

Νησιωτική βιογεωγραφία: Θεωρίες

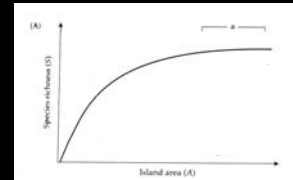
έως το 1960: στατική (εξελικτική – οικολογική) θεωρία

- στα νησιά οι **δομές των βιοκοινοτήτων είναι σταθερές** & μεταβάλλονται μόνο υπό την πίεση μακροχρόνιων **εξελικτικών** διεργασιών
- Ένα έποικο είδος θα εγκατασταθεί στο νησί αν βρει κατάλληλο περιβάλλον, αλλιώς θα χαθεί
- ο αριθμός των ειδών σε ένα νησί
 - ✓ είναι ορισμένος
 - ✓ καθορίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων ενδιαιτημάτων
 - ✓ μέγεθος επιφάνειας νησιού (μικρά νησιά: λίγα είδη, μοντέλο Arrhenius, 1920)

Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

1. Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών (ISAR: ISland–Area Relationship):

- Ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνει όσο αυξάνει η έκταση («ένας από τους λίγους κανόνες της οικολογίας των βιοκοινοτήτων» κατά Schoener 1976)
- δυναμικό μοντέλο του Arrhenius (1920): $S = c A^z$
 S = ο αριθμός ειδών συγκεκριμένου taxon
 A = έκταση νησιού
 c, z = σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα και διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα



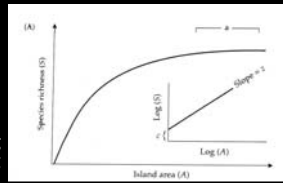
Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

1. Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών (ISAR: ISland–Area Relationship):

- Ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνει όσο αυξάνει η έκταση («ένας από τους λίγους κανόνες της οικολογίας των βιοκοινοτήτων» κατά Schoener 1976)
- δυναμικό μοντέλο του Arrhenius (1920): $S = c A^z$
 S = ο αριθμός ειδών συγκεκριμένου taxon
 A = έκταση νησιού
 c, z = σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα και διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα

Με λογαριθμικό μετασχηματισμό (log-log) (MacArthur – Wilson, 1963, 1967)
 $\log(S) = \log(c) + z \log(A)$
 (επιτρέπει τον προσδιορισμό των c, z, με χρήση απλής (γραμμικής) παλινδρόμησης)

- c: αντανάκλα του συνολικού πλούτου της περιοχής
- z: ευαισθησία ως προς την έκταση της περιοχής



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

1. Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών:

- Ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνει όσο αυξάνει η έκταση («ένας από τους λίγους κανόνες της οικολογίας των βιοκοινοτήτων» κατά Schoener 1976)
- δυναμικό μοντέλο του Arrhenius (1920): $S = c A^z$
 S = ο αριθμός ειδών συγκεκριμένου taxon
 A = έκταση νησιού
 c, z = σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα και διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα

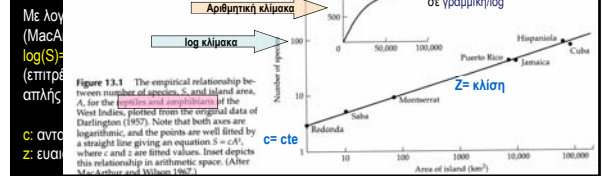


Figure 13.1 The empirical relationship between number of species, S, and island area, A, for the [islands and archipelagos](#) of the West Indies, plotted from the original data of Darwinian (1957). Note that both axes are logarithmic, and the points are well fitted by a straight line giving an equation $S = cA^z$, where c and z are fitted values. Inset depicts this relationship in arithmetic space. (After MacArthur and Wilson 1967)

Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

1. Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών:

- Ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνει όσο αυξάνει η έκταση («ένας από τους λίγους κανόνες της οικολογίας των βιοκοινοτήτων» κατά Schoener 1976)
- δυναμικό μοντέλο του Arrhenius (1920): $S = c A^z$
 S = ο αριθμός ειδών συγκεκριμένου taxon
 A = έκταση νησιού
 c, z = σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα και διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα

Με λογαριθμικό μετασχηματισμό (log-log) (MacArthur – Wilson, 1963, 1967)
 $\log(S) = \log(c) + z \log(A)$
 (επιτρέπει τον προσδιορισμό των c, z, με χρήση απλής (γραμμικής) παλινδρόμησης)

- c: αντανάκλα του συνολικού πλούτου της περιοχής
- z: ευαισθησία ως προς την έκταση της περιοχής

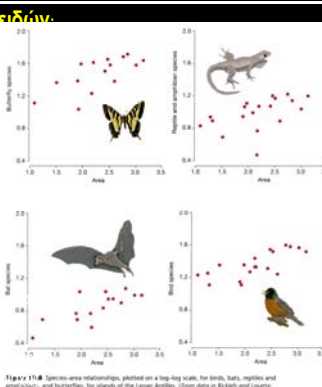


Figure 13.4 Species-area relationships, plotted on a log-log scale, for birds, bats, reptiles and amphibians, and butterflies, for islands of the Lesser Antilles. (from data of Hubbell and Lovell, 2001)

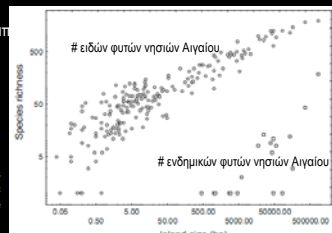
Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

1. Σχέση έκτασης – αριθμού ειδών:

- Ο αριθμός των ειδών τείνει να αυξάνει όσο αυξάνει η έκταση («ένας από τους λίγους κανόνες της οικολογίας των βιοκοινοτήτων» κατά Schoener 1976)
- δυναμικό μοντέλο του Arrhenius (1920): $S = c A^z$
 S = ο αριθμός ειδών συγκεκριμένου taxon
 A = έκταση νησιού
 c, z = σταθερές που προσδιορίζονται εμπειρικά από τα δεδομένα και διαφέρουν από σύστημα σε σύστημα

Με λογαριθμισμό
 $\log(S) = \log(c) + z \log(A)$

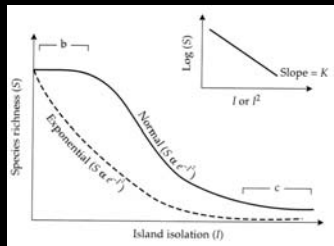
Species-area relationship for total **plant species richness** (circles) and for **single-island endemic species richness only** (squares) of plants in the Aegean islands. Each point represents an island. (Kallimanis et al. 2010)



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

2. Σχέση απομόνωσης – αριθμού ειδών (species-isolation relationship):

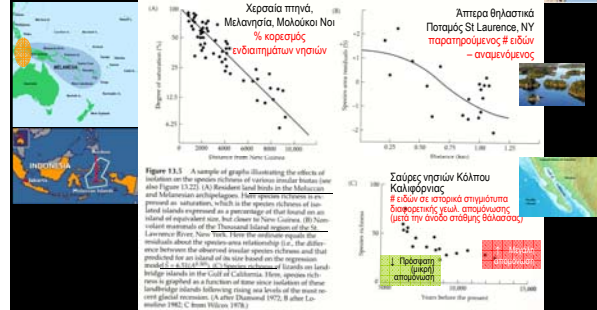
- ο πλούτος ειδών ελαττώνεται, εκθετικά ή σιγμοειδώς, με την απομόνωση (γνωστό από τις αρχές του 1800)



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

2. Σχέση απομόνωσης – αριθμού ειδών:

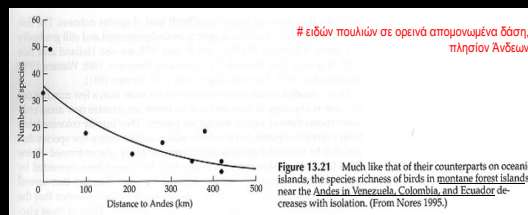
- ο πλούτος ειδών ελαττώνεται, εκθετικά ή σιγμοειδώς, με την απομόνωση (γνωστό από τις αρχές του 1800)



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

2. Σχέση απομόνωσης – αριθμού ειδών:

- ο πλούτος ειδών ελαττώνεται, εκθετικά ή σιγμοειδώς, με την απομόνωση (γνωστό από τις αρχές του 1800)

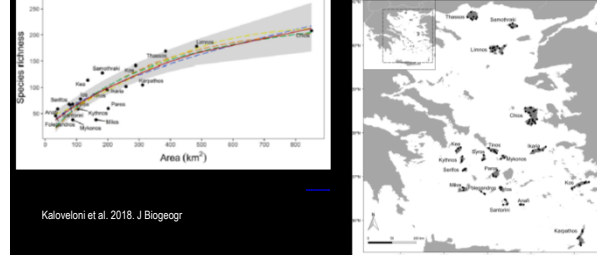


Νησιωτική βιογεωγραφία: παραδείγματα από το Αιγαίο

- # ειδών: επίδραση γεωγραφίας, κλίματος, οικολογίας

Εκτίμηση βιοποικιλότητας επικονιστών και χαρτογράφηση της: πλούτος ειδών

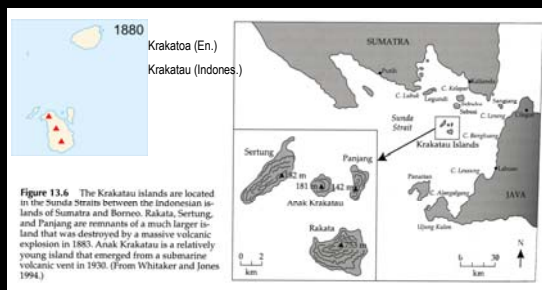
- σχετική μέγεθος πληθυσμών



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

3. Συνεχής εποίκηση – Αλληλο-αντικατάσταση των ειδών:

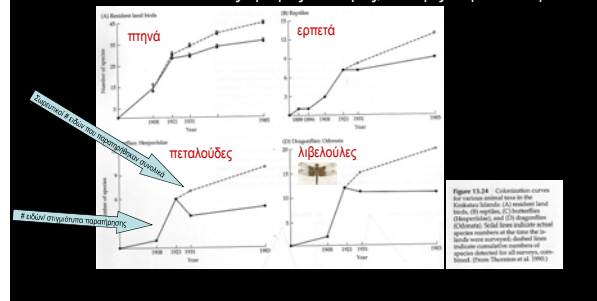
- Μεγάλη ταχύτητα επαν-εποικισμού των νησιών Κρακατόα (McArthur-Wilson)
- Μετά από το 1920: συνολικός αριθμός σταθερός, αλλαγές στη σύνθεση ειδών



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

3. Συνεχής εποίκηση – Αλληλο-αντικατάσταση των ειδών:

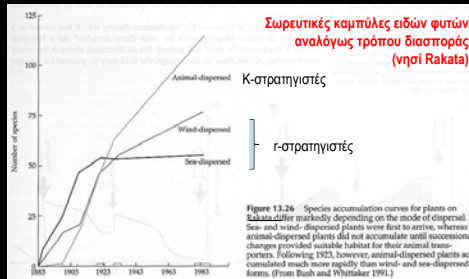
- Μεγάλη ταχύτητα επαν-εποικισμού των νησιών Κρακατόα (McArthur-Wilson)
- Μετά από το 1920: συνολικός αριθμός σταθερός, αλλαγές στη σύνθεση ειδών



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

3. Συνεχής εποίκηση – Αλληλο-αντικατάσταση των ειδών:

- Μεγάλη ταχύτητα επαν-εποικισμού των νησιών Κρακατόα (MacArthur-Wilson)
- Μετά από το 1920: συνολικός αριθμός σταθερός, αλλαγές στη σύνθεση ειδών



Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

3. Συνεχής εποίκηση – Αλληλο-αντικατάσταση των ειδών:

- Μεγάλη ταχύτητα επαν-εποικισμού των νησιών Κρακατόα (MacArthur-Wilson)
- Μετά από το 1920: συνολικός αριθμός σταθερός, αλλαγές στη σύνθεση ειδών

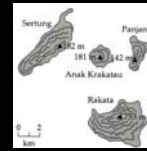


Table 13.1 Number of species of land and freshwater birds on Rakata and Sertung

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

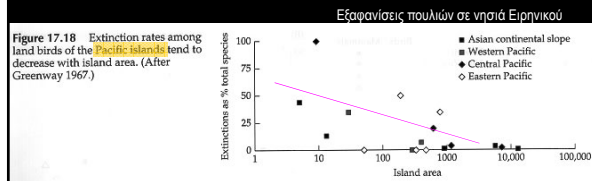
	Rakata		Sertung	
	Extinctions	Colonizations	Extinctions	Colonizations
1908 to 1919-1921	2	20	0	28
1919-1921 to 1932-1934	5	4	2	7

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.

Νησιωτική βιογεωγραφία: Προϋπάρχοντα πρότυπα

4. Σχέση μεγέθους νησιού – ρυθμού εξαφάνισης:

- Μεγάλη ταχύτητα εξαφάνισης στα μικρά vs. μεγάλα νησιά



Η ενιαία Θεωρία της Ισορροπίας στη Νησιωτική βιογεωγραφία

Equilibrium Theory of Island Biogeography (ETIB)

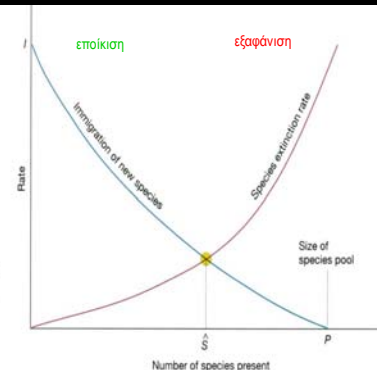


Figure 19.3 In MacArthur and Wilson's model of island biogeography, the rates are curved because species add to each other's extinction rates and because some species immigrate more readily than others.

Η ενιαία Θεωρία της Ισορροπίας στη Νησιωτική βιογεωγραφία

Figure 19.3 In MacArthur and Wilson's model of island biogeography, the rates are curved because species add to each other's extinction rates and because some species immigrate more readily than others.

Equilibrium Theory of Island Biogeography (ETIB)

εποίκηση

απομόνωση

κοντά

μακριά

εξαφάνιση

μέγεθος νήσου

Μικρή επιφάνεια

Μεγάλη επιφάνεια

Ρυθμός εισαγωγής ειδών

παρόντων ειδών

Απομόνωση και μέγεθος επιφάνειας καθορίζουν το σημείο ισορροπίας της βιοποικιλότητας

- Αύξηση της απομόνωσης: μικρή εισαγή ειδών
- Αύξηση επιφάνειας: μείωση ρυθμού εξαφάνισης

Θεωρία Βιογεωγραφίας των νήσων MacArthur & Wilson

- Δυναμική ισορροπία εισροής (εποικισμού) – εκροής (εξαφάνισης)
- Συνθεση... (MacArthur & Wilson 1963, 1967)

Συμπεράσματα:

- ο αριθμός ειδών που μπορεί να στηρίξει ένα νησί είναι σταθερός
- Τα είδη δεν είναι στατικά, και αλλάζουν συνεχώς
- ο αριθμός των ειδών μειώνεται με την απομόνωση (., χερσόνησοι)
- Μεγάλα-κοντινά νησιά έχουν βιοποικιλότητα μεγαλύτερη από τα μικρότερα-μακρινά
- Γενικό μοντέλο: $S \rightarrow S_{IF} \sim S_{NF} > S_{SF}$ (L: large, S: small, N: near, F: far)
- Μεγάλα-μακρινά νησιά έχουν σταθερότερη βιοποικιλότητα στο χρόνο (ρυθμός αντικατάστασης μικρός σε σχέση με τα μικρά-κοντινά νησιά)
- Γενικό μοντέλο: $T_{SN} > T_{SF} \sim T_{LN} > T_{LF}$ (Turnover)

Equilibrium Theory of Island Biogeography (ETIB)

εποίκηση

απομόνωση

κοντά

μακριά

εξαφάνιση

μέγεθος νήσου

Μικρή επιφάνεια

Μεγάλη επιφάνεια

Ρυθμός εισαγωγής ειδών

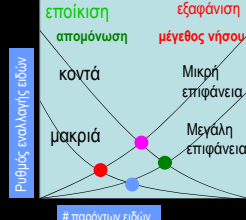
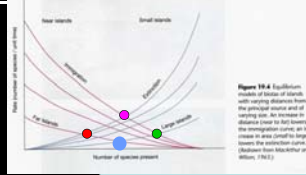
παρόντων ειδών

Θεωρία Βιογεωγραφίας των νήσων MacArthur & Wilson

- Δυναμική ισορροπία εισροής (εποικισμού) – εκροής (εξαφάνιση)
- Σύνθεση... (MacArthur & Wilson 1963, 1967)

Συμπεράσματα:

- ο αριθμός ειδών που μπορεί να στηρίξει ένα νησί είναι σταθερός
- Τα είδη δεν είναι στατικά, αφού αλλάζουν συνεχώς
- ο αριθμός των ειδών μειώνεται με την απομόνωση (... χερσόνησο)
- **Μεγάλα-κοντά** νησιά έχουν βιοποικιλότητα μεγαλύτερη από τα **μικρότερα-μακρινά**
Γενικό μοντέλο: $S_L > S_F - S_N > S_{SF}$
(L: large, S: small, N: near, F: far)
- **Μεγάλα-μακρινά** νησιά έχουν σταθερότερη βιοποικιλότητα στο χρόνο
(ρυθμός αντικατάστασης μικρός σε σχέση με τα μικρά-κοντά νησιά)
Γενικό μοντέλο: $T_{SN} > T_{SF} - T_{LN} > T_{LF}$ (Turnover)



Πρότυπο ισορροπίας κατά MacArthur & Wilson

- ισορροπία μεταξύ **εμπλουτισμού** ειδών & τοπικής **εξαφάνισης** ειδών
- πτωχότερα: μικρά & απομονωμένα
- πλουσιότερα: μεγάλα & κοντά στην ηπειρωτική ακτή
- Σημαντικές οι **συνδετικές μικρονησίδες** (stepping stones)

Αλλά, επιπλέον:

- Σε πολύ απομονωμένα νησιά:
 - η σχέση $\log(S) = z \log(A)$ δεν ισχύει χαμηλός ρυθμός εποικισμού (... Δεν επέρχεται, πιθανώς, **ποτέ κορεσμός**)
- Σε πολύ μικρά νησιά:
 - Μικρή ποικιλότητα ειδών – τοπίου
 - Υψηλός ρυθμός εξαφάνισης

Έλεγχοι μοντέλου MacArthur & Wilson

Εξαφανίσεις και νησιωτικότητα

Τα νησιά είναι περισσότερο ευάλωτα ως προς την διατήρηση της βιοποικιλότητάς τους σε σχέση με τις ηπειρωτικές περιοχές

Figure 17.21 Historical trends in the relative numbers of insular and mainland extinctions of animals worldwide (After World Conservation Monitoring Centre 1992.)

Εξαφανίσεις ζώων πλανήτη

Figure 17.11 Patterns in recorded extinctions (1600-1990) of vertebrate animals inhabiting islands. Insular animals have been far more common among their mainland counterparts. (After World Conservation Monitoring Centre 1992.)

Έλεγχοι μοντέλου MacArthur & Wilson

ανθρωπογενή νησιά – πειραματικές εκκαθαρίσεις μικρών νησιών από πανίδα-χλωρίδα

1ος έλεγχος (επιτόπιες διαχρονικές παρατηρήσεις σε υπάρχοντα νησιά)
Εργασίες των Howell (1917), Jared Diamond* (1969) σε νησιά της Καλιφόρνιας
• 1917 – 1969: 50 έτη

✓ Με την επίτευξη ισορροπίας, τα είδη άλλαξαν, ο αριθμός ειδών όχι

✓ Αν και:

- τα νησιά δεν προσφέρονταν για συγκρίσεις απομόνωσης
- ανθρωπογενής επίδραση – όχι φυσική

*Jared Diamond (Guns, germ, and steel – Όπλα, μικρόβια και ασάλη, Έθνη σε αναταραχή)

Έλεγχοι μοντέλου MacArthur & Wilson

ανθρωπογενή νησιά – πειραματικές εκκαθαρίσεις μικρών νησιών από πανίδα-χλωρίδα

2ος έλεγχος (επιτόπιες διαχρονικές παρατηρήσεις σε δημιουργηθέντα νησιά)

• νησιά δημιουργηθέντα κατά τη διάνοιξη της **διώρυγας του Παναμά** (με κατάκλιση χερσαίων περιοχών)

✓ ανταλλαγές μικρότερες στα μεγάλα και στα πιο απομονωμένα νησιά

Έλεγχοι μοντέλου MacArthur & Wilson

ανθρωπογενή νησιά – πειραματικές εκκαθαρίσεις μικρών νησιών από πανίδα-χλωρίδα

3ος (πειραματικός) έλεγχος (Wilson & Simberloff 1969, 1970)

• αφαίρεση αρθροπόδων (χρήση ειδικού αερίου) σε νησίδες μακρόβιας βλάστησης Φλόριδας

✓ επαν-εποίκηση εκπληκτική: σε διάστημα 1 έτους οι κοινότητες αποκαταστάθηκαν πλήρως

✓ πλήρης συμφωνία με τη θεωρία

Επανεποίκηση αρθροπόδων σε μακρόβια νησιά

Figure 13.11 Recolonization by terrestrial arthropods of four small mangrove islands as a function of time since the fauna was removed. The initial number of species present is indicated along the vertical axis. Note that after defaunation the number of species increases rapidly, tends to overshoot the initial number, declines, and then increases gradually to approximately the initial number. Island E1, with a lower rate of colonization and a smaller number of species, was more isolated from a source of colonists than the other islands. (After Simberloff and Wilson 1970.)

Θεωρία βιογεωγραφίας των νήσων: **μειονεκτήματα & αντιρρήσεις**

- υπερβολικά **απλουστευτικό** (μηχανιστικό) μοντέλο
 - ως προς επίοικση - εξαφάνιση
 - Ως προς τη μορφή καμπυλών (κανονικές)
- μόνο **αριθμητικές**, όχι ποιοτικές προβλέψεις
 - ποια είδη? Ποια είδη αντικαθίστανται?
- πολλές νησιωτικές κοινότητες δεν φθάνουν σε ισορροπία (μη πρόβλεψη)
- δεν λαμβάνονται υπ' όψη
 1. οι **ιδιότητες & χαρακτηριστικά** ειδών (π.χ. σχέσεις αμοιβαιότητας, συμβιωτικές κ.ά.)
 2. οι **γονιδιακές διασυνδέσεις** και παράμετροι
 3. η **ειδογένεση** σε ένα νησί
 4. η **φύση της «πηγής»** των ειδών
 5. η **ποικιλότητα θύκων & ενδιαιτημάτων**

...ανεπαρκής να ερμηνεύσει πολλά
 Αλλά:
 Εξαιρετικά χρήσιμη θεωρία & μοντέλο για **κατανόηση ιστορικών & οικολογικών διεργασιών**

Συμπεράσματα από τη θεωρία MacArthur & Wilson

- η θεωρία της ισορροπίας ισχύει αλλά όχι πάντοτε

Εξαιρέσεις

- χαμηλότεροι ρυθμοί αντικατάστασης σε κοντινά νησιά
- ο ρυθμός αντικατάστασης εξαρτάται από χαρακτηριστικά του οργανισμού, φαινόμενα ειδογένεσης ή όχλησης και καταστροφής των ενδιαιτημάτων
- ανάγκη για **ένα νέο σύνθετο και ρεαλιστικό μοντέλο**, που θα περιλαμβάνει και άλλες διεργασίες όπως τη διαδοχή, την όχληση, την ειδογένεση και θα έχει εφαρμογή σε ένα μεγάλο εύρος χρονικών και χωρικών κλιμάκων

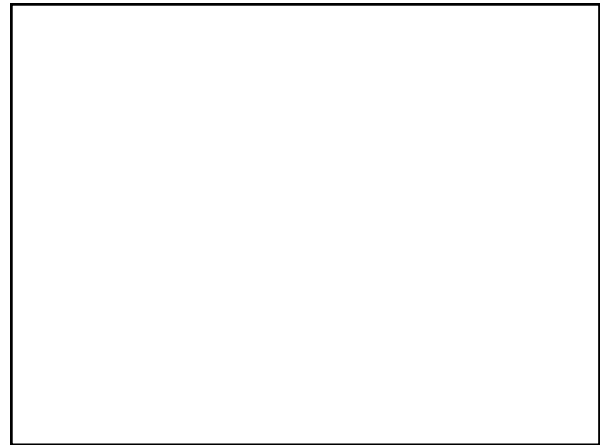
Γενικό Δυναμικό Μοντέλο (GDM): προς μια ανανέωση της θεωρίας

General Dynamic Model (GDM): μια επέκταση της ETIB, στην οποία, ως παράγοντες πρόβλεψης της βιοποικιλότητας στα νησιά συνθεωρούνται:

1. η **ειδογένεση**
2. η **γεωλογική & περιβαλλοντική πολυπλοκότητα**

(1) that emergent properties of island biotas are a function of rates of immigration, speciation and extinction
 (2) that evolutionary dynamics predominate in large, remote islands, and
 (3) that oceanic islands are relatively short-lived landmasses showing a characteristic humped trend in carrying capacity (via island area, topographic variation, etc.) over their life span, e derive a series of predictions concerning biotic properties of oceanic islands.

- ηλικία νησιού
- βιοτικές σχέσεις
- τοπογραφικό/απολιτικό κώδικα
- ...



Εκτός από το **ΠΟΣΑ**, **ΠΟΙΑ** είδη σε νησιά?

Νησιωτικές ιδιαιτερότητες: Τα νησιά διαφέρουν από τις ηπειρωτικές (τροφοδοτρίες) περιοχές!

1. **Λιγότερα** είδη (απουσία ειδών στα νησιά)
2. **(Συχνά) Διαφορετική σύνθεση** ειδών vs. ηπειρωτική περιοχή
 - **Μειωμένοι πόροι**: ευνοούνται είδη μικρών απαιτήσεων (π.χ. μικρά θηλαστικά έναντι μεγάλων)
 - **Λιγότεροι εχθροί**
 - **Μικρότερη πιθανότητα παρουσίας συμβιωτών**
 - **Αυξημένος ρυθμός ειδογένεσης**: σε απομονωμένα νησιά
 - ενδημικές δροσόφιλες στη Χαβάη
 - ενδημικά Cichlidae στην Ταγκανίκα,
 - χλωρίδα Κρήτης
3. **Συχνά σε μη-ισορροπία (δυσαρμονία) ως προς ηπειρωτικές περιοχές**

Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Νησιά: συχνά σε μη-ισορροπία / **δυσαρμονία** ως προς ηπειρωτικές περιοχές

- **εγκιβωτισμός** (nestedness): μικρά φτωχά νησιά αποτελούν υποσύνολα κοινότητας μεγάλων-πλουσιότερων νησιών
- **μεταπληθυσμός**: πληθυσμιακά υπολείμματα εξασφάλισης επιβίωσης (σε νησιωτικά υπολείμματα ή τμήματα νησιών κάποτε πλήρως καλυμμένων)

Μεταπληθυσμός
 Σύνολο τοπικών πληθυσμών ενός είδους σε σχετική απομόνωση.
 Ο όρος χαρακτηρίζει τοπικούς πληθυσμούς που αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου πληθυσμιακού συστήματος που διανέμεται στις διάφορες μικροθέσεις του ετερογενούς χώρου

Πεταλούδες Ρόδου (ως αποτέλεσμα διακοπής διαδρόμων επικοινωνίας)...

Πεταλούδες στην Κοιλιάδα των Πεταλούδων της Ρόδου

Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 οι πολυπληθείς «πεταλούδες της Ρόδου» άρχισαν να μειώνονται δραματικά...

Βιότοποι της *Panaxia quadripunctaria* στη Ρόδο

ISLAND OF RHODOS (RHODES)

Βιότοποι της *Panaxia quadripunctaria* στη Ρόδο

ISLAND OF RHODOS (RHODES)

Figure 1. Rhodes (Rhodos), Greece. The map shows all sites, where there is information on the presence of *Panaxia quadripunctaria*. * = secondary biotope of Petaloudes (Valley of Butterflies); ▲ = the sites ascribed as primary biotopes by Elger (10); ■ = additional sites with adult individuals, verified by our observations; □ = sites indicated by inhabitants of the island.

Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Νησιά: συχνά σε μη-ισορροπία / δυσαρμονία ως προς ηπειρωτικές περιοχές

- απουσία θηρευτών, ανώτερων καταναλωτών (εξαρτώνται από είδη λείας, κατάλληλα ενδιαιτήματα)
 - π.χ. χερσαία σαρκοφάγα
- απουσία ολόκληρων ομάδων-συντεχνιών (guilds)
 - π.χ. απουσία δηλητηριωδών φιδιών από Κορσική, Ανάφη
 - απουσία παρασίτων (εξαρτώνται από είδη-ξενιστές)
 - απουσία μελισσών από Columbretes, από βραχονησίδες (?)

Επικονίαση του είδους *Medicago citrina*

Αρχιπέλαγος Columbretes: καθολική απουσία μελισσών

Επικονίαση του είδους *Daucus gisjoidium*

COLUMBRETES ARCHIPELAGO

SPAIN

Επικονίαση του είδους *Medicago citrina*

Lucilia sericata
Callifora vicina
Eristalis tenax

N° of insects visiting flowers (1000-1100 h)

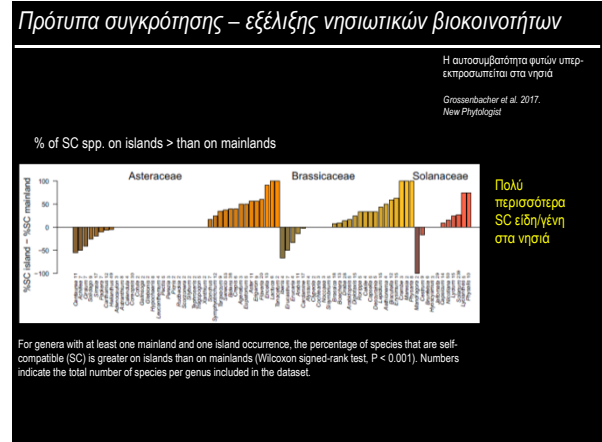
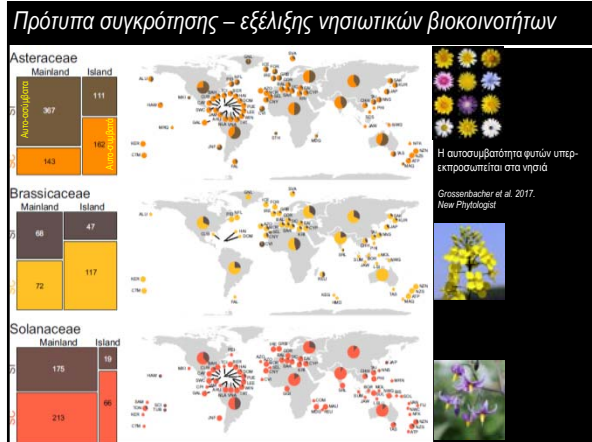
Number of seeds/fruit

Pollination treatments	Non-emasculated flowers	Emasculated flowers
Hand selfed	2.70	1.21
Hand covered	2.65	0.94
Hand covered spontaneously selfed	2.43	1.08
Hand selfed	2.26	0.94
Hand covered	0.09	1.08

Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Νησιά: συχνά σε μη-ισορροπία / δυσαρμονία ως προς ηπειρωτικές περιοχές

- απουσία θηρευτών, ανώτερων καταναλωτών (εξαρτώνται από είδη λείας, κατάλληλα ενδιαιτήματα)
 - π.χ. χερσαία σαρκοφάγα, φίδια
- απουσία ολόκληρων ομάδων-συντεχνιών (guilds)
 - π.χ. απουσία δηλητηριωδών φιδιών από Κορσική, Ανάφη
 - απουσία παρασίτων (εξαρτώνται από είδη-ξενιστές)
 - απουσία μελισσών από Columbretes, από βραχονησίδες (?)
- υπερ- ή υπο-εκπροσώπηση ομάδων (κανόνας Baker)
 - αυτοσυμβάτι (αυτογόνιμα) vs. αυτοσυμβάτια (υποχρεωτικά σταυρογονιμοποιούμενα)
 - αναπαραγόμενα βλαστηκώς (μέσω κλώνων) vs. αναπαραγόμενα εγγενώς
 - μόνικα vs. δισικά
 - ερμαφρόδιτα vs. μονόκλινα



Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Νησιά: συχνά σε μη-ισορροπία / δυσαρμονία ως προς ηπειρωτικές περιοχές

- απουσία θηρευτών, ανώτερων καταναλωτών (εξαρτώνται από είδη λείας, κατάλληλα ενδιαιτήματα)
 - π.χ. αρσενικών (guilds)
 - π.χ. από Κορσική, Ανάφη
 - από βραχονησίδες (?)
 - από είδη-ξενιστές
- απουσία ανταγωνιστών
 - π.χ. από βραχονησίδες (?)
 - από είδη-ξενιστές
- υπερ-αποικισμός
 - Αυτοσυμβατότητα (αυτογονίμια) αναπαραγόμενα, μόνοικα/ερμαφρόδιτα (ΚΑ)
- διαφοροποιημένες τροφικές σχέσεις
 - τροφικά πλέγματα μικρά σε ύψος, πλατιά στη βάση
- αντοχή σε ειδικές συνθήκες (αλατότητα, άνεμοι, ξηρασία κλπ.)
 - χερσαία σαλιγκάρια
- ρυθμός διασποράς/εξαφάνισης (είδη με ανεπτυγμένους μηχανισμούς διασποράς υπερ-εκπροσωπούνται σε νησιά)
 - πουλιά ή νυχτερίδες vs. άλλα θηλαστικά

Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Η διασπορά προς τα νησιά είναι προβληματική!

- ατομική άφιξη
 - χωρίς ετερόφυλο ταίρι
 - π.χ. δίοικα φυτά – **Κανόνας του Baker**: τα νησιά διαθέτουν λιγότερα δίοικα και & περισσότερα αυτοσυμβατά/αυτογόνιμα φυτά σε σχέση με την ηπειρωτική χέρσο
 - χωρίς συμβιώτη (συμβιωτικό είδος)
 - ορχιδέες της Κούβας: πολύ λιγότερες από Κ. Αμερική
 - μικρή πιθανότητα ταυτόχρονου εποικισμού **σπόρων, μυκήτων** (μυκόρριζα) και εξειδικευμένων **επικονιστών**
- διασπορά επικίνδυνη
 - ευνουούνται είδη r-στρατηγικής επιβίωσης/εγκατάστασης
 - ακρίδες, έντομα (Syrphidae: *Eristalis tenax*?)

Εξέλιξη των βιοτα σε νησιά & αρχιπελάγη

Προκλητή εξέλιξη βιοτα κατά μήκος μιας γενεαλογικής γραμμής

Φθάνει ως εποικιστής r-στρατηγικής επιβίωσης

- Ανοιχτά, ανθρώπινη (εύκολα) ενδιαιτήματα
 - ακτές, κράσπεδα δρόμων, καλλιεργούμενα χωράφια...

Εξελίσσεται σε είδος μεικτής στρατηγικής επιβίωσης (r-K)

- φυσικά ενδιαιτήματα σχετικά ανοιχτά
 - αγρές ποταμών, ανοιχτά δάση...

Τελικώς εξελίσσεται σε ακραίο K-στρατηγιστή

- κλειστά φυσικά (δύσκολα) ενδιαιτήματα
 - δάση στην κορυφή ορέων, σπήλαια

Εξέλιξη των βιοτα σε νησιά & αρχιπελάγη



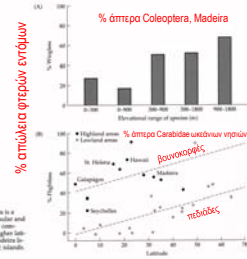
Εξέλιξη καρπών του γένους Bidens

- Φθάνουν στις αποικίες πουλιών (διασπορά σε πτέρωμα με οδοντοειδείς προεξοχές + άνανα + ακάθια)
- Αναπτύσσονται κοντά στις αποικίες γλάρων, κατά μήκος ακτών
- Εξέλιξη καινούριων μορφών με υποχώρηση r-στρατηγικής σε ανοιχτές περιοχές: όχθες ποταμών, κ.ά.
- Εξέλιξη χαρακτηριστικών K-στρατηγικής, υπό το κράτος ανταγωνισμού: απώλεια άνανων, μικρότερα & απλούστερα ακάθια
- Από r-K-στρατηγιστές αναπτύσσονται πιο K-στρατηγιστές (κορυφές βουνών, τροπικά παρθένα δάση -όπου και ο μέγιστος ανταγωνισμός – η αναγέννηση τροπικού βροχικού δάσους παίρνει ca. 1000 έτη)

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίοτα

Η πτήση μπορεί να είναι άχρηστη στα νησιά απώλεια πτήσης

- ντόνιο της νήσου Mauritius (1662/1881, Amber Island – κυνήγι)
- νερόκοτα της νήσου Tristan da Cunha (τέλη 19^{ου} αι. – κυνήγι, εισαγμένα είδη, γάτες, αρουραίοι, γουρουνία)
- 25-35% πτηνών Ν. Ζηλανδίας
- 24% ενδημικών πτηνών Χαβάης
- έντομα βουνοκορφών – μειωμένη διασπορά σπόρων φυτών

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίοτα

Αλλαγές στην αναπαραγωγική στρατηγική ζώων

- Λιγότερα ή και μεγαλύτερα αυγά στα νησιά σε σχέση με ηπειρωτικούς συγγενείς (μετάβαση σε K-στρατηγική?)

Πρότυπα συγκρότησης – εξέλιξης νησιωτικών βιοκοινοτήτων

Δύο αντίθετες/πολωτικές τάσεις: νανισμός & γιγαντισμός

Αίτια για τα παρατηρούμενα νησιωτικά πρότυπα:

- **Μειωμένοι πόροι:** ευνοούνται είδη **μικρών απαιτήσεων** (π.χ. μικρά θηλαστικά έναντι μεγάλων)
 - Αποτέλεσμα: μειωμένων πόρων? λιγότερων εχθρών?
- **Οικολογική απελευθέρωση:** νησιωτικοί πληθυσμοί μπορεί να **καταλαμβάνουν ευρύτερους θώκους vs. ηπειρωτικούς πληθυσμούς**
 - Μη τυπικό χαρακτηριστικό των ηπειρωτικών πληθυσμών
 - Αποτέλεσμα: μειωμένου συνωστισμού?

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίοτα

Το νησί επιβάλλει αλλαγές στο σωματικό μέγεθος: γιγαντισμός & νανισμός

- οι νησιωτικοί οργανισμοί: **πολύ μεγαλύτεροι ή πολύ μικρότεροι** από συγγενικούς τους στις ηπειρωτικές περιοχές
- διαφορετικές επιλεκτικές πιέσεις
 - επιλογή για γιγαντισμό **λόγω οικολογικής απελευθέρωσης**
 - επιλογή για νανισμό **λόγω ροής ενέργειας** στα οικοσυστήματα
- νησιωτικός κανόνας:
 - τα μεγάλα θηλαστικά (πχ. πυγμαίο μαμούθ & ελέφαντες Μεσογείου) τείνουν να μειώνουν το μέγεθός τους (περιορισμένοι πόροι, άχρηστο το μεγάλο μέγεθος)
 - τα μικρά θηλαστικά (π.χ. τρωκτικά) τείνουν να το αυξάνουν (*πάλωση* – άδειοι θώκοι)

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίοτα

Το νησί επιβάλλει αλλαγές στο σωματικό μέγεθος: γιγαντισμός & νανισμός

- **γιγάντιες χελώνες**
 - Galapagos (~400 kg)
 - Alabara Atoll in Seychelles (EX σε Μαδαγασκάρη κ.ά. Νησιά Ινδικού) (250 kg)
- **Tyto gigantea:** γιγάντια άπτερη κουκουβάνια + πολλά άλλα είδη στο όρος Gargano της Απουλίας (νησί στο Μείδοκαινο, όταν υψηλότερη η στάθμη θάλασσας): εξαφανίσθηκε με την εμφάνιση ανθρώπου





Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίοτα

Το νησί επιβάλλει αλλαγές στο σωματικό μέγεθος: γιγαντισμός & νανισμός

- **γιγάντιοι ελάφιοι Κρήτης** (εξαφάνιση στο τέλος Πλειστόκαινού από υπερβολικό κυνήγι)
- **νάνοι ιπποπόταμοι & νάνοι ελέφαντες** (Πλειστόκαινο και ίσως πριν)
 - Σικελία, Σαρδηνία, Μάλτα, Κρήτη, Κύπρος, Δωδεκάνησα, Κυκλάδες
 - έφθασαν (στάθμη θάλασσας χαμηλή) κολυμπώντας (μεγέθυνση των οστών κρανίου για να κρατούν τη βαριά προσοκίδα: πλήρωση οστών με αέρα)
 - Επί της νήσου μίκρυναν → έχασαν τον αέρα των οστών → έχασαν την ικανότητα επίπλευσης → παγίδευση επί νήσου → μη ικανότητα διασποράς → εύκολη εξαφάνιση
 - Εξαφανίσθηκαν με την εμφάνιση του ανθρώπου (κυνήγι για τροφή)



Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

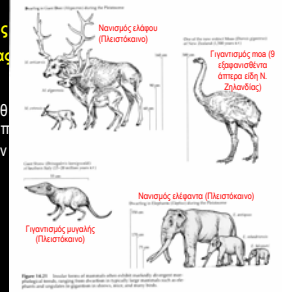
Το νησί επιβάλλει αλλαγές στο σωματικό μέγεθος: γιγαντισμός & νανισμός

- οι νησιωτικοί οργανισμοί: **πολύ μεγαλύτεροι** ή **πολύ μικρότεροι** από συγγενικούς τους στις ηπειρωτικές περιοχές
- διαφορετικές επιλεκτικές πιέσεις
 - επιλογή για γιγαντισμό **λόγω οικολογικής απελευθέρωσης**
 - επιλογή για νανισμό **λόγω ροής ενέργειας** στα οικοσυστήματα
- νησιωτικός κανόνας:
 - τα μεγάλα θηλαστικά (π.χ. πυγμαίο μαμούθ & ελέφαντες Μεσογείου) τείνουν να μειώνουν το μέγεθός τους (περιορισμένοι πόροι, άχρηστο το μεγάλο μέγεθος)
 - τα μικρά θηλαστικά (π.χ. τρωκτικά) τείνουν να το αυξάνουν (**πόλωση** – άδειο θώκο)

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

Το νησί επιβάλλει αλλαγές στο σωματικό μέγεθος: γιγαντισμός & νανισμός

- οι νησιωτικοί οργανισμοί: **πολύ μεγαλύτεροι** ή **πολύ μικρότεροι** από συγγενικούς τους στις ηπειρωτικές περιοχές
- διαφορετικές επιλεκτικές πιέσεις
 - επιλογή για γιγαντισμό **λόγω οικολογικής απελευθέρωσης**
 - επιλογή για νανισμό **λόγω ροής ενέργειας** στα οικοσυστήματα
- νησιωτικός κανόνας:
 - τα μεγάλα θηλαστικά (π.χ. πυγμαίο μαμούθ & ελέφαντες Μεσογείου) τείνουν να μειώνουν το μέγεθός τους (περιορισμένοι πόροι, άχρηστο το μεγάλο μέγεθος)
 - τα μικρά θηλαστικά (π.χ. τρωκτικά) τείνουν να το αυξάνουν (**πόλωση** – άδειο θώκο)



Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

Elephas creutzburgi
Elephas (Palaeoindicus) creutzburgi (Bate, 1907) = *Mammuthus creutzburgi* (Bate, 1907)
Elephas (Palaeoindicus) creutzburgi (Kyuss, 1965)
Elephas (Palaeoindicus) chaniensis (Symeonides et al., 2001)

Fig. 5. Present day map of the southern Aegean, showing the islands inhabited by *Mammuthus creutzburgi* (Crete), *Palaeoindicus creutzburgi* (Crete), *Palaeoindicus* spp. (Icaria, Rhodus, Diles, Naxos and possibly Kalymnos) and *Palaeoindicus chaniensis* (Chios). The dotted lines around the islands and coastline indicate ~100 m depth line was exceeded during the last glacial sea level drop. The red arrows indicate the possible dispersal routes of island elephants.

Soti et al. 2014 Late Pleistocene dwarf elephants from the Aegean islands of Kosos and Diles, Greece. Ann. Zool. Fennici 51

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

Fig. 1. Artist's reconstruction of the extinct dwarf elephant, *Elephas antiquus cf. falconeri* Busk, 1867, of Late Pleistocene-Holocene Tinos, adapted from the osteological material in the Museum of Megalochorio (Tinos, Greece), and compared to the size of its supposed ancestor *E. antiquus* Falconer & Cautley, 1847 (drawing by A. Mangano).

Did endemic dwarf elephants survive on Mediterranean islands up to protohistorical times?

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

Table 14.7
Some apparent trends in insular body size in reptiles and birds

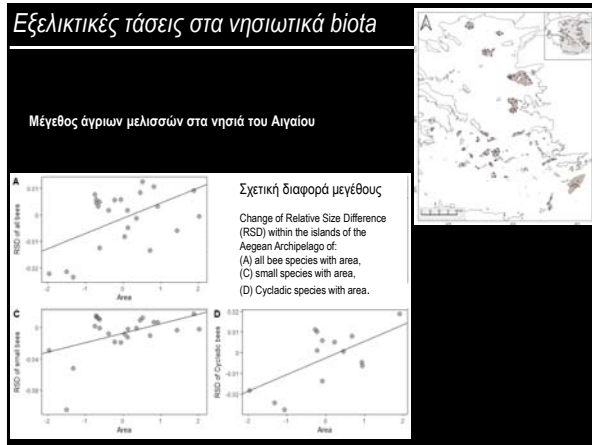
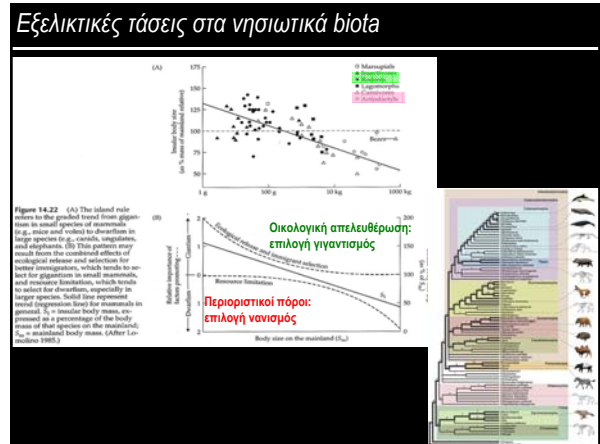
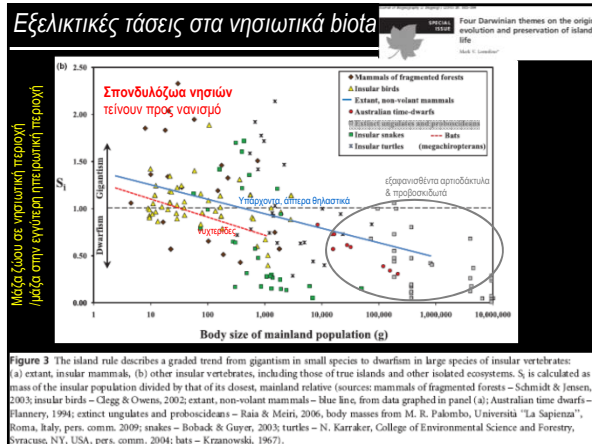
Taxon	Apparent trend	Reference
Reptiles		
Lizards		
Most herbivorous islands	Gigantism	Care 1978
Lizards	Gigantism	Care 1978
Sails (leopards)	Gigantism	Care 1978
Lacertids (lizards)	Gigantism	Care and Butler 1981
Dwarfism	Dwarfism	Care 1978
Viviparous (ovoviviparous) islands	Dwarfism	Morjan 1974
Gigantism	Gigantism	Care and Schweizer 1993
Snakes		
Tiger snakes	Gigantism	Schwarzer and Sore 1990
Coniids (constrictors)	Dwarfism	Care 1978
Turtles		
Turtles	Dwarfism	Hoveler 1951
Dwarfism	Dwarfism	Arnold 1979
Birds		
Wrens	Gigantism	Willson
Forest pigeons	No change, or occasional gigantism	Willson
Bats	Dwarfism	Willson
Ducks	Dwarfism	Willson
Barns	Gigantism	Willson
Ovenbirds	Dwarfism	Walker 1857; Greenway 1967
Raptors	Occasional gigantism	Arnold 1983

αμφίροπη τάση

Εξελικτικές τάσεις στα νησιωτικά βίωτα

Figure 3 The island rule describes a graded trend from gigantism in small species to dwarfism in large species of insular vertebrates. (a) extant insular mammals.

Four Darwinian themes on the origin evolution and preservation of island life



Εφαρμογές βιογεωγραφικής θεωρίας των νήσων: διατήρηση της βιοποικιλότητας

Δράση 1: Διατήρηση της φύσης

- Σχεδιασμός/διαχείριση φυσικών ρεζερβών διατήρησης της φύσης
 - Αναγκαιότητα:
 - Αύξηση ανθρώπινου πληθυσμού & συναφής αλλαγή χρήσεων γης
 - Η πρόκληση της προστασίας της βιοποικιλότητας και της φύσης
- Διαχείριση καμένων/ πληγείσων περιοχών μετά από μια φυσική καταστροφή (φωτιά, ηφαιστειακή δράση κτλ.)
 - Πρόβλεψη της περιεχομένης βιοποικιλότητας
 - Ρόλος των γειτονικών περιοχών (απόσταση, μέγεθος, τύπος)
 - Ρόλος των άκαπτων νησιδών
 - Ρόλος των διαδρόμων

Εφαρμογές βιογεωγραφικής θεωρίας των νήσων για διατήρηση της βιοποικιλότητας

Τρόπος εφαρμογής της Θεωρίας

E. Wilson & E. Willis (1975): «γεωμετρικοί» κανόνες εφαρμογής

- Μέγεθος ρεζερβών: μέγιστο δυνατό
- Σχήμα ρεζερβών: μοναδιαίες vs. κυκλικές, συνεχείς
 - μεγιστοποίηση του λόγου επιφάνειας/περίμετρο: peninsula effect, edge effect

Ερωτήματα

- Προτεραιότητα διατήρησης: σε βίοτα με μεγάλο βαθμό ενδημισμού και επικινδυνότητας
- Μοναδικά ενδιαιτήματα και βίοτα σε πολλές γειτονικές ρεζέρβες:
 - μειώνεται η πιθανότητα συνολικής εξαφάνισης (από όλες)
 - αυξάνει η πιθανότητα επαν-εποικίσης σε περίπτωση που ένα είδος εξαφανιστεί

Εφαρμογές βιογεωγραφικής θεωρίας των νήσων: διατήρηση της βιοποικιλότητας

Τρόπος εφαρμογής της Θεωρίας

Diamond & Terborgh (1974): παρόμοιες προτάσεις

- ρεζέρβες συνεχείς/ενιαίες, όχι κατακερματισμένες
- μεγιστοποίηση του λόγου επιφάνειας/περίμετρο (peninsula effect, edge effect)
- ελαχιστοποίηση απόστασης μεταξύ ρεζερβών
- πρόβλεψη διαδρόμων διασποράς

Figure 17.26 The application of biogeographic principles to the evolution of native bee species results in several recommendations. In each pair of figures, the configuration on the left is to be preferred over that on the right, even though both incorporate the same total area. (A) A continuous network is preferable to a fragmented one. (B) The ratio of area to edge should be maximized. (C) Extinction between islands should be minimized. (D) Topographical corridors should be provided between isolated fragments. (From Wilson and Willis 1975)

Εφαρμογές βιογεωγραφικής θεωρίας των νήσων: βιογεωγραφικές προβλέψεις

Δράση 2: Πρόβλεψη & διαχείριση επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής

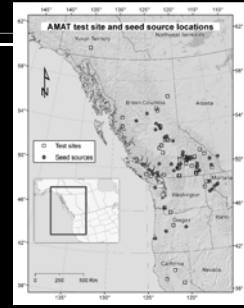
- Υπό τις παρούσες συνθήκες, έως και 3° C υπερθέρμανση του πλανήτη εντός 21ου αιώνα
- Αλλαγές στη βιοποικιλότητα και την κατανομή της
 - Όλες οι προβλέψεις βασίζονται σε σειρά υποθέσεων, εξαρτώμενων από το μέγεθος των θερμοκρασιακών αλλαγών
 - Αντικατάσταση ειδών με άλλα, Αλλαγές κατανομών, αποκρίσεις ζώων & φυτών, κατακερματισμοί, βιολογικές εισβολές κ.λπ.
 - Μεσόγειος (C3 – C4 φυτά)

υποστηριζόμενη εποίκηση

94th ESA Annual Meeting, 2009

Wednesday, August 5, 2009: 8:00 AM-11:30 AM
Galisteo, Albuquerque Convention Center

SYMP 12 - Managed Relocation (Assisted Migration): An Interdisciplinary Evaluation of a Newly Proposed Conservation Strategy



Managed relocation,
assisted colonization,
assisted migration,
assisted translocation

Μετατόπιση υπό διαχείριση,
υποβοηθούμενη/υποστηριζόμενη εποίκηση,
υποβοηθούμενη μετανάστευση,
υποβοηθούμενη μετακίνηση

<http://www.torrevaquardians.org/assisted-migration.html>

Εφαρμογές βιογεωγραφικής θεωρίας των νήσων: επισκόπηση και εκτίμηση της βιοποικιλότητας του πλανήτη

Δράση 3. Αντιμετώπιση του ελλείμματος της βιογεωγραφικής γνώσης (Linnaean shortfall)

- Ανάγκη για παγκόσμια επισκόπηση της βιοποικιλότητας
- Αναγνώριση των hot spots
- Προσπάθειες στην πράξη
 1. Αναγνώριση – ταξινόμηση μέσα σε 50 χρόνια ?
 2. Conservation International's Rapid Assessment Program (RAP)
 - (U.S. GAP Analysis Program: τηλεπισκόπηση + GIS + βιογεωγραφική πληροφορία)
 - <https://learning.conservation.org/biosurvey/RAP/Pages/default.aspx#>
 - Περιοχές μεγάλης βιοποικιλότητας
 - Περιοχές μεγάλου ενδημισμού
 - Περιοχές μοναδικές
 - Είδη με μεγάλη πιθανότητα εξαφάνισης



<http://www.conservation.org/>