



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

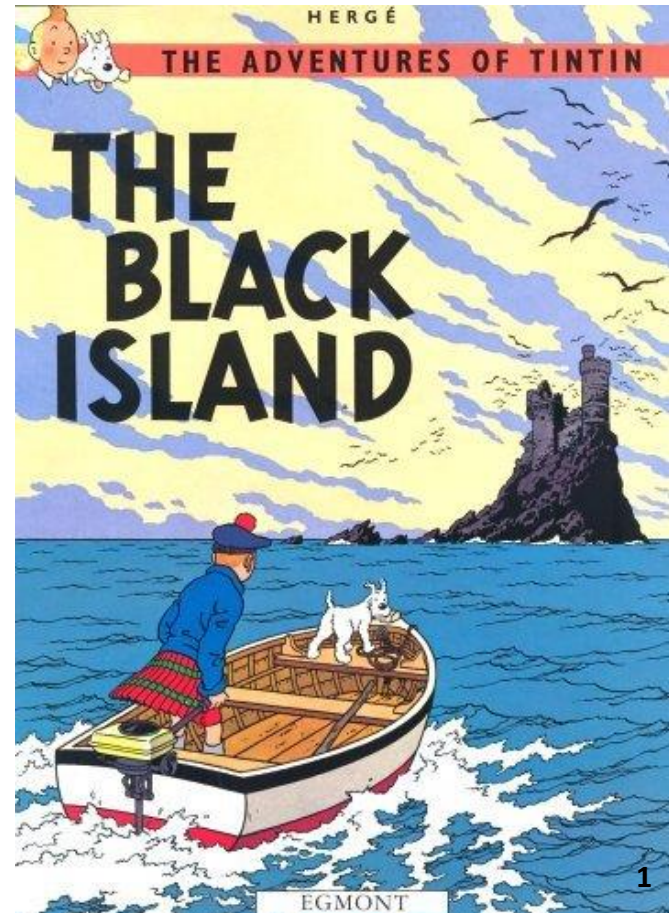
Ζωϊκή Ποικιλότητα

Ενότητα 4. Νησιωτική Βιογεωγραφία

Παναγιώτης Παφίλης, Επικ. Καθηγητής
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Βιολογίας

Νησιά

- Φυσικά εργαστήρια εξέλιξης.
- Ποικιλία διαφορετικών ενδιαιτημάτων.
- Υψηλός βαθμος απομόνωσης.
- Οργανωμένα σε συστήματα (αρχιπελάγη) ή μεμονωμένα.
- Θέσεις με υψηλό ενδημισμό.
- Θέσεις ειδογένεσης.



Τα νησιά μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους...

- Ωκεάνια νησιά.



- Ηπειρωτικά νησιά.



...ή με αυτό που έχουμε στο μυαλό μας...





Ωκεάνια vs. ηπειρωτικών νησιών

Χαμηλή ποικιλότητα αλλά ισχυρή σχέση επιφάνειας-ειδών.

Υψηλότεροι ρυθμοί εξαφάνισης.

Περιορισμένη διασπορά.

Γενικά πιο αραιοί πληθυσμοί αλλά υπάρχουν και σημαντικές εξαιρέσεις.



Ιστορικό υπόβαθρο

- Στατική θεώρηση: Η σύσταση της βιοποικιλότητας στα νησιά είναι σταθερή.
- Δυναμική θεώρηση: Θεωρία της ισορροπίας στη νησιωτική βιογεωγραφία.

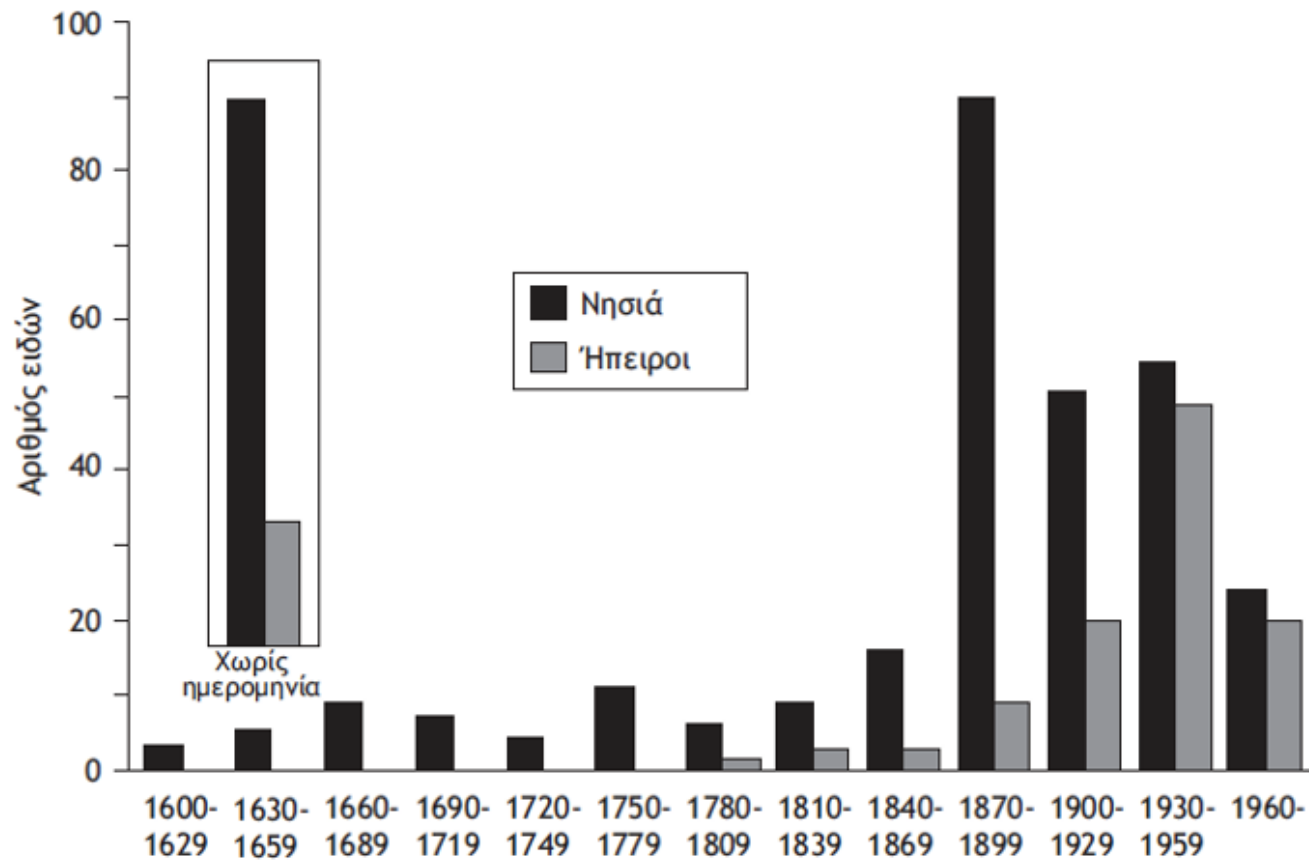


Διαπιστώσεις στα νησιά

- Οι εποικισμοί και οι εξαφανίσεις είναι συχνά φαινόμενα.
- Ο αριθμός των ειδών αυξάνεται με την έκταση.
- Ο αριθμός των ειδών μειώνεται όσο αυξάνεται η απομόνωση.
- **Φαινόμενα που μελετώνται**
- Σχέση έκτασης-αριθμού ειδών.
- Σχέση απομόνωσης-αριθμού ειδών.
- Εναλλαγή των ειδών.



Εξαφανίσεις μαλακίων, πτηνών και θηλαστικών από νησιά και ξηρά

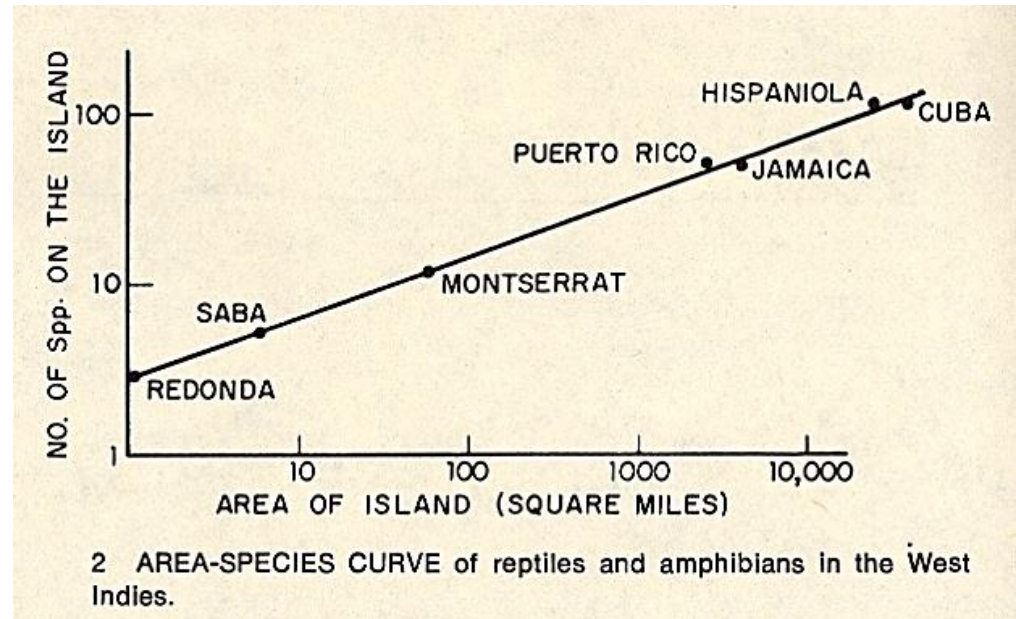


11



Σχέση έκτασης αριθμού ειδών 1/2

- Όσο μεγαλύτερο είναι ένα νησί, τόσο περισσότερα είδη φιλοξενεί.
- Ο αριθμός των ειδών αυξάνεται πιο αργά στα μεγαλύτερα νησιά.



12



Σχέση έκτασης αριθμού ειδών 2/2

- Η εξίσωση που αποδίδει τη σχέση είναι η ακόλουθη (Arrhenius 1920):

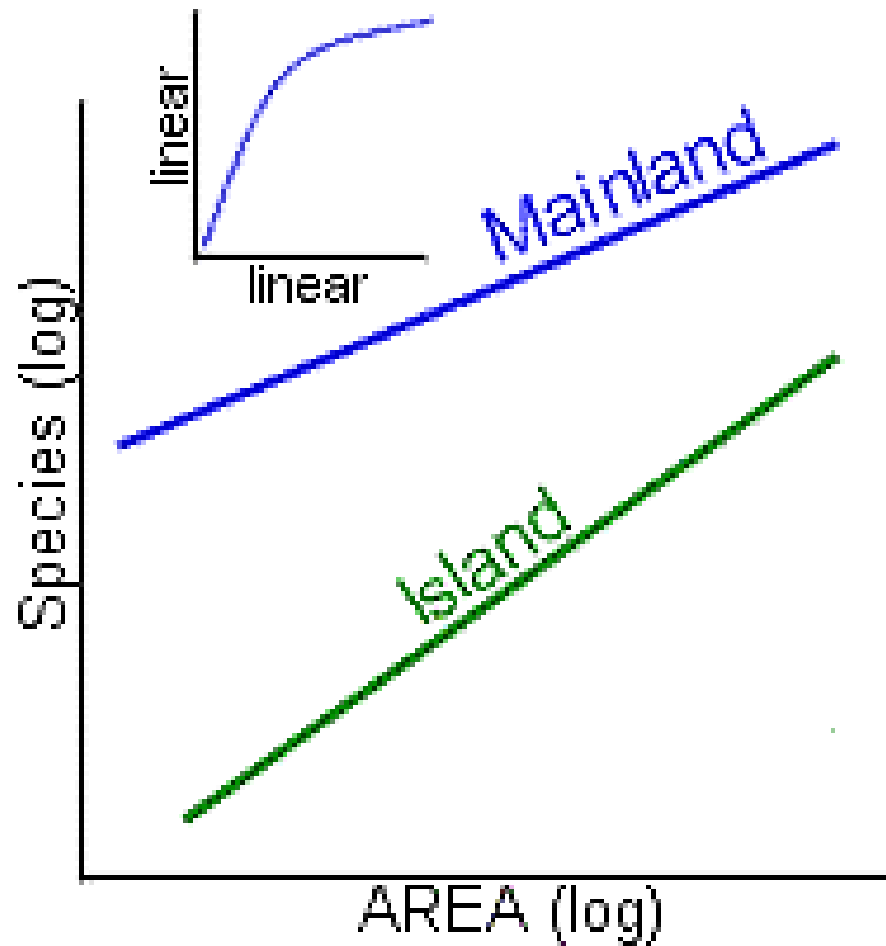
$$S = cA^z$$

όπου S ο αριθμός ειδών, A η έκταση, c και z δύο σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα του κάθε συστήματος.

- Η σχέση γίνεται γραμμική λογαριθμίζοντας (Gleason 1922)

$$\log S = \log c + z \log A$$



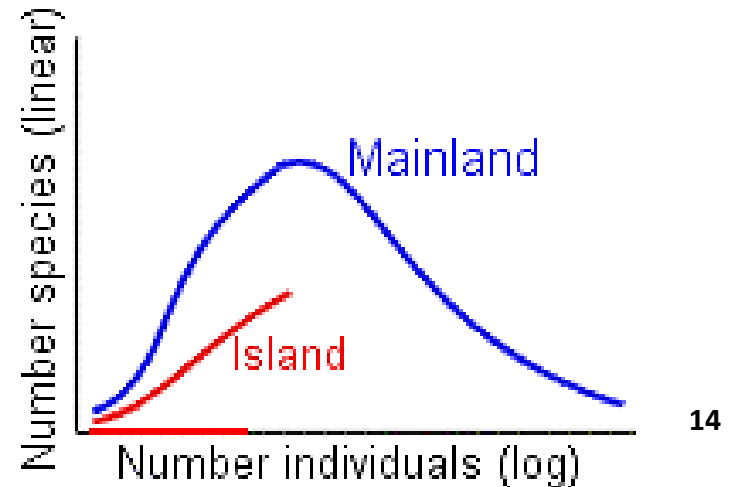


13



Ερμηνεία και συγκρίσεις

- Σε κάθε περιοχή λίγα είδη είναι είτε πολύ άφθονα ή πολύ σπάνια.
- Η κατανομή των ειδών ακολουθεί κωδωνοειδή κατανομή.
- Τα μεγαλύτερα νησιά θα περιλαμβάνουν και περισσότερους τύπους ενδιαιτημάτων άρα και περισσότερα είδη εξειδικευμένα σε αυτά.
- Τα μικρά και απομονωμένα νησιά έχουν λιγότερα είδη ανά μονάδα έκτασης και υψηλότερο z γιατί αν κάποιο είδος γίνει σπάνιο είναι πολύ πιθανό να εξαφανιστεί καθώς η δυνατότητα ανατροφοδότησης είναι περιορισμένη.



- Η τιμή του z είναι 0,12-0,17 για τις ηπειρωτικές περιοχές και 0,14-0,40 για τα νησιά
- Ηπειρωτικά νησιά: 0,2
- Ωκεάνια νησιά: 0,35



Σχέση αριθμού ειδών-απομόνωσης

Όσο πιο απομονωμένο είναι ένα νησί, τόσο λιγότερα είδη θα φιλοξενεί.

Λιγότερα είδη μπορούν να υπερπηδήσουν τους φραγμούς διασποράς.

Στην πράξη η συγκεκριμένη σχέση έχει πιο περιορισμένη ισχύ από εκείνη για την έκταση εξαιτίας.

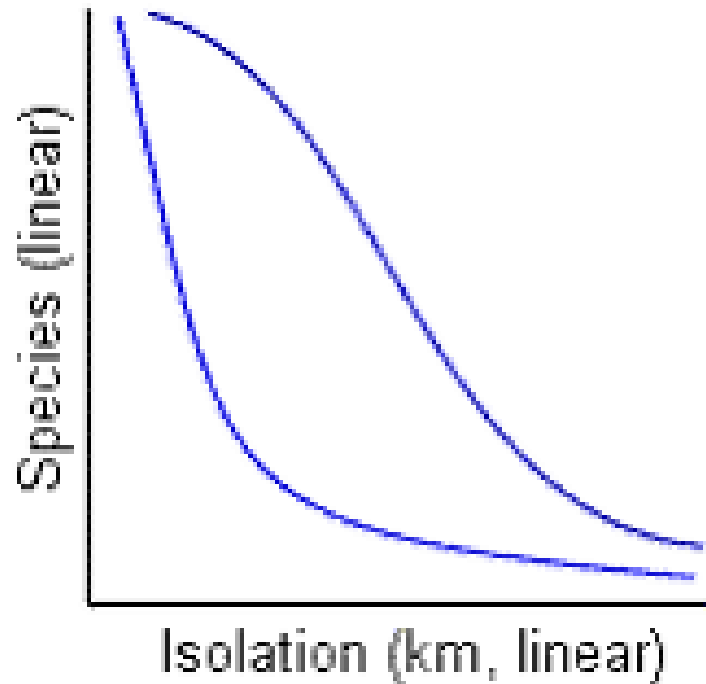
- της ποικιλομορφίας των μέσων διασποράς, και
- της ποικιλίας αφετηριών.



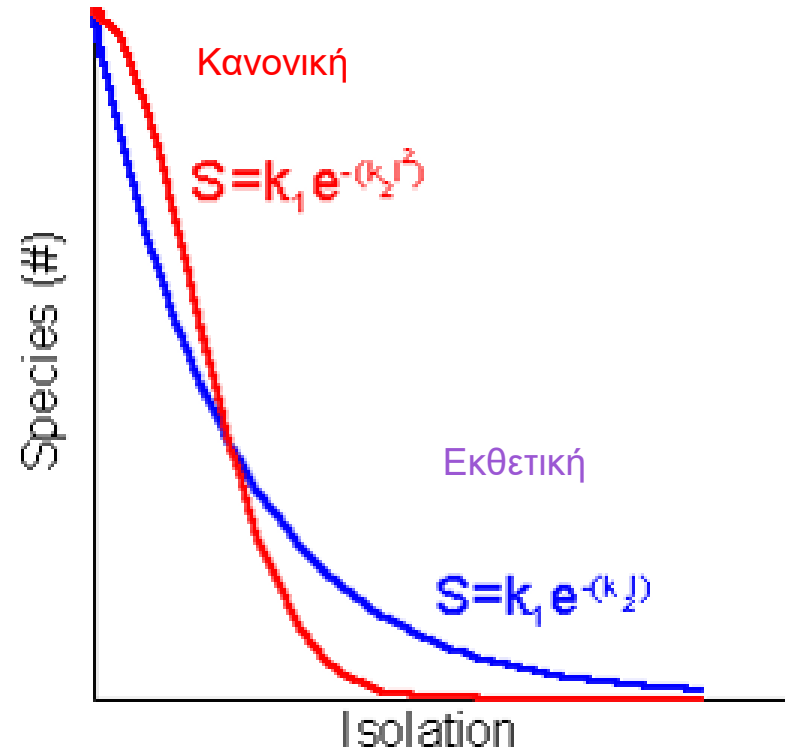
Με κατάλληλους μετασχηματισμούς στον ένα ή και τους δύο άξονες:

- Εκθετική $S = k_1 e^{-k_2(l)}$
- Κανονική $S = k_1 e^{-k_2(l^2)}$
- Όπου S ο αριθμός των ειδών, k_1 και k_2 σταθερές και l η απομόνωση.
- Η τιμή του z είναι 0,12-0,17 για τις ηπειρωτικές περιοχές και 0,14-0,40 για τα νησιά
- Ηπειρωτικά νησιά: 0,2
- Ωκεάνια νησιά: 0,35





15



16

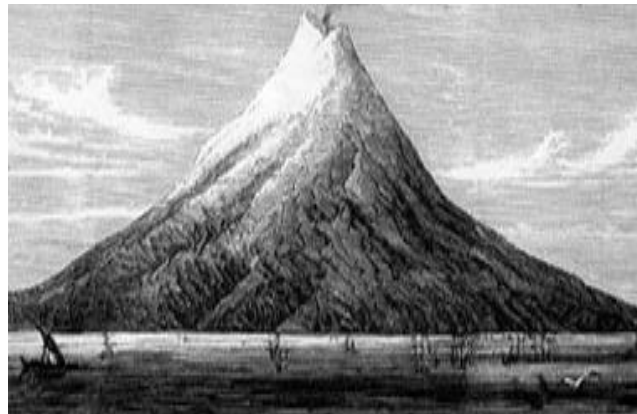
Η σχέση δεν είναι εύχρηστη λόγω της σύνθετης φύσης των παραγόντων που συνδυάζονται με την απομόνωση.



Εναλλαγή ειδών

Η έκρηξη του Krakatau (1883) – Μεταβολές στην σύσταση της ορνιθοπανίδας.

	Rakata		Sertung	
	Εξαφάνιση	Εποικισμός	Εξαφάνιση	Εποικισμός
1908-1920	2	20	0	28
1920-1933	5	4	2	7



17



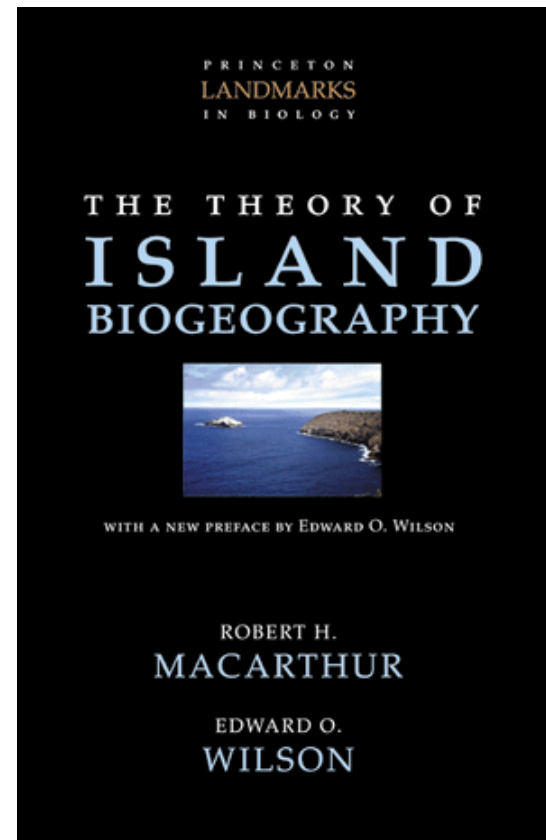
Η έκρηξη του Krakatau (1883)

- Ο ρυθμός εποίκισμού ήταν πιο υψηλός τα πρώτα χρόνια μετά την έκρηξη.
- Οι εξισορροπητικές αλλαγές στην ορνιθοπανίδα μπορεί να αποτελούν προσαρμογές στην ανάπτυξη της βλάστησης.
- Η συνεχής εναλλαγή μπορεί να είναι τυπική σε νησιωτικές κοινότητες.



Η θεωρία της ισορροπίας στη νησιωτική βιογεωγραφία MacArthur & Wilson (1967)

Ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν σε ένα νησί αντιπροσωπεύει μια ισορροπία μεταξύ της εποίκησης και της εξαφάνισης.



18



Γενικές αρχές

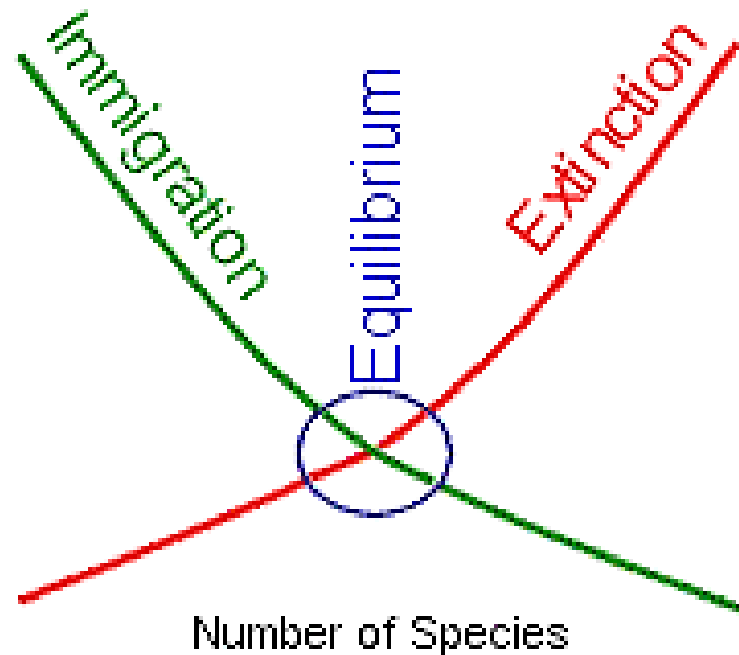
- Το μέγεθος ενός νησιού επηρεάζει το ρυθμό εξαφάνισης.
- Η απομόνωση ενός νησιού επηρεάζει το ρυθμό εποίκησης.
- Ο αριθμός των ειδών που υπάρχουν σε ένα νησί αντιπροσωπεύει τη δυναμική ισορροπία μεταξύ των δύο αντίθετων ρυθμών της εξαφάνισης και της εποίκησης.



Ο αριθμός των ειδών σε κάποιο νησί μπορεί να κυμαίνεται από το μηδέν μέχρι κάποιο μέγιστο (είδη που μπορούν να εποικίσουν από μια γειτονική «δεξαμενή»).

Ο ρυθμός εποίκισης μειώνεται από κάποια μέγιστη τιμή (άδειο νησί) μέχρι το μηδέν (όταν το νησί περιλαμβάνει όλα τα είδη της δεξαμενής).

Ο ρυθμός εξαφάνισης αυξάνεται από το μηδέν μέχρι κάποια μέγιστη τιμή.



19

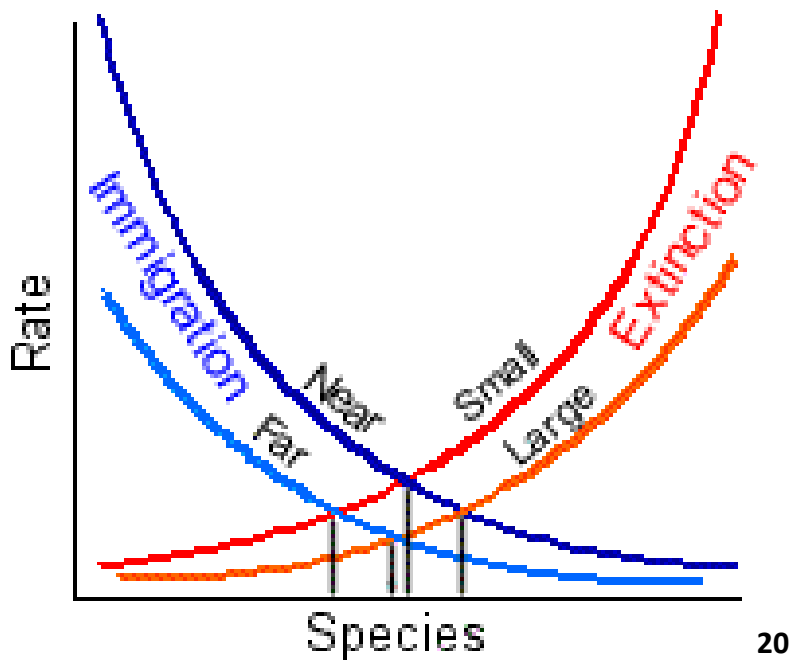


Οι MacArthur και Wilson υποστήριξαν ότι η εξαφάνιση εξαρτάται μόνο από το μέγεθος του νησιού και ο εποικισμός μόνο από την απομόνωση.

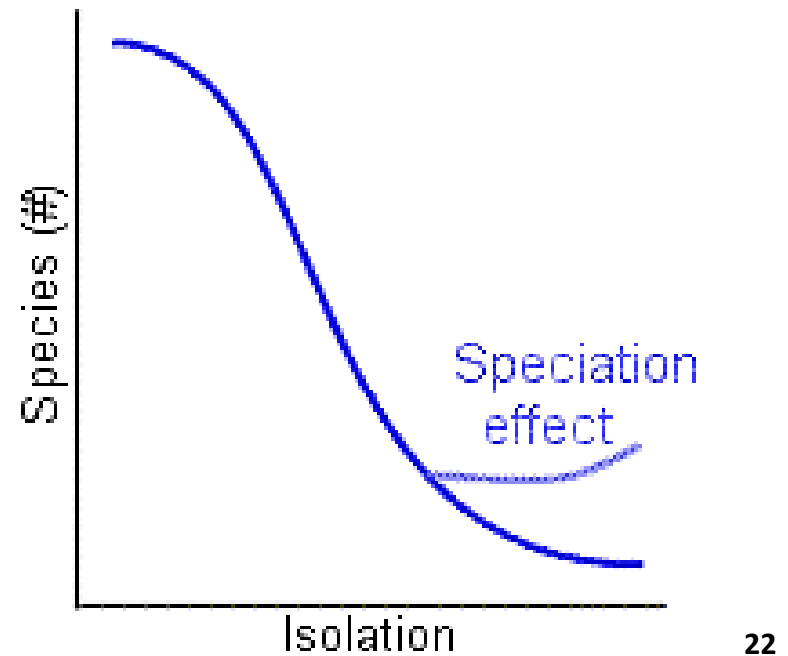
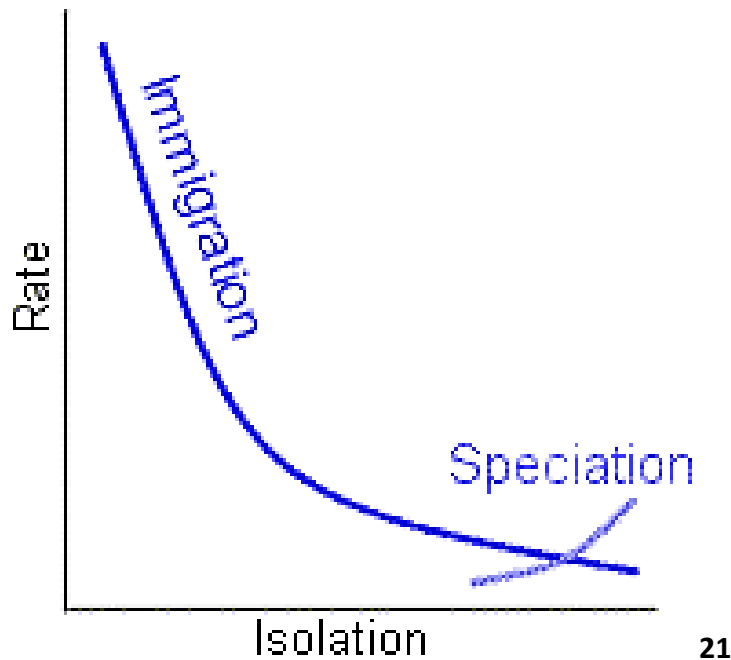
Ο αριθμός ειδών στην ισορροπία προβλέπεται να είναι: $S_{In} > S_{If}$ και $S_{Sn} > S_{Sf}$.

Το μοντέλο προβλέπει επίσης μια σειρά ρυθμών εναλλαγής ειδών στην ισορροπία: $T_{Sn} > T_{Sf}$ και $T_{In} > T_{If}$.

Επίσης προβλέπει τους ρυθμούς επιστροφής στην ισορροπία μετά την διατάραξή της σε ποικίλου μεγέθους νησιά.



Οι χαμηλοί ρυθμοί μετανάστευσης επιτρέπουν την ειδογένεση λόγω κενών θώκων. Η ειδογένεση αυξάνει την ποικιλότητα.



Αδυναμίες της θεωρίας 1/2

Οι ακριβείς καμπύλες εποίκησης και εξαφάνισης δεν είναι γνωστές.

Ο διαχωρισμός των διεργασιών της εποίκησης και της εξαφάνισης είναι απλουστευμένος και τεχνητός.

Οι καμπύλες εποίκησης και εξαφάνισης δεν είναι ίδιες για διαφορετικές πανίδες και νησιά.

Οι καμπύλες εξαφάνισης δεν λαμβάνουν υπόψη τη γενετική σύσταση των πληθυσμών.

Πολλές βιοκοινότητες μπορεί να μην είναι σε ισορροπία.



Αδυναμίες της θεωρίας 2/2

Τα είδη δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά για εποίκηση και εξαφάνιση.

Η εποίκηση και η εξαφάνιση δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η προέλευση του εποίκισμού.

Δεν λαμβάνεται υπόψη η διαδικασία της ειδογένεσης.

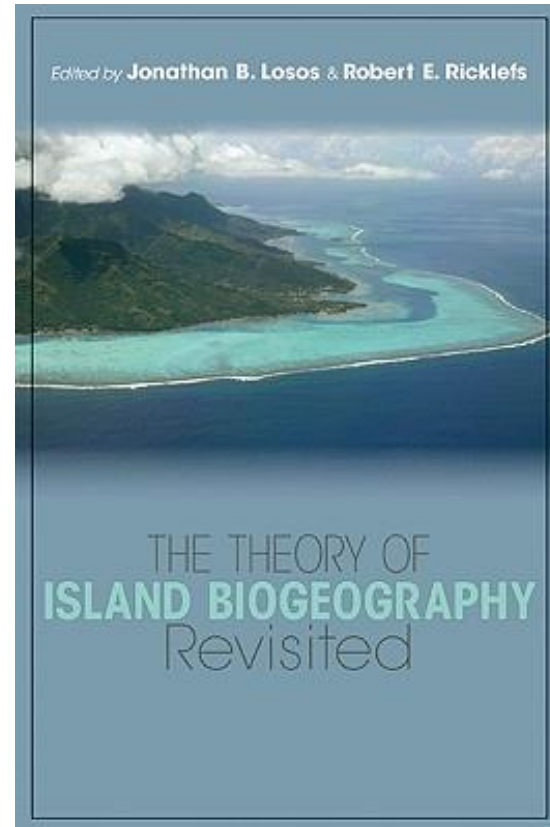
Η έκταση ενός νησιού δεν εκφράζει πάντα την πραγματικότητα.



Η σημασία της νησιωτικής βιογεωγραφίας στις μέρες μας

Παρά τις αδυναμίες του το συγκεκριμένο πρότυπο συνεχίζει να αποτελεί μια ολιστική θεώρηση των νησιωτικών βιοκοινοτήτων και εισήγαγε σημαντικές νέες ιδέες στις οικολογικές επιστήμες (π.χ. r- και k- στρατηγικές).

Πολλές τροποποιήσεις και διαφοροποιήσεις έχουν επιφέρει σημαντικές αλλαγές και βελτιώσεις στο αρχικό μοντέλο των McArthur και Wilson.



23



Έλεγχοι του μοντέλου

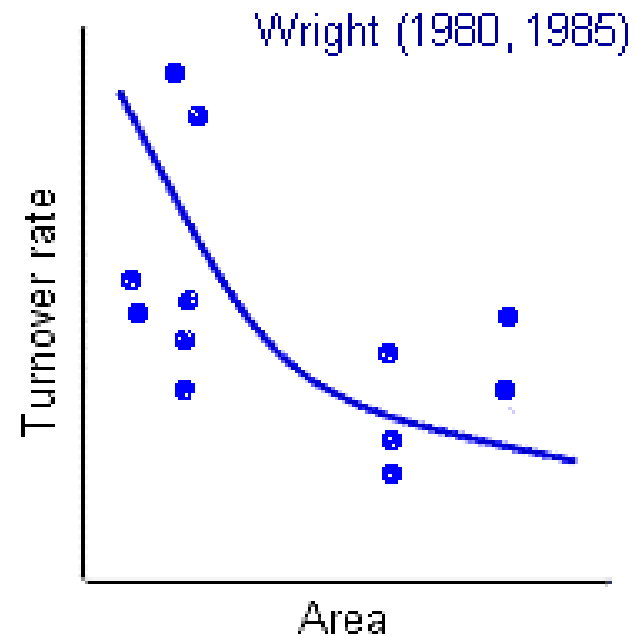
- Εκτίμηση της εναλλαγής σε νησιά που βρίσκονται κοντά σε ηπειρωτικές περιοχές.
- Παράδειγμα: φωλιάζοντα είδη πουλιών στα νησιά του διαύλου της Καλιφόρνιας (Diamond 1969-1976).





Επίδραση του μεγέθους του νησιού στην εναλλαγή ειδών

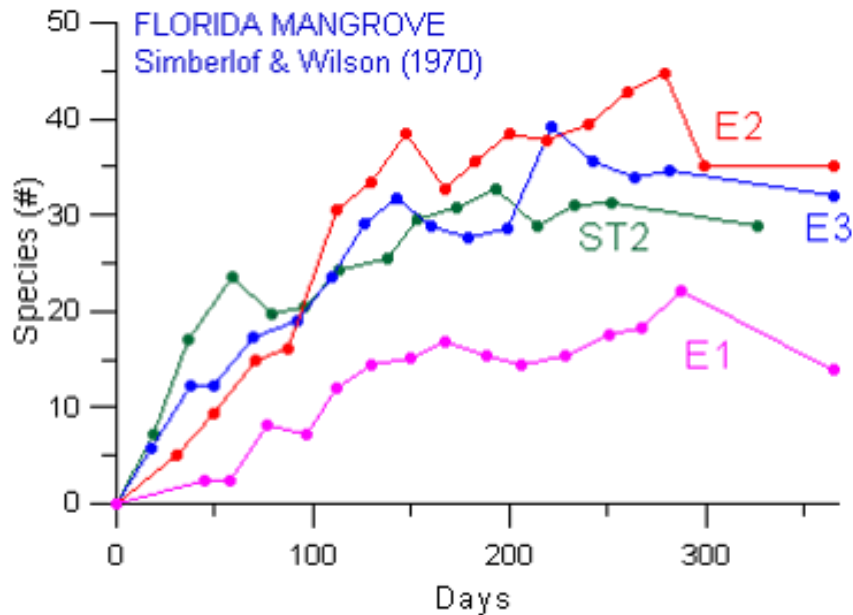
- Ο ρυθμός εναλλαγής μέσα σε 50 χρόνια (1917-1968) κυμαίνεται μεταξύ 20 και 60%.
- Ο συνολικός αριθμός παρέμεινε σταθερός.
- Η εναλλαγή ήταν μεγαλύτερη στα νησιά με τα λιγότερα είδη.



25



Πειραματική βιογεωγραφία



26

Απομάκρυνση όλων των ζώων από νησιά.

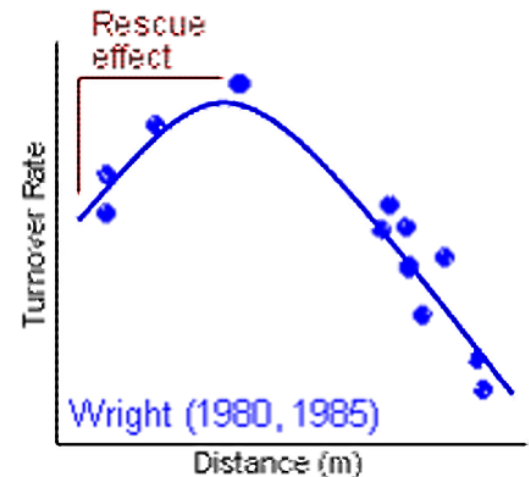
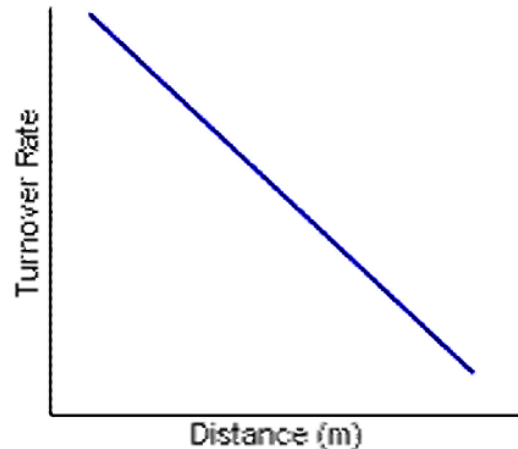
Πείραμα Simberlof και Wilson (1970).

- Τα αποτελέσματα ταιριάζουν με τη θεωρία.
- Οι αναπτυσσόμενες βιοκοινωνίες περνούν από 3 ή 4 καταστάσεις δυναμικής ισορροπίας.



Πρόσθετα πρότυπα της αφθονίας των νησιωτικών ειδών

- Το φαινόμενο της διάσωσης
- Μείωση του ρυθμού εξαφάνισης σε νησιά που βρίσκονται κοντά σε ηπειρωτικές περιοχές επειδή η συνεχής εισροή ατόμων ειδών που υπάρχουν σ' αυτά τα νησιά εμποδίζει την εξαφάνισή τους.

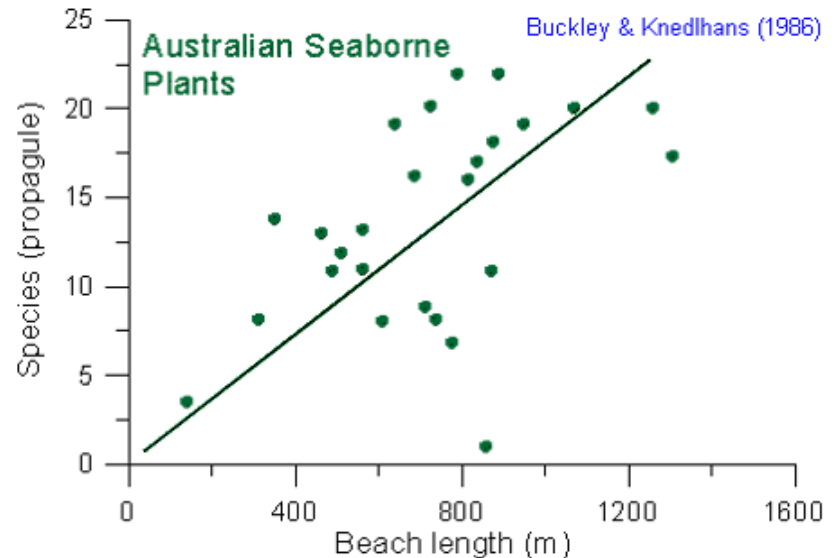


27



Το φαινόμενο της έκτασης του στόχου

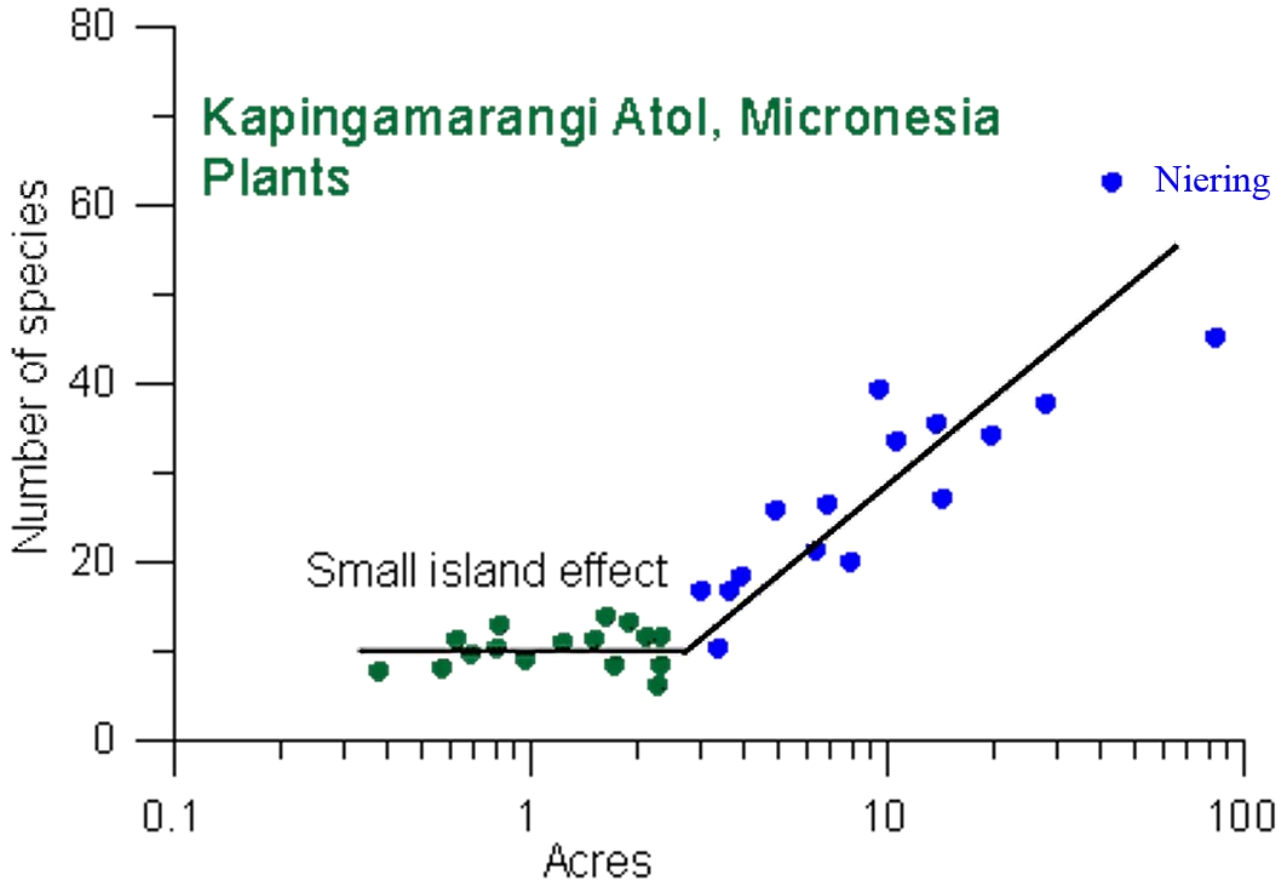
- Επειδή τα μεγάλα νησιά έχουν μεγαλύτερη έκταση, αποτελούν μεγαλύτερο (και άρα ευκολότερο) στόχο για τα είδη που τα εποίκίζουν.
- Επομένως τα μεγαλύτερα νησιά θα έχουν μεγαλύτερο ρυθμό εποίκισμού.



28



Το φαινόμενο των μικρών νησιών



Ο αριθμός των ειδών τείνει να παραμένει χαμηλός και ανεξάρτητος της έκτασης.



Μη ισορροπημένες κοινότητες

- Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου η ποικιλότητα δεν αντιστοιχεί στις προβλέψεις του μοντέλου της θεωρίας.
- Ο αριθμός των ειδών σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να μεταβάλλεται ακολουθώντας εξωτερικές μεταβολές όπως π.χ. Ιστορικά γεγονότα ή ανθρώπινες παρεμβάσεις.



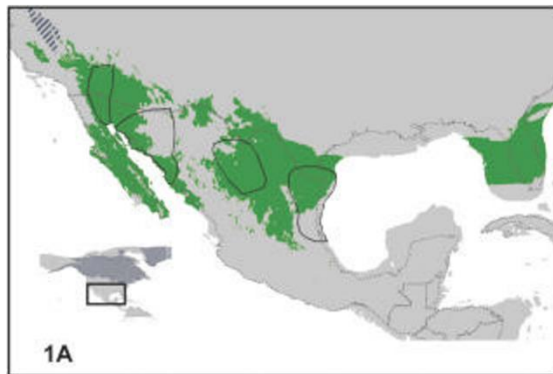
Πλειστοκαινικά καταφύγια

- Πρόκειται για χερσαία νησιά όπου απομονώθηκαν οργανισμοί λόγω των παγετώνων και δεν μπόρεσαν να επιστρέψουν όταν το κλίμα έγινε θερμότερο.
- Δεν υπάρχει σχέση αριθμού ειδών-απομόνωσης ενώ παρατηρούνται χαμηλοί ρυθμοί εξαφάνισης, απουσία διασποράς και εποικισμού, υψηλοί ρυθμοί ειδογένεσης και υπερκορεσμός ειδών.

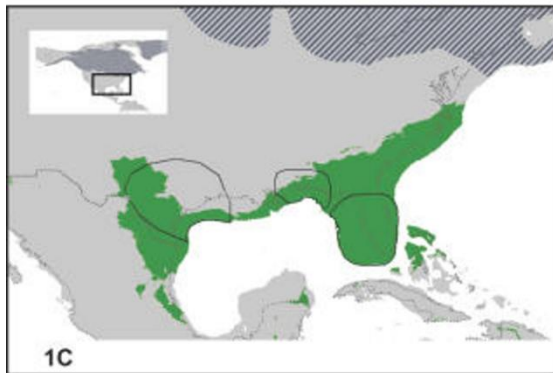
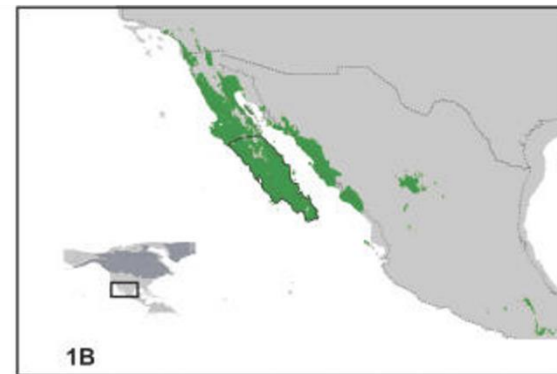


What does niche modelling provide?

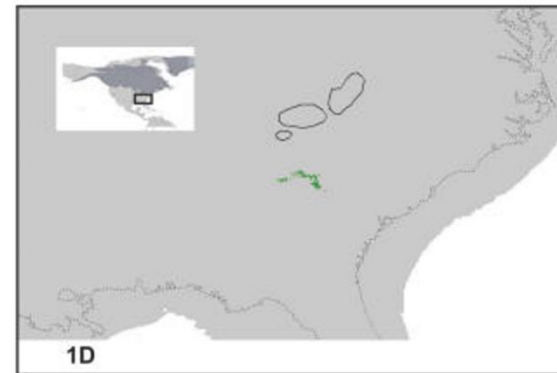
Crotalus atrox



Polioptia californica



Elaphe obsoleta



Desmognathus wrighti

30

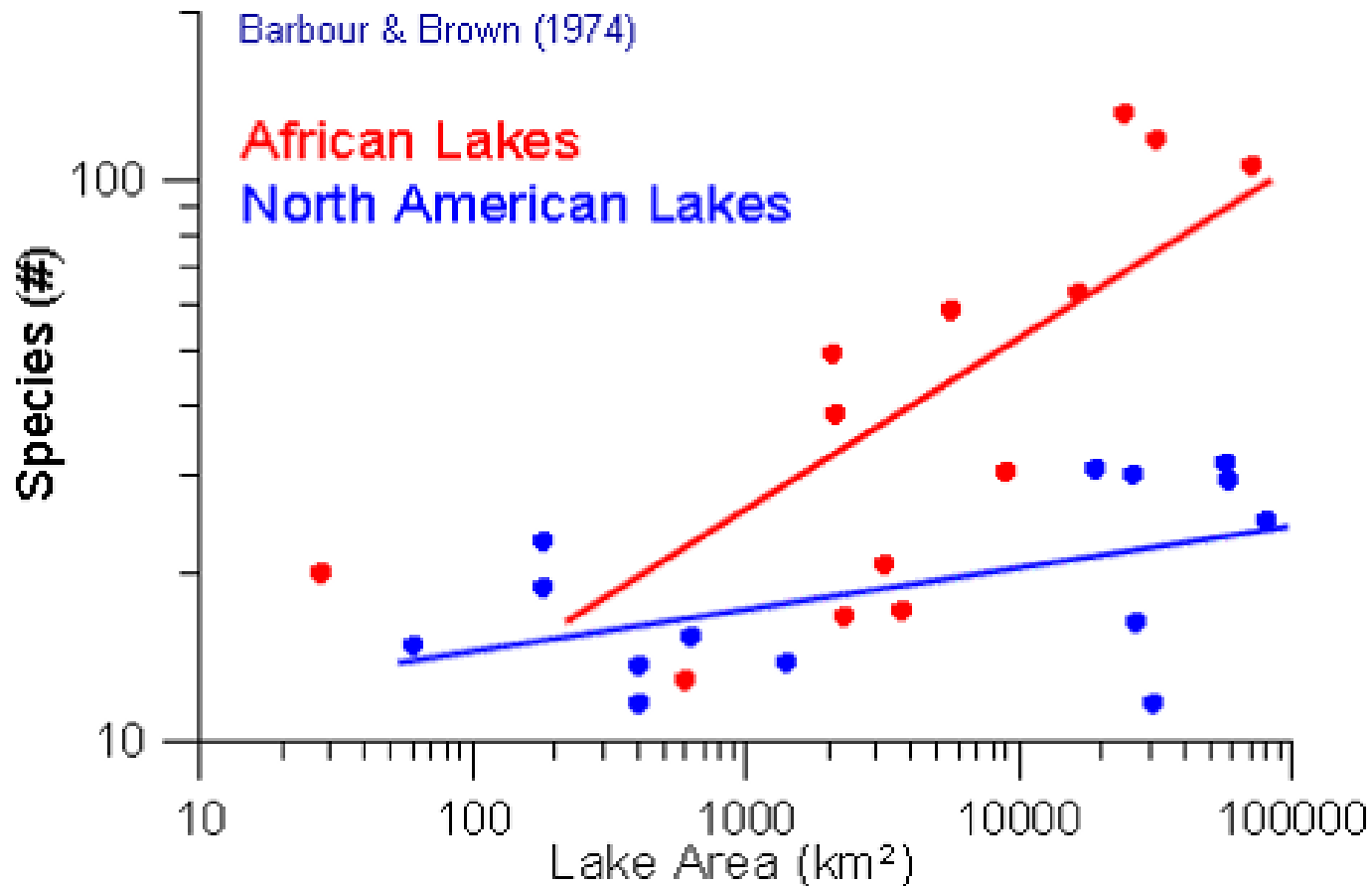


Πανίδες λιμνών

- Οι λίμνες λειτουργούν σαν νησιά. Οι μεταπλειστοκαινικές λίμνες βρίσκονται στην ίδια κατάσταση με τα ορεινά καταφύγια
- Η πανίδα τους δυσκολεύεται να μεταναστεύσει.
- Μετά το Πλειστόκαινο παρατηρείται υπερκορεσμός και τάση μείωσης του αριθμού των ειδών.
- Δεν έχουν φτάσει ακόμη σε κατάσταση ισορροπίας.
- Παρατηρείται μεγάλος ρυθμός ειδογένεσης.



Η πανίδα των λιμνών προκύπτει από συνδυασμό ειδογένεσης και εποίκισμou



Πρότυπα συγκρότησης και εξέλιξης των νησιωτικών βιοκοινωνιών

- Πέραν του αριθμού των ειδών σε ένα νησί, ιδιαίτερα σημαντική είναι και η γνώση της σύστασης των βιοκοινοτήτων.
- Οι οικολογικές παράμετροι στα νησιά είναι διαφορετικές εκείνες των ηπειρωτικών περιοχών.
- Τα νησιωτικά είδη προκειμένου να ανταπεξέλθουν στις ιδιαίτερες συνθήκες των οικοσυστημάτων τους έχουν καταφύγει σε προσαρμογές που αποκλίνουν από εκείνες των ηπειρωτικών πληθυσμών.



Απλοποίηση

- Η βιοποικιλότητα στα νησιά είναι γενικά μικρότερη.
- Ο φτωχότερος χαρακτήρας των νησιωτικών βιοκοινοτήτων μπορεί να αποδοθεί στους χαμηλούς ρυθμούς εποικισμού αλλά και στην περιορισμένη τροφική διαθεσιμότητα.



Δυσαρμονία

Αρμονικές ή ισορροπημένες βιοκοινωνίες είναι αυτές που μοιάζουν με τις βιοκοινωνίες του τόπου προέλευσης.

Μπορεί να έχουν λιγότερα είδη αλλά τα ποσοστά των ταξινομικών και των οικολογικών ομάδων είναι παρόμοια

Όσο πιο απομονωμένο είναι ένα νησί, τόσο πιο δυσαρμονική ή μη ισορροπημένη είναι η συγκρότηση των βιοκοινωνιών. Αυτή η παρατήρηση αποδίδεται:

1. Στη διαφορετική ικανότητα εποικισμού.
2. Στη διαφορετική ικανότητα εγκαθίδρυσης.
3. Στην επιλεκτική φύση της εξαφάνισης.



Ο επιλεκτικός εποικισμός

- Ορισμένες ομάδες έχουν προσαρμογές για καλή διασπορά και αυτές οι ομάδες συναντώνται πιο συχνά σε νησιά: πουλιά, νυχτερίδες, έντομα
- Άλλες διαθέτουν αντοχή στην αλατότητα, στην ξηρασία, στο ψύχος κλπ.



Η εγκαθίδρυση νέων πληθυσμών

- Εκτός από την ικανότητα διασποράς, σημασία έχει και η ικανότητα εγκαθίδρυσης νέων πληθυσμών.
- Τέτοια είδη είναι προσαρμοσμένα να εκμεταλλεύονται διαταραγμένους βιοτόπους ή νέα περιβάλλοντα όπως τα είδη που έχουν r στρατηγική: ευρύοικα με γρήγορη αύξηση των πληθυσμών.

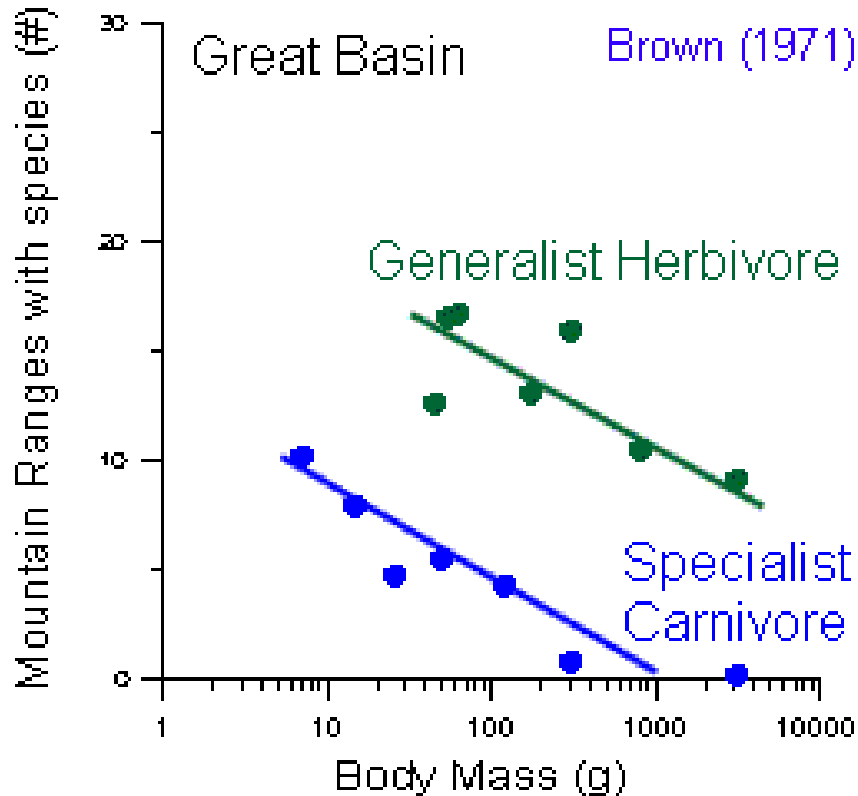


Οι επιλεκτικές εξαφανίσεις

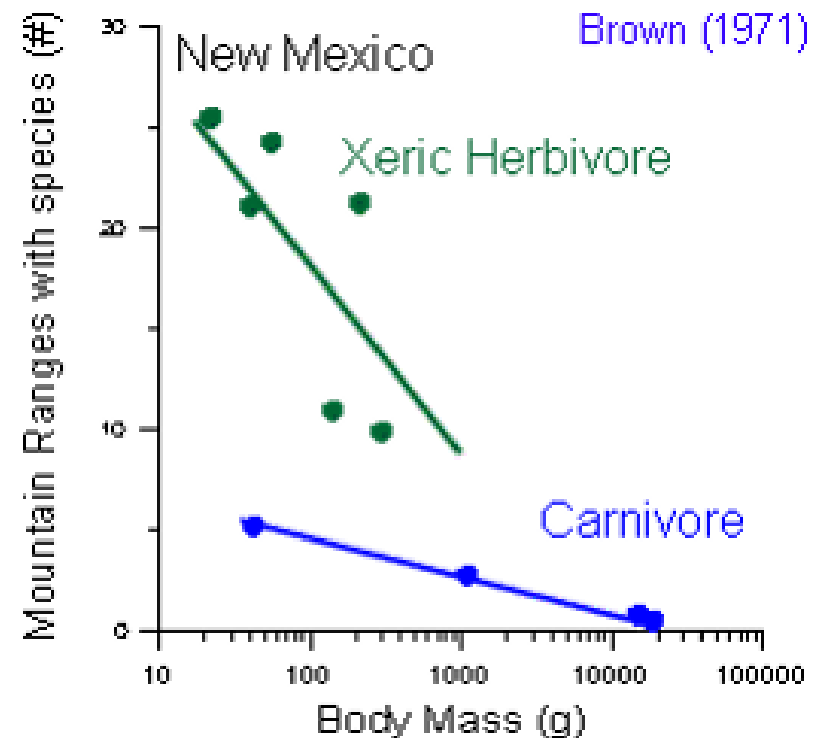
- Στα νησιά επιβιώνουν είδη που χρειάζονται λίγους πόρους.
- Αναμένεται είδη που έχουν μεγάλο μέγεθος (υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις), είναι σαρκοφάγα (παρουσία άφθονης τροφής) και έχουν εξειδικευμένες απαιτήσεις να μην συναντώνται συχνά σε νησιά.



Extinction on Sky Islands



32



33

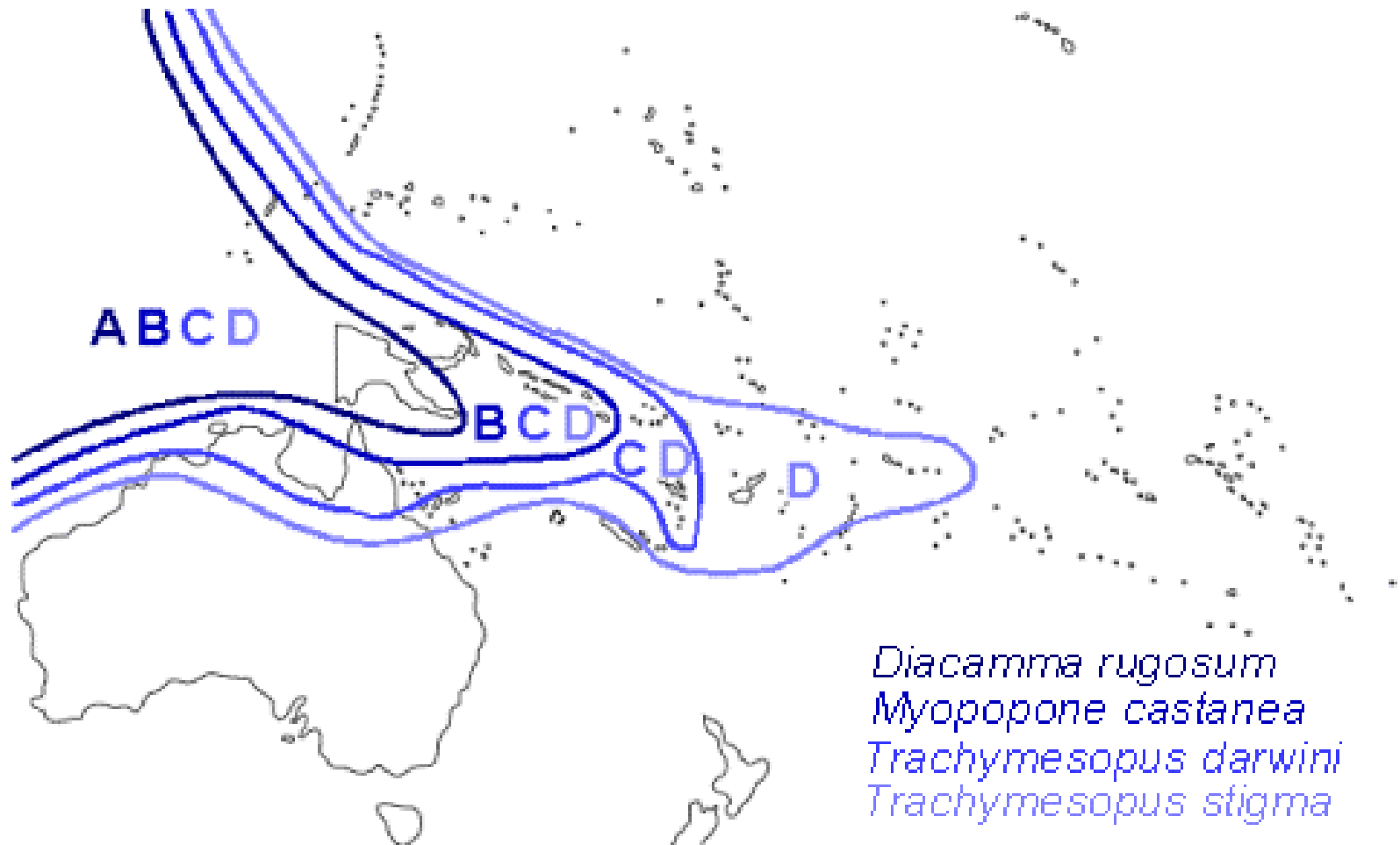


Πρότυπα διαφορεικού εποικισμού και εξαφανίσεων

Εγκιβωτισμός στις νησιωτικές βιοκοινωνίες

- Οι βιοκοινωνίες σε μικρά νησιά τείνουν να είναι υποσύνολα των βιοκοινωνιών γειτονικών μεγαλύτερων νησιών που με τη σειρά τους είναι υποσύνολα των ηπειρωτικών περιοχών.
- Το μοντέλο της χαλάρωσης υποστηρίζει ότι καθώς μειώνεται η έκταση των νησιών, οι βιοκοινωνίες τους πρέπει να τείνουν προς ένα παρόμοιο σύνολο ειδών, αυτών που έχουν τις λιγότερες απαιτήσεις. Έτσι δημιουργείται εγκιβωτισμός.
- Ο εγκιβωτισμός ακολουθεί ένα πρότυπο εποικισμού ενώ η ύπαρξη καταφυγίων ακολουθεί ένα υπολειμματικό πρότυπο.





Wilson, E.O. 1959. Adaptive shift and dispersal in a tropical ant fauna. *Evolution* 13: 122-144.

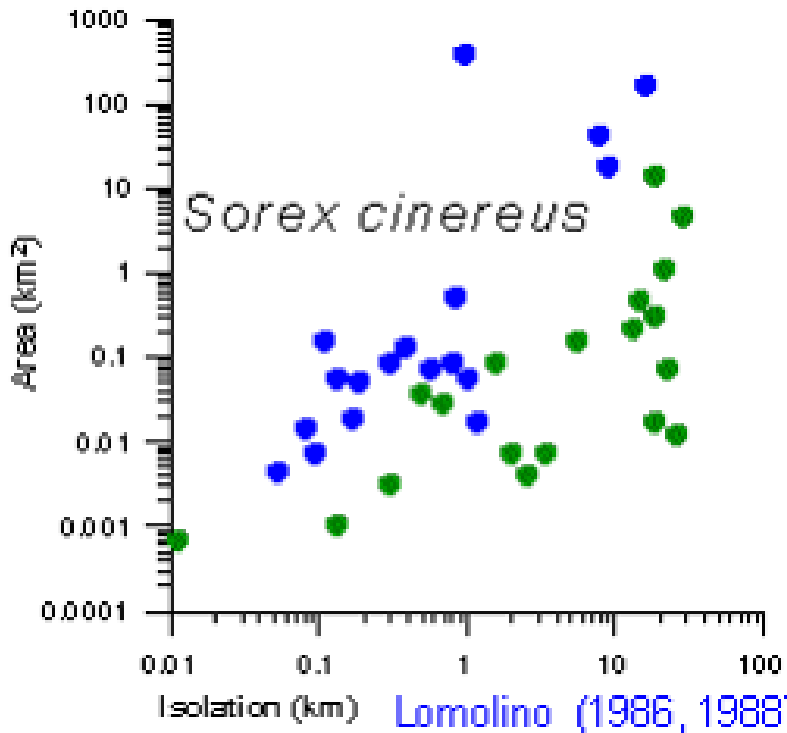


Κατανομές συγκεκριμένων ειδών

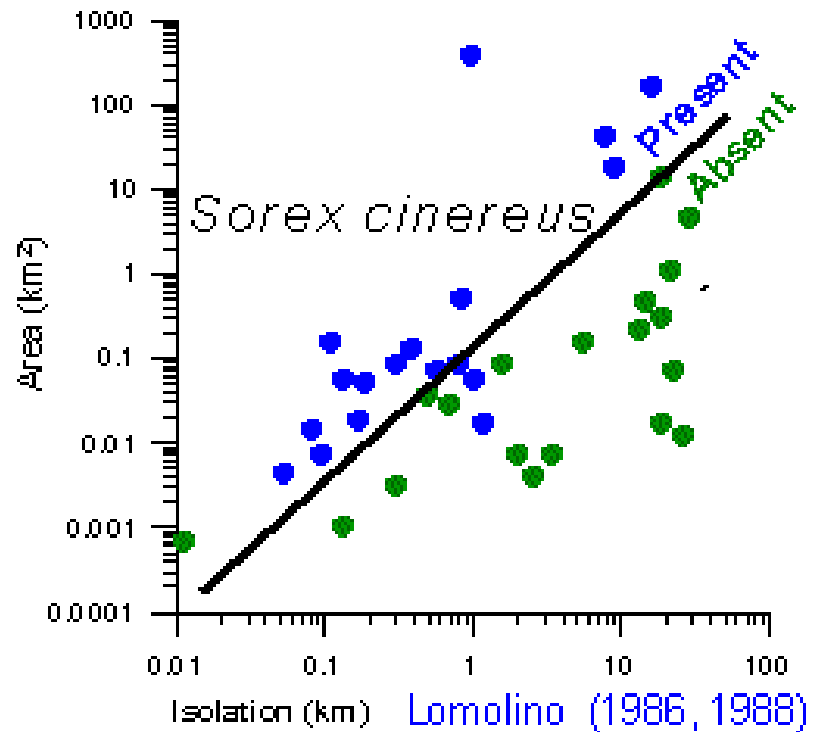
- Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε το εποικισμό και την εξαφάνιση πρέπει να κατεβούμε στο επίπεδο του είδους
- Η θεωρία που μας επιτρέπει να κάνουμε αυτή την αναγωγή είναι η θεωρία των μεταπληθυσμών
- Η θεωρία προσπαθεί να εκτιμήσει την αναλογία των νησιών ή των «κομματιών» που πρέπει να είναι κατειλημμένα ώστε να εξασφαλιστεί η επιβίωση των αλληλεπιδρούντων πληθυσμών ενός είδους



Single-species Distributions



35



36

Επιπλέον τα μεταπληθυσμιακά μοντέλα επιτρέπουν την εκτίμηση του χρόνου εξαφάνισης του μεταπληθυσμού



Διαειδικές αλληλεπιδράσεις

Οι σχέσεις μεταξύ των ειδών παίζουν σημαντικό ρόλο στην ισορροπία αλλά ακόμα και στην ίδια την επιβίωση οργανισμικών ομάδων.

Οικολογικά παρόμοια είδη τείνουν να εμφανίζουν αμοιβαία αποκλειστικές κατανομές όταν βρίσκονται στο ίδιο νησί.

Οι πληθυσμοί τείνουν να εμφανίζουν **οικολογική απελευθέρωση**, δηλαδή εμφανίζουν σημαντικά ευρύτερους θώκους και μετατοπίσεις σε διάφορα χαρακτηριστικά.

Πληθυσμοί ειδών σε νησιά φτωχά σε είδη εμφανίζουν σχετικά υψηλές πυκνότητες .



Ανταγωνιστικός αποκλεισμός

Μωσαϊκή κατανομή: σε αρχιπελάγη, παρόμοια είδη καταλαμβάνουν διαφορετικά νησιά.

Στο αρχιπέλαγος Βίσμαρκ, δύο είδη πουλιών του γένους *Pachycephala* καταλαμβάνουν το μεν *P. pectoralis* 11 νησιά, το δε *P. malanura*, 18 νησιά.



Διάχυτος ανταγωνισμός

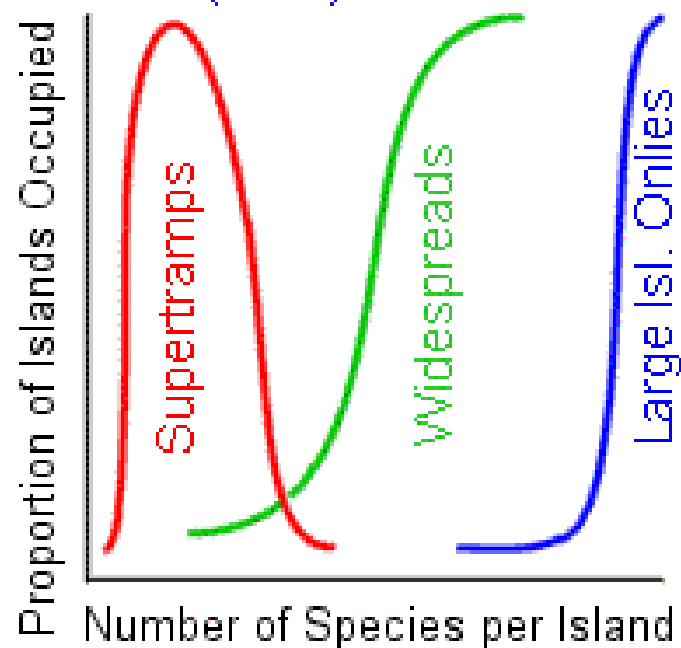
Πρόκειται για τον ανταγωνισμό μεταξύ πολλών ειδών που είναι δύσκολο να προσδιοριστεί.

Ορισμένα είδη βρίσκονται μόνο σε μικρά νησιά με λίγα άλλα είδη.

Άλλα κοινά είδη βρίσκονται παντού εκτός των μικρών νησιών.

Τα μεγαλύτερα είδη με εξειδικευμένες τροφικές συνήθειες και περιορισμένα ενδιαίτηματα βρίσκονται μόνο στα μεγάλα νησιά.

Diamond (1975.)

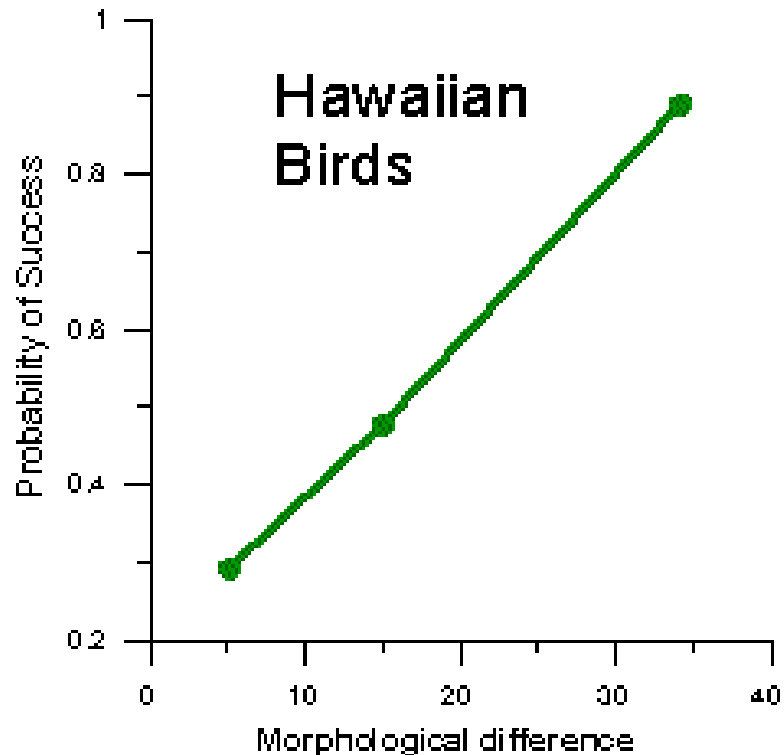


38



Πιθανότητα εγκατάστασης νέου είδους

- Αντίστοιχα, η πιθανότητα να εγκατασταθεί ένα νέο είδος σε ένα νησί σχετίζεται άμεσα με το βαθμό διαφοροποίησης από τα ήδη υπάρχοντα είδη.



39

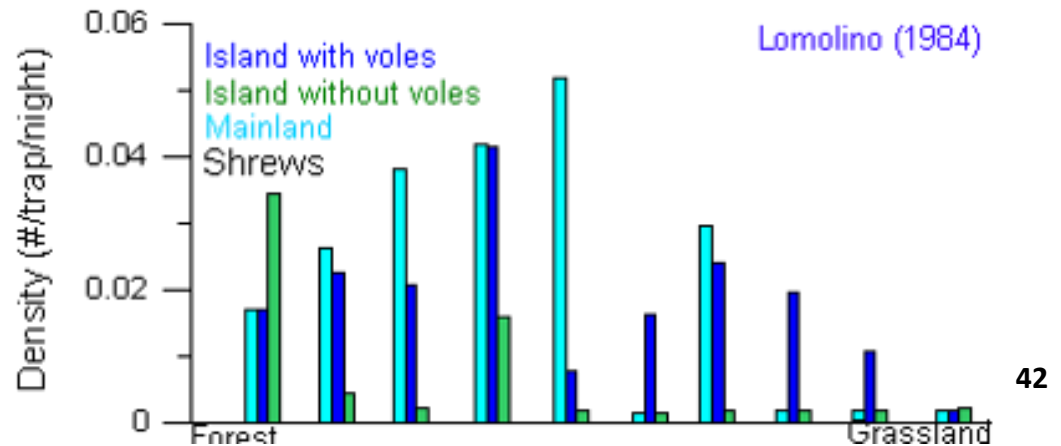
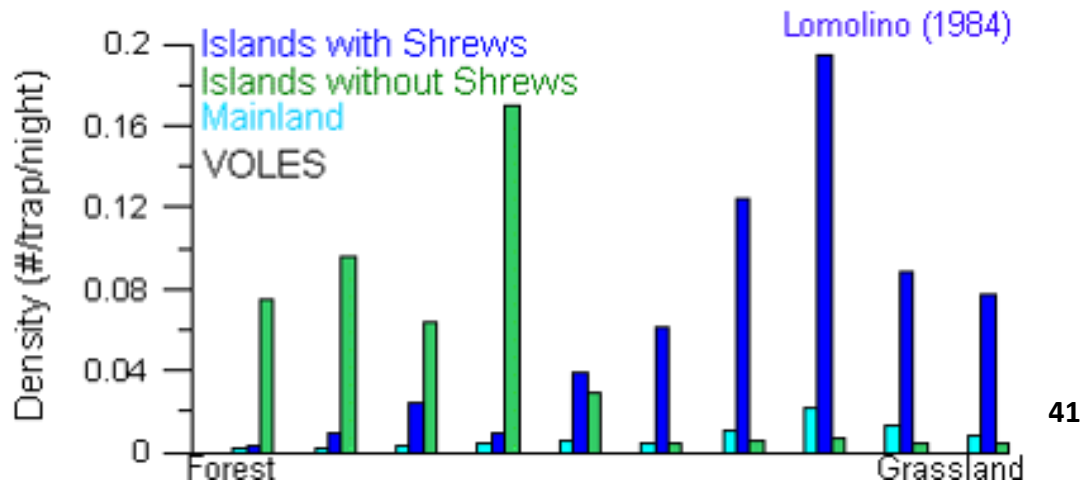


Αυξημένες συχνότητες και μετατόπιση θώκου

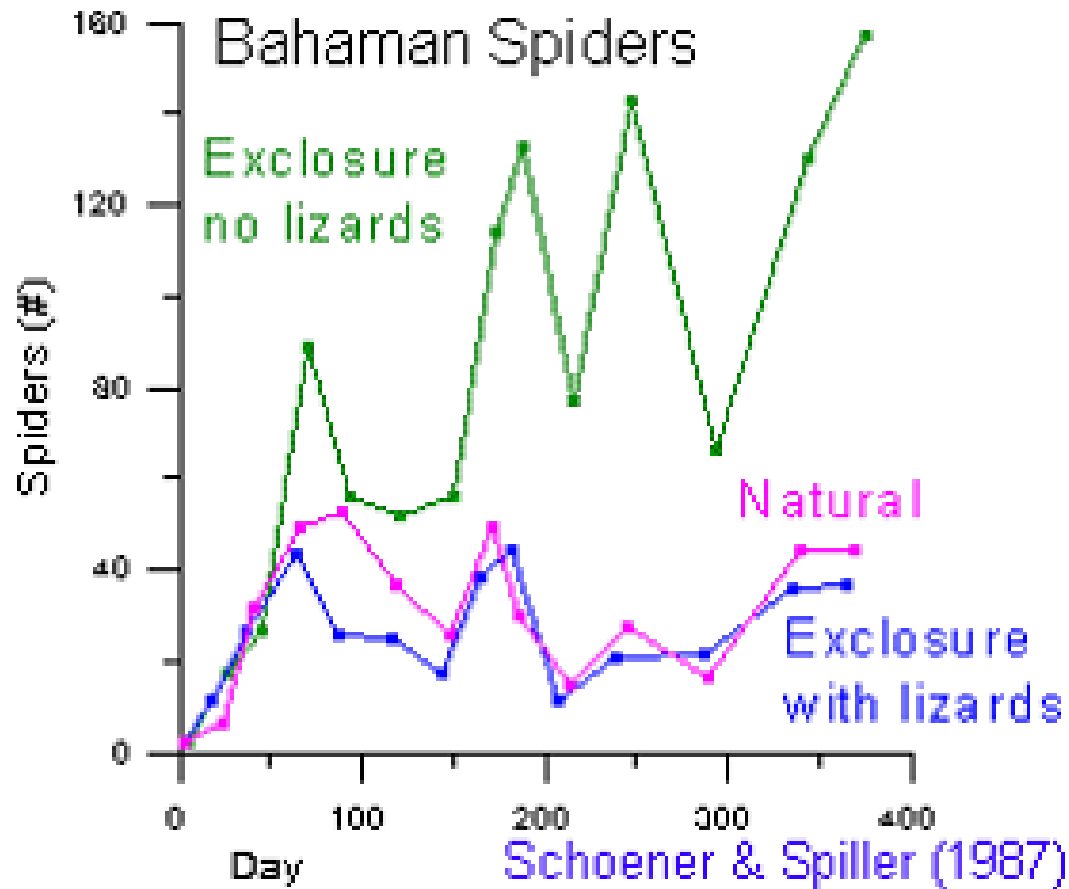
- Αντιστάθμιση πυκνοτήτων.
- Η πυκνότητα των πληθυσμών αυξάνεται είτε λόγω της ελαττωμένης θήρευσης είτε λόγω του χαμηλού ανταγωνισμού.



Επίδραση του ανταγωνισμού



Επίδραση θήρευσης

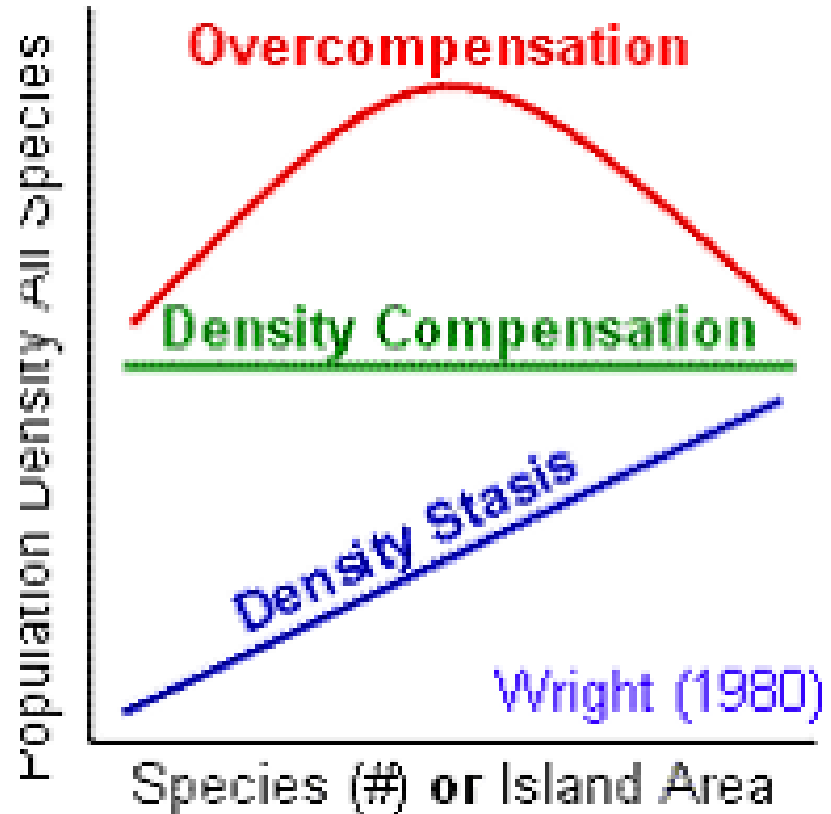


43



Υπερ-αντιστάθμιση πυκνοτήτων

Λιγότερα είδη
εποικίζουν ένα νησί
(χαμηλή ποικιλότητα)
αλλά σε
μεγαλύτερους
πληθυσμούς (υψηλή
πυκνότητα).



44



Προσαρμογές στο νησιωτισμό

- Απώλεια ή μείωση της ικανότητας διασποράς.
- Νησιωτική «πραότητα».
- Μεταβολές στο σωματικό μέγεθος (κανόνας του νησιού).
- Τροποποιήσεις στις αναπαραγωγικές στρατηγικές (συνδρομο του νησιού).



Απώλεια ή μείωση της ικανότητας διασποράς

Είδη που έχουν επιτυχώς εποίκισει νησιωτικά οικοσυστήματα αρχίζουν να χάνουν μορφολογικά χαρακτηριστικά ή στρατηγικές που σχετίζονται με τη διασπορά.

Η έλλειψη θηρευτών επιτρέπει την εξαφάνιση ή χαλάρωση ενεργειοβόρων χαρακτήρων.



Νησιωτική «πραότητα»

Η έλλειψη θηρευτών
ευνοεί την χαλάρωση
αμυντικών
μηχανισμών.

Οι νησιωτικοί
πληθυσμοί είναι
διάσημοι για την
πραότητά τους (π.χ.
Σπίνοι των Galapagos).



Μεταβολές στο σωματικό μέγεθος Γιγαντισμός και νανισμός στα νησιά

Λόγω των ιδιαιτέρων συνθηκών που επικρατούν στα νησιά τα ζώα συχνά παρουσιάζουν μεγαλύτερο (γιγαντισμός) ή μικρότερο (νανισμός) μέγεθος σώματος από τους αντίστοιχους πληθυσμούς της ξηράς.

Το 1973 ο Van Valen διατύπωσε το λεγόμενο «κανόνα του νησιού», σύμφωνα με τον οποίο μικρόσωμα είδη τείνουν να αναπτύξουν μεγάλο μέγεθος σώματος σε νησιωτικούς πληθυσμούς ενώ τα μεγαλόσωμα θηλαστικά εμφανίζουν τάσεις νανισμού.



Ο κανόνας του νησιού

1. Χαμηλή βιοποικιλότητα. Τα νησιά διαθέτουν λιγότερα είδη και άρα φιλοξενούν λιγότερους ανταγωνιστές και θηρευτές. Συνεπώς δαπανάται λιγότερη ενέργεια για μηχανισμούς αποφυγής και αφιερώνεται περισσότερος χρόνος για συλλογή τροφής.
2. Υψηλή πυκνότητα. Η έλλειψη ανταγωνιστών και θηρευτών οδηγεί σε αυξημένης πυκνότητας πληθυσμούς με υψηλό ενδοειδικό ανταγωνισμό. Άτομα με μεγαλύτερο μέγεθος σώματος ευνοούνται στον αγώνα για επιβίωση.
3. Περιορισμένη τροφική διαθεσιμότητα. Εντείνει τον ανταγωνισμό και ευθύνεται για την ανάπτυξη μικρότερων μεγεθών σώματος.



Νησιώτες γίγαντες...

Πρόσβαση σε ευρύτερη ποικιλία πόρων (μεγαλύτερα αποθέματα ενέργειας και νερού).

Αυξημένες ικανότητες επικράτησης στον ενδοειδικό ανταγωνισμό (π.χ. Ανεύρεση συντρόφου).

Μεγαλύτεροι απόγονοι οι οποίοι θα έχουν και καλύτερες πιθανότητες για επιβίωση.



... και νάνοι

Λόγω μειωμένων πόρων
δεν χρηματοδοτείται το
απαιτητικότερο
ενεργειακά μεγάλο
μέγεθος σώματος.

Πιο αποδοτική χρήση
των πόρων.

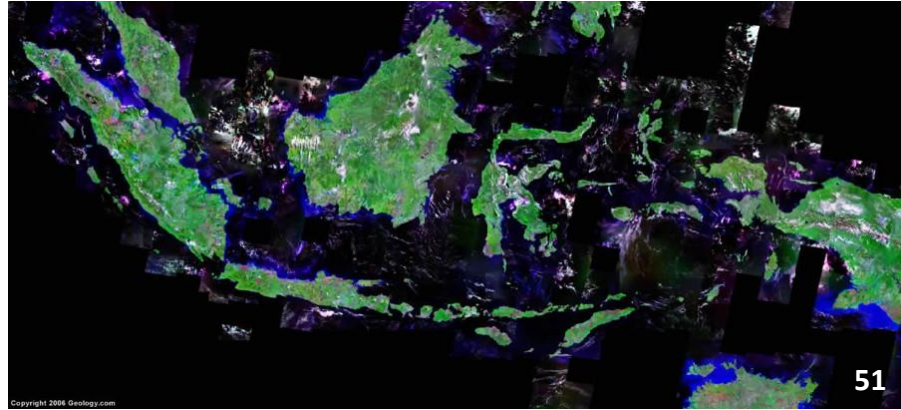
Πρόσβαση σε
περισσότερα καταφύγια.



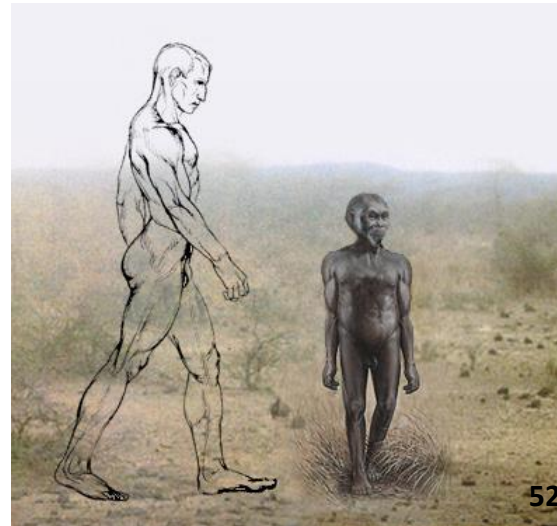
Homo floresiensis



50



51



52



Γίγαντες και νάνοι στη Σκύρο



Τροποποιήσεις στις αναπαραγωγικές στρατηγικές

Για να επιβιώσουν οι οργανισμοί καταφεύγουν σε αλλαγές των αναπαραγωγικών τους στρατηγικών (k και r) οι οποίες να μπορούν να συντηρηθούν από τα νησιωτικά οικοσυστήματα.

Σύνδρομο του νησιού

Η αναπαραγωγική απόδοση των οργανισμών εξαρτάται από ένα συνδυασμό περιβαλλοντικών και οικολογικών παραγόντων (όπως το κλίμα, η τροφική διαθεσιμότητα, η πίεση της θήρευσης και ο ανταγωνισμός) και γενετικών πληροφοριών.

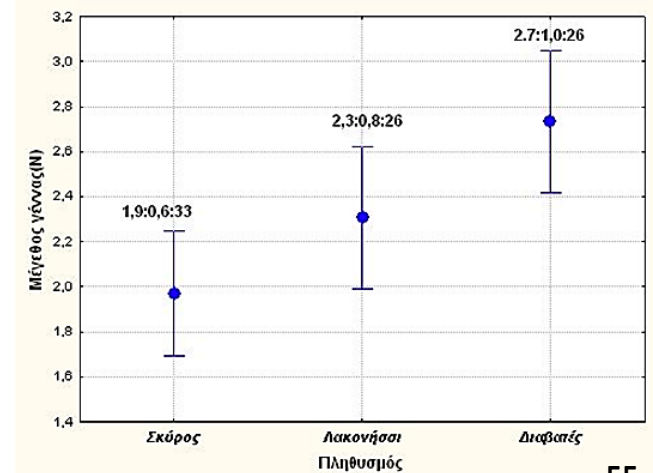
Τα πιο μικρόσωμα είδη τείνουν να γεννούν λίγα αυγά μεγαλύτερου μεγέθους ενώ τα μεγαλόσωμα περισσότερα αλλά σχετικά μικρότερου μεγέθους.



Αναπαραγωγική αποδοτικότητα στη σαύρα της Σκύρου

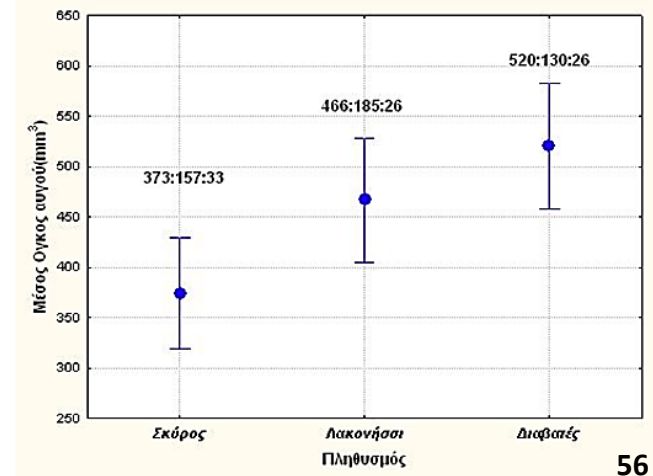
Τα θηλυκά από τις Διαβατές γεννούσαν μεγαλύτερα αυγά, ο συνολικός όγκος της γέννας ήταν μεγαλύτερος ενώ και το μέγεθος της γέννας ήταν μεγαλύτερο. Η ικανοποίηση και των τριών παραμέτρων όμως οδηγεί σε μια εντυπωσιακή παρέκλιση από το «σύνδρομο του νησιού». Αντί του τυπικού διπόλου «λίγα και μεγάλα αυγά» έναντι «πολλών και μικρών αυγών», τα θηλυκά των Διαβατών παρουσιάζουν έναν υβριδικό χαρακτήρα στην αναπαραγωγική τους στρατηγική και γεννούν πολλά **και** μεγάλα αυγά.

Το εύρημα αυτό δεν έχει αναφερθεί προηγουμένως σε άλλα νησιωτικά είδη. Οι πληθυσμοί των Διαβατών εκμεταλλευόμενοι το μεγαλύτερο μέγεθος σώματος αυξάνουν ταυτόχρονα το μέγεθος της γέννας και εκείνο των αυγών.



Μέγεθος της γέννας

55



Μέσο μέγεθος αυγού

56



Θαλασσινές ενεργειακές επιχορηγήσεις

Οι ακμαίες αποικίες θαλασσοπουλιών είναι υπεύθυνες για την ροή ενέργειας από τα θαλασσινά οικοσυστήματα στα νησιωτικά.

Η επίδραση στις νησίδες μπορεί να είναι άμεση (αλλαγή της σύστασης των φυτοκοινοτήτων με εισαγωγή νέων ειδών) ή έμμεση (υπολείμματα τροφής, γκουάνο, πτώματα).

Το γκουάνο αυξάνει τη γονιμότητα του εδάφους και ευνοεί την ανάπτυξη νιτρόφιλων φυτών, ενώ παράλληλα αυξάνει την πρωτογενή παραγωγικότητα.



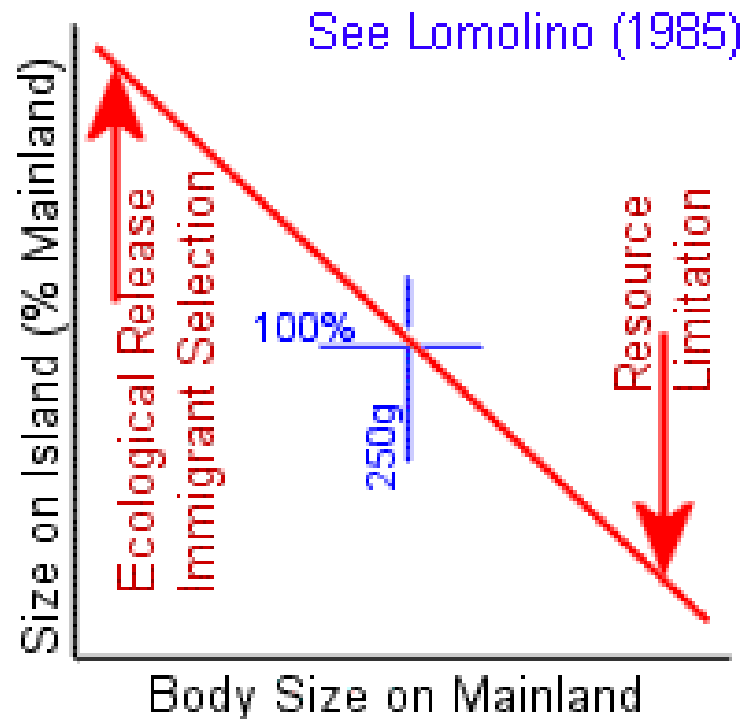
57



Ο κανόνας του νησιού επιγραμματικά

Οι θηρευτές τείνουν να ελαττώνουν το μέγεθός τους λόγω μειωμένων τροφικών πόρων.

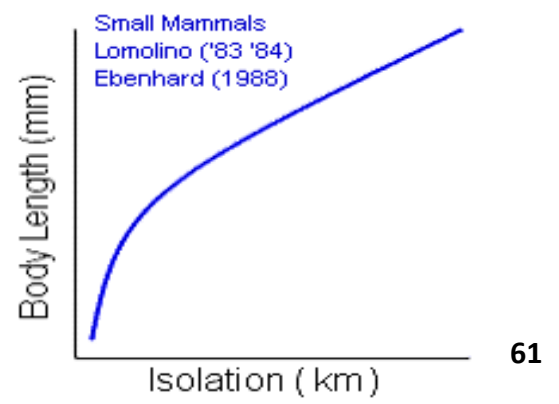
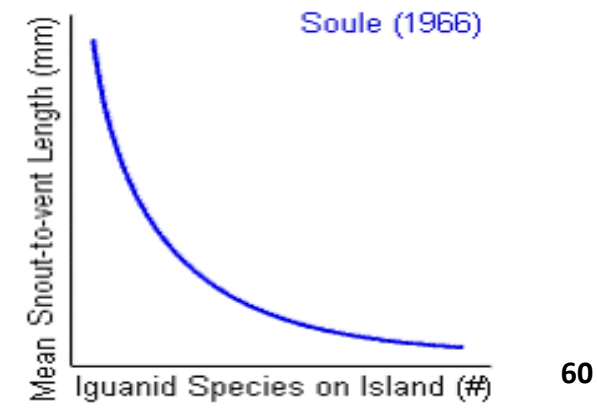
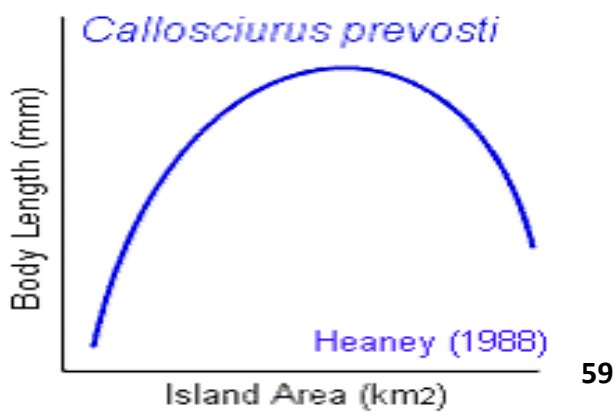
Μικρότερα είδη λείας (π.χ. τρωκτικά) αυξάνουν το μέγεθος σώματος ως συνέπεια της οικολογικής απελευθέρωσης: η έλλειψη θηρευτών δεν απαιτεί αμυντικούς μηχανισμούς (μικρό σώμα) και επιτρέπει την ανάπτυξη μεγαλύτερου μεγέθους.



58



Διακυμάνσεις μεγέθους σε σχέση με την έκταση, την απομόνωση και την ύπαρξη ανταγωνιστών



Η θαυμαστή περίπτωση του *Dryococelus australis* 1/2

Η βραχονησίδα Ball's Pyramid στα ανοιχτά της Αυστραλίας έκρυβε για χρόνια ένα μυστικό...

Το 2001 δύο αυστραλοί ερευνητές διέκριναν κάποια σημεία βλάστησης και αναρριχήθηκαν για να τα προσεγγίσουν. Βρήκαν κάποιους γρύλλους και στην κάθοδό τους κάποια περιττώματα μεγάλου μεγέθους κάτω από έναν θάμνο. Επέστρεψαν το βράδι για να εντοπίσουν από που προέρχονταν...



Η θαυμαστή περίπτωση του *Dryococelus australis* 2/2

- Όταν έφτασαν στον θάμνο και φώτισαν με τους φακούς τους βρήκαν τον υπεύθυνο για τα βιοδηλωτικά ίχνη...



64



65



Ο κύκλος των taxa 1/2

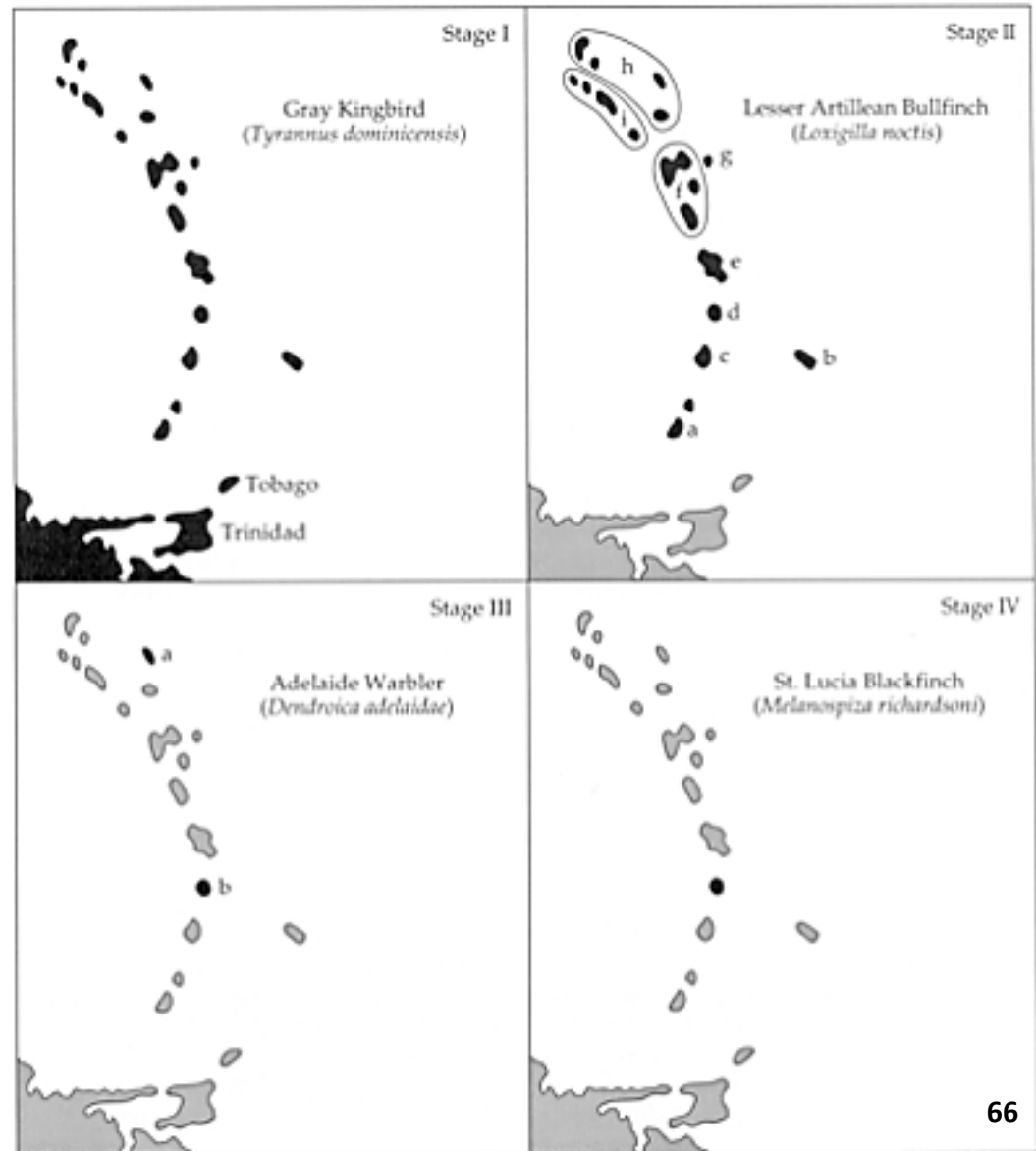
- Τα νησιωτικά είδη εξελίσσονται μέσω μιας σειράς σταδίων από τους νεοφερμένους αποίκους που δεν ξεχωρίζουν από τους ηπειρωτικούς συγγενείς, μέχρι τα εξαιρετικά διαφοροποιημένα taxa που τελικά θα εξαφανιστούν.

Στάδια

- 1. Εισβολή γενικευμένων ειδών στα περισσότερα νησιά.
- 2. Ειδογένεση και περιορισμός κατανομής.
- 3. Υπολειμματικοί πληθυσμοί.
- 4. Αντικατάσταση από εισβολείς του σταδίου 1.



Ο κύκλος των taxa 2/2



66



Η σημασία του Αιγαίου

Περιβάλεται από τρεις ηπείρους, κάθε μια με τη δική της συμβολή στην ποικιλότητα της περιοχής.

Πολλά νησιά (>6.000) με διαφορετικές ηλικίες και ιστορίες.

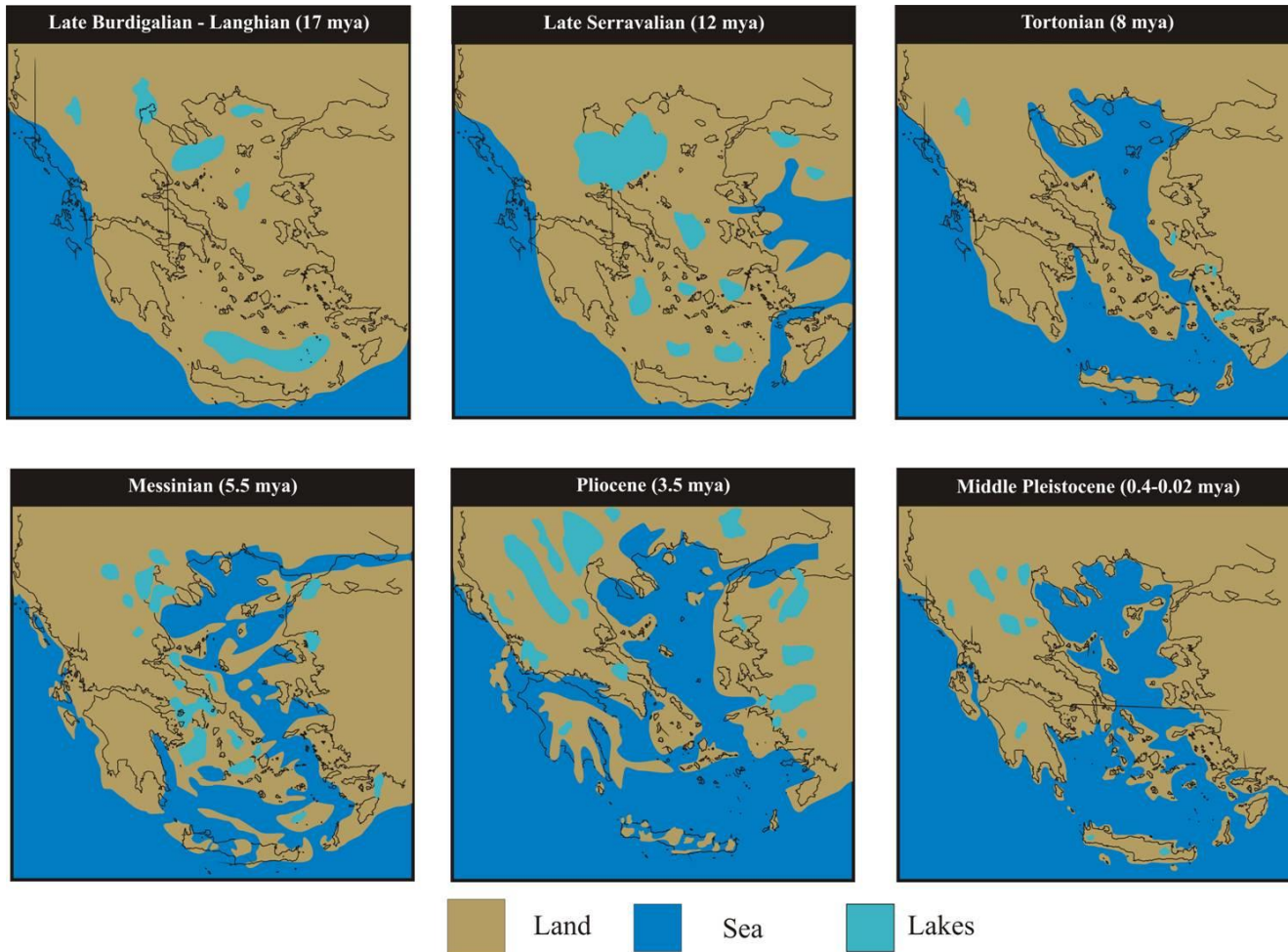
Παλαιά και συνεχής ανθρώπινη επίδραση.



67



Παλαιογεωγραφία του Αιγαίου



68



Αρχιπελάγη ειδογένεσης



Η ποικιλότητα των ειδών στα χερσαία και τα θαλάσσια ενδιαιτήματα

- Αφθονία ειδών
- Ποικιλότητα ειδών.

α-ποικιλότητα: αριθμός ειδών σε μια περιοχή (τοπική).

β-ποικιλότητα: ρυθμός εναλλαγής στη σύνθεση ειδών (σύγκριση γειτονικών περιοχών).

γ-ποικιλότητα: συνάρτηση της α- και της β- (υπερτοπική).

δ-ποικιλότητα: δείκτης ανομοιοότητας σύστασης μεταξύ περιοχών (σύγκριση μεγάλων περιοχών).



Πρότυπα ποικιλότητας Διαβάθμιση κατά γεωγραφικό πλάτος

Για τις περισσότερες ομάδες η ποικιλότητα παρουσιάζεται ελαττωμένη στους πόλους και αυξημένη στους τροπικούς.

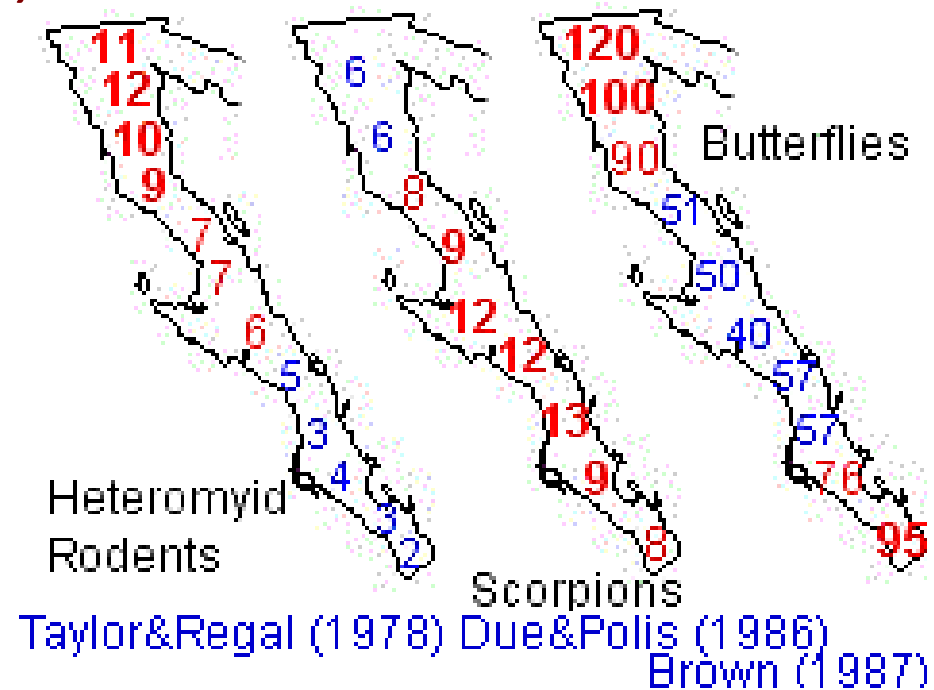


70



Χερσόνησοι

Η αφθονία των ειδών μειώνεται κατά μήκος των χερσονήσων.

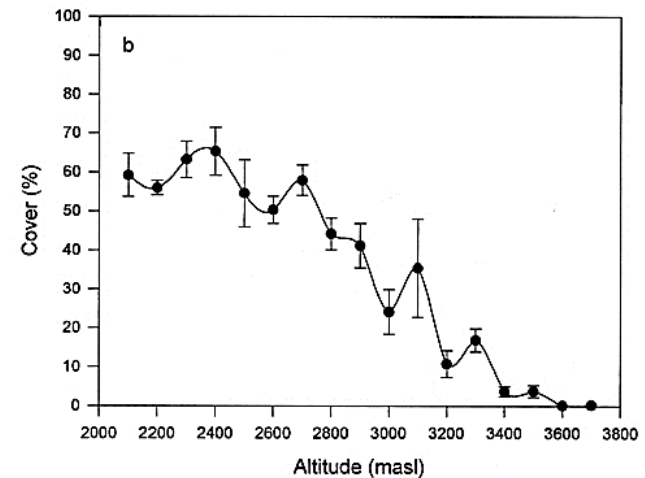
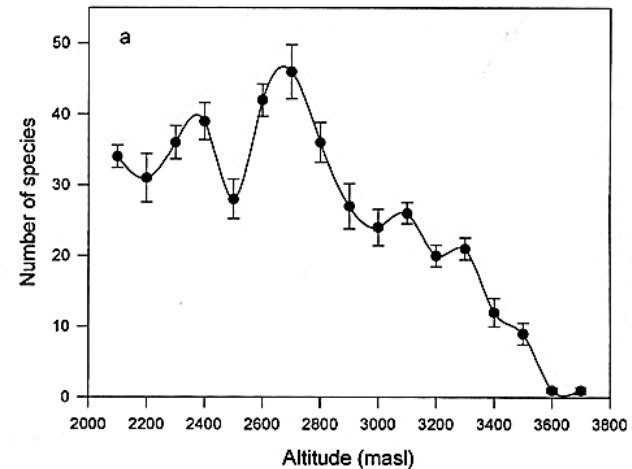


71



Υψόμετρο

Ο αριθμός των ειδών
μειώνεται όσο
αυξάνεται το
υψόμετρο.



72



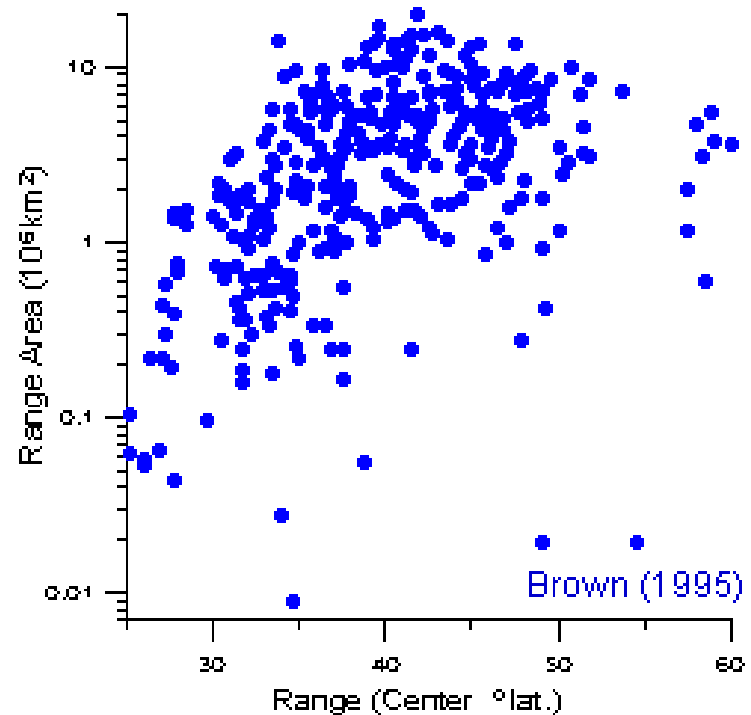
Ξηρασία

Η ποικιλότητα των ειδών μειώνεται όσο ελαττώνεται η διαθεσιμότητα του νερού.



Ο κανόνας του Rapoport

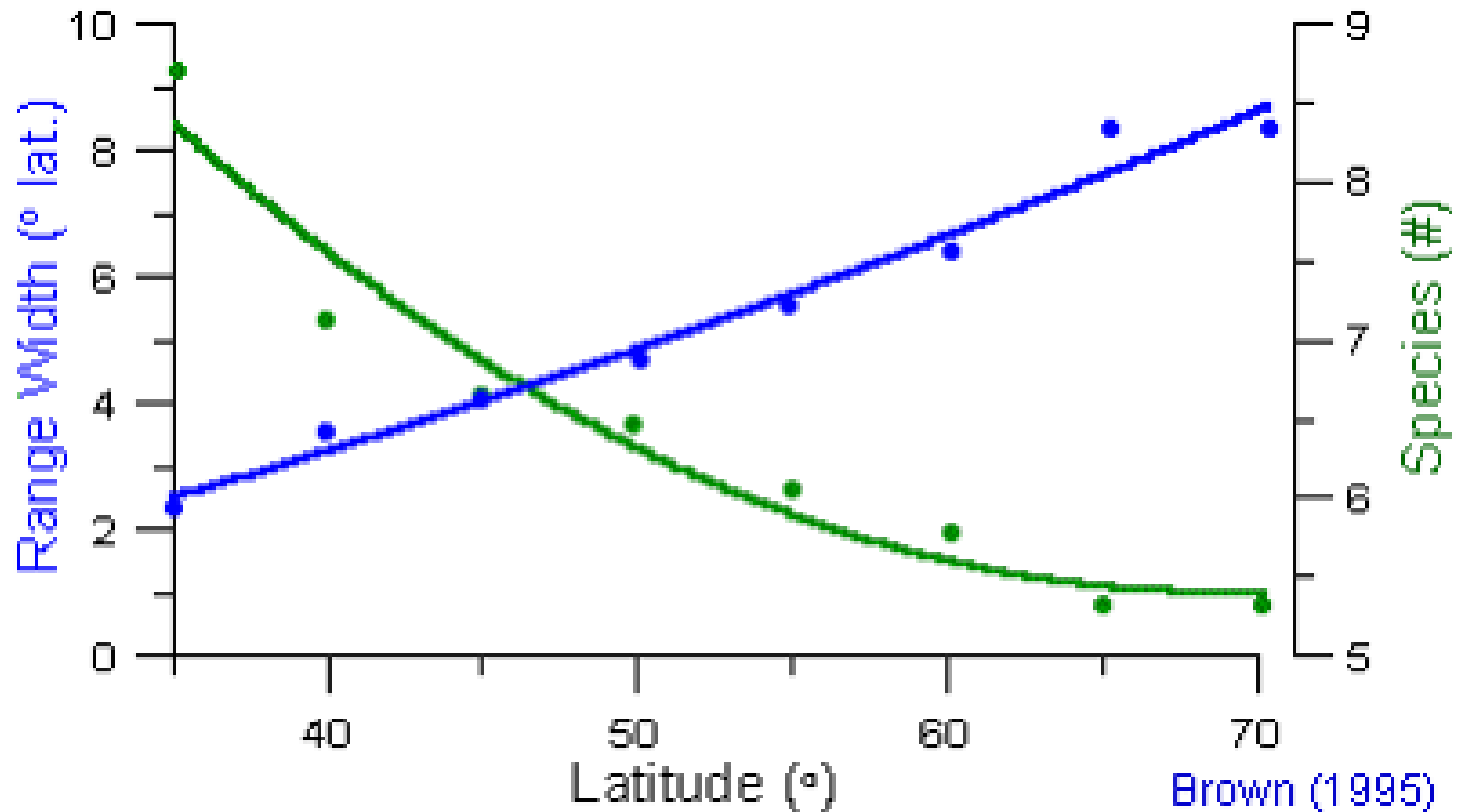
Τα taxa παρουσιάζουν μεγαλύτερο εύρος κατανομής στις περιοχές των πόλων (π.χ. Πουλιά στη Βόρειο Αμερική).



74



Η έκταση της γεωγραφικής εξάπλωσης των ειδών συσχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος (μαλάκια ακτών Ειρηνικού).

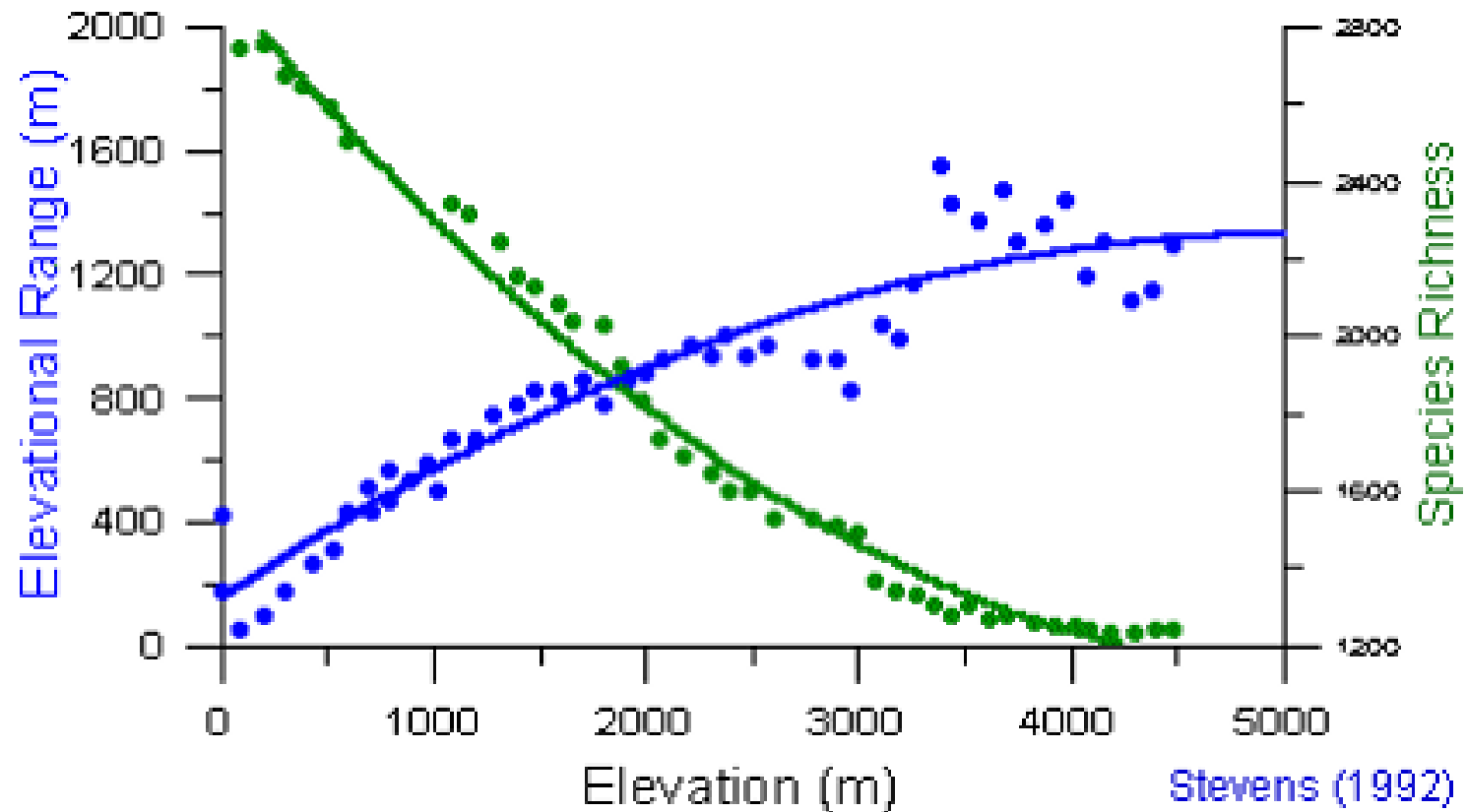


Brown (1995)

75



Το εύρος του υψομέτρου στο οποίο εξαπλώνονται είδη συσχετίζεται με το υψόμετρο (πουλιά στη Βενεζουέλα).



76



Αιτίες των προτύπων

- **Υποθέσεις μη-ισορροπίας**
 - Καθυστερημένη επίδραση διαταραχών του παρελθόντος.
- **Υποθέσεις ισορροπίας**
 - Προσαρμογή των βιοκοινωνιών στις τρέχουσες συνθήκες: παραγωγικότητα, αντιξοότητα, κλιματική σταθερότητα, ετερογένεια ενδιαιτημάτων, έκταση, διαειδικές αλληλεπιδράσεις, ρυθμοί ειδογένεσης και εξαφάνισης.



Τέλος Παρουσίασης



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών,
Παναγιώτης Παφίλης, Επίκουρος Καθηγητής. «Ζωική Ποικιλότητα.
Ενότητα 4. Νησιωτική Βιογεωγραφία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015.
Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://opencourses.uoa.gr/courses/BIOL100/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 1/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες

- **Εικόνα 1:**
Σύνδεσμος: <http://www.bdzone.com/chop/sousserie.php?codeserie=TIN&codesous=TIEN&codearticle=CF4532>. Πηγή: <http://www.bdzone.com/>.
- **Εικόνα 2.** Σύνδεσμος: <http://www.taringa.net/papercutio/mi/Z6pgl>. Πηγή: [w.taringa.net](http://www.taringa.net).
- **Εικόνα 3.** 2005 - 2015 © tospitimu.gr . Σύνδεσμος: http://www.tospitimu.gr/en/property_details.jsp?propertyId=2115320&isDirect=1. Πηγή: <http://www.tospitimu.gr>.
- **Εικόνα 4.** © Copyright 2004-2015 Eventful, Inc. All rights reserved. Σύνδεσμος: <http://newyorkcity.eventful.com/venues/central-park-/V0-001-001302329-5>. Πηγή: <http://newyorkcity.eventful.com/events>.
- **Εικόνα 5.** S. KRÖPELIN/SCIENCE, © 2015 Unidad Editorial Información General S.L.U. Σύνδεσμος: <http://www.elmundo.es/suplementos/natura/2008/26/1213394414.html>. Πηγή: <http://www.elmundo.es/>.
- **Εικόνα 6.** Copyright © 2007-2015 Mediafax Group. Σύνδεσμος: <http://www.descopera.ro/dnews/4286920-cea-mai-mare-pestera-din-lume-a-fost-descoperita-in-vietnam>. Πηγή: <http://www.descopera.ro>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 2/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 7-11.** Copyrighted.
- **Εικόνα 12.** Kennesaw State University Copyright © 2015. Σύνδεσμος: <http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/MarBioBelize/Lectures/IntroMarEcol/>. Πηγή: <http://science.kennesaw.edu>.
- **Εικόνα 13.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>.
- **Εικόνα 14.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Preston 1962. The canonical distribution of commonness and rarity. Part 1 Ecology 43: 185-215. Part 2 Ecology 43: 410-432.
- **Εικόνα 15.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu> .
- **Εικόνα 16.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>.
- **Εικόνα 17.** Σύνδεσμος: <http://www.satuharapan.com/read-detail/read/diduga-kapal-kuno-tertimbun-tsunami-krakatau-tahun-1883>. Πηγή: Lukisan Gunung Krakatau. (Foto: dari volker-doormann.org).



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 3/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 18.** Σύνδεσμος: http://www.amazon.co.uk/Books-Wilson-MacArthur/s?ie=UTF8&page=1&rh=n%3A266239%2Cp_27%3AWilson%20MacArthur. Πηγή: The Theory of Island Biogeography (Princeton Landmarks in Biology) by MacArthur, Robert H., Wilson, Edward O.
- **Εικόνα 19 .** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>.
- **Εικόνα 20.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>
- **Εικόνα 21.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>.
- **Εικόνα 22.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: <http://www.geo.arizona.edu>.
- **Εικόνα 23.** Σύνδεσμος: <http://www.bookdepository.com/Theory-Island-Biogeography-Revisited/9780691136530>. Πηγή: The Theory of Island Biogeography Revisited. Edited by Jonathan B. Losos , Edited by Robert E. Ricklefs.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 4/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 24.** Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος: https://en.wikipedia.org/wiki/Channel_Islands_of_California. Πηγή: Underlying map is an aerial map obtained from NASA (original: http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/Archive/Nov2004/California_TMO_2004304_lrg.jpeg).
- **Εικόνα 25.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Wright, S.J. 1980. Density compensation in island avifaunas. *Oecologia* 45: 385-389. Wright, S. J. 1985. How isolation affects rates of turnover of species on islands. *Oikos* 44:331-340.
- **Εικόνα 26.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Simberloff & Wilson 1970. Experimental zoogeography of islands: a two-year record of colonization. *Ecology* 51: 934-937.
- **Εικόνα 27.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Wright, S.J. 1980. Density compensation in island avifaunas. *Oecologia* 45: 385-389. Wright, S. J. 1985. How isolation affects rates of turnover of species on islands. *Oikos* 44:331-340.
- **Εικόνα 28.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Buckley, R.C. and S.B. Knedlhans (1986). Beachcomber biogeography: interception of dispersing propagules by islands. *Journal of Biogeography*, 13: 69-70.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 5/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 29.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Niering, W.A. 1963. Terrestrial ecology of Kapingamarangi Atoll, Caroline Islands. Ecological Monographs 33:131-160.
- **Εικόνα 30.** LinkedIn Corporation © 2015. Σύνδεσμος: <http://www.slideshare.net/andrewxhill/a-brief-introduction-to-niche-modelling>. Πηγή: <http://www.slideshare.net>.
- **Εικόνα 31.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Barbour & Brown, 1974. Fish diversity in lakes American Nat. 108: 473-489.
- **Εικόνα 32.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Brown, J.H. 1971. Mammals on mountaintops: Non-equilibrium insular biogeography American Naturalist 105: 467-478. Brown, J.H. 1978. The theory of insular biogeography and the distribution of boreal birds and mammals. Great Basin Nat. Memoirs 2: 209-277. Patterson, B.D. 1984. Mammalian extinction and biogeography in the southern ROcky MOuntians. p. 247-294 in M.H. Nitecki (ed.) Extinctions Univ. Chicago.
- **Εικόνα 33.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Brown, J.H. 1971. Mammals on mountaintops: Non-equilibrium insular biogeography American Naturalist 105: 467-478. Brown, J.H. 1978. The theory of insular biogeography and the distribution of boreal birds and mammals. Great Basin Nat. Memoirs 2: 209-277. Patterson, B.D. 1984. Mammalian extinction and biogeography in the southern ROcky MOuntians. p. 247-294 in M.H. Nitecki (ed.) Extinctions Univ. Chicago



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 6/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 34.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html>. Πηγή: Wilson, E.O. 1959. Adaptive shift and dispersal in a tropical ant fauna. *Evolution* 13: 122-144.
- **Εικόνα 35.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Lomolino, M.V. 1986. Mammalian community structure on islands: Immigration, extinction and interactive effects. *Biol. Journal Linnean Soc.* 28: 1-21. Lomolino, M.V. 1998. A species-based, hierarchical model of island biogeography. In E. Wiher and P.A. Keddy (eds.) *The search for assembly rules in ecological communities*. Cambridge Univ. Press.
- **Εικόνα 36.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Lomolino, M.V. 1986. Mammalian community structure on islands: Immigration, extinction and interactive effects. *Biol. Journal Linnean Soc.* 28: 1-21. Lomolino, M.V. 1998. A species-based, hierarchical model of island biogeography. In E. Wiher and P.A. Keddy (eds.) *The search for assembly rules in ecological communities*. Cambridge Univ. Press.
- **Εικόνα 37.** Map of the Bismarck Archipelago. Public Domain. File:Karta PG Bismarck Archipelago.PNG.. Σύνδεσμος: https://en.wikipedia.org/wiki/Bismarck_Archipelago. Πηγή: <https://en.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 38.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Diamond, J.M. 1975. Assembly of species communities. p. 342-444 In. M.L. Cody and J.M. Diamond (eds.) *Ecology and evaluation of Communities*. Belknap Press, Cambridge.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 7/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 39.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Moulton, M.P. and Pimm, S.L. 1986. The introduced Hawaiian avifauna: Biogeographical evidence for competition. *American Naturalist* 121: 669-690.
- **Εικόνα 40.** Copyrighted.
- **Εικόνα 41.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Lomolino, M.V. 1984. Immigrant selection, predatory exclusion and the distributions of *Microtus pennsylvanicus* and *Blarina brevicauda* on islands. *American Naturalist* 123: 468-483.
- **Εικόνα 42.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Lomolino, M.V. 1984. Immigrant selection, predatory exclusion and the distributions of *Microtus pennsylvanicus* and *Blarina brevicauda* on islands. *American Naturalist* 123: 468-483.
- **Εικόνα 43.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Schoener, T.W. and Spiller, D.A. 1987. High population persistence in a system with high turnover. *Nature* 330: 474-477.
- **Εικόνα 44.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Wright, S.J. 1980. Density compensation on small islands. *Oecologia* 45: 385-389.
- **Εικόνα 45.** © Tourism New Zealand. Σύνδεσμος: <http://birdnote.org/show/brown-kiwi>. Πηγή: www.newzealand.com.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 8/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 46.** Copyright 2015 Sobre Curiosidades. Σύνδεσμος: <http://sobrecuriosidades.com/tag/zoologia/>. Πηγή: sobrecuriosidades.com.
- **Εικόνα 47.** © Animals Town. Σύνδεσμος: <http://www.animalstown.com/animals/k/komodo-dragon/komodo-dragon.php>. Πηγή: <http://www.animalstown.com>.
- **Εικόνα 48.** © Canadian Museum of History. Σύνδεσμος: <http://www.historymuseum.ca/cmhc/exhibitions/cmhc/mythicbeasts/mythicbeasts04e.shtml>. Πηγή: <http://www.historymuseum.ca>.
- **Εικόνα 49.** Σύνδεσμος: <http://funnyjunk.com/channel/morbid-channel/Girlfriends/apxXGnc/29> . Πηγή: <http://hawaiidermatology.com/pygmy/pygmy-elephant.html>.
- **Εικόνα 50.** Le contenu est disponible sous licence Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 sauf mention contraire. Σύνδεσμος: https://fr.vikidia.org/wiki/Homme_de_Flor%C3%A8s. Πηγή: <https://fr.vikidia.org/wiki/Vikidia:Accueil>.
- **Εικόνα 51.** Copyright information: The images on this page were composed by Angela King and Brad Cole and are copyright by Geology.com © 2008. These images are not available for use beyond our websites. If you would like to share them with others please link to this page. The satellite image was produced using Landsat data from NASA and the map was produced using data licensed from and copyright by Map Resources © 2008. Σύνδεσμος: <http://geology.com/world/indonesia-satellite-image.shtml>. Πηγή: <http://geology.com/>.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 9/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 52.** Σύνδεσμος: http://www.bradshawfoundation.com/origins/homo_floresiensis.php. Πηγή: <http://www.bradshawfoundation.com>.
- **Εικόνα 53.** © Phys.org 2003 - 2015, Science X network. Σύνδεσμος: <http://phys.org/news/2010-07-magical-islands-illusion.html>. Πηγή: Tel Aviv University.
- **Εικόνα 54-58.** Copyrighted.
- **Εικόνα 59.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Heaney, L.R. 1978. Island area and body size of insular mammals: Evidence from the tri-colored squirrel (*Callisciurus prevosti*) of Southwest Africa. *Evolution* 32: 29-44.
- **Εικόνα 60.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Ebenhard, T. 1988. Introduced birds and mammals and their ecological effects. *Swedish Wildlife Research* 13: 1-107.
- **Εικόνα 61.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect13.html#13>. Πηγή: Soulé, M.E. 1966. Trends in insular radiation of a lizard. *American Midland Nat.* 100: 47-64.
- **Εικόνα 62.** © 2015 NPR. Σύνδεσμος: <http://www.npr.org/sections/krulwich/2012/02/24/147367644/six-legged-giant-finds-secret-hideaway-hides-for-80-years>. Πηγή: <http://www.npr.org>.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων 10/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 63.** © 2015 NPR. Σύνδεσμος:
<http://www.npr.org/sections/krulwich/2012/02/24/147367644/six-legged-giant-finds-secret-hideaway-hides-for-80-years>. Πηγή: <http://www.npr.org>.
- **Εικόνα 64.** © 2015 NPR. Σύνδεσμος:
<http://www.npr.org/sections/krulwich/2012/02/24/147367644/six-legged-giant-finds-secret-hideaway-hides-for-80-years>. Πηγή: <http://www.npr.org>.
- **Εικόνα 65.** © 2015 NPR. Σύνδεσμος:
<http://www.npr.org/sections/krulwich/2012/02/24/147367644/six-legged-giant-finds-secret-hideaway-hides-for-80-years>. Πηγή: <http://www.npr.org>.
- **Εικόνα 66.** Copyrighted.
- **Εικόνα 67.** Σύνδεσμος: Wikipedia The Free Encyclopedia. Σύνδεσμος:
https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%AC_%CE%91%CE%B9%CE%B3%CE%B1%CE%AF%CE%BF%CF%85_%CE%A0%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CE%B3%CE%BF%CF%85%CF%82. Πηγή: <https://el.wikipedia.org>.
- **Εικόνα 68-70.** Copyrighted.



Σημείωμα

Χρήσης Έργων Τρίτων 11/11

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

- **Εικόνα 71.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect03.html>. Πηγή: Taylor, R.H. and Regal, P.J. 1978. The peninsular effect on species diversity and the biogeography of Baja California. *American Naturalist* 112: 583-593. Due, A.D. and Polis, G.A. 1986. Trends in scorpion diversity oalong the Baja California Peninsula. *American Naturalist* 128: 460-468. Brown, J.H. 1987.
- **Εικόνα 72.** Copyrighted.
- **Εικόνα 73.** Σύνδεσμος: <http://horizontesabertos.xpg.uol.com.br/gobi.html>. Πηγή: <http://horizontesabertos.xpg.uol.com.br/index.html> .
- **Εικόνα 74.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect03.html>. Πηγή: Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. Univ. Chicago Press.
- **Εικόνα 75.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect03.html>. Πηγή: Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. Univ. Chicago Press.
- **Εικόνα 76.** Σύνδεσμος: <http://www.geo.arizona.edu/Antevs/ecol438/lect03.html>. Πηγή: Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. Univ. Chicago Press.

