

# Οικολογική Βιογεωγραφία

Σίνος Γκιώκας

2018  
Πανεπιστήμιο Πατρών  
Τμήμα Βιολογίας

# Νησιωτική Βιογεωγραφία

- «...δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι όταν θα έχουμε κατανοήσει τις δυσκολίες που παρουσιάζονται από τις ιδιαιτερότητες της νησιωτικής ζωής, θα μας είναι συγκριτικά ευκολότερο να ασχοληθούμε και με τα πιο σύνθετα και με μικρότερη σαφήνεια καθορισμένα προβλήματα των ηπειρωτικών κατανομών...» (Wallace 1902)



# Νησιωτική Βιογεωγραφία

- Κλάδος της βιογεωγραφίας που συνδέει τον τρόπο με τον οποίο οι κατανομές των ειδών επηρεάζονται και «περιορίζονται» από τα «νησιά»
- «Νησί» είναι κάθε έκταση που περιβάλλεται από αφιλόξενο περιβάλλον για τα είδη που υπάρχουν στο νησί



# Νησιωτική Βιογεωγραφία

- Τα νησιά είναι:
  - Διακριτά
  - Εσωτερικά ποσοτικοποιημένα
  - Πολυάριθμα
  - Ποικίλα
- Και αποτελούν Φυσικά Εργαστήρια χρήσιμα στην:
  - Κατανόηση της πολυπλοκότητας του φυσικού κόσμου
  - Ανάπτυξη και έλεγχο γενικών θεωριών

# Νησιωτική Βιογεωγραφία

- Θα μιλήσουμε για:
  - 1. Νησιωτικά περιβάλλοντα
  - 2. Θερμά σημεία βιοποικιλότητας
  - 3. Ειδογένεση στα νησιά
  - 4. Άφιξη και αλλαγή στα νησιά
  - 5. Μοντέλα νησιωτικής εξέλιξης
  - 6. Αριθμός ειδών στα νησιά
  - 7. Συγκρότηση και δυναμική νησιωτικών βιοκοινοτήτων
  - 8. Νησιωτική θεωρία και διατήρηση
  - 9. Η ανθρώπινη επίδραση στα νησιωτικά οικοσυστήματα

# 1. Νησιωτικό Περιβάλλον

- Τύποι νησιών
- Τρόποι δημιουργίας των νησιών
- Περιβαλλοντικές αλλαγές μεγάλης χρονικής κλίμακας
- Το φυσικό περιβάλλον των νησιών
- Φυσικές διαταραχές στα νησιά

# Τύποι νησιών

- Νησιά στη θάλασσα
  - Ωκεάνια νησιά
  - Ηπειρωτικά νησιά
- Νησιά στη ξηρά
  - Νησιά βιοτόπου/ενδιαιτήματος (οικολογικά νησιά)
  - Μη-θαλάσσια νησιά

# Τρόποι δημιουργίας των νησιών

Επίπεδο 1	Επίπεδο 2	Παραδείγματα
<b>Νησιά στα όρια των πλακών</b>	Νησιά στα όρια πλακών που αποκλίνουν	Ισλανδία, Αγ. Παύλος (Ινδικός)
	Νησιά στα όρια πλακών που συγκλίνουν	Αντίλλες
	Νησιά κατά μήκος εγκάρσιων ορίων πλακών	Κικόμπια (Ειρηνικός)
<b>Νησιά εσωτερικά των πλακών</b>	Γραμμικές ομάδες νησιών	Χαβάη
	Συμπλέγματα νησιών	Κανάρια νησιά, Γκαλάπαγκος
	Απομονωμένα νησιά	Αγ. Ελένη, Ν. Χριστουγέννων (Ινδικός)



# Περιβαλλοντικές αλλαγές μεγάλης χρονικής κλίμακας

- Αλλαγές στη σχετική στάθμη της θάλασσας (ύφαλοι, ατόλες)
- Ευστατικές αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας
- Κλιματικές αλλαγές στα νησιά

# Το φυσικό περιβάλλον των νησιών

- Τοπογραφικά χαρακτηριστικά
- Κλιματικά χαρακτηριστικά
- Υδάτινοι πόροι
- Ωκεάνια ρεύματα

# Φυσικές διαταραχές στα νησιά

- 5 τύποι ανάλογα με την επίδραση τους στη μεταφορά ενέργειας
  - **Τύπος 1:** γεγονότα που αλλάζουν τη φύση ή την ένταση της ενέργειας του νησιού πριν αυτή χρησιμοποιηθεί στο νησί (π.χ. ατμοσφαιρικές διαταραχές, ανθρώπινες ενεργειακές απαιτήσεις, ασθενής άμπωτις, ηφαιστειακή δραστηριότητα)
  - **Τύπος 2:** γεγονότα που δρουν σε μείζονα βιο-γεωχημικά μονοπάτια (π.χ. σεισμοί, ξενικά είδη, ηφαιστειακή δραστηριότητα)
  - **Τύπος 3:** γεγονότα που «αφαιρούν» δομή από ένα νησί, χωρίς όμως να τροποποιούν το βασικό ενεργειακό περιεχόμενο, έτσι ώστε η ανάκαμψη να είναι γρήγορη (π.χ. τυφώνες, ισχυρές παλίρροιες, ξενικά είδη, ηφαιστειακή δραστηριότητα)
  - **Τύπος 4:** γεγονότα που τροποποιούν τον «κανονικό» ρυθμό ανταλλαγής υλικών μεταξύ των νησιών και της θάλασσας ή της ατμόσφαιρας (π.χ. ισχυρές παλίρροιες, ισχυροί άνεμοι, ισχυρή βροχόπτωση, ηφαιστειακή δραστηριότητα)
  - **Τύπος 5:** γεγονότα που καταστρέφουν τα συστήματα καταναλωτών με πιθανές συνέπειες στην οικολογία του νησιού (π.χ. τυφώνες, ισχυροί άνεμοι, σεισμοί, ισχυρές παλίρροιες, πόλεμος, ηφαιστειακή δραστηριότητα)

# Φυσικές διαταραχές στα νησιά

- Επίσης έχουν σημασία:
  - Η έκταση της περιοχής που επηρεάζεται (μικρή, μεγάλη)
  - Η φύση της επίδρασης (μηχανική, φυσιολογική, βιοτική)
  - Η διάρκεια της επίδρασης (λεπτά μέχρι αιώνες)
  - Ο χρόνος ανάκαμψης (χρόνια μέχρι χιλιετίες)
  - Η συχνότητα

## 2. Νησιά: Θερμά σημεία βιοποικιλότητας

- Σημασία της νησιωτικής βιοποικιλότητας
- Διαφορές ηπειρωτικών – ωκεάνιων νησιών
- Απλοποίηση
- Δυσαρμονία, φίλτρα
- Ενδημισμός
- Εξαφάνιση ενδημικών

# Σημασία της νησιωτικής βιοποικιλότητας

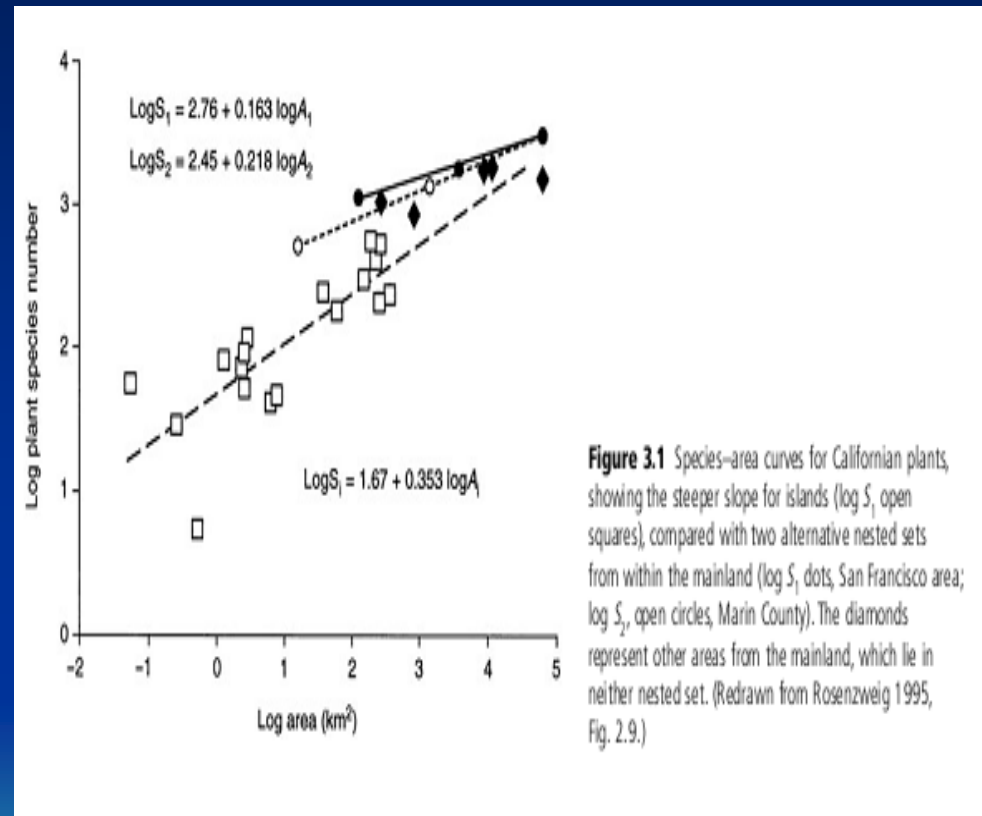
- Τα νησιά:
  - Είναι φτωχά σε είδη σε σχέση με την έκτασή τους
  - Είναι πλούσια σε σπάνιες «μορφές» (ενδημικά είδη)
  - Συνεισφέρουν δυσανάλογα σε αριθμό εξαφανισμένων ειδών

# Διαφορές ηπειρωτικών – ωκεάνιων νησιών

Ωκεάνια νησιά	Ηπειρωτικά νησιά
Πάνω στην ωκεάνια πλάκα	Πάνω στην ηπειρωτική πλάκα
Ηφαιστειογενή ή κοραλλιογενή	Ποικίλη γεωλογία με πετρώματα παλαιά και νέα
Απομακρυσμένα & ποτέ συνδεδεμένα με ηπειρωτικές περιοχές	Σπανίως απομακρυσμένα & μερικές φορές συνδεδεμένα παλαιότερα με ηπειρωτικές περιοχές
Απουσία ιθαγενών χερσαίων θηλαστικών & αμφιβίων	Παρουσία ιθαγενών χερσαίων θηλαστικών & αμφιβίων
Ικανός αριθμός πτηνών, εντόμων & συνήθως ερπετών	Ποικίλη αντιπροσωπευτικότητα σε άλλες ταξινομικές ομάδες
Η εξέλιξη είναι πιο γρήγορη από την εποίκιση	Η εποίκιση είναι πιο γρήγορη από την εξέλιξη

# Απλοποίηση (ένδεικα σε είδη)

- Τα νησιά έχουν λιγότερα είδη ανά μονάδα έκτασης σε σχέση με τις ηπειρωτικές περιοχές
- Αυτή η διαφορά είναι εντονότερη όσο μικρότερη είναι η έκταση του νησιού.
  - Π.χ. οι ενδο-«αρχιπελαγικές» καμπύλες έκτασης –αριθμού ειδών είναι πιο «απότομες» από τις καμπύλες που φτιάχνονται υποδιαιρώντας μια μεγάλη ηπειρωτική περιοχή





# Δυσαρμονία, φίλτρα

- Τα νησιά τείνουν να έχουν διαφορετική αναλογία ειδών συγκρινόμενα με αντίστοιχα τμήματα των ηπειρωτικών περιοχών
- Το κλίμα και η πανίδα-χλωρίδα των νησιών τείνουν να είναι πιο «πολωμένες» από ότι αυτές των γειτονικών ηπειρωτικών περιοχών
- Τα νησιά τείνουν να δέχονται οργανισμούς από το «διασπειρόμενο» κλάσμα της ηπειρωτικής δεξαμενής
  - (η δυσαρμονία σχετίζεται με την ικανότητα εποίκισης)
- Τρόποι διασποράς
  - Μονόδρομοι διασποράς
  - Φίλτρα- δύο δρόμων

# Ενδημισμός στα νησιά

- Ο μεγαλύτερος ενδημισμός παρουσιάζεται προς το «άκρο» του εύρους διασποράς των τάξεων
  - Τα νησιά που είναι μεγάλα, ψηλά και απομακρυσμένα συνήθως έχουν τη μεγαλύτερη αναλογία ενδημικών ειδών
- Εξαφάνιση ενδημικών
  - Χρειαζόμαστε ακριβείς εκτιμήσεις όχι μόνο του αριθμού αλλά και της κατάστασης των πληθυσμών των ενδημικών τάξεων
- Εξαφανίσεις πριν την εμφάνιση του ανθρώπου
- Ο ρόλος του ανθρώπου
  - Παράδειγμα: το 85% των εξαφανίσεων των πτηνών κατά τη διάρκεια των ιστορικών χρόνων έχουν συμβεί στα νησιά
- Ο οικολογικός ρόλος των εξαφανισμένων ενδημικών ειδών (π.χ. επικονιαστές)

# 3. Ειδογένεση στα νησιά

- Καταγραφή ειδών
- Έννοιες του είδους και φυλογένεση
- Το γεωγραφικό πλαίσιο των συμβάντων ειδογένεσης
- Οι μηχανισμοί ειδογένεσης
- Φυλογένεση

# Καταγραφή ειδών & Φυλογένεση

- **Καταγραφή ειδών**
  - Γνωρίστε πρώτα τα είδη σας
  - Η εξελικτική αλλαγή δεν σημαίνει απαραίτητως ειδογένεση
- **Έννοιες του είδους και φυλογένεση**
  - Ιεραρχική ταξινόμηση

Βασίλειο	Ζώα
Φύλο	Χορδωτά
Ομοταξία	Θηλαστικά
Τάξη	Πρωτεύοντα
Οικογένεια	Ανθρωπίδες
Γένος	<i>Homo</i>
Είδος	<i>sapiens</i>
Υποείδος	<i>sapiens</i>

- Πώς αποφασίστηκε αυτή η ταξινόμηση;
- Μπορούν να συγκριθούν οι ταξινομικές ομάδες;

# Καταγραφή ειδών & Φυλογένεση

- **Αναπαραγωγική απομόνωση** (βιολογικός ορισμός του είδους), αλλά:
  - Αλλοπάτριες - συμπάτριες κατανομές με ή χωρίς αναπαραγωγική απομόνωση. Τελικά τι είναι είδος; Είναι τα είδη τεχνητές ή φυσικές μονάδες; Είδη και ποικιλίες
- Κλαδιστική: Κλαδογράμματα ή φυλογενετικά δέντρα (στόχος: η πιο «φειδωλή» απεικόνιση των διεργασιών διαφοροποίησης)
- Υβριδισμός

# Το γεωγραφικό πλαίσιο των συμβάντων ειδογένεσης & οι μηχανισμοί ειδογένεσης

Μορφή	Γεωγραφικό Πρότυπο	Σκεφτείτε
<b>Κατανομή</b>		
Συμπάτρια	Επικαλυπτόμενο	Την κλίμακα της απομόνωσης Τη φύση του φράγματος Το υπό εξέταση τάξον
Αλλοπάτρια	Διακριτό	
Παραπάτρια	Γειτνιάζων	
<b>Τόπος (&amp; Ιστορία)</b>		
Νέο-ενδημικός	Αλλαγή στο νησί	Και την εξέλιξη στις ηπειρωτικές περιοχές
Παλαιο-ενδημικός	Υπολειμματική νησιωτική μορφή	
<b>Μηχανισμός</b>		
Αλλοπάτριος	Παρέκκλιση & επιλογή	Τις διπλές εισβολές Τις κενές οικοθέσεις
Πολυπλοειδία	Αλλαγές στο χρωμοσωμικό αριθμό	
Ανταγωνιστική ειδογένεση	Άλλοι συμπάτριοι μηχανισμοί	
<b>Φυλογένεση</b>		
Αναγένεση	Αντικατάσταση του προγόνου	Το ρόλο του υβριδισμού
Ανακλαδογένεση	Παράλληλα με τον πρόγονο	
Κλαδογένεση	Διαχωρισμός και αντικατάσταση προγόνου	

Βιολογία - Σύντομο Γλωσσάρι - Παν.

# 4. Άφιξη και αλλαγή

- Η αρχή του ιδρυτή και η γενετική παρέκκλιση
- Σεξ στα νησιά
- Μετατοπίσεις οικοθέσεων

# Η αρχή του ιδρυτή & η γενετική παρέκκλιση

- Η αρχή του ιδρυτή: ένας πληθυσμός που μεταναστεύει σε ένα απομακρυσμένο νησί θα δημιουργήσει ένα μικρό ιδρυτικό πληθυσμό που θα περιέχει μόνο ένα **υποσύνολο της γενετικής ποικιλότητας** του τροφοδότη πληθυσμού.
  - Η γενετική ποικιλότητα μπορεί να αυξηθεί μέσω μεταλλαγών και επαναδιατάξεων.
- Γενετική παρέκκλιση: η τυχαία τροποποίηση των αλληλικών συχνοτήτων από τη μια γενιά στην άλλη, που μπορεί να είναι σημαντική όταν ο πληθυσμός έχει μικρό μέγεθος.



# Η αρχή του ιδρυτή & η γενετική παρέκκλιση

- Τα γεγονότα ίδρυσης (π.χ. εποίκισεις) παράγουν ποικιλία επιδράσεων (φαινομένων) που είναι δύσκολο να διακριθούν από άλλες μικροεξελικτικές διεργασίες.
- Επομένως:
  - Η μείωση του πληθυσμού μπορεί να έχει ως αποτελέσματα (υπό διαφορετικές συνθήκες):
    - 1) την απώλεια της γενετικής ποικιλότητας
    - 2) την προσθήκη νέων γενετικών συνδυασμών
    - 3) την εισαγωγή γενοτυπικής ποικιλότητας από συγγενικά είδη (ή ποικιλίες).

# Σεξ στα νησιά

- Σεξ ή όχι στα νησιά;
- Τι δουλεύει καλύτερα;
- Πώς αυτό επηρεάζει τις πιθανότητες εποίκισης και ειδογένεσης στα νησιά;
- Ο υβριδισμός ευνοεί τη διαφοροποίηση ή την περιορίζει;

Στα ζώα:

- Παρθενογενετικές σαύρες συχνές στα νησιά και μάλιστα πιο ετερόζυγες ίσως εξαιτίας υβριδισμού
- Ο υβριδισμός μπορεί να επάγει τη διαφοροποίηση

# Μετατοπίσεις οικοθέσεων

- Άδειες οικοθέσεις
- Απώλεια ή μείωση της ικανότητας διασποράς
  - Πριν και μετά την άφιξη;
  - Ισχύει;
  - Υποθέσεις:
    - Τα άτομα με αυξημένη ικανότητα διασποράς έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να «παρασυρθούν» και να χαθούν
    - Λόγω απουσίας θηρευτών δεν υπάρχει επιλεκτικό πλεονέκτημα σε οργανισμούς που τρέφονται στο έδαφος
  - Παραδείγματα:
    - Πουλιά:
      - απουσία θηρευτών (δεν υπάρχει ανάγκη να πετούν)
      - Περιορισμένοι πόροι (κοστίζει η πτήση)
    - Έντομα:
      - Επέκταση σε άδειους θώκους

# Μετατοπίσεις οικοθέσεων

- **Γιγαντισμός & Νανισμός**
  - Μεγάλο μέγεθος πριν ή μετά την άφιξη στο νησί;
  - Τα μεγάλα θηλαστικά τείνουν να μικραίνουν και τα μικρά να μεγαλώνουν
    - Π.χ. τα νησιωτικά τρωκτικά είναι μεγαλύτερα λόγω απουσίας θήρευσης, από μεγάλα σαρκοφάγα θηλαστικά.
    - Όμως τα σαρκοφάγα και τα αρτιοδάκτυλα μικραίνουν λόγω πλεονεκτήματος του μικρού μεγέθους υπό συνθήκες περιορισμένων πόρων (τροφής) στα νησιά
- Ο ρόλος του ανθρώπου στην εξαφάνιση μεγάλων ζώων;
- Σεξουαλική επιλογή για μεγαλύτερα αρσενικά;

# Μετατοπίσεις οικοθέσεων

- **Νανισμός**
  - Περιορισμένη ανάγκη για πόρους
  - Καλύτερη απόκρυψη σε άδεντρα νησιά
- **Γιγαντισμός**
  - Γνωρίσματα που επέτρεψαν τη διασπορά (το μικρό μέγεθος ως μειονέκτημα)
  - Μεγαλύτερο εύρος λείας
  - Μεγαλύτερα αποθέματα ενέργειας & νερού σε περιόδους έλλειψης τροφής

# Μετατοπίσεις οικοθέσεων

- **Μετατόπιση χαρακτήρα**
  - Αλλαγές που οφείλονται σε ανταγωνισμό μεταξύ δύο σχετικά παρόμοιων ποικιλιών ή ειδών, όταν αυτά βρίσκονται συμπάτρια.
- **Οικολογική απελευθέρωση**
  - Η απόκριση στην απουσία θηρευτών ή άλλων αλληλεπιδρώντων οργανισμών μπορεί να πάρει δύο μορφές:
    - Την απώλεια «μη απαραίτητων» γνωρισμάτων (π.χ. αμυντικές κατασκευές)
    - Την αύξηση της ποικιλότητας μέσα στο είδος (μέσω της κατάληψης ευρύτερου φάσματος οικοθέσεων)

# Μετατοπίσεις οικοθέσεων

- Άλλες μετατοπίσεις οικοθέσεων

- Το νησιωτικό σύνδρομο: Περιορισμένη διασπορά, Μικρότερη επιθετικότητα, Συνωστισμός, Μεγαλύτερο σωματικό μέγεθος, Μικρότερη γεννητικότητα ανά άτομο, Μεγαλύτερη προσδοκώμενη ζωή
- Αντιστάθμιση πυκνοτήτων: όταν οι νησιωτικές κοινότητες έχουν την ίδια συνολική πληθυσμιακή πυκνότητα αλλά κατανεμημένη σε λιγότερα είδη
- Στάση πυκνότητας: όταν ο συνολικός πληθυσμός στις νησιωτικές κοινότητες είναι μικρότερος από ότι στα ηπειρωτικά συστήματα.
  - Το νησιωτικό σύνδρομο αναμένεται σε νησιά που είναι: 1) επαρκώς απομονωμένα, 2) όχι πολύ μεγάλα ώστε να μοιάζουν με ηπειρωτικές περιοχές, 3) όχι πολύ μικρά ώστε να μη υποστηρίζουν τους πληθυσμούς
  - **Απομόνωση (άμεση επίδραση) – Έκταση (έμμεση επίδραση)**: Οι πυκνότητες στα μεγάλα νησιά μειώνονται εξαιτίας περισσότερων θηρευτών & ανταγωνιστών.

# 5. Μοντέλα νησιωτικής εξέλιξης

- Αναγένεση
- Ο κύκλος τάξων
- Προσαρμοστική διαφοροποίηση
- Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης



# Αναγένεση

- Όταν: η ειδογένεση στα νησιά συνοδεύεται με μικρή ή και καθόλου «ακτινωτή» διαφοροποίηση, αλλά με αλλαγή στη νησιωτική μορφή προς μια μόνο κατεύθυνση (από το φαινότυπο που εποίκισε αρχικά το νησί).
- Η διεργασία:
  - Ο ιδρυτικός πληθυσμός εκμεταλλεύεται τις διαθέσιμες οικοθέσεις και υπόκειται σε γοργή, αρχικά, μορφολογική προσαρμογή.
  - Η αλλαγή συνεχίζεται καθώς το συνολικό βιοτικό περιβάλλον εξελίσσεται με την άφιξη επιπλέον εποικιστών.
  - Τα βικαριανιστικά γεγονότα είναι σπάνια και η κινητήριος δύναμη της ειδογένεσης είναι η άφιξη εποικιστών και η γοργή αλλαγή του περιβάλλοντος εξαιτίας αυτών.

# Ο κύκλος τάξων

- Το γενικό πλαίσιο:
  - Η εξέλιξη συμβαίνει μέσα στο νησιωτικό αρχιπέλαγος.
  - Εκεί τα είδη υπόκεινται σε αλλαγές οικοθέσεων.
  - Οι αλλαγές οφείλονται σε ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις με τους μετέπειτα εποικιστές.
  - Οι μετέπειτα εποικιστές οδηγούν τους πρώην σε εξαφάνιση.
- Άφιξη → Επέκταση → Εξειδίκευση → Συρρίκνωση → Εξαφάνιση → Αντικατάσταση
- Οι ενδείξεις για αυτή τη διεργασία προέρχονται κυρίως από τα πρότυπα κατανομής.
  - Όμως: η υπόθεση αυτή συχνά δεν συμφωνεί με τις ιστορικές ενδείξεις σχετικά με τις περιβαλλοντικές αλλαγές και τις αλλαγές στην κατανομή.

# Προσαρμοστική διαφοροποίηση

- Παρατηρείται κυρίως σε μεγάλα, απομονωμένα, ωκεάνια νησιά, στα όρια τους εύρους διασποράς μιας ομάδας οργανισμών (ζώνη διαφοροποίησης).
- Η χαμηλή ποικιλία εποικιστών και η δυσαρμονία διευκολύνουν την in situ διαφοροποίηση.
- Για τα τάξα με μικρότερες ικανότητες διασποράς, οι ζώνες διαφοροποίησης τους συμπίπτουν με τη θέση λιγότερο απομονωμένων αρχιπελάγων (στα οποία υπάρχουν περισσότερα αλληλεπιδρώντα τάξα).
- Στις περισσότερες περιπτώσεις η διαφοροποίηση είναι προσαρμοστική, καθώς συμβαίνουν σαφείς αλλαγές των θώκων (**προσαρμοστική διαφοροποίηση – adaptive radiation**).
- Υπάρχουν περιπτώσεις που η διαφοροποίηση είναι μη-προσαρμοστική (όταν συμβαίνουν μετατοπίσεις σε απομονωμένες περιοχές των νησιών που δεν συνοδεύονται με σαφείς αλλαγές των οικοθέσεων (**μη-προσαρμοστική διαφοροποίηση – non-adaptive radiation**)).
- Αλλοπάτρια και συμπάτρια «επεισόδια», Ποιος είναι ο ρόλος του υβριδισμού;

# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Η περιβαλλοντική αλλαγή ως κινητήριοις δύναμη
  - Η σημερινή εικόνα μπορεί να ερμηνευτεί εάν θεωρήσουμε την αλληλουχία των περιβαλλοντικών αλλαγών (στάθμη της θάλασσας, κλιματικές συνθήκες, ζώνες βλάστησης) κατά το παρελθόν.
- Οι ρυθμοί ειδογένεσης ποικίλουν στο χρόνο και μεταξύ των τάξεων
  - Οι πιο γρήγοροι ρυθμοί διαφοροποίησης συμβαίνουν στους πρώτους εποικιστές στα πρώτα στάδια ύπαρξης των νησιών.
  - Ο ρόλος της «πλαστικότητας» του γενετικού υπόβαθρου των τάξεων.
- Ικανότητα διασποράς & ενδημισμός
  - Ο ενδημισμός συνήθως είναι μικρότερος σε τάξα με καλές ικανότητες διασποράς

# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Βιογεωγραφικές ιεραρχίες και μοντέλα νησιωτικής εξέλιξης
  - Ωκεάνια νησιά: η εξέλιξη πιο γρήγορη από την εποίκιση
  - Ηπειρωτικά νησιά: η εποίκιση πιο γρήγορη από την εξέλιξη
  - Για ποια τάξη ένα νησί είναι «ηπειρωτικό» και για ποια «ωκεάνιο»;
- Η δυσαρμονία διευκολύνει τη διαφοροποίηση, όμως για κάποια τάξη η απουσία αλληλεπιδρώντων οργανισμών (π.χ. επικονιαστών) περιορίζει την εποίκιση, την εξάπλωση και τη διαφοροποίηση.
- Ο ρόλος των αποστάσεων μεταξύ των νησιών μέσα σε ένα αρχιπέλαγος.
- Ο ρόλος της έκτασης για την ειδογένεση μέσα στο νησί (ποικιλία ενδιαιτημάτων, ζωτικός χώρος).
- Ο ρόλος των ανθρώπινων επιδράσεων.

# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Δεν συμβαίνει πάντοτε μόνο μία διεργασία και δεν μπορεί ένα μοντέλο να είναι εφαρμόσιμο σε όλες τις περιπτώσεις

# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Τα φαινόμενα του ιδρυτή και της γενετικής παρέκκλισης είναι πιο πιθανά σε μικρά, μη απομακρυσμένα νησιά που δεν μπορούν να υποστηρίξουν σταθερούς πληθυσμούς
- Τα ενδημικά είδη στα μικρά νησιά με μικρό τοπογραφικό εύρος είναι πιο ευρύοικα καθώς αυτά τα νησιά επηρεάζονται έντονα από τις περιβαλλοντικές αλλαγές
- Τα μεγάλα, κοντά σε ηπείρους νησιά έχουν χαμηλά επίπεδα ενδημισμού.
  - Σε αυτά τα φαινόμενα του ιδρυτή και της γενετικής παρέκκλισης δεν είναι έντονα
- Μεγάλα νησιά, με μεγαλύτερη (αλλά όχι πολύ μεγάλη) απομόνωση και «ιστορία» φιλοξενούν «υπολειμματικά» στοιχεία.

# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Ο μεγαλύτερος βαθμός εξελικτικής αλλαγής συμβαίνει στα απομακρυσμένα, ψηλά νησιά
  - Όταν αυτά είναι μόνα τους (ή απομακρυσμένα μεταξύ τους μέσα στο αρχιπέλαγος), η ειδογένεση είναι συχνή, αλλά χωρίς μεγάλη διαφοροποίηση (μοντέλο αναγένεσης)
- Η προσαρμοστική διαφοροποίηση είναι πιο έντονη σε μεγάλα, ποικίλα και απομονωμένα αρχιπελάγη
  - Πότε; Όταν οι μετακινήσεις οργανισμών μεταξύ των νησιών επιτρέπουν την ανάμιξη αλλοπάτριων και συμπάτριων διεργασιών ειδογένεσης



# Παράγοντες της νησιωτικής εξέλιξης

- Ο κύκλος των τάξεων αφορά αρχιπελάγη με μέτρια απομόνωση, όπου σχηματίζονται ενδιάμεσοι σταθμοί.
  - Σε αυτά η δυσαρμονία είναι μικρότερη, και τα φαινόμενα εποίκησης είναι συχνά και επαναλαμβάνονται από οργανισμούς στενά συνδεδεμένους (οικολογικά ή ταξινομικά), προς τους αρχικούς εποικιστές
- Τα τάξα είναι πιθανότερο να διαφοροποιούνται κοντά στο όριο της διασποράς τους.
  - Όμως, η διαφοροποίηση είναι υψηλότερη σε ψηλότερα νησιά (ή σε αρχιπελάγη με τέτοια νησιά) παρά σε χαμηλά νησιά ή σε απομονωμένα ψηλά νησιά
- Έτσι, σε ένα νησιωτικό σύμπλεγμα μπορεί για κάποια τάξα να επικρατεί η αναγένεση, ο κύκλος των τάξεων ή η προσαρμοστική διαφοροποίηση

# 6. Ο αριθμός ειδών στα νησιά

- Η θεωρία της δυναμικής ισορροπίας
- Χωρικές αναλύσεις και αριθμός ειδών
- Εναλλαγή

# 6. Ο αριθμός ειδών στα νησιά

- McArthur & Wilson, 1963. An equilibrium theory of insular biogeography. *Evolution*, 17: 373-387.
- McArthur & Wilson, 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton.
- **Δυναμική Ισορροπία:** μεταξύ εποίκισης σε ένα νησί (ενισχυμένης από την εξέλιξη νέων μορφών σε κάποιες περιπτώσεις), και εξαφάνισης τοπικών πληθυσμών από το νησί, υπό την επίδραση της νησιωτικής απομόνωσης και έκτασης αντιστοίχως.
- **Το βασικό ερώτημα:** τα οικολογικά συστήματα λειτουργούν σε κατάσταση ισορροπίας ή όχι;

# Η Θεωρία της δυναμικής Ισορροπίας

Συστατικά της θεωρίας:

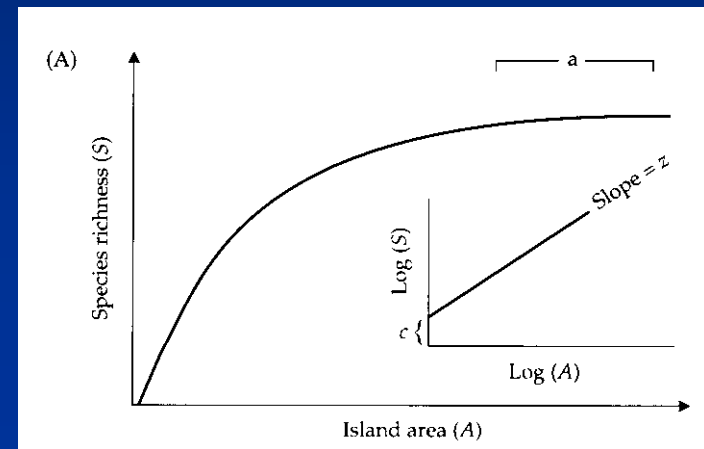
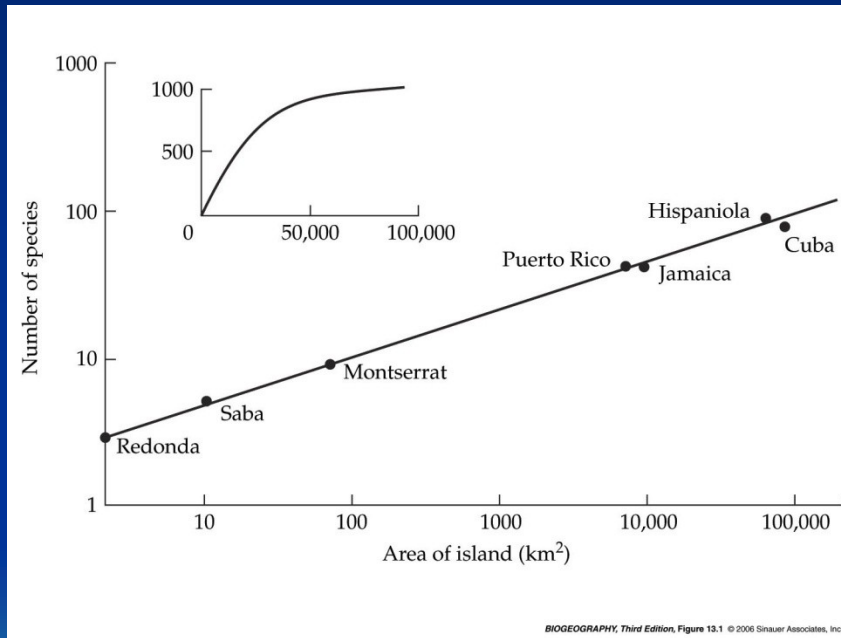
- Υπάρχει σχέση μεταξύ νησιωτικής έκτασης & αριθμού ειδών
- Υπάρχει σύνδεση ανάμεσα στη μορφή της καμπύλης έκτασης-ειδών και με το πως τα άτομα κατανέμονται ανάμεσα στα είδη (καμπύλη αφθονίας-ειδών)
- Ο ρυθμός εναλλαγής των ειδών στα νησιά
- Η επίδραση της απόστασης στο ρυθμό εναλλαγής

# Πρότυπα έκτασης - αριθμού ειδών

Το δυναμικό μοντέλο:  $S = CA^z$

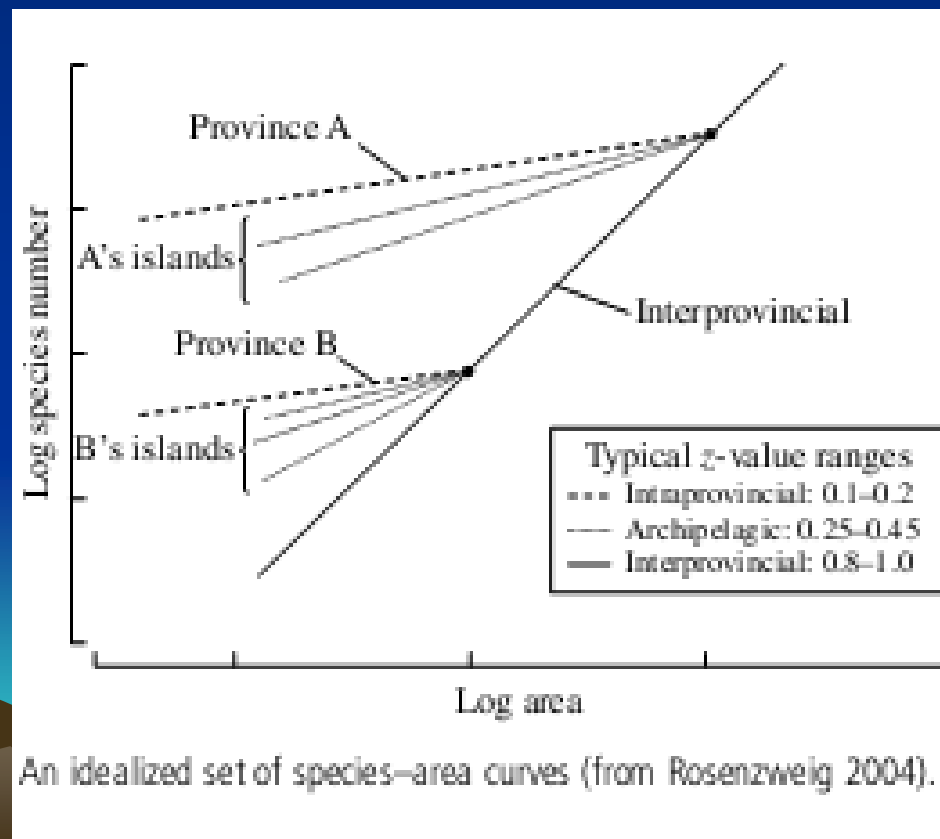
- $S$  = αριθμός ειδών ενός τάξου σε κάποιο νησί
- $A$  = η έκταση του νησιού
- $C$  = παράμετρος που εξαρτάται από το τάξον και τη βιογεωγραφική περιοχή (σταθερά που προσδιορίζεται εμπειρικά και αντιπροσωπεύει το βιοτικό πλούτο μιας περιοχής)
- $Z$  = παράμετρος που αντιπροσωπεύει την κλίση της καμπύλης ποικιλότητας και σχετίζεται με τη δυσκολία προσέγγισης στα νησιά.
- Η λογαριθμισμένη σχέση είναι γραμμική:  $\log S = z \log A + \log C$ 
  - Το  $z$  περιγράφει την κλίση της λογαριθμισμένης σχέσης και το  $C$  περιγράφει το σημείο διατομής με τον άξονα  $Y$  ( $\log S$ ).
  - Για νησιά:  $z = 0.20 - 0.35$
  - Για ηπειρωτικές περιοχές:  $z = 0.12 - 0.17$
  - Όμως υπάρχουν αρκετές εξαιρέσεις, π.χ. κανονικά νησιά:  $0.05$ , οικολογικά νησιά:  $0.09-0.957$ , ηπειρωτικές περιοχές:  $-0.276 - 0.925$ .
  - Τιμές του  $z$  γύρω στο  $0.20$  χαρακτηρίζουν στενή σχέση της πανίδας με τις γειτονικές περιοχές (ηπειρωτικά νησιά), ενώ τιμές του  $z$  γύρω στο  $0.35$  χαρακτηρίζει απομονωμένα (ωκεάνια) νησιά

# Πρότυπα έκτασης - αριθμού ειδών



# Πρότυπα έκτασης - αριθμού ειδών

- Σύγκριση των  $c$  μόνον όταν τα  $z$  είναι ίδια
- Σύγκριση των  $z$  μόνον όταν τα  $c$  είναι ίδια



# Κατανομές αφθονίας ειδών

- Στις περισσότερες βιοκοινότητες υπάρχουν λίγα είδη με πολλά άτομα και πολλά είδη με λίγα άτομα
- Δύο θεωρίες:
  - Η λογαριθμική σειρά αφθονίας (Fisher et al 1943): η μεγαλύτερη κλάση ειδών είναι αυτά που είναι πιο σπάνια.
  - Η λογαριθμο-κανονική σειρά αφθονίας (Preston 1948, 1963): τα πιο πολυάριθμα είδη είναι αυτά με την ενδιάμεση (μέτρια) αφθονία
- **Όμως:** λόγω ανεπαρκούς δειγματοληψίας τα πιο σπάνια είδη δεν καταγράφονται (αν και υπάρχουν) και η καμπύλη παίρνει τη λογαριθμική μορφή (καθώς «φαίνεται» να περιέχει περισσότερα σπάνια είδη από ότι κοινά – η κλίμακα είναι λογαριθμική).

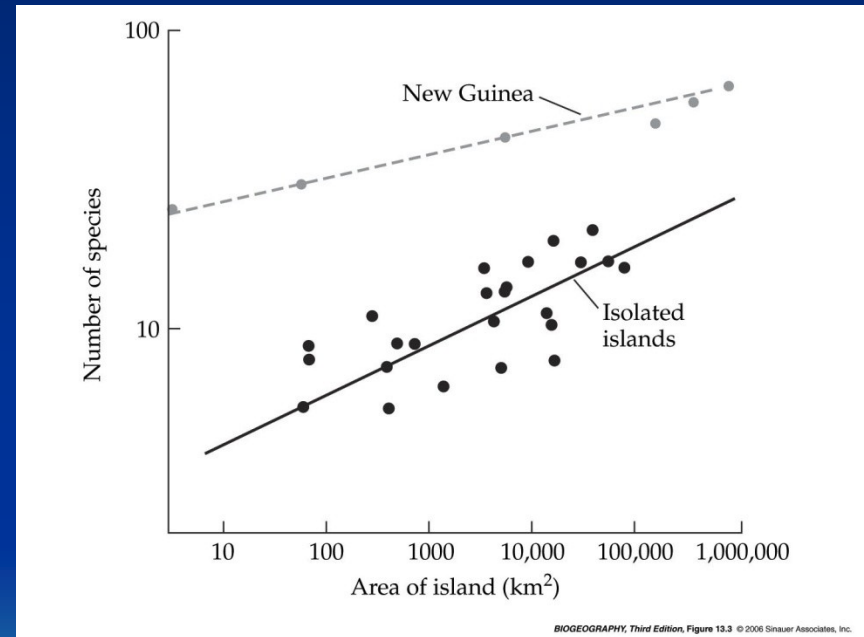


# Κατανομές αφθονίας ειδών

- **Κατ' αντιστοιχία:** τα μικρά, απομονωμένα νησιά έχουν λιγότερα είδη ανά μονάδα έκτασης και υψηλότερες τιμές  $z$  σε σχέση με τις ηπειρωτικές περιοχές, καθώς «δέχονται» λιγότερα είδη και εάν ένα είδος γίνει πολύ σπάνιο σε ένα νησί είναι πιθανό να εξαφανιστεί (το φαινόμενο είναι πιο έντονο στα μικρά νησιά)
- **Επομένως:** η σχέση έκτασης –αριθμού ειδών είναι συνήθως γραμμική όταν λογαριθμίζονται τόσο η έκταση όσο και ο αριθμός των ειδών (παρά σε οποιοδήποτε άλλο μετασχηματισμό).

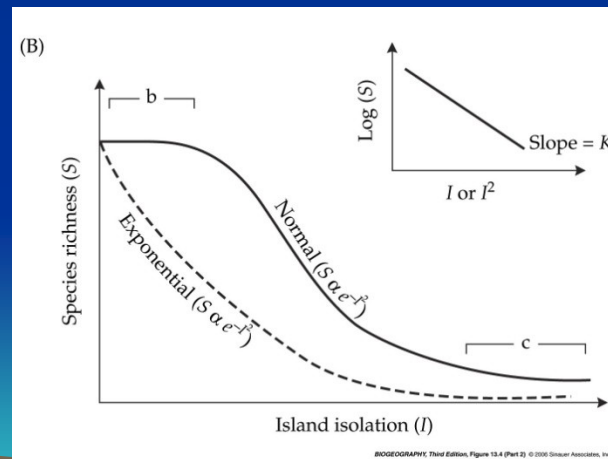
# Η επίδραση της απόστασης (απομόνωσης)

- Οι McArthur & Wilson προέβλεψαν ότι η καμπύλη έκτασης-αριθμού ειδών είναι πιο απότομη όσο αυξάνει η απόσταση
- Όμως, ο Williamson (1981) αμφισβήτησε αυτήν την πρόβλεψη (έδωσε αντίθετα αποτελέσματα)
- Η σχέση απόστασης - αριθμού ειδών είναι λιγότερο «γενική» από τη σχέση έκτασης αριθμού ειδών
- Η επίδραση της απομόνωσης είναι σχετικά ασαφής και εξαρτάται από τις αρχικές παραδοχές:
  - π.χ. «συν-θεώρηση ξεχωριστών νησιών σε αρχιπελάγη, υπολογισμός ή όχι της απομόνωσης μέσα ή μεταξύ των αρχιπελάγων, κοκ.)
  - Ποιοι είναι οι οδοί της εποίκησης;

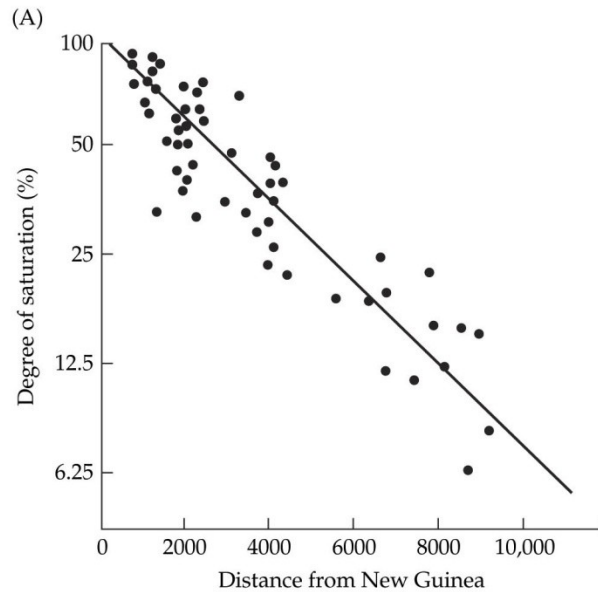


# Η επίδραση της απόστασης (απομόνωσης)

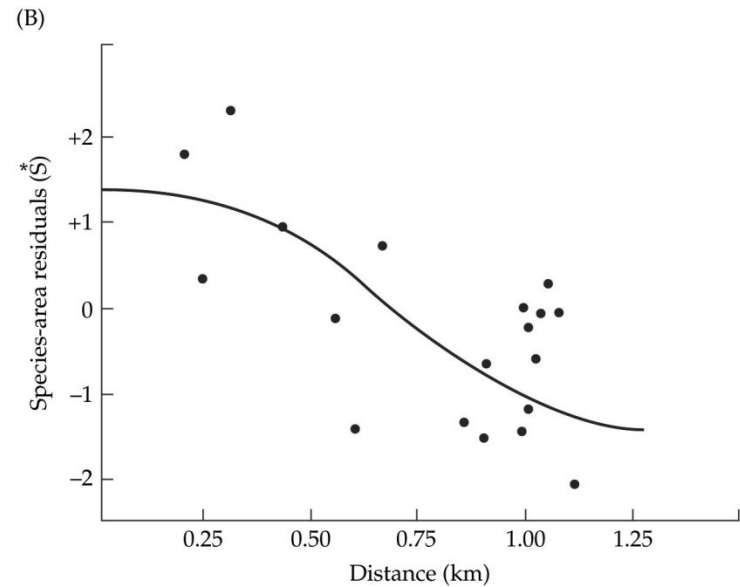
- Εκθετική (Exponential)  $S = k_1 e^{-k_2 (I)}$
- Κανονική (Normal)  $S = k_1 e^{-k_2 (I \cdot I)}$ 
  - $k_1$  &  $k_2$  = σταθερές
  - $S$  = Αριθμός ειδών
  - $I$  = απομόνωση (km)



# Η επίδραση της απόστασης (απομόνωσης)



BIOGEOGRAPHY, Third Edition, Figure 13.5 (Part 1) © 2006 Sinauer Associates, Inc.



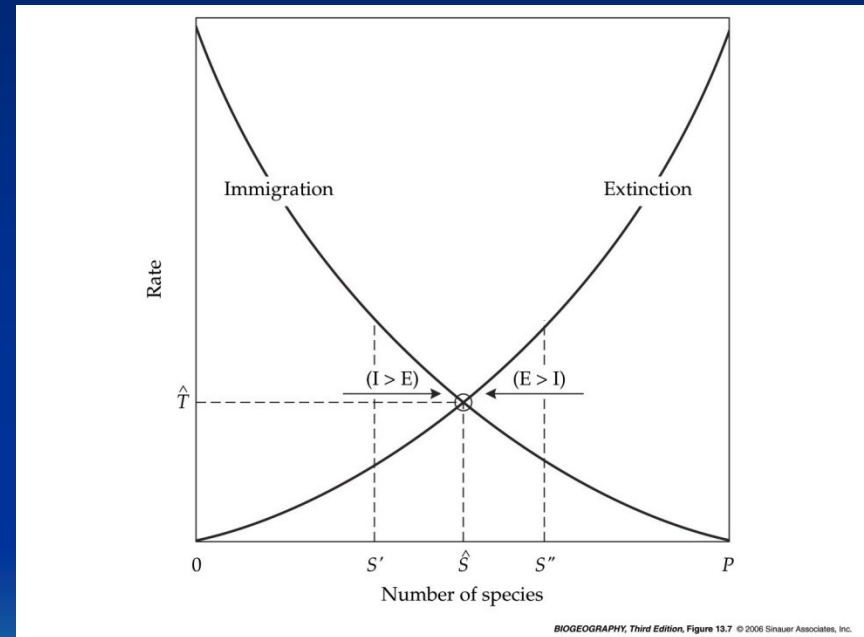
BIOGEOGRAPHY, Third Edition, Figure 13.5 (Part 2) © 2006 Sinauer Associates, Inc.

# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Εποίκιση
  - Ρυθμός εποίκισης (I)
- Αποίκιση (εγκατάσταση)
  - Ρυθμός αποίκησης
- Εξαφάνιση
  - Ρυθμός εξαφάνισης (E)
- Εναλλαγή
  - Ρυθμός εναλλαγής (T)

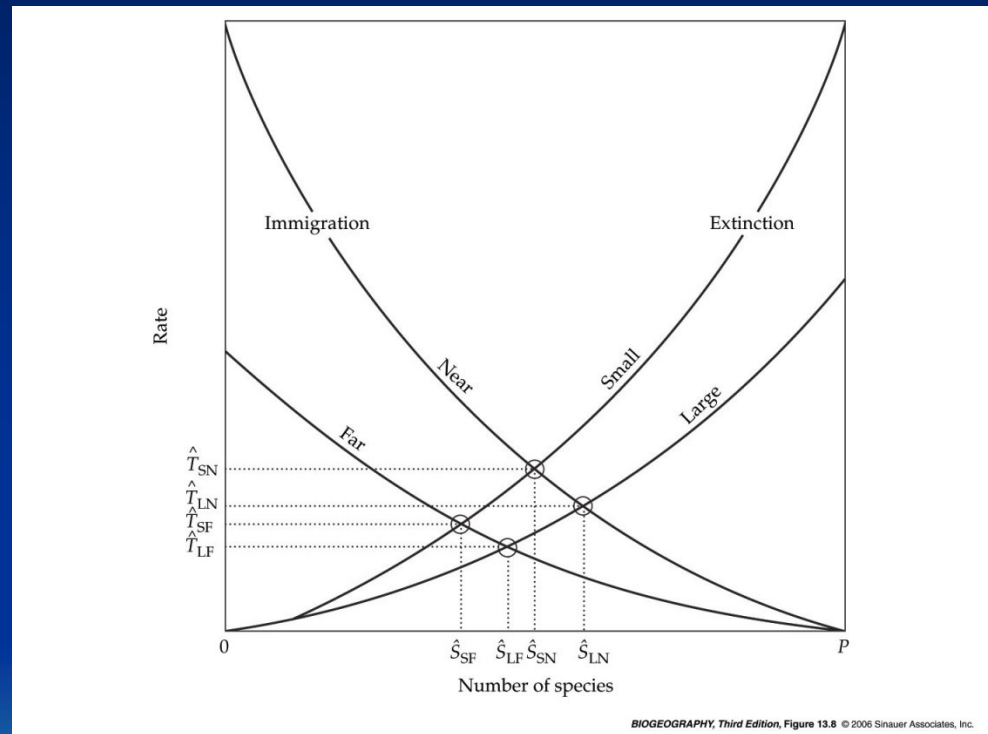
# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Ο αριθμός των ειδών αυξάνεται: με εποίκιση & ειδογένεση ( $V$ )
- Ο αριθμός των ειδών μειώνεται: με εξαφάνιση (μετανάστευση ή θάνατο)
- Ο ρυθμός εποίκησης ελαττώνεται με την απόσταση
- Ο ρυθμός εξαφάνισης ελαττώνεται με την έκταση
- Ο αριθμός των ειδών σε ένα νησί αντιπροσωπεύει τη δυναμική ισορροπία μεταξύ εποίκησης ( $I$ ) και εξαφάνισης ( $E$ ).
- Σε κατάσταση ισορροπίας  $I = E = T$
- Η εξίσωση στην ισορροπία:  $S_{t+1} = S_t + I + V - E$



# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Νησιά διαφορετικής έκτασης ή διαφορετικής απομόνωσης μπορεί να έχουν την ίδιο ρυθμό εναλλαγής ή τον ίδιο αριθμό ειδών (S), όμως δεν μπορούν να έχουν συγχρόνως τον ίδιο ρυθμό εναλλαγής και τον ίδιο αριθμό ειδών.
- Καμπύλη αποίκησης:
  - το θεωρητικό αποτέλεσμα της «ενσωμάτωσης» των καμπυλών εποίκησης και εξαφάνισης



# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Η **εποίκιση** εξαρτάται από την απόσταση του νησιού από την ηπειρωτική περιοχή (ή τη δεξαμενή των εν δυνάμει εποικιστών ειδών)
  - Τα πιο απομακρυσμένα νησιά εποικίζονται λιγότερο συχνά
  - Ο ρυθμός εποίκισης μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των ειδών στο νησί καθώς υπάρχουν λιγότεροι εν δυνάμει εποικιστές και λιγότεροι ανεκμετάλλευτοι θώκοι



# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Η **εξαφάνιση** εξαρτάται από το μέγεθος του νησιού
  - Τα μεγάλα νησιά μπορούν να υποστηρίξουν μεγαλύτερους πληθυσμούς και οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί είναι λιγότερο επιρρεπείς σε εξαφάνιση. Έτσι, όσο μικρότερο είναι το νησί τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εξαφάνισης
  - Ο ρυθμός εξαφάνισης αυξάνεται όταν αυξάνεται η αποίκιση (εγκατάσταση). Ο διαειδικός ανταγωνισμός αντικαθιστά κάποια είδη και μειώνει τα μεγέθη των πληθυσμών όταν τα είδη μπορούν να συνυπάρχουν

# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

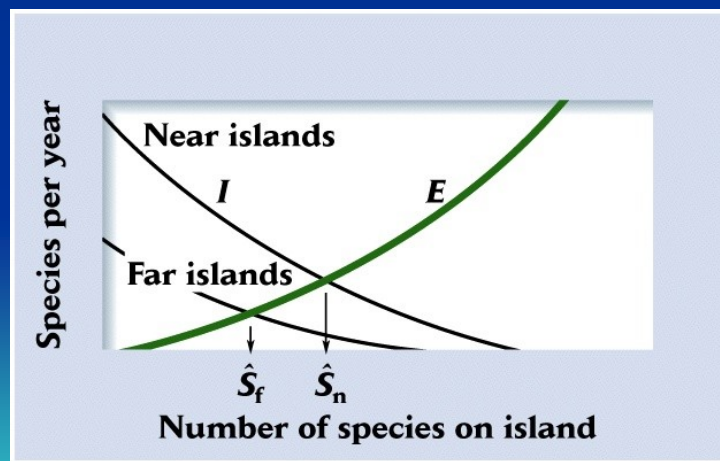
- Στην ισορροπία μεταξύ εποίκισης & εξαφάνισης, ο αριθμός των ειδών παραμένει σταθερός, παρόλο που μπορεί να αλλάζει η σύνθεση των ειδών.
- Αυτή είναι η **δυναμική ισορροπία**
- Ο ρυθμός με τον οποίο κάποια είδη χάνονται και κάποια άλλα εγκαθίστανται είναι ο **ρυθμός εναλλαγής**

# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Συγχρόνως κατά τη διάρκεια της εποίκησης μερικά είδη εξαφανίζονται
- Τα νέα είδη που φτάνουν ανταγωνίζονται για περιορισμένους πόρους και ο ρυθμός εξαφάνισης αυξάνεται
- Ο ρυθμός με τον οποίο χάνεται κάθε είδος και κερδίζεται μια αντικατάσταση είναι ο ρυθμός εναλλαγής

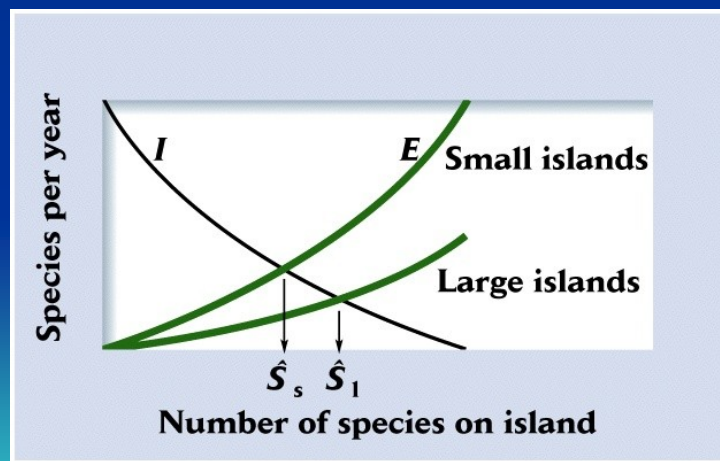
# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Τα νησιά μακριά από την ηπειρωτική περιοχή έχουν χαμηλότερους ρυθμούς εποίκισης
- Τα περισσότερο απομακρυσμένα νησιά έχουν μικρότερη ποικιλότητα (αριθμό) ειδών



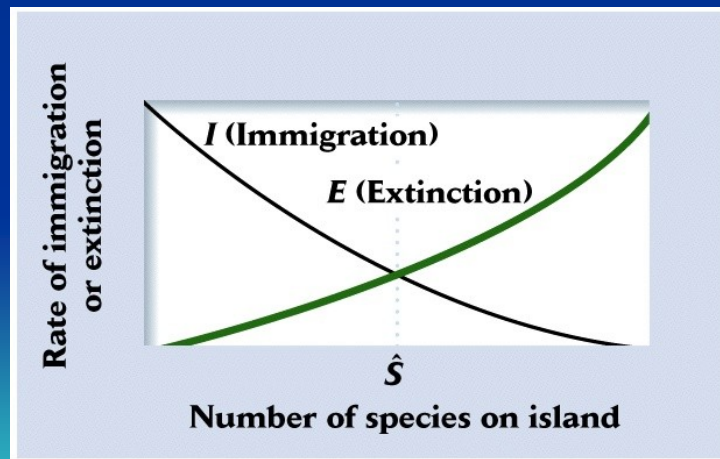
# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Τα μικρότερα νησιά έχουν μικρότερους συνολικούς πληθυσμούς
- Η πιθανότητα εξαφάνισης αυξάνεται όταν οι πληθυσμοί είναι μικρότεροι
- Τα μικρότερα νησιά έχουν μικρότερη ποικιλότητα ειδών



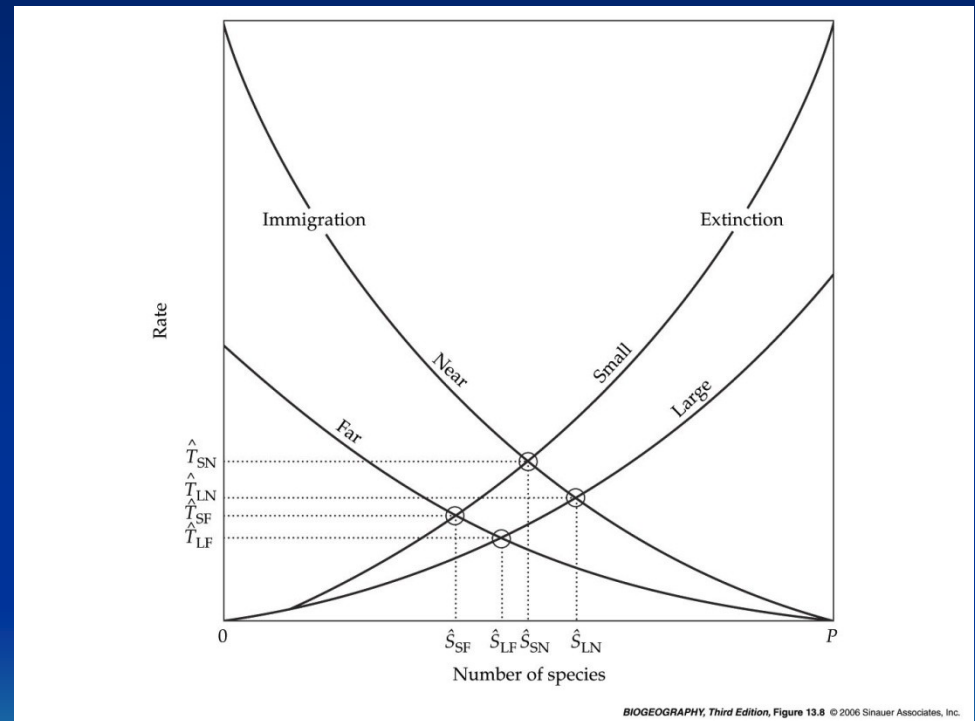
# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Ο ρυθμός εποίκισης μειώνεται όσο αυξάνει η ποικιλότητα (δηλ. ο αριθμός των ειδών) στο νησί
- Η εξαφάνιση αυξάνεται όσο μεγαλώνει η ποικιλότητα στο νησί
- Ο αριθμός ειδών σε ισορροπία στα νησιά είναι το δυναμικό ισοζύγιο εποίκισης και τοπικής εξαφάνισης



# Εναλλαγή ειδών & Θεωρία Ισορροπίας της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

- Ο αριθμός των ειδών σε ένα νησί αντιπροσωπεύει τη δυναμική ισορροπία μεταξύ εξαφάνισης & εποίκισης
- Η εναλλαγή των ειδών είναι συνεχής
- Τα μεγαλύτερα νησιά έχουν μεγαλύτερο αριθμό ειδών στο σημείο ισορροπίας
- Τα νησιά που είναι πιο κοντά στην ηπειρωτική χώρα έχουν μεγαλύτερο αριθμό ειδών στο σημείο ισορροπίας



# Αδυναμίες της Θεωρίας της Δυναμικής Ισορροπίας

- Οι κλίσεις των καμπυλών των ρυθμών Εξαφάνισης & Εποίκισης δεν είναι γνωστές
- Οι κλίσεις διαφέρουν από νησί σε νησί
- Τα νησιά μπορεί να μη βρίσκονται σε ισορροπία
  - Ο ρόλος των διαταραχών (εξαιτίας τους δεν φτάνουμε ποτέ σε ισορροπία)
- Οι ρυθμοί Εξαφάνισης & Εποίκισης διαφέρουν μεταξύ των ειδών
- Τα είδη συχνά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους



# Αδυναμίες της Θεωρίας της Δυναμικής Ισορροπίας

- Η Εξαφάνιση και η Εποίκιση δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους
  - (υψηλοί ρυθμοί εποίκησης σώζουν τα είδη από την εξαφάνιση - «φαινόμενο Διάσωσης» - Rescue Effect)
- Πολλαπλές ηπειρωτικές περιοχές = πολλαπλοί οδοί εποίκησης & πολλαπλοί ρυθμοί
- Η Ειδογένεση στα νησιά δεν λαμβάνεται υπόψη (με τη στενή έννοια)
  - Εάν τα είδη «δημιουργούνται» στα νησιά το μοντέλο παραβιάζεται
  - Η ειδογένεση είναι πιθανόν πιο σημαντική σε μεγάλα, απομονωμένα νησιά (με όρους αριθμού ειδών)
- Η εκτίμηση της Έκτασης συχνά δεν είναι ακριβής
  - Η έκταση συσχετίζεται με την ποικιλότητα ενδιαιτημάτων

# Αδυναμίες της Θεωρίας της Δυναμικής Ισορροπίας

- Απομόνωση & απόσταση
  - Η απομόνωση δεν έχει σχέση πάντοτε με την απόσταση, αλλά από τη φύση των φραγμάτων (π.χ. της ξηράς, της θάλασσας, των ατμοσφαιρικών συστημάτων κλπ).
- Φαινόμενα κλίμακας
  - Η έκταση και η απομόνωση δεν είναι ίδιες για όλους τους οργανισμούς
  - Η σημασία των αποστάσεων μεταξύ των νησιών
  - Ο ρόλος της φάσματος της περιβαλλοντικής ποικιλότητας

# Αδυναμίες της Θεωρίας της Δυναμικής Ισορροπίας

- **Εναλλαγή**
  - Διάκριση μεταξύ ρυθμού εποίκισης και ρυθμού αποίκισης (εγκατάστασης)
  - Εξαιρετικά δύσκολο να μετρηθούν οι πραγματικοί ρυθμοί εποίκισης και εξαφάνισης – μετρούμε ουσιαστικά αλλαγές στους καταλόγους ειδών.
- **Ομογενής εναλλαγή:**
  - όταν όλα τα είδη συμμετέχουν εξίσου στην εναλλαγή (όταν κάθε είδος εμπλέκεται κάπου στο αρχιπέλαγος σε γεγονότα εποίκισης και εξαφάνισης).
- **Ετερογενής εναλλαγή:**
  - όταν ένα μικρό υποσύνολο των ειδών εμπλέκεται στην εναλλαγή. Η ετερογενής εναλλαγή έρχεται σε αντίθεση με την Θεωρία της ισορροπίας.
- **Κρυπτο-εναλλαγή:**
  - όταν οι δειγματοληψίες είναι ακανόνιστες, και τα είδη εξαφανίζονται και επανεποικούν ενδιάμεσως. Το αποτέλεσμα: υποεκτίμηση των ρυθμών εναλλαγής.
- **Ψευδο-εναλλαγή:**
  - όταν ατελείς καταγραφές εμφανίζουν κάποια είδη να εναλλάσσονται χωρίς όμως να έχουν εξαφανιστεί.

# Αδυναμίες της Θεωρίας της Δυναμικής Ισορροπίας

- **Μορφές ισορροπίας και μη-ισορροπίας**
  - Υπερκορεσμός και υποκορεσμός
  - Υποβιβασμός του αριθμού των ειδών (relaxation)
- **Σε καταστάσεις ισορροπίας** οι επιδράσεις της εποίκησης και της εξαφάνισης δίνουν πιο έντονες καμπύλες έκτασης-αριθμού ειδών όσο μεγαλώνει η απόσταση, καθώς η εξαφάνιση έχει σχετικά μεγαλύτερη επίδραση στα πιο απομακρυσμένα νησιά.
- **Σε καταστάσεις μη-ισορροπίας**, τα απομακρυσμένα (ωκεάνια) νησιά μπορεί να είναι υποκορεσμένα, καθώς η εποίκηση είναι πολύ αργή για να «γεμίσει» τα νησιά (η εξαφάνιση είναι αμελητέα), ενώ τα κοντινά (ηπειρωτικά) νησιά βρίσκονται σε κατάσταση «υποβιβασμού» (δηλ. τα πρότυπα αφθονίας καθορίζονται από την εξαφάνιση).

# Έλεγχοι της Θεωρίας - Νησιά Krakatau

**TABLE 13.1** *Number of species of land and freshwater birds on Rakata and Sertung*

**Number of species found**

	Rakata			Sertung		
	Nonmigrant	Migrant	Total	Nonmigrant	Migrant	Total
1908	13	0	13	1	0	1
1919–1921	27	4	31	27	2	29
1932–1934	27	3	30	29	5	34

**Number of extinctions and colonizations between censuses**

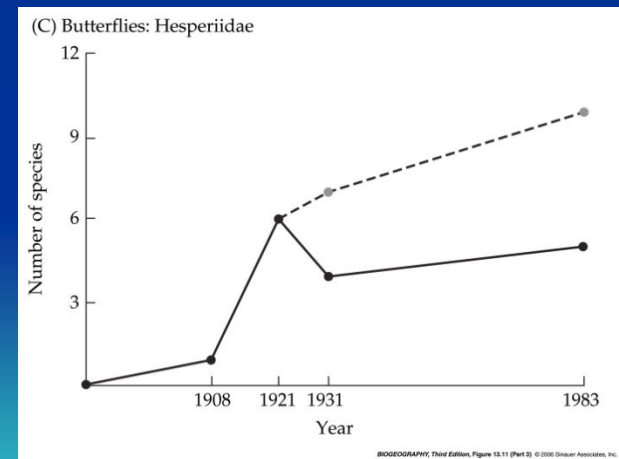
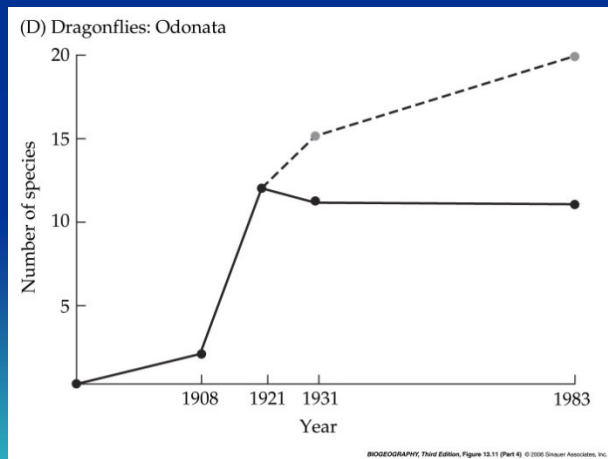
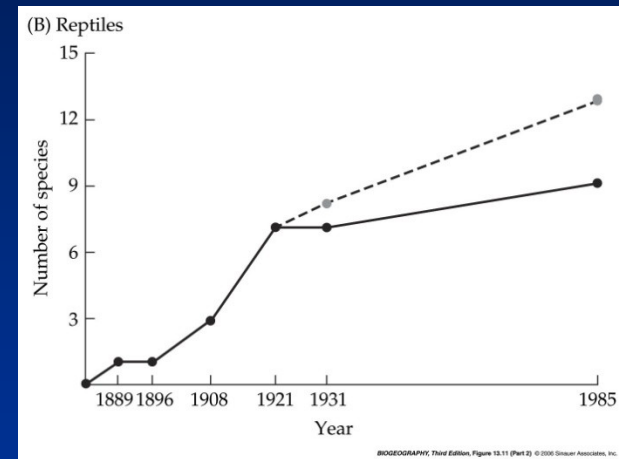
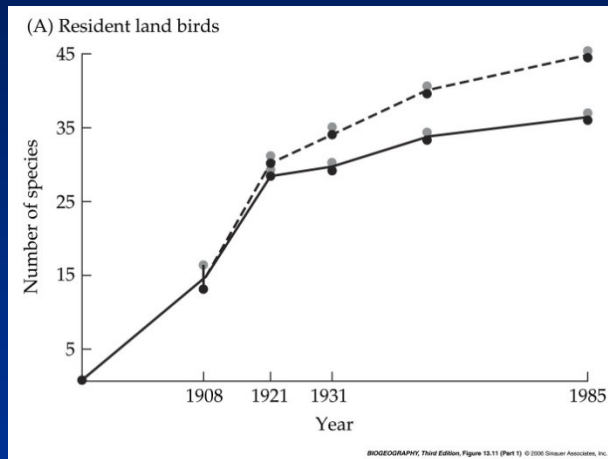
	Rakata		Sertung	
	Extinctions	Colonizations	Extinctions	Colonizations
1908 to 1919–1921	2	20	0	28
1919–1921 to 1932–1934	5	4	2	7

*Source:* After MacArthur and Wilson 1967.

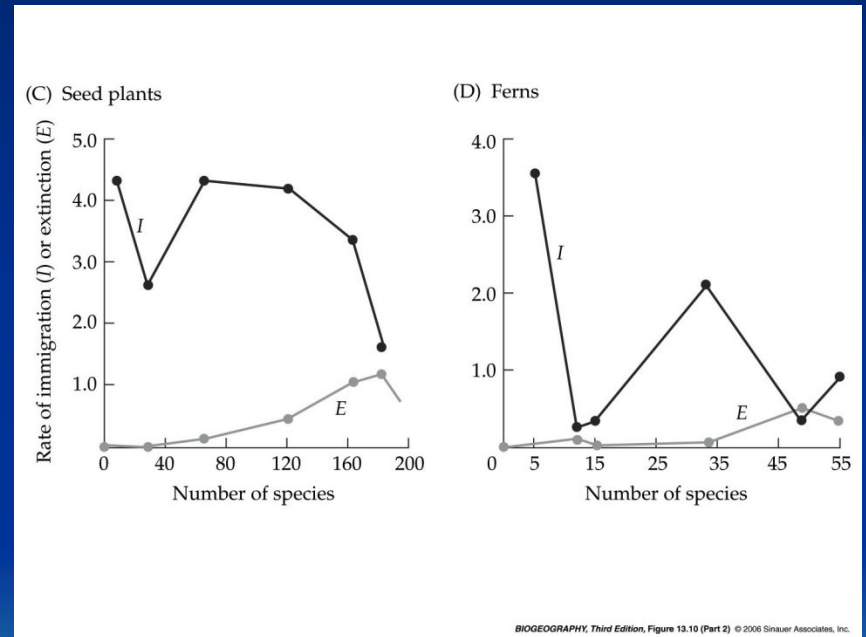
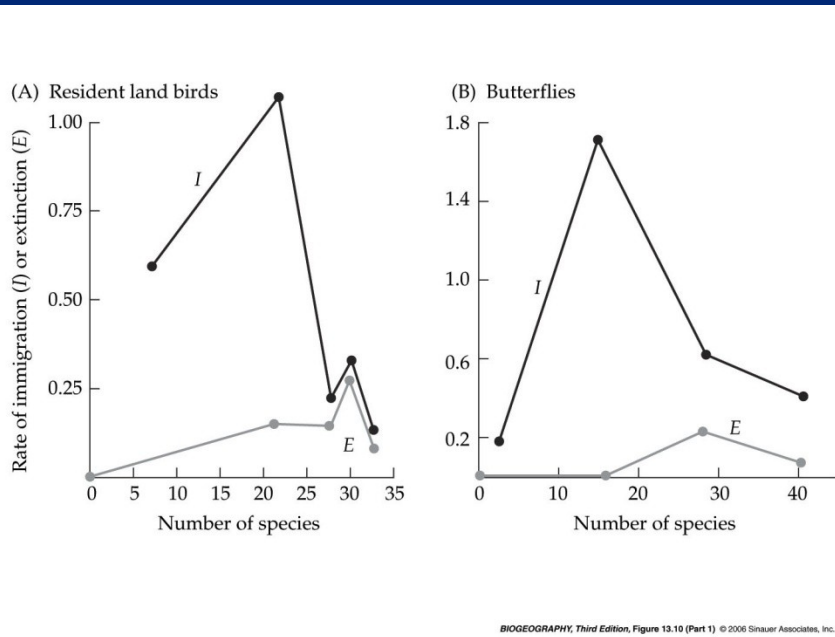
*Note:* The number of species increased from the census of 1883 to that of 1919–1921 and then remained relatively constant despite extinction of some species and colonization of others.

BIOGEOGRAPHY, Third Edition, Table 13.1 © 2006 Sinauer Associates, Inc.

# Έλεγχοι της Θεωρίας - Νησιά Krakatau – Ρυθμοί εποίκισης

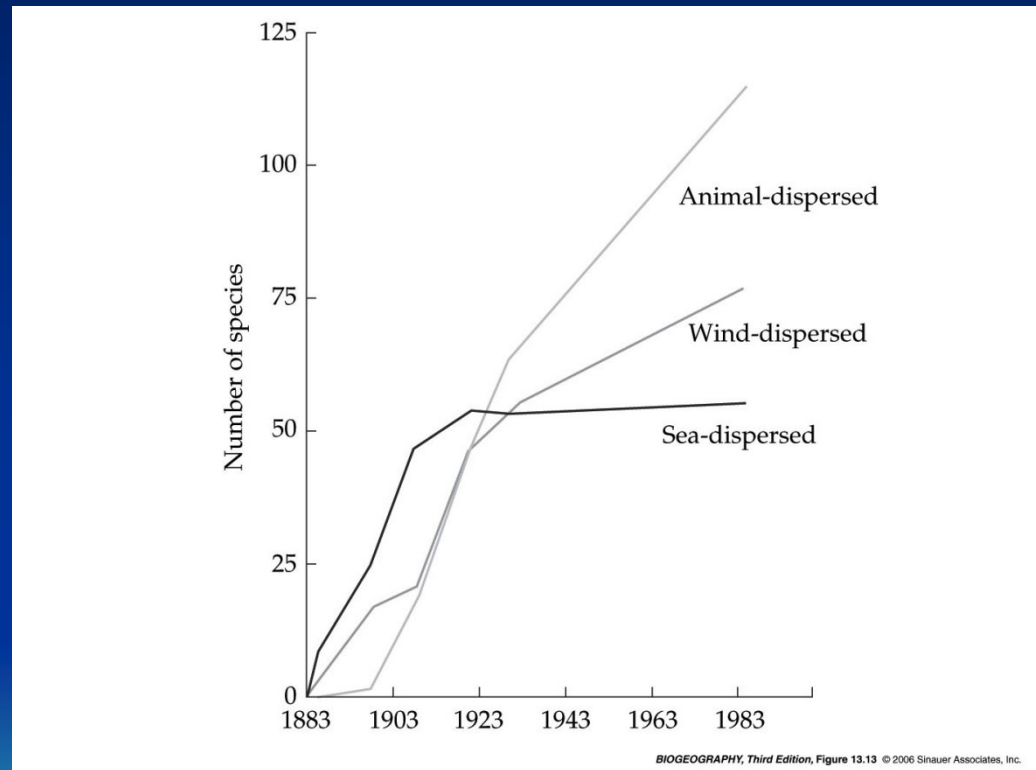


# Έλεγχοι της Θεωρίας - Νησιά Krakatau – Ρυθμοί I/E



# Έλεγχοι της Θεωρίας - Νησιά Krakatau – Ρυθμοί Ι/Ε

- Διαφορετικοί ρυθμοί εποίκισης για τα φυτά
- Πρέπει να προχωρήσει η διαδοχή για να γίνει η εποίκιση των ζώων



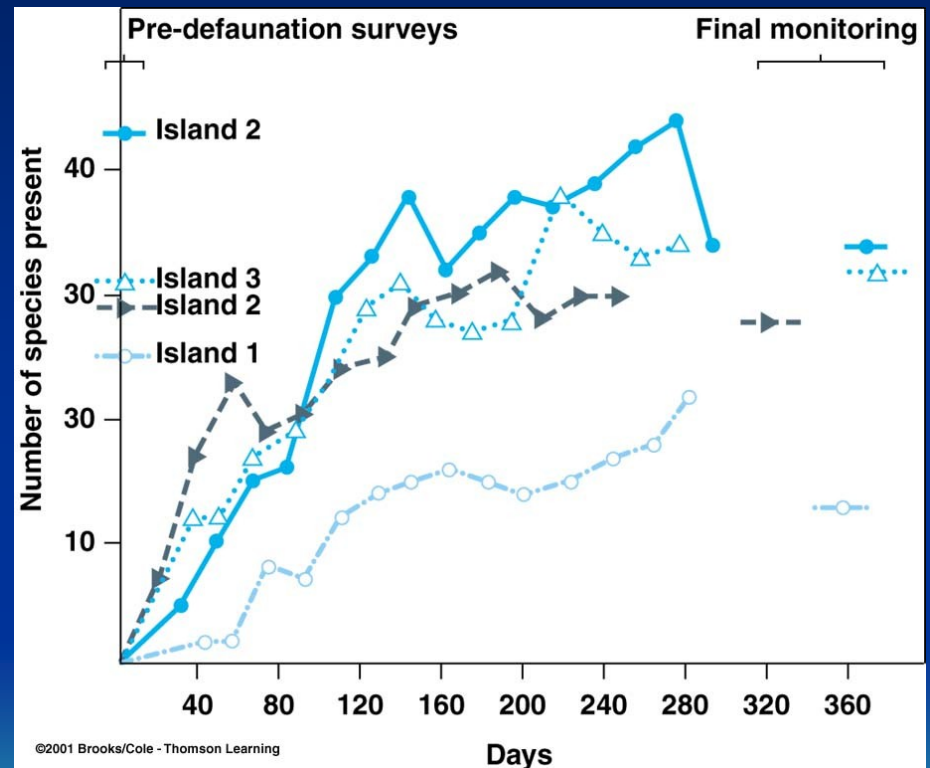


# Έλεγχοι της Θεωρίας – Το πείραμα των Simberloff and Wilson (1970)

- Εξολόθρευσαν όλα τα αρθρόποδα στα νησιά Key Florida
- Επαναλαμβανόμενες καταγραφές για 2 χρόνια

# Έλεγχοι της Θεωρίας – Το πείραμα των Simberloff and Wilson (1970)

- Γρήγορη αύξηση
- Υπερκορεσμός
- Σταθεροποίηση κοντά στον αρχικό αριθμό ειδών
- Αλλαγή στη σύνθεση των ειδών.
- Σταθερός ρυθμός εναλλαγής
- Χαμηλότεροι ρυθμοί εναλλαγής στα μακρινά νησιά
  - Το νησί 1 είναι ένα μικρό απομονωμένο νησί

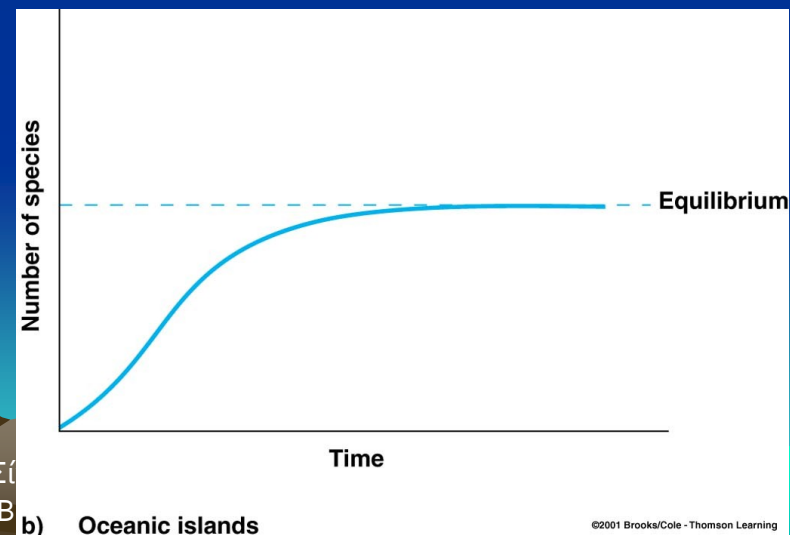
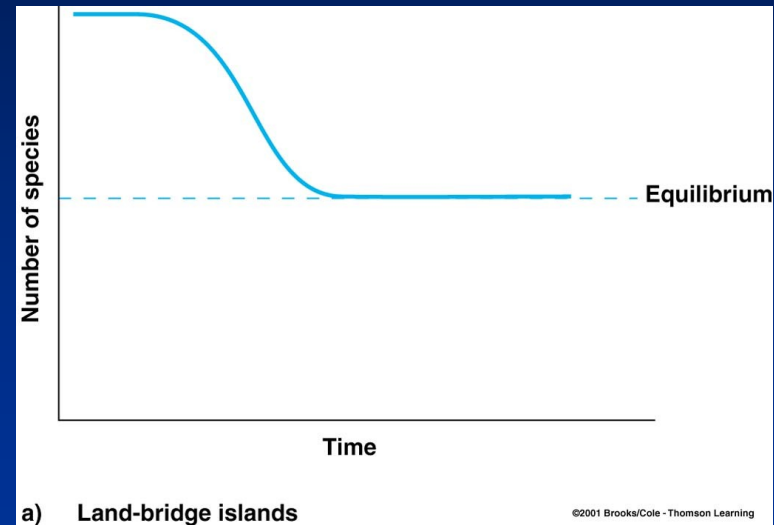


# Έλεγχοι της Θεωρίας – Ηπειρωτικά vs. Ωκεάνια νησιά

- Τα ωκεάνια νησιά επιβειβαιώνουν αρκετά καλά τη θεωρία.
- Τα ηπειρωτικά νησιά είναι μια άλλη ιστορία...

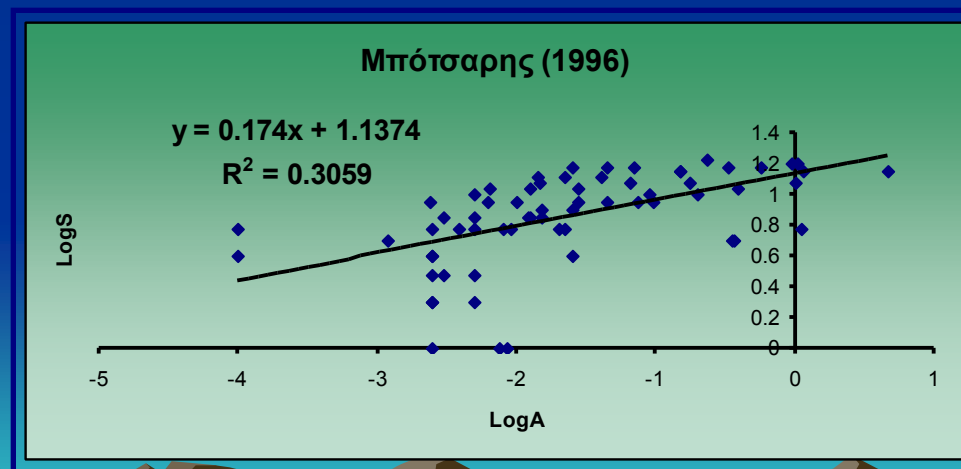
# Έλεγχοι της Θεωρίας – Ηπειρωτικά vs. Ωκεάνια νησιά

- Τα ηπειρωτικά νησιά ξεκινούν με είδη συμπληρωματικά από την ηπειρωτική περιοχή.
  - Θυμηθείτε: δηλ. περισσότερα είδη από ότι θα αναμενόταν με βάση την έκτασή τους.
- Επομένως αναμένουμε με την πάροδο του χρόνου αυτός ο αριθμός ειδών να μειώνεται (υποβιβασμός – relaxation).



# Έλεγχοι της Θεωρίας – Ηπειρωτικά vs. Ωκεάνια νησιά

- Φαινόμενο έκτασης – στόχου (Target Area Effect)
  - μεγαλύτερη έκταση-μεγαλύτερος ρυθμός εποικισμού
- Φαινόμενο μικρού νησιού (Small Island Effect)
  - Δεν υπάρχει σχέση έκτασης-ποικιλότητας ειδών στα πολύ μικρά νησιά – πολύ λίγα ενδιαιτήματα



## 7. Συγκρότηση και δυναμική βιοκοινοτήτων

- Κανόνες νησιωτικής συγκρότησης
- Εγκιβωτισμός

# Κανόνες συγκρότησης

- Υπάρχουν κάποιοι «κανόνες συγκρότησης» (assembly rules – Diamond, 1975) ή οι ταξινομικές μονάδες κατανέμονται τυχαία;

# Κανόνες συγκρότησης

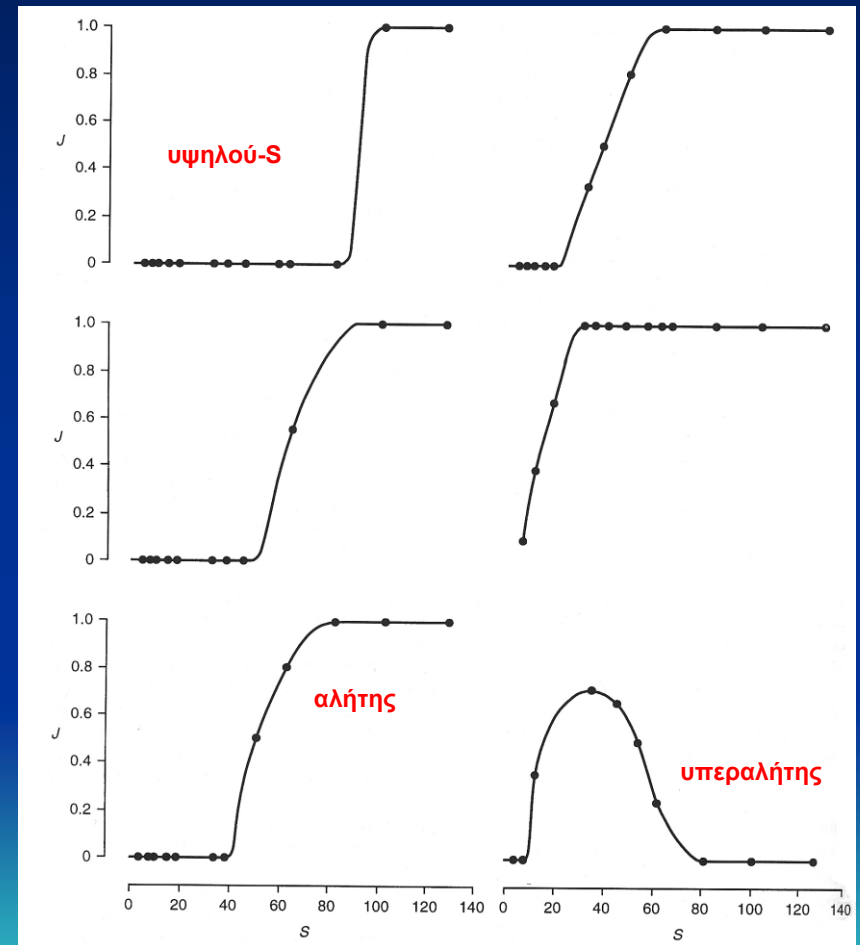
Οι κατά Diamond κανόνες συγκρότησης των νησιωτικών βιοκοινοτήτων

1. Από όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μέσα σε μια ομάδα ειδών, μόνο ορισμένοι απαντώνται στη φύση.
2. Οι επιτρεπόμενοι αυτοί συνδυασμοί αντιστέκονται στους εισβολείς που θα τους μετέτρεπαν σε κάποιον απαγορευμένο συνδυασμό.
3. Ένας συνδυασμός που είναι σταθερός σε κάποιο μεγάλο ή πλούσιο νησί μπορεί να είναι ασταθής σε κάποιο μικρό ή φτωχό.
4. Σε κάποιο μικρό ή φτωχό νησί είναι δυνατόν ένας συνδυασμός να αντιστέκεται σε εισβολείς που θα ήταν δυνατόν να ενσωματωθούν σε κάποιο μεγαλύτερο ή πλουσιότερο.
5. Ορισμένα ζεύγη ειδών δεν συνυπάρχουν ποτέ, ούτε μόνα τους, ούτε και ως μέρη ευρύτερων συνδυασμών.
6. Ορισμένα ζεύγη ειδών που μπορεί να σχηματίζουν ασταθείς μεταξύ τους συνδυασμούς, είναι δυνατόν να αποτελούν μέρος κάποιου σταθερού ευρύτερου συνδυασμού.
7. Αντιστρόφως, ορισμένοι συνδυασμοί που αποτελούνται εξ ολοκλήρου από σταθερούς υπο-συνδυασμούς, είναι οι ίδιοι ασταθείς.



# Κανόνες συγκρότησης

- Συναρτήσεις συχνότητας εμφάνισης
  - Η σχέση του αριθμού όλων των ειδών στα νησιά, προς τη συχνότητα εμφάνισης ενός συγκεκριμένου είδους
    - Είδη S: τα είδη που εμφανίζονται μόνο στα πιο πλούσια σε είδη νησιά
    - Είδη «υπερ-αλήτες ή υπερ-πλάνητες»: είδη που εμφανίζονται μόνο σε φτωχά σε είδη νησιά



# Κανόνες συγκρότησης

- Παράγοντες μη τυχαίας συγκρότησης:
  - απουσία κατάλληλων ενδιαιτημάτων
  - μέγεθος του νησιού (μικρότερο από τις ελάχιστες απαιτήσεις χωροκράτιας)
  - εποχική ή ψηφιδωτή παροχή τροφής
  - ιστορικοί παράγοντες (π.χ. ηπειρωτικές συνδέσεις)
  - διαταραχές & αλλαγές στη φέρουσα ικανότητα
  - πληθυσμιακές αυξομειώσεις

# Κανόνες συγκρότησης

Αρνητικοί	Θετικοί
Ανταγωνισμός	Διαμοιραζόμενο ενδιαίτημα
Διαφορετικές στρατηγικές κατανομής	Κοινές στρατηγικές κατανομής
Διαφορετική προέλευση κατανομής	Κοινή γεωγραφική προέλευση
	Ενδημισμός σε ένα μόνο νησί

# Εγκιβωτισμός (nestedness)

- Εγκιβωτισμός: όταν οι βιοκοινότητες των φτωχότερων περιοχών συγκροτούν υποσύνολα των βιοκοινοτήτων πλουσιότερων περιοχών
  - Ο εγκιβωτισμός έχει διαπιστωθεί στα περισσότερα νησιωτικά συμπλέγματα
  - Ο απόλυτος εγκιβωτισμός είναι σπάνιος



	Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	Sp5	Sp6	Άθροισμα σειρών (αρ. ειδών)
Ar1	1	1	1	1	1	1	6
Ar2	1	1	1	1	0	0	4
Ar3	1	1	1	0	0	0	3
Ar4	1	0	0	0	0	0	1
Άθροισμα στηλών (εμφάνιση ειδών)	4	3	3	2	1	1	



	Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	Sp5	Sp6	Sp7	Άθροισμα σειρών (αρ. ειδών)
Ar1	1	1	1	1	1	0	1	6
Ar2	1	1	0	1	0	1	0	4
Ar3	1	1	1	0	0	0	0	3
Ar4	0	0	0	0	0	1	0	1
Άθροισμα στηλών (εμφάνιση ειδών)	3	3	2	2	1	2	1	

# Εγκιβωτισμός (nestedness)

Αιτίες εγκιβωτισμού	Αιτίες μείωσης εγκιβωτισμού
Επιλεκτική εποίκιση	Ακανόνιστη εμφάνιση ενδιαιτημάτων
Επιλεκτική εξαφάνιση	Υπολειμματικές κατανομές
	Ενδημισμός
	Ιστορικοί παράγοντες

# 8. Νησιωτική θεωρία και διαχείριση

- Τα ενδιαιτήματα ως νησιά
  - Οικολογικά «νησιά» και πραγματικά νησιά – ομοιότητες & διαφορές
  - Ισορροπία ή συνεχής ροή στη φύση

# Ελάχιστος βιώσιμος πληθυσμός & ελάχιστη έκταση επιβίωσης

- Πόσα άτομα χρειάζονται;
  - **Ελάχιστος Βιώσιμος Πληθυσμός** (Minimum Viable Population): το πληθυσμιακό μέγεθος που δίνει 95% πιθανότητα διατήρησης για 100 ή για 1000 χρόνια
  - **Δραστικό πληθυσμιακό μέγεθος** (effective population size): η αναλογία των ενήλικων που συμμετέχουν στην αναπαραγωγή
- Αρμοστικότητα (fitness) και ενδογαμία (inbreeding):
  - μέγιστος αποδεκτός ρυθμός ενδογαμίας 1% ανά γενιά
- Το φαινόμενο “bottleneck”: η σημασία της διάρκειάς του
- Ελάχιστος βιώσιμος πληθυσμός & διαταραχές
  - Απαιτούνται μεγαλύτεροι πληθυσμοί όταν συμβαίνουν διαταραχές

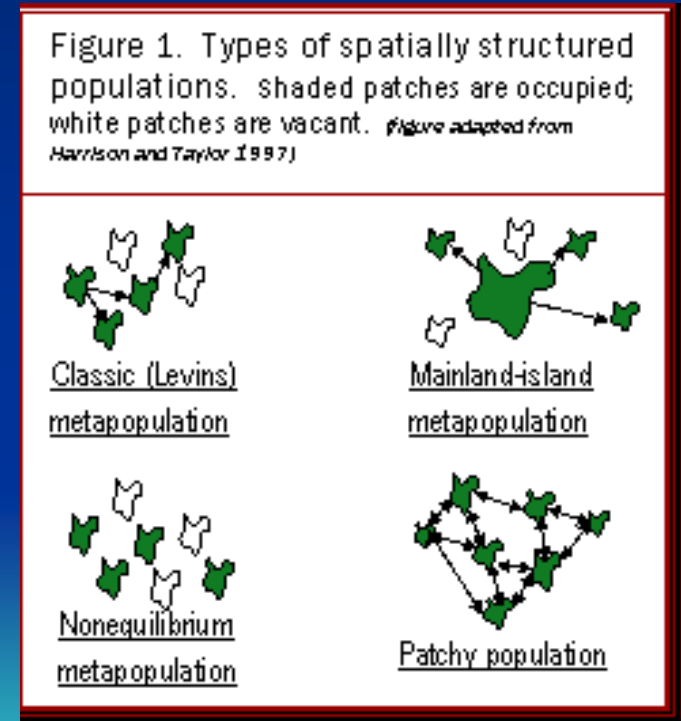
# Ελάχιστος βιώσιμος πληθυσμός & ελάχιστη έκταση επιβίωσης

- Πόσο μεγάλη πρέπει να είναι μια περιοχή;
  - Ελάχιστη έκταση επιβίωσης (minimum viable area)
    - Όσο πιο ψηλά στην τροφική αλυσίδα τόσο μεγαλύτερη η απαιτούμενη έκταση
    - Οι περιοχές δεν είναι όμως «κλειστές»
    - Συναρτήσεις συχνότητας παρουσίας: ένα χρήσιμο αλλά όχι τέλειο εργαλείο



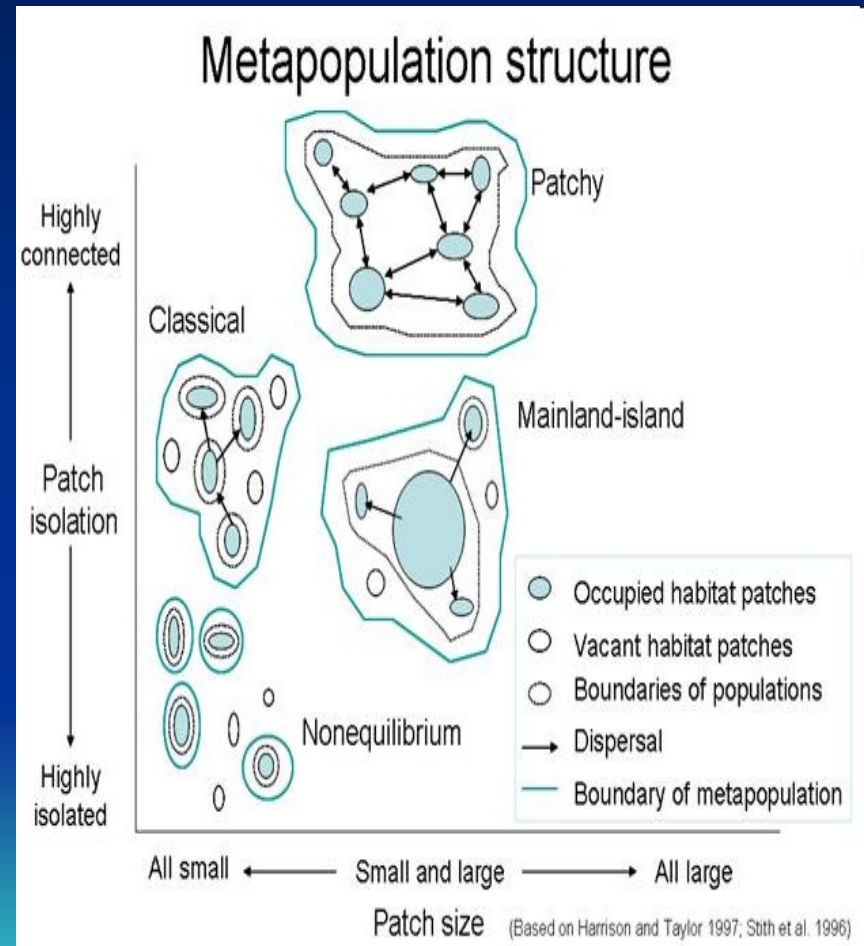
# Δυναμική μεταπληθυσμών

- Δίκτυο υποπληθυσμών
  - Σχέση απόστασης & έκτασης
  - Ελάχιστος βιώσιμος πληθυσμός & Ελάχιστη Ποσότητα Κατάλληλου Ενδιαιτήματος
- Θεωρία & Πράξη: το μεγάλο στοίχημα



# Δυναμική μεταπληθυσμών

- Κεντρικός & δορυφορικοί πληθυσμοί ή πολλοί «ισομεγέθεις» πληθυσμοί;
  - Φαινόμενο διάσωσης
  - Ο ρόλος της διαφορεικής ικανότητας διασποράς



# Σχήμα – μέγεθος προστατευόμενων περιοχών

- αντιπαράθεση «SLOSS» (single large or several small)
  - Ποια περιοχή περιέχει περισσότερα είδη:
    - μια ενιαία μεγάλη, ή πολλές μικρότερες ίσης συνολικής έκτασης;

# Σχήμα – μέγεθος προστατευόμενων περιοχών

Καλύτερο

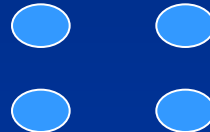
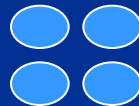
Χειρότερο



έκταση



κατακερματισμός



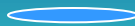
εγγύτητα



συγκέντρωση



διάδρομος



περίμετρος

# 9. Η ανθρώπινη επίδραση στα νησιωτικά οικοσυστήματα

- Η κλίμακα των απωλειών
- Αιτίες της καταστροφής
- Τάσεις εξαφάνισης
- Καταγεγραμμένα παραδείγματα
- Πόσο εύθραυστα είναι τα νησιωτικά οικοσυστήματα

# Η κλίμακα των απωλειών

- Στα νησιά βρίσκεται το 1/2 των ενδημικών ειδών πτηνών (παρόλο που η έκταση των νησιών είναι το 1/10 της χερσαίας έκτασης της γης)
- Η πανίδα των νησιών είναι εξαιρετικά εύάλωτη
- Τα 2/3 των εξαφανίσεων στα νησιά έχουν προκληθεί από τον άνθρωπο
  - Hawaii: Οι Πολυνήσιοι υπεύθυνοι για το 1/2 των εξαφανίσεων της πανίδας

# Εισαγωγές ειδών: εισβολές εξωτικών ειδών

- Στη Χαβάη:
  - 45% των φυτών
  - 42% πτηνών
  - 94% θηλαστικών
  - 100% ερπετών

# Οι παράγοντες που απειλούν τα στα νησιωτικά οικοσυστήματα

- Απώλεια ενδιαιτήματος & Κατακερματισμός ενδιαιτημάτων
- Εξαφανίσεις σαλιγκαριών κατά τους ιστορικούς χρόνους
  - Απώλεια ενδιαιτήματος & Ρύπανση (60%)
  - Εισαγόμενα είδη (24%)
  - Συλλογή από τους ανθρώπους (14%)
  - Άλλες αιτίες, π.χ. κλιματική αλλαγή (2%)



# Τα αποτελέσματα του κατακερματισμού ενδιαιτημάτων

- Άμεση εξαφάνιση ειδών σε περιοχές που αστικοποιήθηκαν
- Αποκλεισμός από απαραίτητους πόρους (π.χ. υδατικά οικοσυστήματα)
- Οι μικροί πληθυσμοί των νησιών περισσότερο επιρρεπείς σε εξαφάνιση
- Εξαφάνιση συνδεδεμένη με την απομόνωση (όχι φαινόμενο διάσωσης)
- Αποσταθεροποίηση λόγω απώλειας ειδών –κλειδιών (π.χ. σημαντικών τελικών θηρευτών, συμβιωτών)