραμβούσα		0,7209	112	2
Θηρασιά		9,2262	145	1
Θύμιανα Φούρνων		10,1516	90	1
Ιακρία		254,6762	825	10
Κάλυμνος		110,8024	535	1
Κάρπαθος		300,9094	1009	20
Κάσος		66,7063	553	8
Κάτω Κουρινό		0,0413	17	1
Κουρονήσι		4,1781	272	6
Κρήτη		8264,62	1795	44
Κύθηρα		277,228	741	2
Κως		288,1025	1035	5
Λύτρα		0,0485	20	1
Μιακρό		0,3086	65	1
Μακρουλή Κρήτης		0,0665	114	2
Μιάρα Ανατολική (74)		0,1527	38	3
Μιάρα Δυτική (75)		0,1335	32	2
Μεγάλο Ποντικονήσι		0,777	27	1
Μικρό Ποντικονήσι		0,0402	22	1
Μικρονήσι		0,1243	70	1
Μοίρα		0,0357	124	4
Νάξος		430,1743	1046	29
Νέα Καημένη		3,4295	145	2
Νισυρος		41,2791	486	2
Νότια Στόματα		0,0078	32	2
Νότιος Χοχλαϊάς		0,0122	30	2
Παξιμάδα		0,3141	68	5
Πάρος		196,6799	801	10
Πηγανούσα (65)		0,37	101	1

Νήσι		A (km ²)	S	
Πίττα ή Ψαθονήσι (12) (Ν15 στο Πλάνισα 1997)		0,1254	45	1
Πλάτη		0,2109	26	1
Πρασονήσι 1 (16)		0,0076	55	1
Πρασονήσι Σάμου (13)		0,0072	14	1
Πρασσού (Πόριον Αντικυθήρων)		0,3506	98	2
Ρόδος		1407,6827	1105	6
Σαμιοποβλα		1,0114	173	1
Σάμος		478,7386	1247	7
Σαντορίνη (Θήρα)		75,7368	564	9
Σαρία		20,5207	381	5
Σέριφος		74,0925	692	10
Σουλι Γιάρου (Φούης)		0,026	17	1
Στρογγύλη Καστελλορίζου		0,987	146	1
Στρογγυλό Κάσου		0,0255	14	1
Σύρος		83,7809	628	5
Σώκαστρο		0,1241	131	5
Τέλενδος		4,6541	274	2
Τηγάμι Πάρου (Fundort 65)		0,0726	54	1
Τράχηλας		0,0027	20	1
Τρέχηλος		0,1369	96	2
Τσιμινίδι (Fundort 92)		0,0832	40	1
Φούρνοι		30,606	218	2
Φύρα		0,00094	13	2
Χάλλαη		27,2019	367	5
Χρυσή		4,728	275	3
Ψωριάδια (Psot)		0,0089	107	1

Πίνακας Π.5: Οι SARs 58 Οικογενειών των αγγειακών φυτικών ειδών της περιοχής μελέτης. N: ο συνολικός αριθμός των νηριών της περιοχής μελέτης όπου απαντάται κάθε Οικογένεια, N(SIE): αριθμός νησιών του SIE όπου απαντάται κάθε Οικογένεια (χάρη του συνολικού αριθμού νησιών), Amin: η έκταση του μικρότερου από τα νησιά στα οποία βρίσκεται η Οικογένεια, Smax: ο μέγιστος αριθμός ειδών της Οικογένειας στα νησιά της περιοχής μελέτης, Σ.Σ.: συντελεστής συσχέτισης, c: οι σταθερές των SARs ($10^{0^{(c)}}$). Οι SARs χωρίζονται σε δύο ομάδες: σε αυτές με τιμή \leq μέχρι και 0,20 και σε αυτές με τιμή \geq από 0,21 έως 0,60. Σε κάθε ομάδα, οι Οικογένειες βράσκονται σε αλφαβητική σειρά. *Στην Οικογένεια Adiantaceae περιλαμβάνονται και οι Cryptogrammaeae, Gymnogrammaeae και Sinopteridaceae.

Οικογένεια	N	N (SIE)	Amin	Smax	Εξίσωση SAR: logS =	Σ.Σ.	R ²	P	c
Adiantaceae*	37	7	0,0104	6	0,14 logA + 0,19	0,69	0,47	<0,0001	1,55
Aizoaceae	73	42	0,001	5	0,07 logA + 0,09	0,63	0,40	<0,0001	1,23
Amaryllidaceae	49	16	0,0022	6	0,12 logA + 0,11	0,67	0,45	<0,0001	1,29
Apocynaceae	20	0	9,1815	3	0,17 logA - 0,23	0,74	0,55	0,0002	0,59
Araceae	94	53	0,0022	11	0,10 logA + 0,18	0,62	0,39	<0,0001	1,51
Aristolochiaceae	42	13	0,0048	4	0,06 logA + 0,07	0,56	0,31	0,0001	1,17
Aspleniaceae	31	5	0,0104	10	0,15 logA + 0,009	0,68	0,46	<0,0001	1,02
Campanulaceae	74	29	0,0034	18	0,17 logA + 0,17	0,73	0,54	<0,0001	1,48
Chenopodiaceae	129	86	0,00044	25	0,16 logA + 0,46	0,71	0,51	<0,0001	2,88
Cistaceae	83	34	0,005	18	0,17 logA + 0,42	0,71	0,51	<0,0001	2,63
Convolvulaceae	119	73	0,002	19	0,19 logA + 0,33	0,83	0,68	<0,0001	2,14
Crassulaceae	135	88	0,00094	19	0,19 logA + 0,30	0,80	0,65	<0,0001	2,00
Cucurbitaceae	39	8	0,0048	4	0,07 logA + 0,04	0,57	0,33	0,0002	1,10
Cupressaceae	45	12	0,0069	5	0,09 logA + 0,08	0,66	0,66	<0,0001	1,20
Dipsacaceae	31	4	0,052	9	0,18 logA - 0,009	0,70	0,48	<0,0001	0,98

Οικογένεια	N	N (SIE)	Amin	Smax	Εξίσωση SAR: logS =	Σ.Σ.	R ²	P	c
Ericaceae	45	16	0,0069	5	0,08 logA + 0,05	0,62	0,38	<0,0001	1,12
Euphorbiaceae	131	60	0,0021	28	0,20 logA + 0,49	0,80	0,64	<0,0001	3,09
Fagaceae	31	6	0,0267	6	0,14 logA + 0,05	0,67	0,45	<0,0001	1,12
Gentianaceae	95	52	0,002	7	0,13 logA + 0,22	0,74	0,54	<0,0001	1,66
Geraniaceae	112	63	0,0025	16	0,19 logA + 0,44	0,74	0,55	<0,0001	2,75
Hypericaceae	36	4	0,0104	11	0,18 logA - 0,03	0,71	0,50	<0,0001	0,93
Iridaceae	59	20	0,0025	19	0,19 logA + 0,25	0,79	0,63	<0,0001	1,78
Linaceae	94	51	0,0034	11	0,14 logA + 0,21	0,78	0,60	<0,0001	1,62
Lythraceae	16	0	4,728	3	0,17 logA - 0,22	0,74	0,54	0,0012	0,60
Malvaceae	116	69	0,0021	15	0,17 logA + 0,30	0,79	0,63	<0,0001	2,00
Oleaceae	77	41	0,0022	3	0,05 logA + 0,04	0,58	0,34	<0,0001	1,01
Orobanchaceae	82	38	0,002	13	0,15 logA + 0,22	0,77	0,60	<0,0001	1,66
Oxalidaceae	37	7	0,0076	3	0,06 logA + 0,01	0,54	0,29	0,0005	1,02
Plantaginaceae	122	73	0,002	12	0,17 logA + 0,42	0,76	0,58	<0,0001	2,63
Plumbaginaceae	131	91	0,00094	21	0,12 logA + 0,27	0,62	0,38	<0,0001	1,86
Primulaceae	110	64	0,0034	10	0,14 logA + 0,22	0,77	0,59	<0,0001	1,66
Rhamnaceae	36	7	0,0665	4	0,09 logA - 0,03	0,65	0,42	<0,0001	0,93
Solanaceae	92	48	0,0025	14	0,17 logA + 0,20	0,78	0,61	<0,0001	1,58
Santalaceae	34	3	0,1501	3	0,11 logA + 0,0002	0,59	0,35	0,0003	1,00
Thymelaeaceae	56	29	0,0034	6	0,07 logA + 0,08	0,55	0,30	<0,0001	1,20
Urticaceae	129	83	0,002	7	0,15 logA + 0,22	0,82	0,68	<0,0001	1,66

Οικογένεια	N	N (SIE)	Amin	Smax	Εξίσωση SAR: logS =	Σ.Σ.	R ²	P	c
Valerianaceae	62	21	0,0048	16	0,18 logA + 0,28	0,72	0,51	<0,0001	1,91
Verbenaceae	25	1	0,0089	5	0,11 logA - 0,03	0,56	0,32	0,0034	0,93
Anacardiaceae	115	71	0,002	4	0,60 logA + 0,06	0,65	0,42	<0,0001	1,15
Apiaceae	144	95	0,00044	67	0,28 logA + 0,68	0,80	0,64	<0,0001	4,79
Asteraceae	174	90	0,00094	205	0,30 logA + 1,22	0,80	0,64	<0,0001	16,60
Boraginaceae	102	32	0,0034	36	0,28 logA + 0,42	0,87	0,75	<0,0001	2,63
Brassicaceae	137	87	0,00094	84	0,29 logA + 0,61	0,83	0,68	<0,0001	4,07
Caryophyllaceae	150	100	0,0018	88	0,31 logA + 0,68	0,83	0,70	<0,0001	4,79
Cyperaceae	35	5	0,0022	37	0,32 logA + 0,07	0,77	0,59	<0,0001	1,17
Fabaceae	172	122	0,00044	178	0,36 logA + 1,05	0,83	0,69	<0,0001	11,22
Juncaceae	29	2	0,1518	15	0,27 logA - 0,06	0,66	0,43	<0,0001	0,87
Lamiaceae	139	91	0,0022	75	0,27 logA + 0,73	0,85	0,71	<0,0001	5,37
Liliaceae s.l.	167	118	0,00094	73	0,22 logA + 0,74	0,74	0,55	<0,0001	5,50
Orchidaceae	65	22	0,0048	67	0,32 logA + 0,34	0,85	0,72	<0,0001	2,19
Papaveraceae	79	32	0,0034	20	0,26 logA + 0,31	0,87	0,75	<0,0001	2,04
Poaceae	174	124	0,001	167	0,29 logA + 1,08	0,75	0,56	<0,0001	12,02
Polygonaceae	64	20	0,0022	17	0,21 logA + 0,20	0,81	0,65	<0,0001	1,58
Ranunculaceae	77	31	0,0048	39	0,31 logA + 0,31	0,87	0,76	<0,0001	2,04
Rosaceae	80	39	0,0025	27	0,21 logA + 0,16	0,83	0,69	<0,0001	1,45
Rubiaceae	138	88	0,002	40	0,21 logA + 0,59	0,82	0,66	<0,0001	3,89
Saxifragaceae	13	0	9,1815	6	0,29 logA - 0,31	0,77	0,59	0,0021	0,49

Οικογένεια	N	N (SIE)	Amin	Smax	Εξίσωση SAR: logS =	Σ.Σ.	R ²	P	c
Scrophulariaceae	80	32	0,002	43	0,27 logA + 0,49	0,87	0,75	<0,0001	3,09

Πίνακας Π.6: Τα νησιά της περιοχής μελέτης στα οποία έγινε καταγραφή των τύπων κάλυψης γης, βάσει του ψηφιακού χάρτη CORINE Land Cover 2000. Ο αριθμός των τύπων κάλυψης γης (L) αποτελεί ένα μέτρο της οικολογικής ετερογένειας και η παράμετρος «Χώρας» (K_L) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των τύπων κάλυψης γης (L). (ΦΠ: φυτόγεωγραφική περιοχή, ΚΑ: Κεντρικό Αργαίο, ΑΑ: Ανατολικό Αργαίο, ΝΑ: Νότιο Αργαίο).

ΦΠ	Νησιά	Νησιωτικό συνγρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση A (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων κάλυψης γης CORINE 2000 (L)	K _L = A * L
ΚΑ	Αμοργός	Α Κυκλάδες	36°50'50"	25°54'10"	121,333	587	5	606,667
ΚΑ	Αντίπαρος	Πάρος (Κυκλάδες)	37°00'00"	25°03'00"	35,0625	358	9	315,563
ΚΑ	Δεσποτικό Πάρου (Fundort 93-94)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°57'48"	25°00'07"	7,7137	107	2	15,4274
ΚΑ	Θηρασιά	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°26'02"	25°20'16"	9,2262	145	4	36,9048
ΚΑ	Μήλος	Δ Κυκλάδες	36°40'50"	24°26'18"	158,273	496	8	1266,18
ΚΑ	Νάξος	Νάξος (Κυκλάδες)	37°03'18"	25°28'23"	430,174	1046	12	5162,09
ΚΑ	Πάρος	Κυκλάδες	37°04'07"	25°11'30"	196,68	801	12	2360,16
ΚΑ	Σαντορίνη (Θήρα)	Σαντορίνη (Κυκλάδες)	36°24'12"	25°26'29"	75,7368	564	10	757,368
ΚΑ	Σέριφος	Δ Κυκλάδες	37°09'36"	24°29'00"	74,0925	692	4	296,37
ΚΑ	Στρογγυλό Πάρου (Fundort 95) (Στρογγύλη)	Πάρος (Κυκλάδες)	36°57'03"	24°57'40"	1,624	79	1	1,624
ΚΑ	Σύρος	Κυκλάδες	37°26'30"	24°54'40"	83,7809	628	7	586,466
ΑΑ	Αγαθονήσι (Π1, Ν14)	Αγαθονήσι (Β Δωδεκάνησα)	37°27'52"	26°58'20"	13,4393	320	3	40,3179
ΑΑ	Αρχοί (Ν23)	Αρχοί	37°23'00"	26°44'30"	6,7667	254	3	20,3001

ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση Α (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων κάλυψης γης CORINE 2000 (L)	K _L = A*L
ΑΑ	Γουλι	Κως (Νοτίως της Κω)	36°39'40"	27°06'47"	4,546	238	4	18,184
ΑΑ	Ικαρία	Ικαρία	37°35'59"	26°09'01"	254,676	825	12	3056,11
ΑΑ	Κάλυμνος	Α Λυγίο	37°00'08"	26°58'06"	110,802	535	8	886,419
ΑΑ	Κως	Α Λυγίο	36°47'57"	27°08'09"	288,103	1035	13	3745,33
ΑΑ	Λειψοί (Ν35)	Λειψοί	37°18'00"	26°46'00"	15,8698	462	5	79,349
ΑΑ	Νίσυρος	Α Λυγίο	36°35'28"	27°10'24"	41,2791	486	8	330,233
ΑΑ	Πάτμος	Α Λυγίο	37°21'24"	26°33'19"	34,2175	377	5	171,088
ΑΑ	Σάμος	Α Λυγίο	37°44'09"	26°48'44"	478,739	1247	13	6223,6
ΑΑ	Σύμη	Α Λυγίο	36°35'55"	27°50'06"	58	405	9	522
ΑΑ	Τήλος	Α Λυγίο	36°25'22"	27°22'25"	61,83	340	8	494,64
ΑΑ	Φούρνοι	Φούρνοι	37°34'24"	26°29'27"	30,606	218	6	183,636
ΝΑ	Άγρια Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	35°36'40"	23°34'46"	0,7987	94	2	1,5974
ΝΑ	Αντιθύρα	Αντιθύρα	35°51'50"	23°17'57"	19,6785	336	3	59,0355
ΝΑ	Αρμάθια	Κάσος	35°26'15"	26°51'47"	2,5765	175	2	5,153
ΝΑ	Γαύδος	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	34°50'38"	24°05'25"	32,7192	471	4	130,877
ΝΑ	Κάρπαθος	Κάρπαθος	35°33'41"	27°09'03"	300,909	1009	13	3911,82
ΝΑ	Κάσος	Κάσος	35°23'25"	26°55'02"	66,7063	553	8	533,65
ΝΑ	Κουφονήσι	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°56'23"	26°08'22"	4,1781	272	2	8,3562
ΝΑ	Κρήτη	Κρήτη	35°12'51"	25°08'16"	8264,62	1795	30	247939
ΝΑ	Κύθηρα	Κύθηρα	36°14'58"	22°59'52"	277,228	741	11	3049,51
ΝΑ	Μερίστη (Καστελλόριζο)	Καστελλόριζο	36°08'41"	29°34'56"	9,1815	395	3	27,5445
ΝΑ	Ρόδος	Ρόδος	36°10'15"	27°54'59"	1407,68	1105	18	25338,3

ΦΠ	Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση Α (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων κάλυψης γης CORINE 2000 (L)	K _L = A * L
ΝΑ	Σαρία	Κάρπαθος	35°51'41''	27°13'07''	20,5207	381	6	123,124
ΝΑ	Χάλλκη	Ρόδος	36°13'42''	27°34'17''	27,2019	367	3	81,6057

Πίνακας Π.7: Τα νησιά της περιοχής μελέτης, των οποίων το σύνολο της έκτασης έχει ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000. Ο αριθμός των τύπων φυσικών οικοτόπων (E) προέρχεται από τους χάρτες των τύπων οικοτόπων του NATURA 2000. Η παράμετρος «Χώρος» (K) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των τύπων οικοτόπων (E).

Νησί	Όνομασία και Κωδικός Δικτύου NATURA 2000	Έκταση (A) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων οικοτόπων (E)	Χώρος K _E = A * E
Αγαθονήσι (I1, N14)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	13,4393	320	5	67,1965
Άγρια Γραμβούσα	Ήμερη και Άγρια Γραμβούσα - Τηγάνι και Φαλάσαρανα - Ποντικονήσι GR4340001	0,7987	94	3	2,3961
Αργιλούσα ή Γουλλούσα (Αγρελούσσα) (N25)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	1,3242	87	3	3,9726
Αλατονήσι Φούρνων	Ιαρία - Φούρνοι GR4120004	0,2954	53	3	0,8862
Αμμούδι (Αμμούδι)	Βόρεια Κάραπαθος και Σαρία GR4210003	0,0136	114	2	0,0272
Αντιθύγηρα	Αντιθύγηρα - Πρασονήσι και Λαγουβάρδο GR3000008	19,6785	336	7	137,7495
Άνω Κορινό (B Κορρέι ή Κορρούκι)	Κάσος και Κάσονησια GR4210001	0,0275	24	2	0,055
Αρεφούσα (N36)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,1773	44	2	0,3546
Αρκοί (N23)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	6,7667	254	6	40,6002
Αρμάθια	Κάσος και Κάσονησια GR4210001	2,5765	175	6	15,459
Λοσιανή (Λοσιανιά)	Βραχονησια Νοτίου Αιγαίου: Βελοπούλα, Φαλιονέρα, Ανάνες, Χριστιανά, Παχειά, Φτενό, Μακρά, Ασπαιδιονήσια, Σύρανα, γύρω νησιά GR4210011	0,2579	31	1	0,2579
Ασπρονήσι Ανατολικά του Βόρειου Ασπρονησίου (N42)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0081	1	1	0,0081
Ασπρονήσι Ανατολικά (Μικρό)	Αρκοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0355	34	2	0,071

Νησί	Όνομασία και Κωδικός Δικτύου NATURA 2000	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων οικοτόπων (E)	Χώρος Κ _E = A * E
Ασπρονήσι (N44)					
Ασπρονήσι Βόρειο (Μεγάλο Ασπρονήσι) (N41)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0552	44	2	0,1104
Ασπρονήσι Βορειοδυτικά του Ανατολικού Ασπρονήσιου (Μακρύ Ασπρονήσι) (N45)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0497	45	2	0,0994
Ασπρονήσι Νοτιοανατολικό (Κουλούρα 1) (Νότια Ασπρονήσια) (N46)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210012	0,0785	73	2	0,157
Ασπρονήσι Νοτιοδυτικό (Κουλούρα 2) (N47)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210013	0,0199	43	1	0,0199
Βόρεια Στόματα	Βόρεια Κάραθος και Σαρία GR4210003	0,0171	69	1	0,0171
Βόρειος Άγιος Γεώργιος (Αγριέλαια) (A)JN)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,014	85	2	0,028
Γαύδος	Νήσοι Γαύδος και Γαυδοπούλα GR4340013	32,7192	471	11	359,9112
Γιανιάδα	Βορειοανατολικό άκρο Κρήτης: Διονυσάδες, Ελάσα και Χερσόνησος Σίδερο (Άκρα Μαυροβούνι, Βάι, Άκρα Πλάαα) GR4320006	2,1079	212	5	10,5395
Δεσποτικό Πάγρου (Fundort 93-94)	Νήσοι Δεσποτικό και Στρογγυλό Πάγρου GR4220017	7,7137	107	3	23,1411
Δραγονάδα	Βορειοανατολικό άκρο Κρήτης: Διονυσάδες, Ελάσα και Χερσόνησος Σίδερο (Άκρα Μαυροβούνι, Βάι, Άκρα Πλάαα) GR4320006	2,8667	230	5	14,3335
Ήμερη Γραμβούσα	Ήμερη και Άγρια Γραμβούσα - Τηγάνι και Φαλάσαρα - Ποντικονήσι GR4340001	0,7209	112	5	3,6045
Θύμαινα Φούρνων	Ικαρία - Φούρνοι GR4120004	10,1516	90	9	91,3644
Θυμινιές Αντιυθήρων (μεγάλη νησίδα)	Αντιυθήρα - Πρασονήσι και Λαγυβάρο GR3000008	0,014	8	1	0,014
Καλαπόδι μεγάλο (Καραπόδια) (N58)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0418	54	2	0,0836
Καλαπόδι μικρό (N59)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0076	13	1	0,0076
Καλόβολος (N33)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,3057	67	2	0,6114
Καπταρονήσι (Κάπαρη) (N55)	Αρκοί, Λειψοί, Αγاثονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0707	56	2	0,1414
Καροφυλλές (Καρόφυλλο, Καροφυλλονήσι, Κόσκινο)	Κάσος και Κάσονησια GR4210001	0,0315	20	1	0,0315

Νησιά	Όνομασία και Κωδικός Δικτύου NATURA 2000	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων οικοτόπων (E)	Χώρος Κ _E = A * E
Κάσος	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	66,7063	553	7	466,9441
Κάσσανη (16) (N19)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0879	74	2	0,1758
Κάτω Κουρηνό (N Κουρέλι, N Κουροβύτι)	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	0,0413	17	2	0,0826
Κεσφιτιά Φούρνων	Γιαφιά - Φούρνοι GR4120004	0,6704	12	3	2,0112
Κομμένο νησί (N37)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0239	33	2	0,0478
Κούμαρο (Κόμαρος) (N24)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0573	38	3	0,1719
Κουελονήσι (I8, N21)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,2254	59	2	0,4508
Κουφονήσι	Νήσος Κουφονήσι GR4320008	4,1781	272	6	25,0686
Λειψοί (N35)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	15,8698	462	5	79,349
Λύρα ή Κυρά (N48)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0416	54	1	0,0416
Λύτρα (Ποντικονήσι)	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	0,0485	20	1	0,0485
Μακρό (Μακρονήσι Κάσου, Μάκροα)	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	0,3086	65	2	0,6172
Μακρονήσι (Αρχιών) (N32)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,2596	76	1	0,2596
Μακρονήσι Λειψών (N54)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,1974	55	2	0,3948
Μακρονήσι Φούρνων	Γιαφιά - Φούρνοι GR4120004	0,6531	5	3	1,9593
Μακρουλή Κρήτης	Νήσος Κουφονήσι GR4320008	0,0665	114	2	0,133
Μαράθι (Μάραθος) (N27)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,3523	87	2	0,7046
Μεγάλο Ποντικονήσι (Δ Πλατονήσι, Δ Ποντικονήσι)	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	0,777	27	2	1,554
Μεγάλος Ανθρακωφάς Φούρνων (Μεγάλος Ανθρακωφάγος)	Γιαφιά - Φούρνοι GR4120004	0,5424	12	4	2,1696
Μεγίστη (Καστελλόριζο)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	9,1815	395	10	91,815
Μικρό Ποντικονήσι (Α Πλατονήσι, Α Ποντικονήσι)	Κάσος και Κάσωνησια GR4210001	0,0402	22	3	0,1206
Μικρονήσι Κρήτης	Νήσος Ξυροή GR4320003	0,1243	70	3	0,3729
Μινερωνήσι (Morene, Σμινερονήσι) (N28)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0226	46	2	0,0452
Νέα Καρμένη	Σαντορίνη: Νέα και Παλιά Καρμένη - Προφήτης Ηλίας GR4220003	3,4295	145	1	3,4295
Νερονήσι (I5, N18)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,4434	26	2	0,8868
Νησίδα Μανώλη (N39)	Αρχοί, Λειψοί, Αγροθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0279	53	2	0,0558

Νησί	Όνομασία και Κωδικός Δικτύου NATURA 2000	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων οικοτόπων (E)	Χώρος Κ _E = A * E
Νίσυρος	Νίσυρος και Στρογγυλή GR4210007	41,2791	486	16	660,4656
Νότια Στόματα (I2)	Βόρεια Κάρπαθος και Σαρία GR4210003	0,0078	32	1	0,0078
Νότιος Άγιος Γεώργιος (Μαύρο) (A1J5)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,0104	122	1	0,0104
Νότιος Χοχλακιάς	Κάσος και Κασονήσια GR4210001	0,0122	30	2	0,0244
Παλαιά Καρημένη	Σαντορίνη: Νέα και Παλιά Καμένη - Προφήτης Ηλίας GR4220003	0,5209	45	4	2,0836
Παξιμάδα	Βορειοανατολικό άκρο Κρήτης: Διονυσάδες, Ελάσα και Χερσόνησος Σίδερο (Άκρα Μυροβοΐνη, Βάι, Άκρα Πλάαα) GR4320006	0,3141	68	2	0,6282
Παπλώματα (Πάπλωμα) (N40)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0069	27	1	0,0069
Πιάτο (N52)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0461	55	2	0,0922
Πιλάφι Λειψών	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210012	0,0709	55	2	0,1418
Πίττα (Ψαθονήσι) (I2, N15)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,1254	45	1	0,1254
Πλάτη	Κάσος και Κασονήσια GR4210001	0,2109	26	2	0,4218
Πλόχωρος (Σταυρί) (N49)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0709	58	2	0,1418
Πολυφάγος (Πολυφάδος) (PoIN & PoIS)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,0022	39	1	0,0022
Ποριώνη (Πόριο, Ποριωνήσι, Κουτσουμπού)	Κάσος και Κασονήσια GR4210001	0,0227	15	2	0,0454
Πρασονήσι 2 (I12)	Βόρεια Κάρπαθος και Σαρία GR4210003	0,0046	8	1	0,0046
Πρασονήσι Αγαθονησιού (Πράσο) (I4, N17)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0116	15	1	0,0116
Πρασσού (Πόριον Αντικυθήρων)	Αντικύθηρα - Πρασονήσι και Λαγυβάροδο GR3000008	0,3506	98	2	0,7012
Ρω	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	1,4796	160	2	2,9592
Σαρία	Βόρεια Κάρπαθος και Σαρία GR4210003	20,5207	381	10	205,207
Σέλλα	Κάσος και Κασονήσια GR4210001	0,0061	1	1	0,0061
Σπαρτονήσι (Λειψών) (N38)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0398	38	2	0,0796
Στρογγυλή Αρκών (N26)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,2106	66	2	0,4212
Στρογγυλή Αγαθονησιού (Στρογγυλή) (I3, N16)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0938	63	2	0,1876
Στρογγυλή Καστελλοριζού	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,987	146	2	1,974
Στρογγυλή Κρήτης	Νήσος Κουφονήσι GR4320008	0,1518	108	2	0,3036

Νησιά	Όνομασία και Κωδικός Δικτύου NATURA 2000	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός τύπων οικοτόπων (E)	Χώρος ΚΕ = Α * Ε
Στρογγυλή Νισύρου	Νισύρος και Στρογγυλή GR4210007	0,2135	14	1	0,2135
Στρογγυλό Κάσσο	Κάσος και Κάσωνήσια GR4210001	0,0255	14	1	0,0255
Στρογγυλό Πέδρο (Fundort 95) (Στρογγυλή)	Νήσοι Δεσποτικό και Στρογγυλό Πέδρου GR4220017	1,624	79	3	4,872
Στρογγυλό Φοδύρων	Ιεραξία - Φοδύροι GR4120004	0,0579	4	2	0,1158
Σώκαστρο (I3)	Κεντρική Κάραπαθος: Καλή Λίμνη - Λάστος- Κυρά Παναγιά GR4210002	0,1241	131	1	0,1241
Τηγαλάκι (Αβάπτιτος) (N29)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0452	54	1	0,0452
Τρέχγλιος (Ανώνυμο Κάσωνήσι)	Κάσος και Κάσωνήσια GR4210001	0,0027	20	1	0,0027
Τρέχγλιος	Νήσος Κουφονήσι GR4320008	0,1369	96	2	0,2738
Τσούτσα μεγάλη (Ζούβια μεγάλη ή Τσούβα) (N30)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,0309	86	2	0,0618
Τσούτσα μικρή (Ζούβια μικρή ή Τσουλάκι) (N31)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0048	76	1	0,0048
Φεραμακονήσι (I9, N22)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210012	3,9124	200	2	7,8248
Φοδύροι	Ιεραξία - Φοδύροι GR4120004	30,606	218	12	367,272
Φραγκονήσι (Φράγκος) (N56)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,2223	101	2	0,4446
Χριστιανή	Βραχονησίδα Νοτίου Αρχαίου: Βελοπούλα, Φαλιονέρα, Ανάρες, Χριστιανιά, Παρχιά, Φτενό, Μακιά, Ασπαιδιονήσια, Σύβρα, γύρω νησιά GR4210011	1,8887	71	1	1,8887
Χρυσή	Νήσος Χρυσή GR4320003	4,728	275	8	37,824
Ψαθί (Σπαρτονήσι, Κυπάκι, Ψαθονήσι) (N34)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210010	0,052	72	2	0,104
Ψωμί (Ψω) (Psom)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,003	33	1	0,003
Ψώνος (Σόμο ή Ψώμος) (N50)	Αρχοί, Λειψοί, Αγαθονήσι και Βραχονησίδες GR4210011	0,0267	92	2	0,0534
Ψωφάδια (Psor)	Καστελλόριζο και νησίδες Ρω και Στρογγυλή GR4210004	0,0089	107	1	0,0089

Πίνακας Π.8: Τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου, εκτός του συμπλέγματος του Καστελλορίζου, και ο αριθμός των ενδιατημάτων βάσει των συνδυασμών των βαθμίδων των οικολογικών δεκτών της χλωρίδας του Νοτίου Αιγαίου (Southern Aegean Indicator Values, SAIVs) των Böbling et al. (2002) για τους παράφροντες του φωτός, της θερμοκρασίας, της εδαφικής αλατότητας και των συνθηκών υγρασίας. Η παράμετρος «Χώρος» (K_H) είναι το γινόμενο της έκτασης των νησιών (A) επί τον αριθμό των ενδιατημάτων (H).

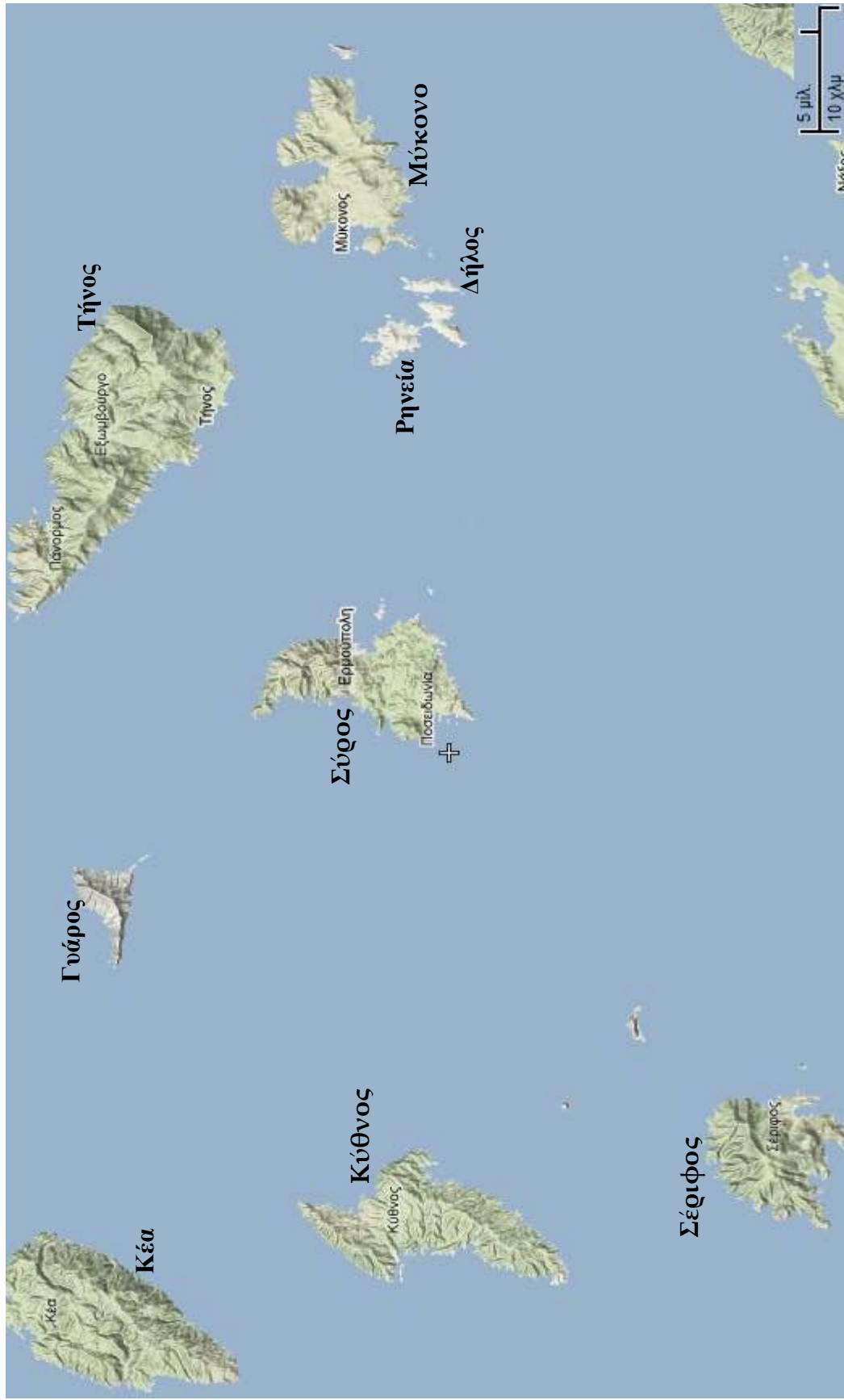
Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός ενδιατημάτων SAIVs (H)	Χώρος $K_H = A * H$
Άγρια Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	35°36'40"	23°34'46"	0,7987	94	9	7,1883
Αμμονί (Αμμούδι)	Κάριπαθος	35°49'28"	27°14'06"	0,0136	114	8	0,1088
Αντιδραγονέρα	Κύθηρα	36°14'15"	23°06'50"	0,1903	88	8	1,5224
Αντιυθήρα	Αντιυθήρα	35°51'50"	23°17'57"	19,6785	336	17	334,5345
Άνω Κουρικιό (Β Κουρέλι ή Κουρούβι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	35°21'33"	26°50'19"	0,0275	24	5	0,1375
Αρμάθια	Κάσος	35°26'15"	26°51'47"	2,5765	175	10	25,765
Αυγό (Χύτρα)	Κύθηρα	36°06'00"	22°59'50"	0,3121	14	4	1,2484
Αράτη (Π10) (Άρωτη)	Κάριπαθος	35°30'25"	27°12'55"	0,001	5	3	0,003
Βόρεια Στόματα	Κάριπαθος	35°49'00"	27°12'50"	0,0171	69	8	0,1368
Γαΐδουρονήσι (Π8)	Κάριπαθος	35°30'17"	27°13'10"	0,002	46	8	0,016
Γαύδος	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	34°50'38"	24°05'25"	32,7192	471	21	687,1032
Γιαννιάδα	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°19'42"	26°10'25"	2,1079	212	9	18,9711
Δεσποτικό	Κάριπαθος	35°30'48"	27°13'10"	0,0042	27	6	0,0252
Διακόπτης	Κάριπαθος	35°26'54"	27°05'35"	0,0385	54	8	0,308
Δραγονάδα (Δραγονάρα)	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°20'47"	26°10'43"	2,8667	230	9	25,8003
Ήμερη Γραμβούσα	Γραμβούσες (ΒΔ της Κρήτης)	35°38'30"	23°35'14"	0,7209	112	8	5,7672
Θυμινιές Αντιυθήρων (μεγάλη νησίδα)	Αντιυθήρα	35°53'35"	23°18'10"	0,014	8	4	0,056
Κη13	Κάριπαθος	35°38'06"	27°07'00"	0,0109	9	5	0,0545
Καπέλο	Κύθηρα	36°07'15"	23°05'40"	0,0029	1	1	0,0029
Κάργα	Κρήτη (Β της Κρήτης, κόλπος Σούδας, απέναντι από την Αλμυρίδα)	35°27'19"	24°11'39"	0,0323	67	6	0,1938
Καρροφυλάς (Καρόφυλλο, Καροφυλλονήσι, Κόσκινο)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°27'31"	26°54'41"	0,0315	20	5	0,1575

Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός ενδιαιτημάτων SAIVs (H)	Χώρος Κ _H = Α*Η
Κάρπαθος	Κάρπαθος	35°33'41"	27°09'03"	300,9094	1009	28	8425,463
Κάσος	Κάσος	35°23'25"	26°55'02"	66,7063	553	20	1334,126
Κάτω Κουφινό (N Κουρέλι, N Κουρούλι)	Κάσος (Δ της Κάσου)	35°21'20"	26°50'35"	0,0413	17	3	0,1239
Κουφονήσι	Κουφονήσια (στο Λιβικό πέλαγος, ΝΔ άκρο της Κρήτης)	34°56'23"	26°08'22"	4,1781	272	8	33,4248
Κρήτη	Κρήτη	35°12'51"	25°08'16"	8,264,62	1.795	38	314055,6
Κύθηρα	Κύθηρα	36°14'58"	22°59'52"	277,228	741	23	6376,244
Λιδιά (Μακρονήσι Κυθήρων)	Κύθηρα	36°11'35"	22°54'05"	0,0425	15	6	0,255
Λύτρα (Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	35°25'50"	26°49'27"	0,0485	20	5	0,2425
Μακρό (Μακρονήσι Κάσου, Μάκρο)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°27'12"	26°53'50"	0,3086	65	8	2,4688
Μακρονήλη Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβικό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°57'17"	26°07'48"	0,0665	114	9	0,5985
Μεγάλη Δραγονέρα	Κύθηρα	36°13'20"	23°06'45"	0,3833	109	7	2,6831
Μεγάλο Ποντικονήσι (Δ Πλατονήσι, Δ Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	35°25'53"	26°50'16"	0,777	27	6	4,662
Μεγάλο Στρογγυλό	Κύθηρα	36°10'30"	22°54'40"	0,0189	11	4	0,0756
Μικρό Ποντικονήσι (Α Πλατονήσι, Α Ποντικονήσι)	Κάσος (ΝΔ της Αρμάθιας)	35°25'57"	26°50'31"	0,0402	22	7	0,2814
Μικρονήσι Κρήτης	Κρήτη (στο Λιβικό πέλαγος, Α της Χερσής)	34°52'34"	25°44'39"	0,1243	70	6	0,7458
Μοίρα (17)	Κάρπαθος	35°27'00"	27°11'10"	0,0357	124	9	0,3213
Νήσαρος (115)	Κάρπαθος	35°25'00"	27°06'45"	0,003	3	3	0,009
Νότια Στόματα (12)	Κάρπαθος	35°48'46"	27°12'50"	0,0078	32	7	0,0546
Νότιος Χοχλασιάς	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	35°20'42"	26°51'38"	0,0122	30	6	0,0732
Παξιμάδα	Διονυσάδες (ΒΑ άκρο της Κρήτης)	35°22'35"	26°10'28"	0,3141	68	8	2,5128
Πλάτη	Κάσος (ΝΔ της Κάσου)	35°21'42"	26°49'37"	0,2109	26	6	1,2654
Ποριώνη (Πόριο, Ποριωνήσι, Κουτσουμπού)	Κάσος (ΒΑ της Αρμάθιας)	35°26'46"	26°53'07"	0,0227	15	3	0,0681
Προσνήσι 1 (16)	Κάρπαθος	35°26'15"	27°10'10"	0,0076	55	8	0,0608
Προσνήσι 2 (112)	Κάρπαθος	35°49'47"	27°12'50"	0,0046	8	6	0,0276

Νησί	Νησιωτικό συγκρότημα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Έκταση (Α) (km ²)	Αριθμός ειδών (S)	Αριθμός ενδιαιτημάτων SAIVs (H)	Χώρος Κ _H = Α*Η
Πρασονήσι Κυθήρων	Κύθηρα	36°16'00''	23°05'55''	0,0291	15	6	0,1746
Πρασσού (Πόριον Αντικυθήρων)	Αντικυθήρα	35°58'28''	23°14'43''	0,3506	98	8	2,8048
Προνή (14)	Κάριπαθος	35°32'40''	27°06'57''	0,0025	53	7	0,0175
Ρόδος	Ρόδος	36°10'15''	27°54'59''	1407,6827	1105	32	45045,85
Σαρία	Κάριπαθος	35°51'41''	27°13'07''	20,5207	381	14	287,2898
Σέλλα	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	35°26'14''	27°00'40''	0,0061	1	1	0,0061
Στρογγυλή Κρήτης	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°57'34''	26°08'05''	0,1518	108	9	1,3662
Στρογγυλό Κάσου (Στρογγυλή Κάσου)	Κάσος (ΒΑ της Κάσου)	35°26'20''	27°00'51''	0,0255	14	6	0,153
Σώιαστρο (13)	Κάριπαθος	35°35'30''	27°03'55''	0,1241	131	8	0,9928
Τράχηλος Κασονήσι	Κάσος (Ν της Κάσου)	35°21'10''	26°53'56''	0,0027	20	3	0,0081
Τράχηλος	Κουφονήσια (στο Λιβυκό πέλαγος, ΝΑ άκρο της Κρήτης)	34°55'15''	26°07'52''	0,1369	96	8	1,0952
Τρεις Πέτρες	Κάσος (Ν της Κάσου)	35°23'35''	26°57'44''	0,00044	4	2	0,00088
Φύρα	Κάσος (Ν-ΝΑ της Κάσου)	35°23'06''	26°57'23''	0,00094	13	3	0,00282
Χάλκη	Ρόδος	36°13'42''	27°34'17''	27,2019	367	14	380,8266
Χαλιαίς (114)	Κάριπαθος	35°27'48''	27°06'20''	0,0015	1	1	0,0015
Χρυσή (1 αΐδουρονήσι)	Κρήτη (στο Λιβυκό πέλαγος)	34°52'20''	25°42'18''	4,728	275	12	56,736



Χάρτης 1: Η περιοχή μελέτης.



Χάρτης 2: Νησιά των Κυκλάδων (Κεντρικό Αιγαίο).



Χάρτης 3: Νησιά των Κυκλάδων (Κεντρικό Αργαίο).



Χάρτης 4: Νησιά των Κυκλάδων (Κεντρικό Αργαίο).



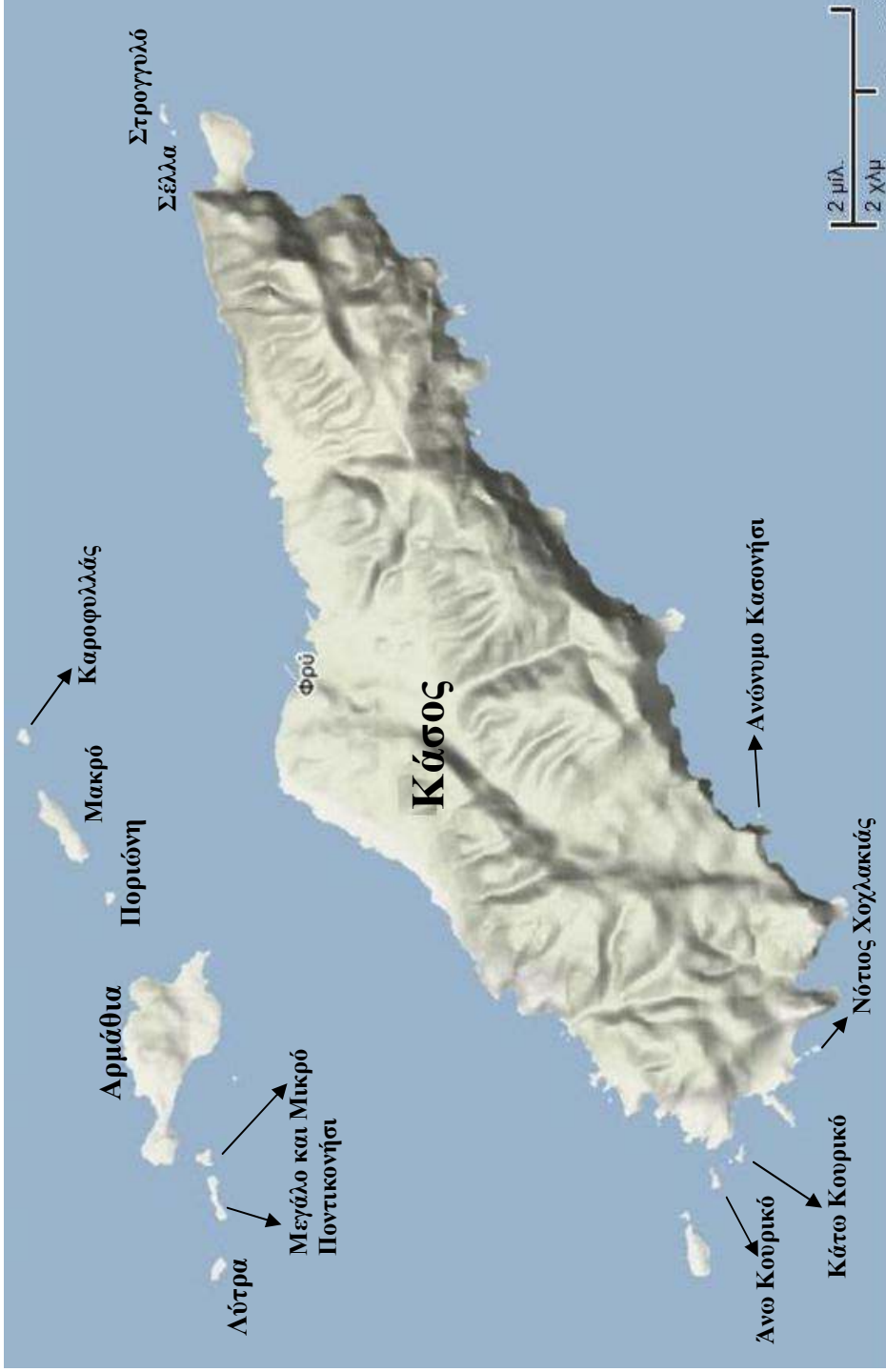
Χάρτης 5: Νησιά Ανατολικού Αιγαίου.



Χάρτης 8: Νησιά Ανατολικού Αιγαίου.



Χάρτης 9: Κάρπαθος, Σαρία μερικά μικρονήσια (Νότιο Αργάο).



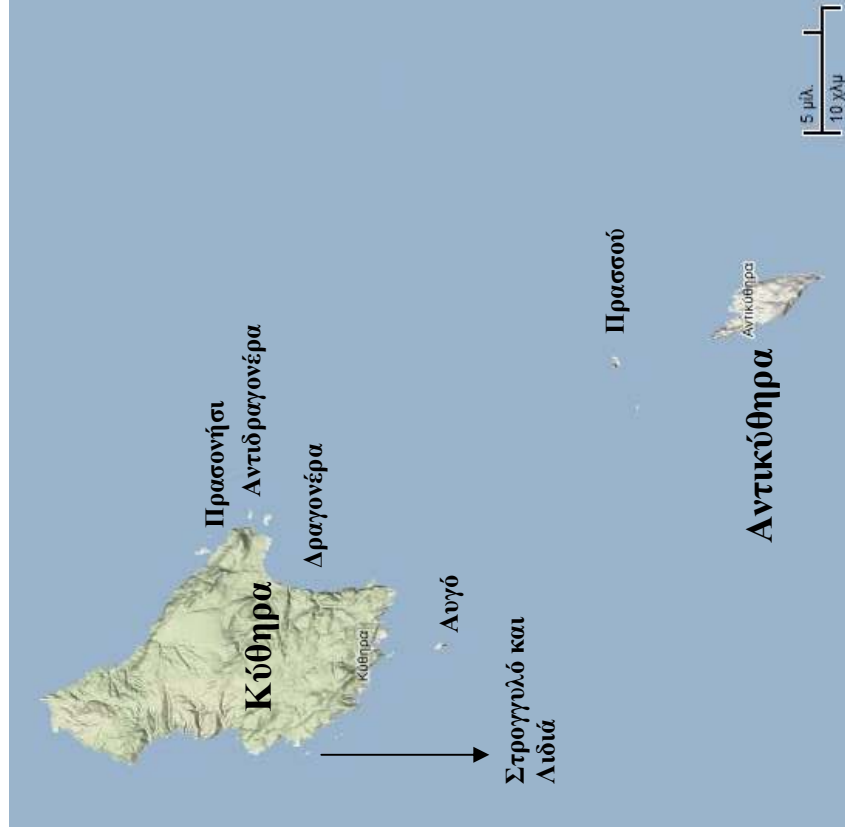
Χάρτης 10: Κάσος και τα μεγαλύτερα από τα μικρονήσια της (Νότιο Αρμάιο).



Χάρτης 11: Διονυσάδες, Κουφονήσια, Χρυσή και Μικρονήσι (Νότιο Αιγαίο, και Αιβονικό πέλαγος περιοχή Ανατολικής Κρήτης) .



Χάρτης 12: Γραμβούσες, Γαύδος και Γαυδοπούλα (Νότιο Αργαίο και Αιβικό πέλαγος, περιοχή Δοπαής Κρήτης) .



Χάρτης 13: Κύθηρα, Αντικύθηρα και μικρονήσια (Νοτιοδυτικό Αιγαίο).



Χάρτης 14: Νησιωτικό σύμπλεγμα Καστελλορίζου (Νοτιοανατολικό Αιγαίο).