

Νησιωτική Βιογεωγραφία

Κατερίνα Βαρδινογιάννη
Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης -
Πανεπιστήμιο Κρήτης
Ηράκλειο 2020-2021

Νησιά

- ▶ Τύποι νησιών
 - ▶ Πραγματικά νησιά (γεωγραφικά νησιά)
 - Ωκεάνια νησιά,
 - Ηπειρωτικά θραύσματα,
 - Ηπειρωτικής κρηπίδας,
 - Νησιά που υπάρχουν σε μάζες γλυκού νερού (λίμνες και ποτάμια).
 - ▶ Βιοτοπικά νησιά.
- ▶ Ιδιαιτερότητες των νησιών
 - ▶ Διακριτά,
 - ▶ Ποσοτικοποιήσιμα,
 - ▶ Πολυάριθμα και
 - ▶ Ποικιλόμορφα.
- ▶ Χαρακτηριστικά της ζωής στα νησιά
 - ▶ Ένδεια (απλοποίηση)
 - ▶ Δυσαρμονία
 - ▶ Ενδημισμός
 - ▶ Υπολείμματα
 - ▶ Εξαφανίσεις
 - ▶ Βιολογικά χαρακτηριστικά
 - απώλεια ή μείωση ικανότητας διασποράς,
 - αλλαγή σωματικού μεγέθους,
 - αλλαγές στην αναπαραγωγική στρατηγική.

φυσικά εργαστήρια, που προσφέρουν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν και να ελεγχθούν διάφορες θεωρίες.



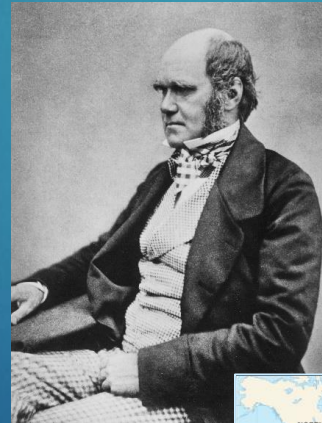
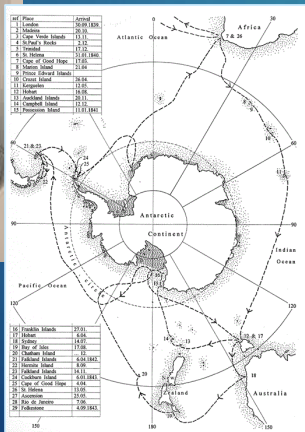
Μελέτη των νησιών

► Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα μελετούν τα νησιά:

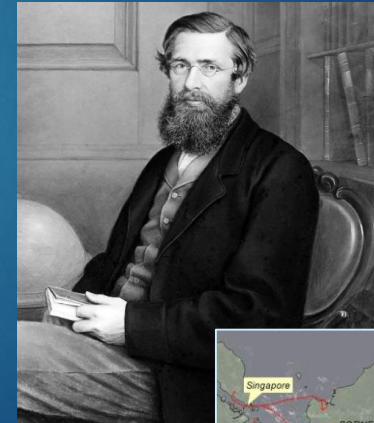
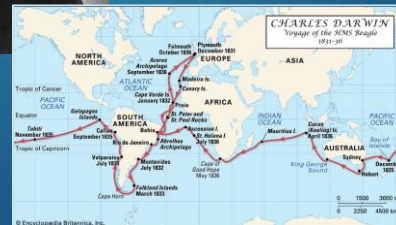
- Ο Joseph Hooker στον Νότιο Ωκεανό,
- Ο Charles Darwin στα Γκαλάπαγκος,
- Ο Alfred Wallace στην Ινδονησία.



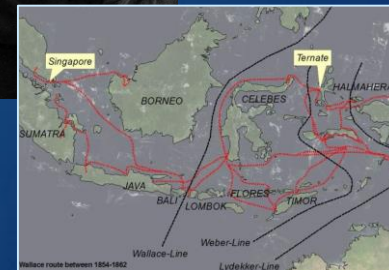
Hooker



Darwin



Wallace

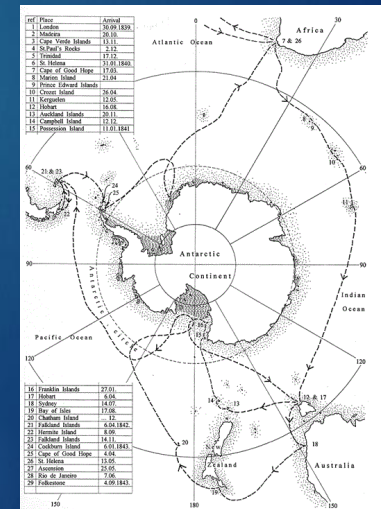
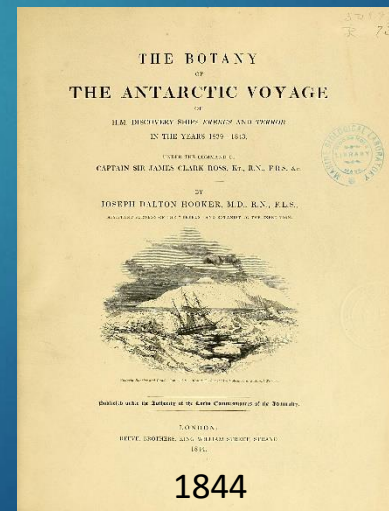


Μελέτη των νησιών

Ο Joseph Hooker (βοτανικός) μελετάει τα νησιά του Νότιου Ωκεανού (1839-1843).

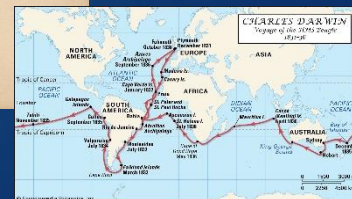
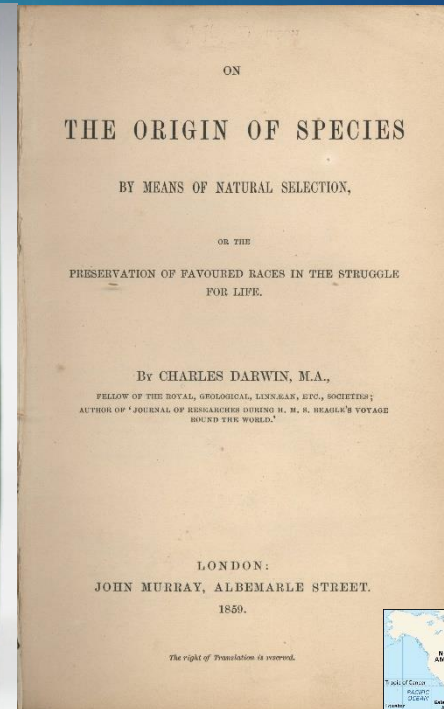
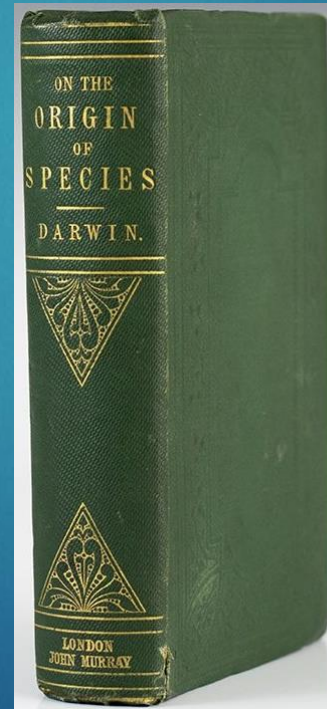
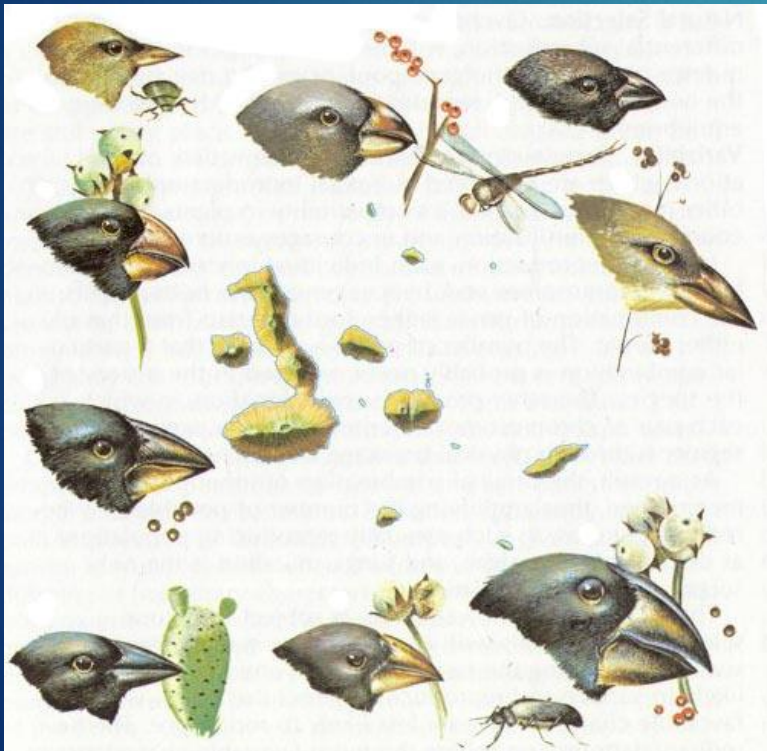
- Θεωρούσε ότι η παρουσία των φυτών στα πολύ απομακρυσμένα νησιά του Νότιου Ωκεανού οφειλόταν σε μια **προϋπάρχουσα ενιαία χλωρίδα**, που χωρίστηκε λόγω γεωλογικών (βικαριανισμό) και κλιματικών αλλαγών.
- Συμφωνούσε με τον Δαρβίνο ότι η παρουσία φυτών σε πολύ απομονωμένα νησιά οφειλόταν **στη διασπορά** λόγω μεγάλης απόστασης και στους εύκολα διασπειρόμενους καρπούς και σπόρους.

- ▶ Σήμερα ξέρουμε ότι είχε δίκιο ως προς τις ομοιότητες των νησιών αλλά είχε λάθος ως προς την εξήγησή τους.
- ▶ Θεωρείται ο ιδρυτής της βικαριανιστικής βιογεωγραφίας.



Μελέτη των νησιών

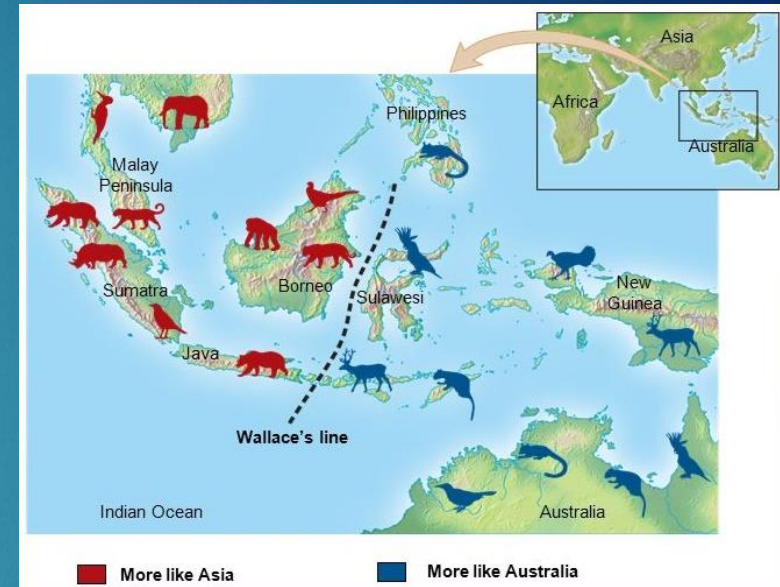
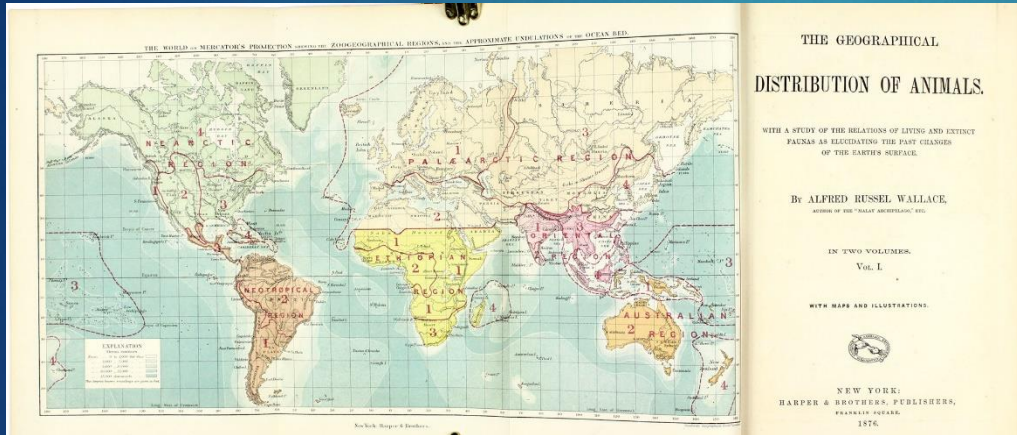
- ▶ Ο Charles Darwin στα Γκαλάπαγκος και πολλά νησιά του Ατλαντικού και Ειρηνικού
 - The Origin of Species (1859)
 - Θεωρία της Εξέλιξης μέσω φυσικής επιλογής (κύριος μηχανισμός διαφοροποίησης).



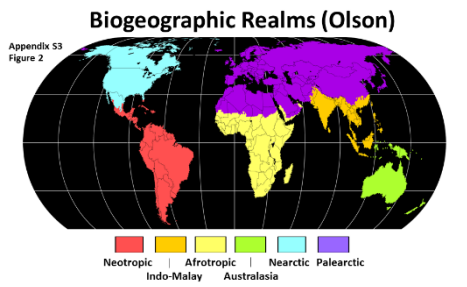
Μελέτη των νησιών

► Ο Α. Wallace στην Ινδονησία

- Γραμμή Wallace – ανάμεσα σε Ανατολική και Αυστραλιανή βιογεωγραφική περιοχή



After: Olson, D. M., E. Dinerstein, E. D. Wikramanayake, N. D. Burgess, G. V. N. Powell, et al. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *BioScience* 51:933-938.



1876

Μελέτη των νησιών

Οι μελέτες των

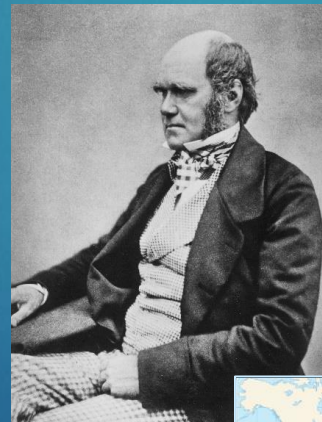
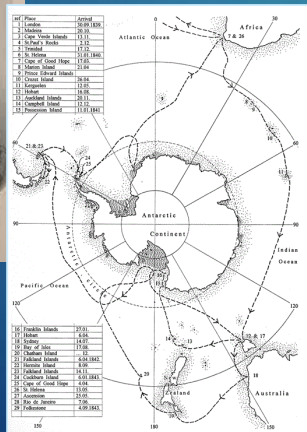
- Joseph Hooker στον Νότιο Ωκεανό,
- Charles Darwin στα Γκαλάπαγκος,
- Alfred Wallace στην Ινδονησία.

► και οι τρεις καταγράφουν τα πρότυπα κατανομών και αναζητούν εξηγήσεις.

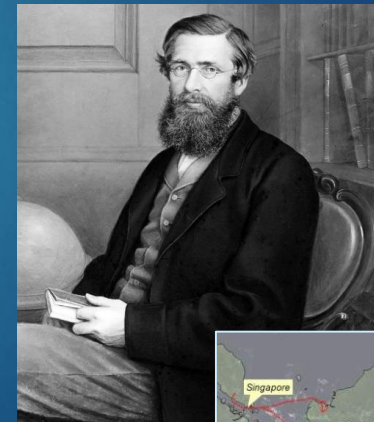
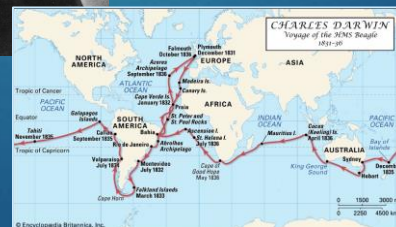
αποτελούν τη βάση για την έρευνα της διαφοροποίησης των οργανισμών και την ανάπτυξη της θεωρίας της εξέλιξης.



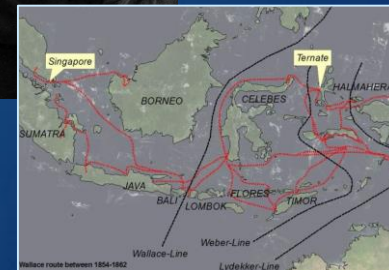
Hooker



Darwin



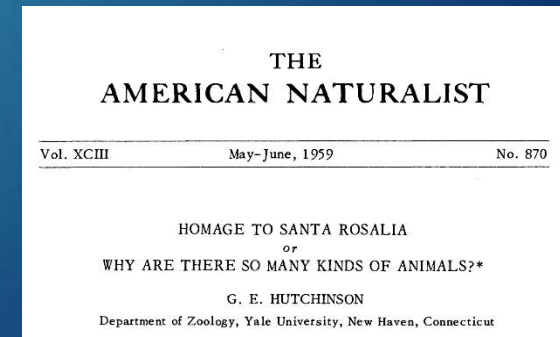
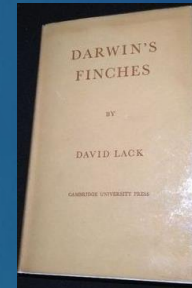
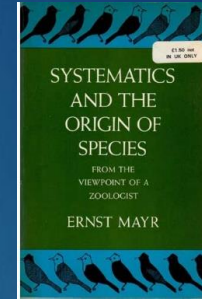
Wallace



Μελέτη των νησιών

Στα μέσα του 20^{ου} αιώνα

- Mayr (1942) μελέτησε τα πουλιά στην Ινδονησία (Wallace):
 - ▶ Διαδικασίες ειδογένεσης και εξέλιξης για τους οργανισμούς (βιολογικό είδος).
- Lack (1947) μελέτησε τους σπίνους του Δαρβίνου:
 - ▶ Τα πουλιά στα νησιά έχουν μικρότερο μέγεθος γέννας (clutch size) σε σχέση με τα συγγενικά ηπειρωτικών περιοχών (**Lack's Principle**).
- Hutchinson (1959) μελέτησε τη γεωγραφική ποικιλότητα και τη διαφοροποίηση των ειδών σε λίμνες:
 - ▶ Ανάμεσα σε συγγενικά είδη υπάρχουν καθορισμένα όρια, που αντικατοπτρίζονται σε διάφορους σωματικούς λόγους, π.χ. μέγεθος του σώματος, μέγεθος των στοματικών εξαρτημάτων κ.λπ. (**Hutchinson's ratios**).



Ερωτήματα Βιογεωγραφίας

- ▶ Γιατί ένα τάξο έχει τη συγκεκριμένη εξάπλωση;
 - ▶ Γιατί τα ζώα και τα φυτά μεγάλων, απομονωμένων περιοχών, όπως η Αυστραλία και η Μαδαγασκάρη, είναι τόσο διαφορετικά;
 - ▶ Γιατί κάποιες ομάδες συγγενικών ειδών περιορίζονται στην ίδια περιοχή, ενώ άλλες βρίσκονται σε μακρινά τμήματα της Γης;
- ▶ Πώς ιστορικά γεγονότα (μετακίνηση τεκτονικών πλακών, παγετώνες, κλιματικές αλλαγές) έχουν συμβάλει στη διαμόρφωση της ζωής στον πλανήτη;
- ▶ Τι επιτρέπει σ' ένα οργανισμό να ζει σε μια περιοχή και τι τον εμποδίζει να ζήσει/αποικίσει άλλα μέρη;
 - ▶ Ποιος είναι ο ρόλος του κλίματος και της τοπογραφίας στην κατανομή των τάξων;
- ▶ Γιατί διαφέρουν οι αριθμοί ειδών και ατόμων από περιοχή σε περιοχή ή κατά μήκος κάποιου παράγοντα;

Απαντήσεις Βιογεωγραφίας

Μέχρι τα μέσα του 20^{ου} αιώνα

οι ερωτήσεις είναι ιστορικές ή φυλογενετικές, και οι απαντήσεις ήταν πιο εύκολες μελετώντας νησιά.

- ▶ Οι νησιωτικές κοινότητες καθορίζονται από τους περιορισμένους θώκους του κάθε νησιού (Lack, 1976).
- ▶ Η δομή της νησιωτικής κοινότητας είναι **σταθερή στο χρόνο**, δηλαδή η σύνθεση των ειδών παραμένει σταθερή εκτός και αν αλλάξει λόγω **μακροχρόνιων εξελικτικών διαδικασιών**.
- ▶ Τα **μεγαλύτερα νησιά** μπορούν να διατηρήσουν **περισσότερα είδη** επειδή είχαν περισσότερους πόρους και θώκους.
- ▶ Τα πιο **κοντινά νησιά** έχουν **πιο πολλά είδη** σε σχέση με τα πιο **μακρινά**, γιατί στα κοντινά μπορούν να φτάσουν περισσότερα είδη ακόμη και με σχετικά μικρή ικανότητα διασποράς.



Στατική Βιογεωγραφία

Στατική Βιογεωγραφία

Η βιογεωγραφία παρέμενε

- χωρίς γενικευμένες θεωρίες,
- χωρίς μαθηματική υποστήριξη και
- χωρίς μοντέλα

για επιβεβαίωση παρατηρήσεων ή εξηγήσεων.

Σε άλλους επιστημονικούς τομείς χρησιμοποιούσαν μαθηματικά και μοντέλα για να εξηγήσουν διάφορα φαινόμενα ή πειράματα π.χ.

- ρύθμιση θερμοκρασία σώματος στα πουλιά,
- συχνότητα γονιδίων κ.λπ.

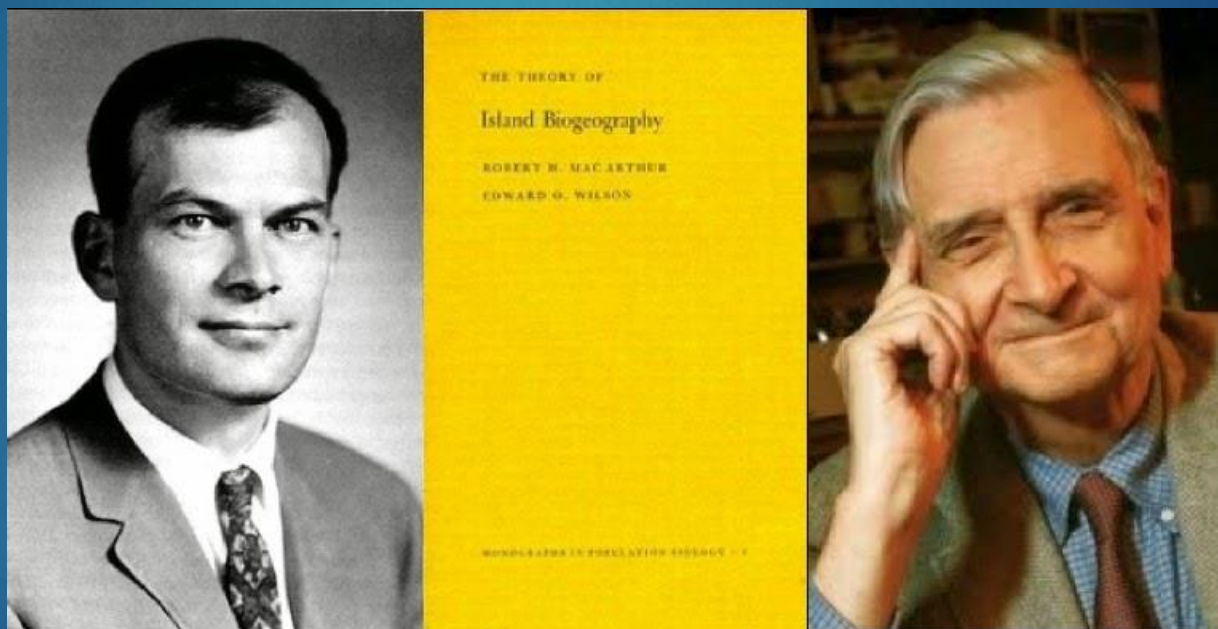
Αυτό άλλαξε ριζικά και σχετικά σύντομα προς το τέλος της δεκαετίας του '60.

Νησιωτική Βιογεωγραφία

Το 1967 δημοσιεύεται

«Η θεωρία της νησιωτικής βιογεωγραφίας»

Robert H. MacArthur & Edward O. Wilson



MacArthur & Wilson

Robert H. MacArthur

Διδακτορικό 1958: «*Population Ecology of Some Warblers of Northeastern Coniferous Forests*».

Μαθητής του Hutchinson (βιολογικά χαρακτηριστικά).

Ορεινά νησιά, νησιά Πολυνησίας, Παναμά και Florida Keys.

Οικολόγος με πολύ καλή γνώση μαθηματικών (Μαθηματικός Οικολόγος).

Διερεύνηση οικολογικού θώκου, ανταγωνισμός και συνύπαρξη.

Edward O. Wilson

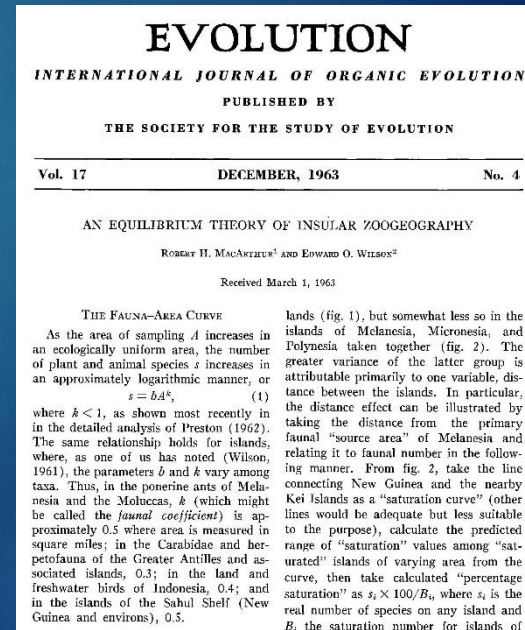
Διδακτορικό 1955: «*A Monographic Revision of the Ant Genus Lasius*».

Ταξινόμηση, προέλευση και εξέλιξη μυρμηγκιών.

Κοινωνικά έντομα, συμπεριφορά, και κοινωνιοβιολογία.

Οικολόγος.

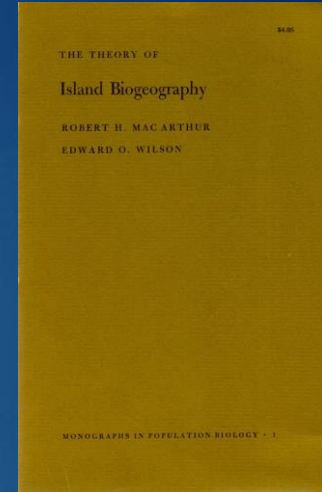
Το 1963 δημοσιεύουν το
«*An equilibrium theory of insular zoogeography*»



Δυναμική ισορροπία

1967 Robert H. MacArthur & Edward O. Wilson
«Η θεωρία της νησιωτικής βιογεωγραφίας»

Θέτουν νέα ερωτήματα και αναζητούν νέα πρότυπα για τις κατανομές των οργανισμών, ανεξάρτητα από τις φυλογενετικές τους σχέσεις.



Στόχος τους είναι να βρουν **νέα οικολογικά πρότυπα για τη ζωή στα νησιά** και δεν περιορίζονται σε απαντήσεις με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τάξου και την ιστορία.

1948 Eugene G. Munroe

Διδακτορικό 1948: «*The geographical distribution of butterflies in the West Indies*»

Ταξινόμος σε πεταλούδες, δυναμική ισορροπία, αλλά...

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Η προσέγγιση τους ήταν να επικεντρωθούν στην ποικιλομορφία των κατανομών φυτών και ζώων που σχετίζονταν με

- τις λειτουργικές ιδιότητες των σύγχρονων οργανισμών και
- τα μετρήσιμα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος.
 - ▶ τα πουλιά και οι νυχτερίδες μπορούν να πετάξουν, και έχουν μεγάλη παρουσία στα ωκεάνια νησιά, αν και τα χαρακτηριστικά τους (τα μορφολογικά) αντικατοπτρίζουν μακρά αποκλίνουσα εξέλιξη.

MacArthur & Wilson

Δυναμική Ισορροπία της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας

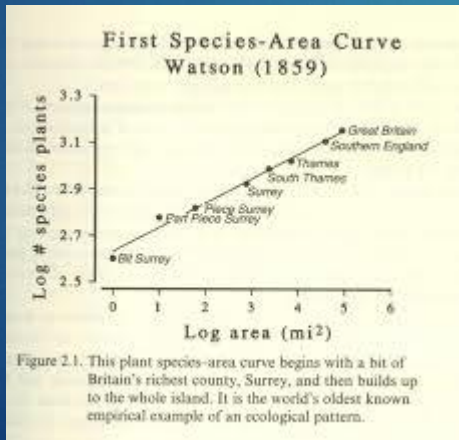
Equilibrium Theory of Island Biogeography - ETIB

Ξέφυγαν από τη Στατική Βιογεωγραφία και έθεσαν **νέα ερωτήματα**.

Ο προβληματισμός τους πηγάζει από τις προϋπάρχουσες παρατηρήσεις, ήδη από τον 19^ο αιώνα

- ▶ Ο αριθμός των ειδών αυξάνει όσο αυξάνεται η έκταση του νησιού.
- ▶ Ο αριθμός των ειδών μειώνεται με την απομόνωση του νησιού.

Το **1859** αναπαρίσταται για πρώτη φορά η σχέση από τον Watson.



Το **1920** ο Arrhenius πρότεινε μία **εκθετική εξίσωση** που συνδύαζε τον αριθμό των ειδών (S) με την έκταση (A).

$$S = c A^z$$

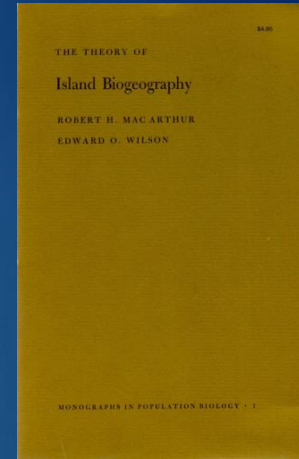
10πλάσια έκταση → 2πλάσια είδη
από Rosenzweig, 1995

MacArthur & Wilson

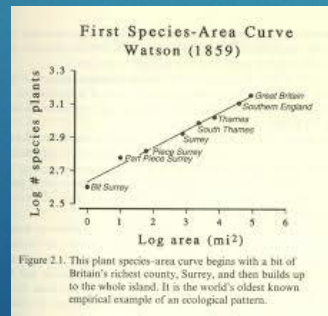
Δυναμική Ισορροπία της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας
Equilibrium Theory of Island Biogeography - ETIB

Συσχετίζουν τα πρότυπα κατανομής με δεδομένα πληθυσμιακής οικολογίας (λειτουργικές ιδιότητες οργανισμών και μετρήσιμα χαρακτηριστικά περιβάλλοντος)

➔ **Θέτουν για πρώτη φορά θεμελιώδεις αρχές και διαδικασίες στη νησιωτική βιογεωγραφία.**



Συσχετίζουν τον **αριθμό ειδών** με την **αποίκιση** και την **εξαφάνιση** των ειδών.



$$S = c A^z$$

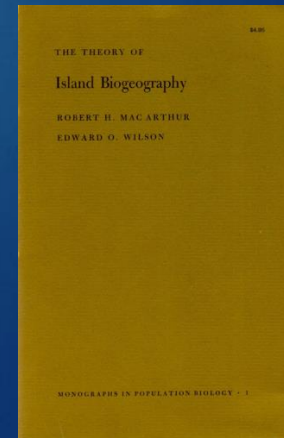
MacArthur & Wilson

Δυναμική Ισορροπία της Νησιωτικής Βιογεωγραφίας
Equilibrium Theory of Island Biogeography - ETIB

Ο αριθμός ειδών σε ένα νησί είναι προϊόν μιας **δυναμικής ισορροπίας** ανάμεσα στην **εξαφάνιση** και την **αποίκιση** των ειδών.

Η ισορροπία είναι δυναμική καθώς η αποίκιση και η εξαφάνιση είναι διαδικασίες αντίθετες και επαναλαμβανόμενες, οι οποίες παρόλες τις αλλαγές

διατηρούν σταθερό τον αριθμό ειδών, και ο αριθμός των ειδών είναι **ανεξάρτητος από τις αλλαγές** (λόγω εξαφανίσεων και αποικήσεων) στη σύνθεση των ειδών.



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

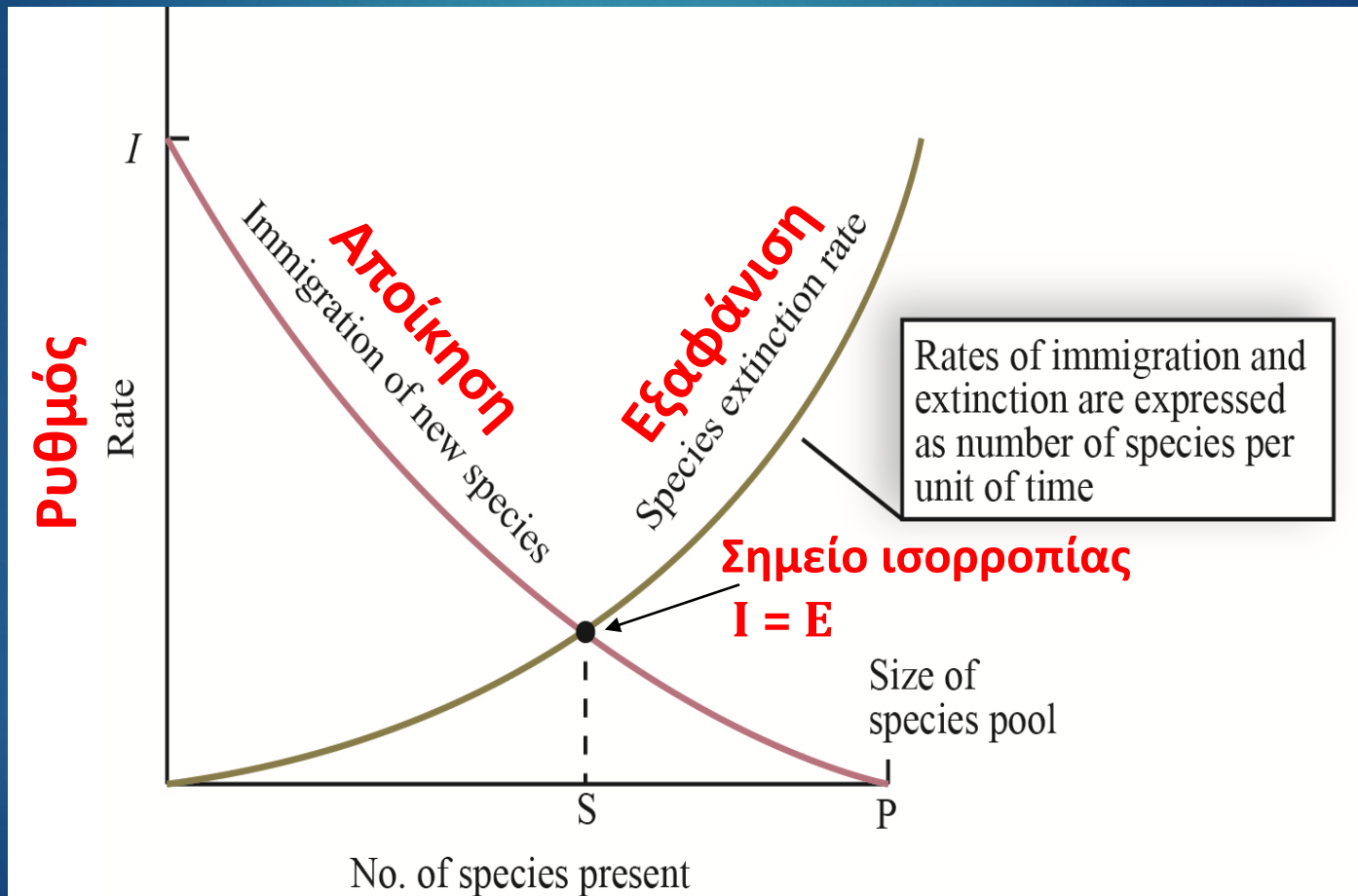
$$S = \frac{IP}{E+1}$$

S αριθμός ειδών σε ισορροπία

I αρχικός ρυθμός αποίκησης (Immigration)

P αριθμός ειδών στην πηγή

E ρυθμός εξαφάνισης (Extinction)

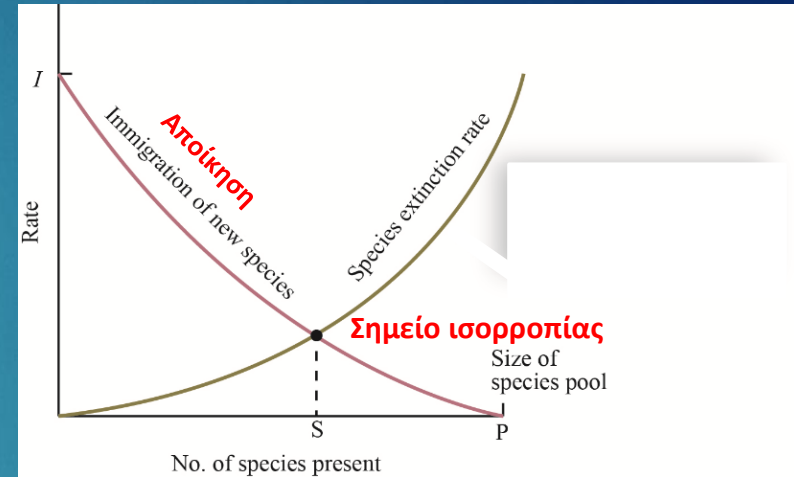
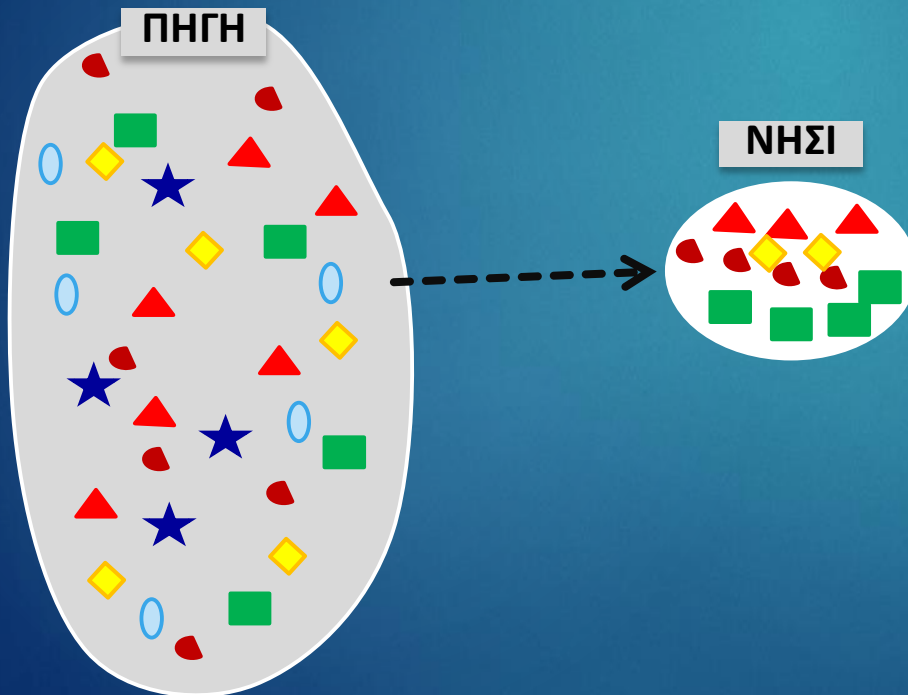


Ρυθμός: Είδη στη μονάδα του χρόνου

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Αρχικά ο ρυθμός αποίκησης είναι μέγιστος, πολλά είδη φτάνουν από την πηγή καθώς το νησί είναι άδειο και

ο ρυθμός αποίκησης μειώνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός των ειδών μειώνονται οι εν δυνάμει αποικιστές (είδη) από την πηγή.



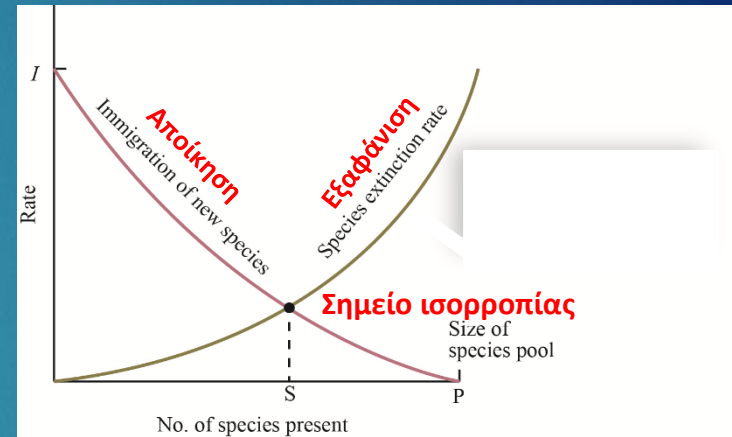
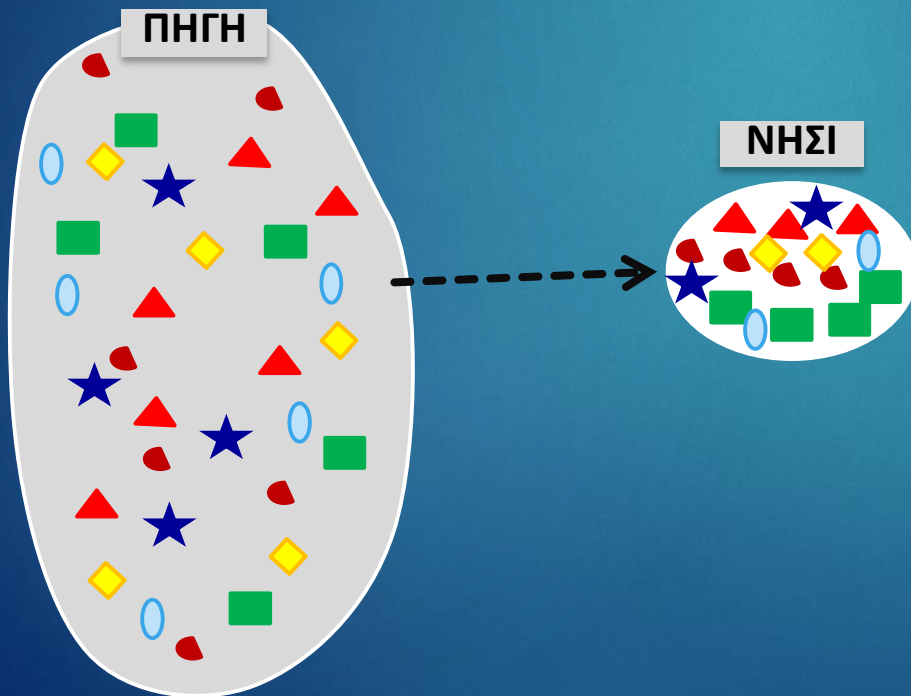
$$S = \frac{IP}{E+1}$$

S αριθμός ειδών σε ισορροπία
I αρχικός ρυθμός αποίκησης
P αριθμός ειδών στην πηγή
E ρυθμός εξαφάνισης

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Ο ρυθμός **εξαφάνισης** σταδιακά αυξάνεται

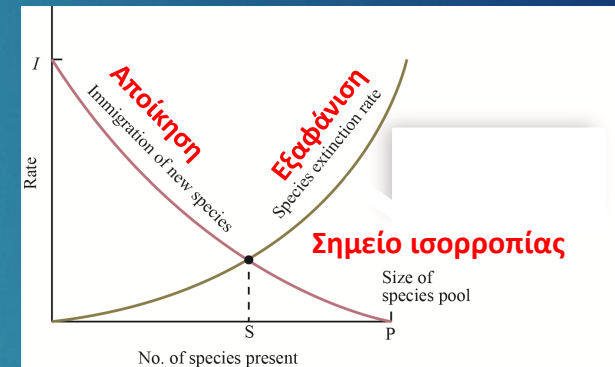
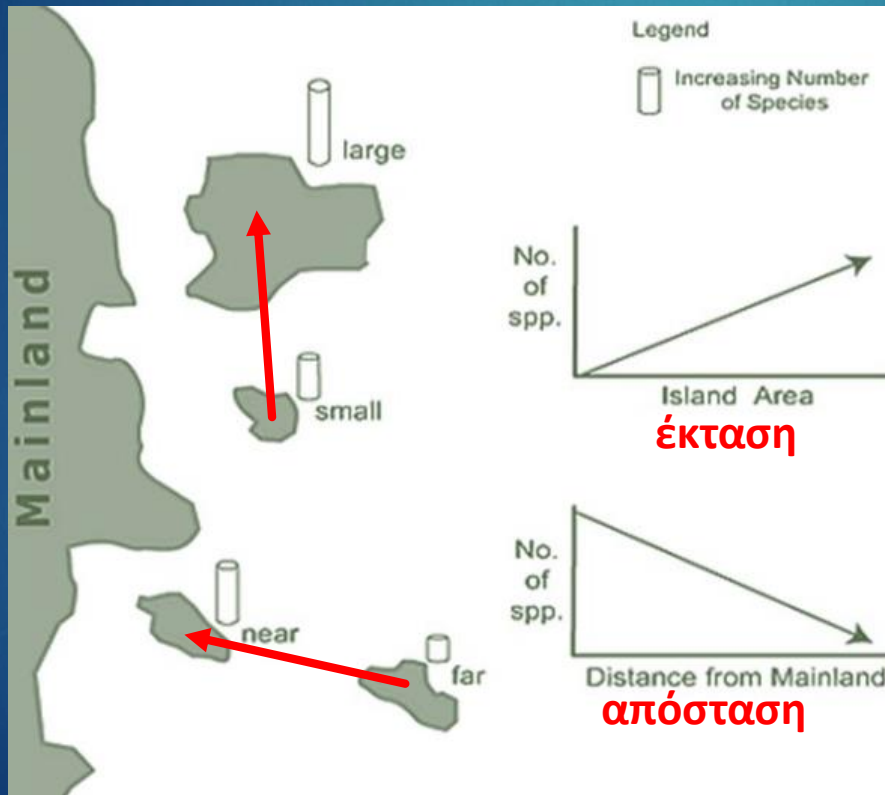
- Όσο αυξάνεται ο αριθμός των ειδών στο νησί τόσο αυξάνεται και ο ρυθμός εξαφανίσεων,
- μέγιστος ρυθμός εξαφανίσεων όταν όλα τα είδη από την πηγή έχουν αποικίσει το νησί.



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Αλλαγές στην αποίκηση και την εξαφάνιση ως προς

- σχέση της έκτασης του νησιού και του αριθμού ειδών,
- απομόνωση του νησιού (αποίκηση),
- αντικατάσταση των ειδών (αποίκηση, εξαφάνιση).



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Το **μέγεθος** του νησιού έχει σχέση με την **εξαφάνιση**.

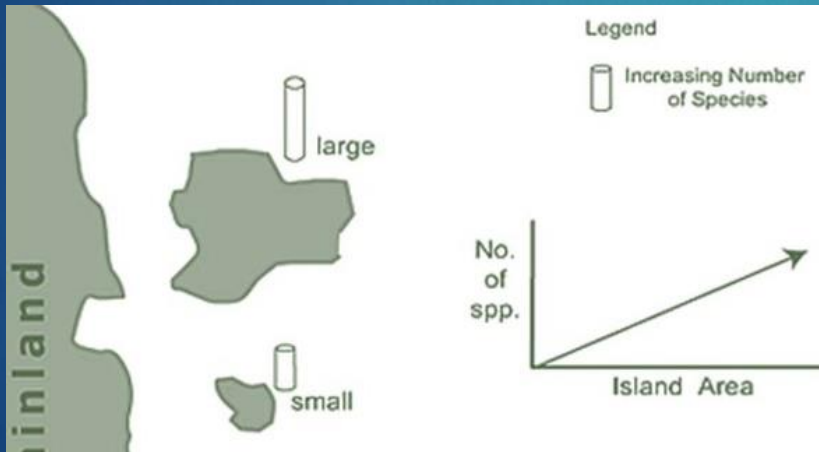
μικρότερο νησί



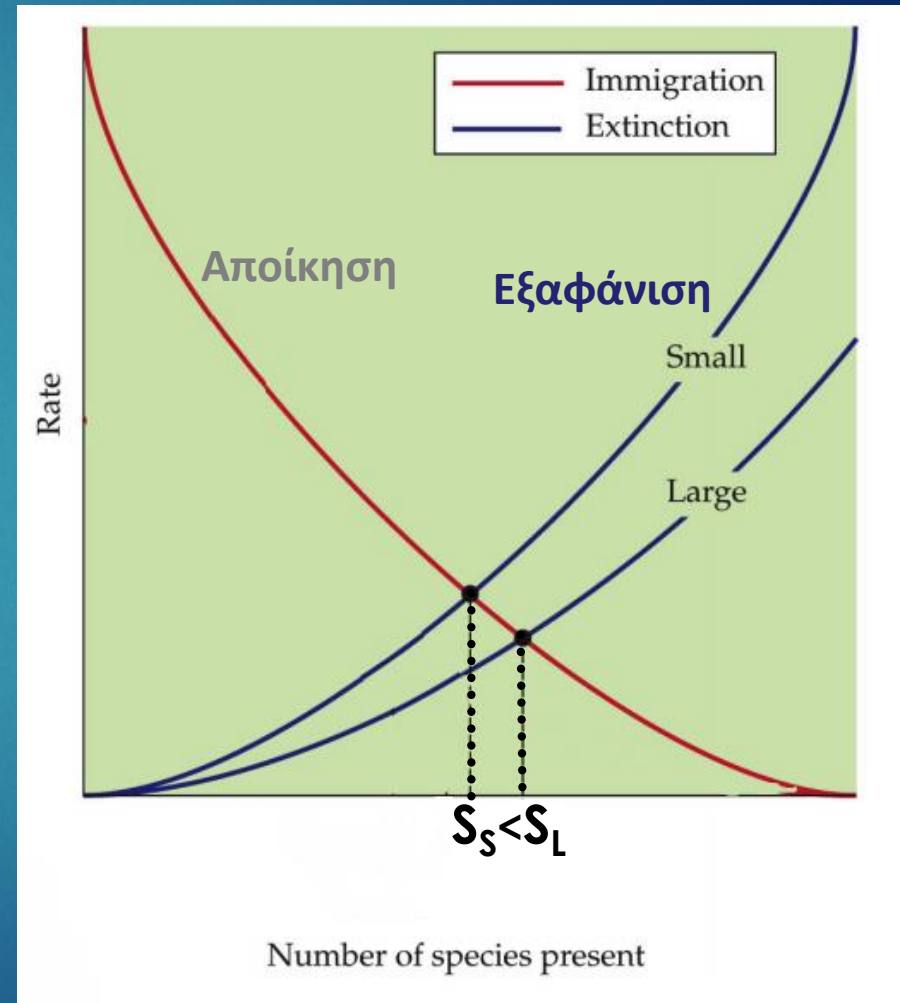
μικρότεροι πληθυσμοί ειδών



αύξηση πιθανότητα εξαφάνισης



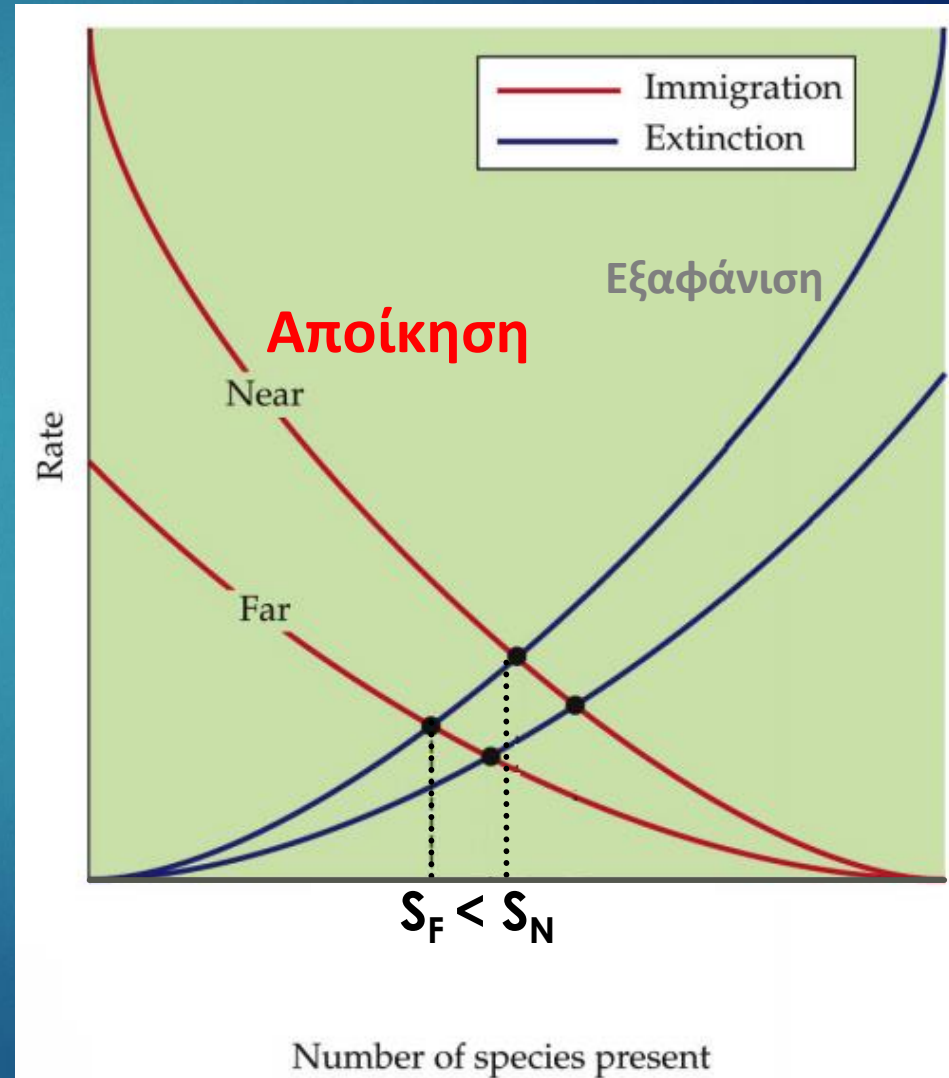
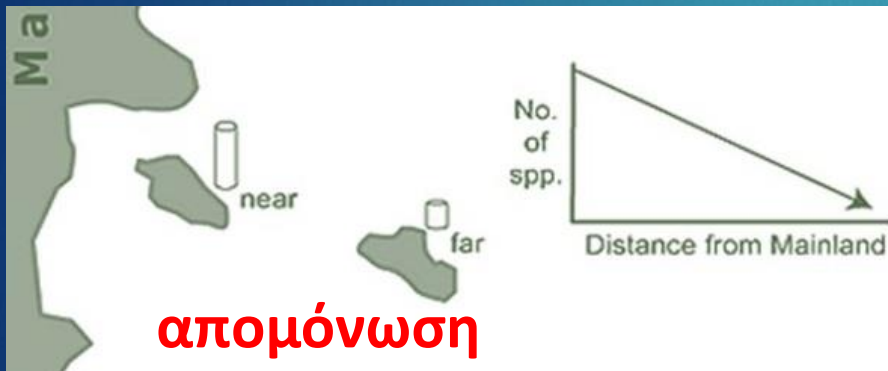
Μέγεθος (ίδια απομόνωση)



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Η **απόσταση** του νησιού από την πηγή έχει σχέση με την **αποίκηση**

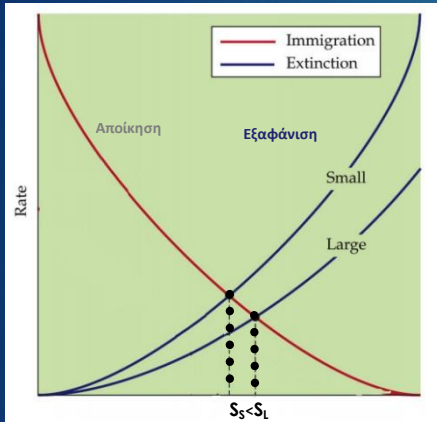
μακρινό νησί **➔** λιγότερα είδη



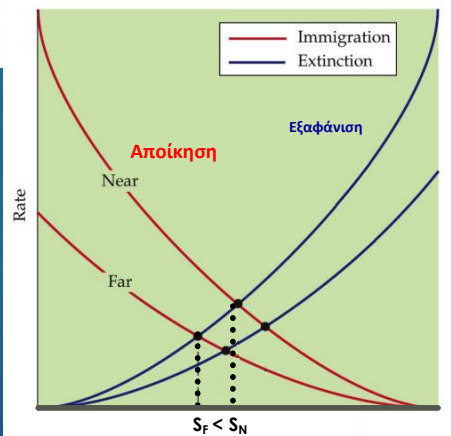
Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Αριθμός ειδών

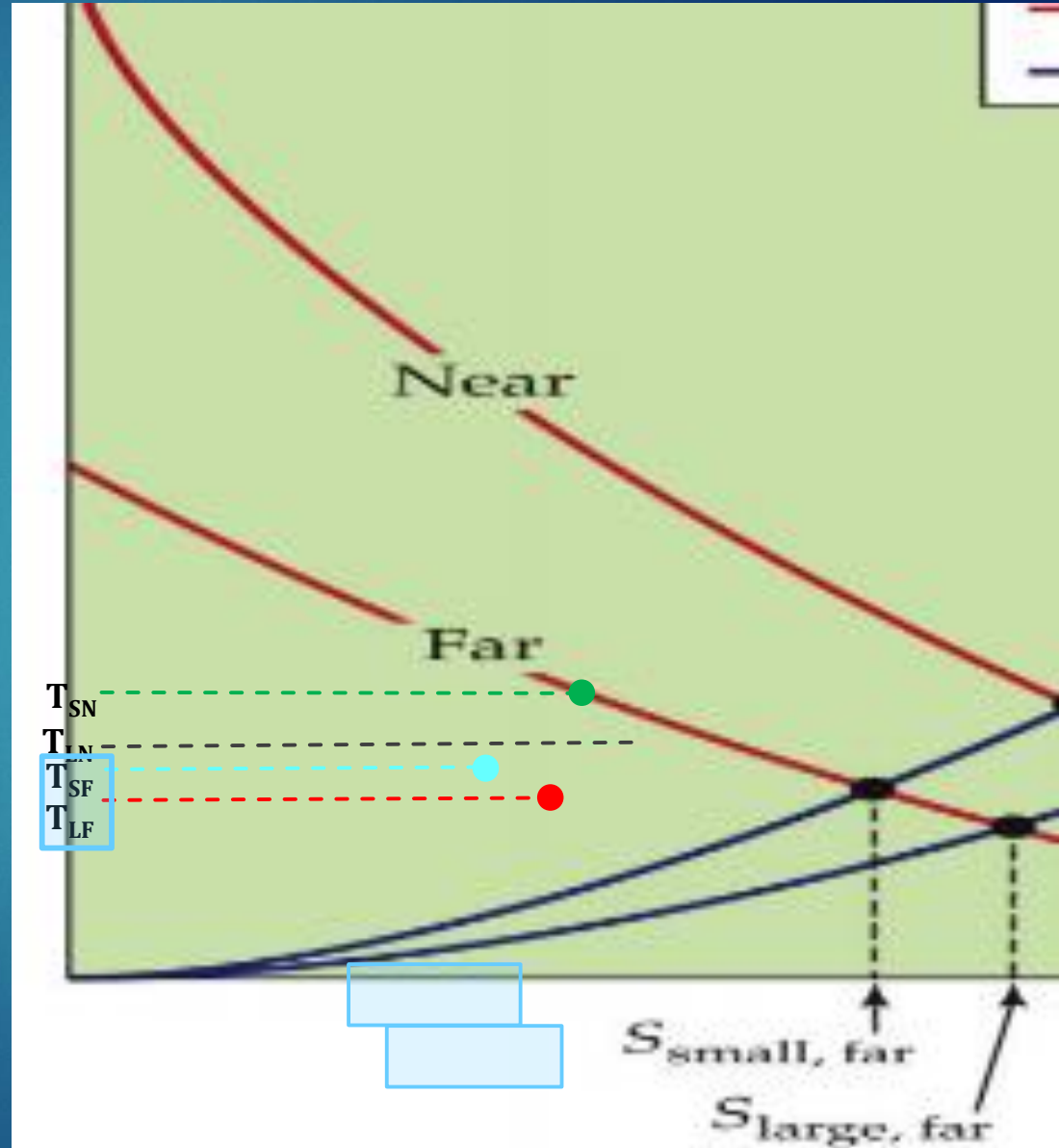
$$S_{sf} < S_{sn} \quad S_{lf} < S_{ln}$$



Number of species present



Number of species present



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Το βασικότερο χαρακτηριστικό του μοντέλου είναι ο ρυθμός αντικατάστασης T (turnover)

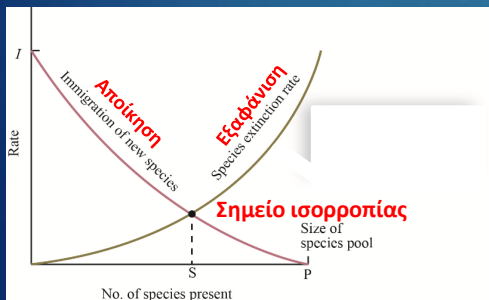
$T = dS/dt = \text{ρυθμός αποίκησης} - \text{ρυθμός εξαφάνισης}$

ο ρυθμός των ειδών που **εξαφανίζονται** και **αντικαθίστανται** στη μονάδα του χρόνου.

Σε κατάσταση ισορροπίας $I = E = T$

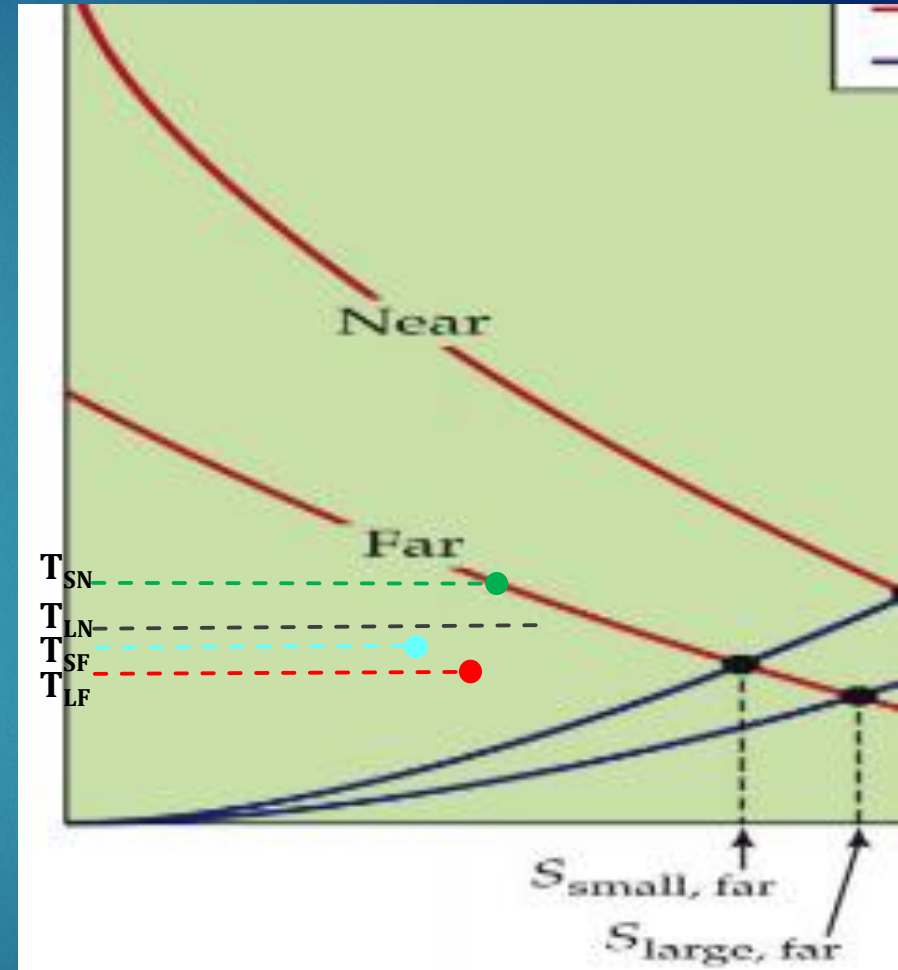
Παρόλο που η σύνθεση των ειδών αλλάζει,

ο αριθμός των ειδών παραμένει σταθερός.



$$S = \frac{IP}{E+1}$$

S αριθμός ειδών σε ισορροπία
I αρχικός ρυθμός αποίκησης
P αριθμός ειδών στην πηγή
E ρυθμός εξαφάνισης



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Νησιά διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν **ίδιο T** ή **ίδιο S** αλλά **όχι και τα δύο μαζί**.

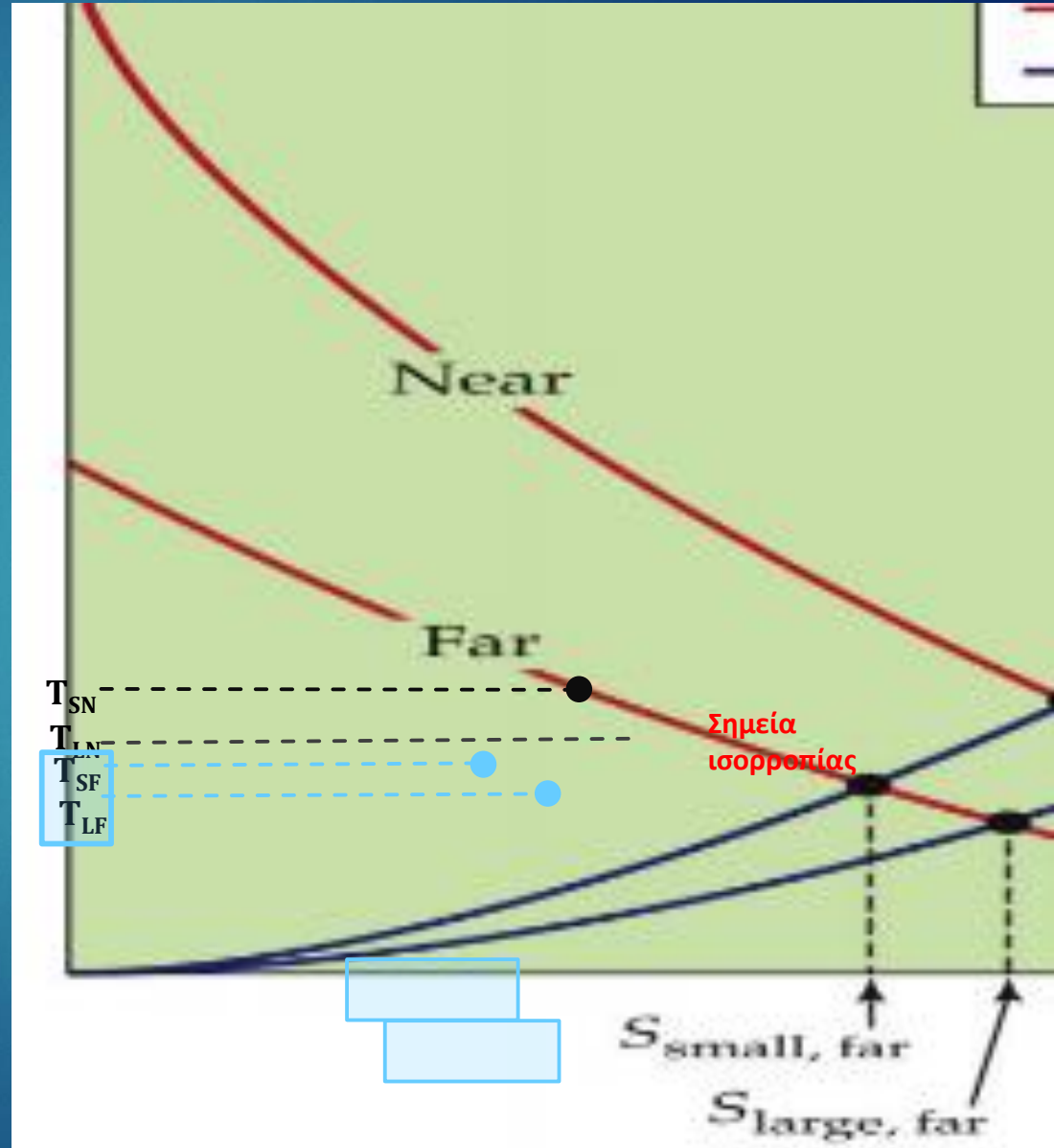
Πιο μικρό ρυθμό αντικατάστασης έχουν τα **μακρινά νησιά** ανεξαρτήτως μεγέθους.

Ρυθμοί αντικατάστασης

$$T_{sf} < T_{sn} \quad T_{lf} < T_{ln}$$

Αριθμός ειδών

$$S_{sf} < S_{sn} \quad S_{lf} < S_{ln}$$



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Τα υπέρ της θεωρίας τους

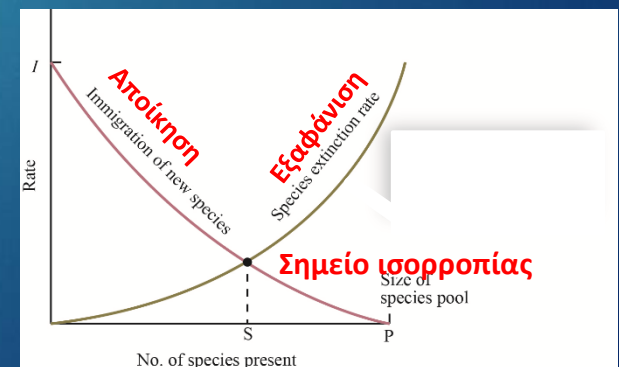
- Νέες προσεγγίσεις για τη ζωή στα νησιά, όχι μόνο με βάση την ιστορία.
- Δυνατότητα επαλήθευσης, με μετρήσιμα δεδομένα.
- Προσπαθεί να καλύψει το κενό ανάμεσα στην κλασική (στατική) βιογεωγραφία και την οικολογία.
- Προκάλεσε πλήθος νέων προσεγγίσεων στη νησιωτική και οικολογική βιογεωγραφία.

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

και τα προβλήματα

οι MacArthur & Wilson αναγνωρίζουν ότι:

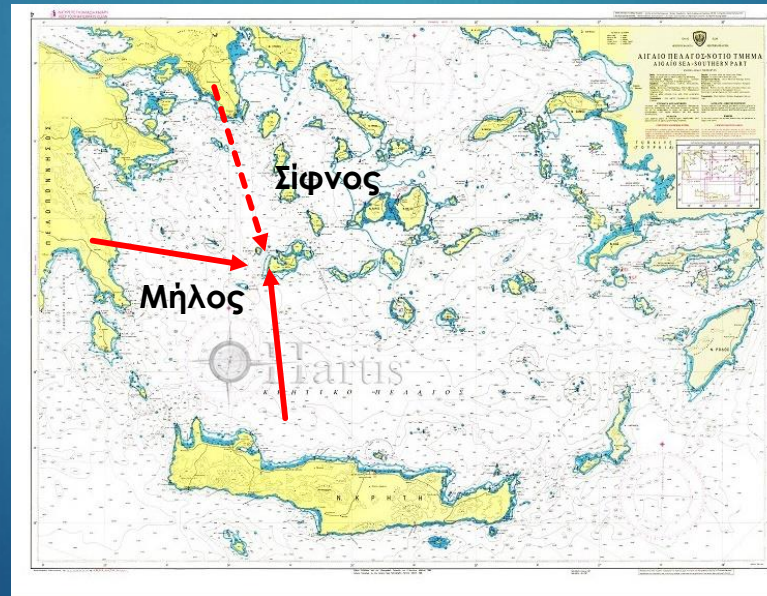
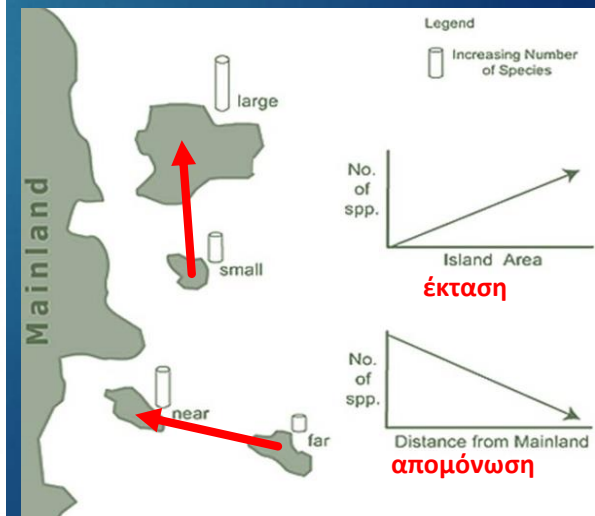
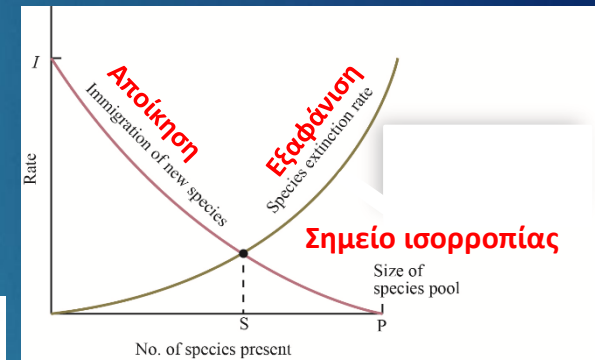
- ▶ Ξέρουμε λίγα για τις καμπύλες αποίκησης και εξαφάνισης,
- ▶ Η αποίκηση και η εξαφάνιση έχουν απλοποιηθεί στο μοντέλο, και έχει γίνει τεχνητή διάκριση μεταξύ τους,
- ▶ Οι καμπύλες έχουν το ίδιο σχήμα για διαφορετικές πανίδες, διαφορετικά νησιά και διαφορετική ηλικία των νησιών,
- ▶ Η καμπύλη της εξαφάνισης δεν λαμβάνει υπόψη της τη γενετική δομή ενός πληθυσμού (δηλαδή η σπανιότητα επηρεάζει τη συχνότητα των γονιδίων, άρα γενετικοί και οικολογικοί λόγοι δρουν στην εξαφάνιση).



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

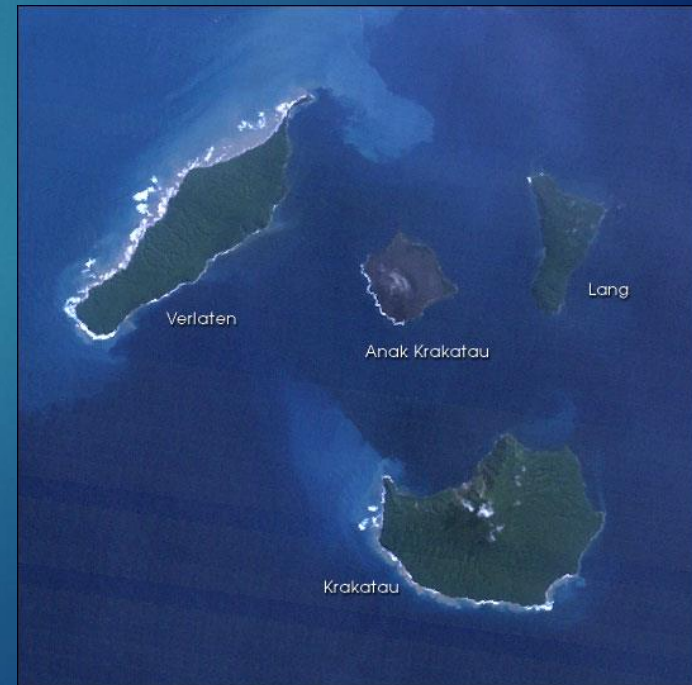
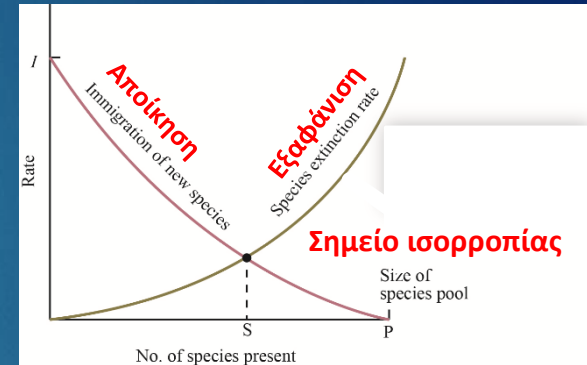
- Η πηγή δεν είναι πάντα μία και μοναδική π.χ. νησιά χερσαίες γέφυρες (stepping stones)
 - ▶ ποια είναι η πηγή σε νησιά ή αρχιπελάγη που βρίσκονται ανάμεσα σε 2 πηγές;
 - ▶ Αρχιπέλαγος Αιγαίου: Ελλάδα ή Τουρκία;
 - ▶ Μήλο;



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

- δεν περιλαμβάνεται ο χρόνος που απαιτείται για αποίκιση και εξαφάνιση
- ▶ ο χρόνος αποίκησης μπορεί να είναι πάρα πολύ μεγάλος ή πάρα πολύ μικρός.
π.χ. Krakatau (μικρός χρόνος).

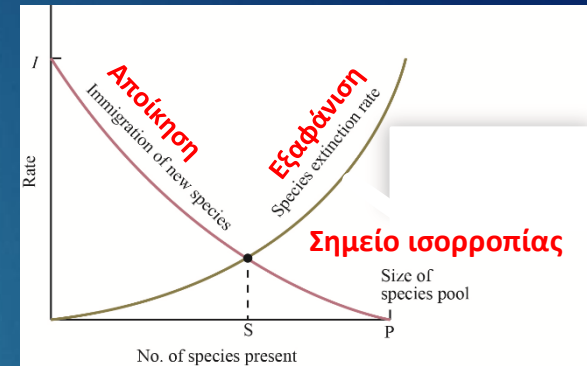


Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

δεν περιλαμβάνει τις ιδιαιτερότητες του νησιού

- ▶ εύκολος ή δύσκολος στόχος, π.χ.
 - ▶ σχήμα νησιού,
 - ▶ σχήμα και ανάγλυφο ακτών.
- ▶ περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά νησιού.



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

τα είδη αντιμετωπίζονται πανομοιότυπα, **S**
αν και δεν έχουν όλα:

- ▶ ίδια πιθανότητα εξαφάνισης π.χ.
 - ▶ λιοντάρι, σαλιγκάρι,
 - ▶ προαπαιτούμενα είδη για εγκατάσταση (έντομο – φυτά)



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

τα είδη αντιμετωπίζονται πανομοιότυπα, αν και δεν έχουν όλα:

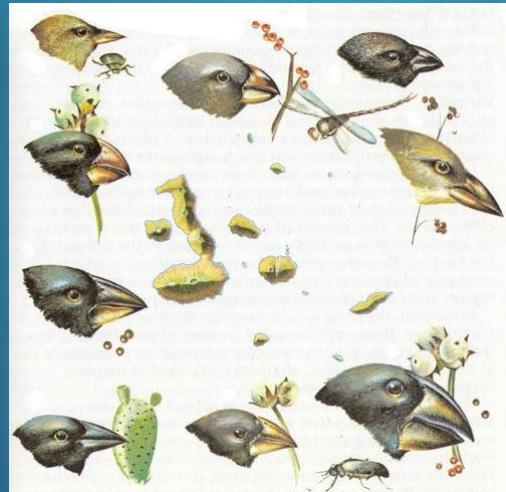
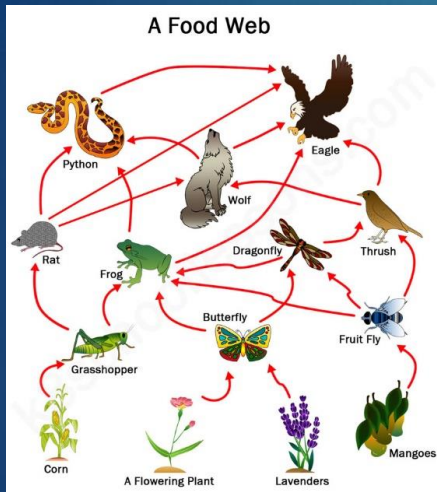
- ▶ ίδια πιθανότητα εξαφάνισης,
- ▶ ίδια δυνατότητα μετανάστευσης,
- ▶ ίδια εξέλιξη.



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

- τα είδη αντιμετωπίζονται πανομοιότυπα.
- δεν περιλαμβάνει τις διαφορές και τις σχέσεις ανάμεσα στα είδη
 - ▶ Ποια είδη μπορούν να συνυπάρχουν;
 - ▶ Ανταγωνισμός.



Competition

sapling learning

- Interspecific competition – occurs *between different species* for resources within an ecosystem
 - Keeps the growth rate of populations in check



XIII Congresso da Sociedade Portuguesa de Etologia

14 October 2016

Interspecific competition between two species of passerine birds from different families



Pedro Filipe Pereira, Rui Lourenço and Paulo Gama Mota

a study funded by PHD grant from FCT to PFP (SFRH/BD/87340/2012)

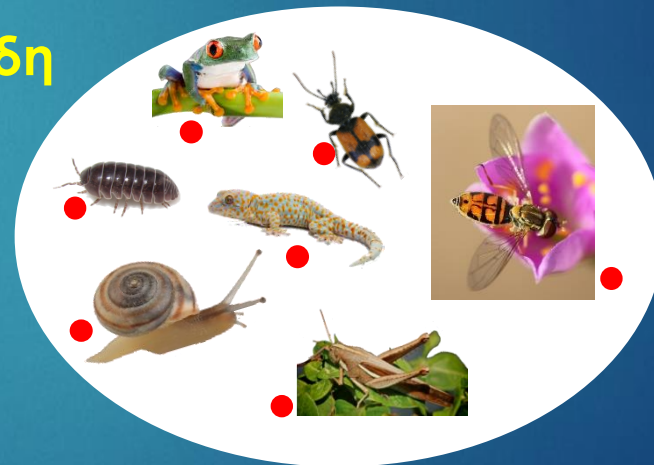
Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

- τα είδη αντιμετωπίζονται πανομοιότυπα
- δεν περιλαμβάνει τις διαφορές και τις σχέσεις ανάμεσα στα είδη
- υπολογίζει μόνο την ποικιλότητα και δεν λαμβάνει υπόψη του τη σύνθεση των ειδών σε ένα νησί



- Θηλαστικά, Πουλιά, Δέντρα
- 2 ενδημικά είδη ●



- ~~Θηλαστικά, Πουλιά, Δέντρα~~
- 7 ενδημικά είδη ●

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

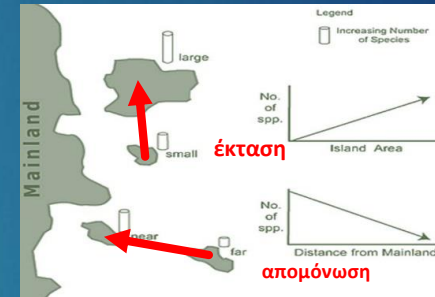
Κριτική

- τα είδη αντιμετωπίζονται πανομοιότυπα, αν και δεν έχουν όλα:
 - ▶ ίδια πιθανότητα εξαφάνισης πχ. λιοντάρι, σαλιγκάρι, προαπαιτούμενα είδη για εγκατάσταση (έντομο – φυτά)
 - ▶ ίδια δυνατότητα μετανάστευσης
 - ▶ ίδια εξέλιξη
- δεν περιλαμβάνει τις **διαφορές** και τις **σχέσεις** ανάμεσα στα **είδη**
 - ▶ ποια είδη μπορούν να **συνυπάρχουν**
 - ▶ **ανταγωνισμός**
- υπολογίζει μόνο την ποικιλότητα και δεν λαμβάνει υπόψη του τη σύνθεση των ειδών σε ένα νησί
- δεν περιλαμβάνει τη διαδικασία της ειδογένεσης
 - ▶ τι συμβαίνει με τα είδη που υπάρχουν ήδη στο νησί (λόγω εποίκησης ή βικαριανισμού);

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Κριτική

- δεν υπολογίζει οικολογικές και γεωλογικές αλλαγές στο νησί,
- η απομόνωση υπολογίζεται κυρίως από την απόσταση,
- αλληλεπίδραση αποίκησης και εξαφάνισης.

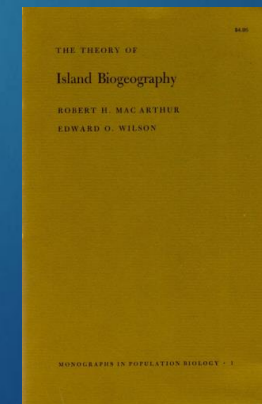
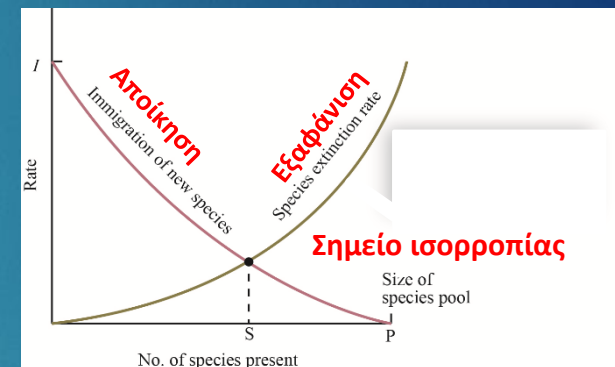
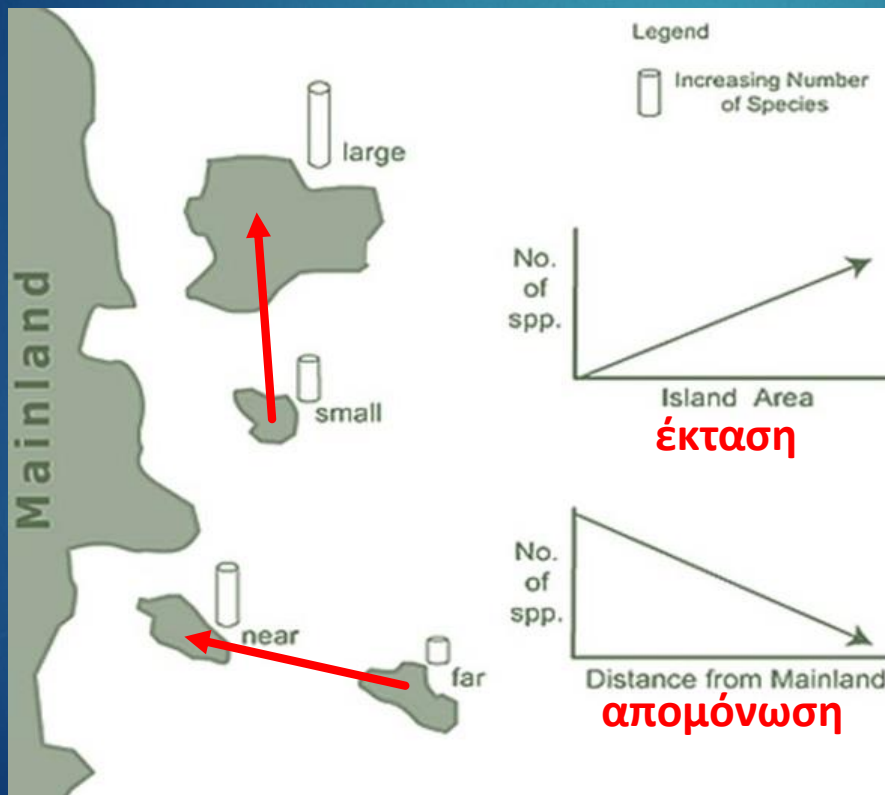


το μοντέλο εφαρμόζεται καλύτερα στα ωκεάνια νησιά

Απάντηση: Το μοντέλο τους αναπτύχθηκε για τον πλούτο των ειδών και όχι ως προς τη σύνθεση των βιοκοινοτήτων.

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. σχέση έκτασης και αριθμού ειδών (SAR: SpeciesAreaRelationship)
2. απομόνωση (αποίκιση)
3. αντικατάσταση (αποίκιση, εξαφάνιση)

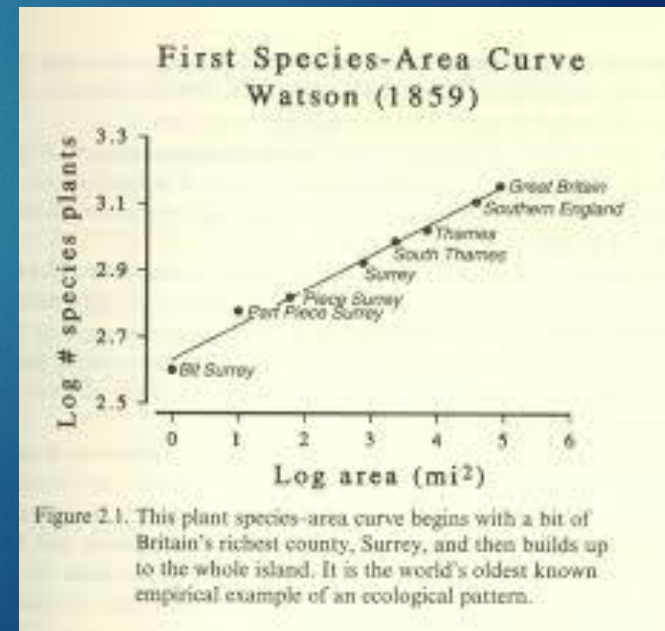
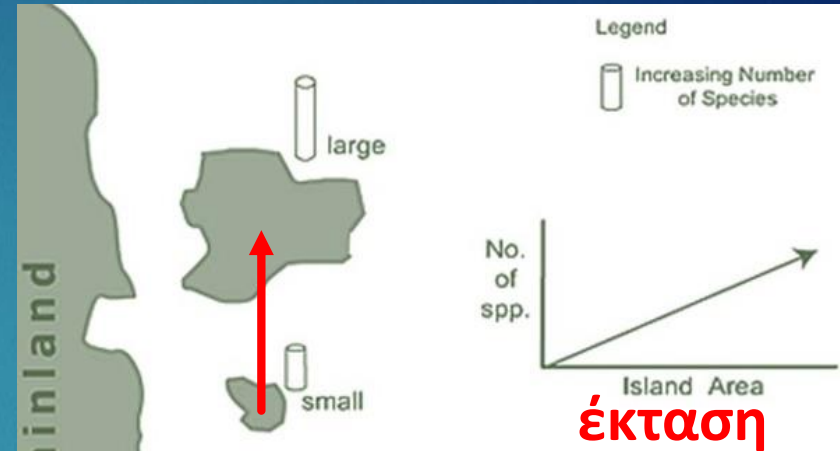


Σχέση έκτασης και αριθμού ειδών

- ▶ Ο αριθμός των ειδών σε ένα νησί αυξάνει όσο αυξάνεται η έκταση του νησιού
 - και μάλιστα αυτό ισχύει ανεξάρτητα από την ταξινομική ομάδα ή τα οικοσυστήματα που υπάρχουν στο νησί

Πρώτη φορά αναπαρίσταται η σχέση το 1859 από τον Watson

10 πλάσια έκταση → 2 πλάσια είδη



από Rosenzweig, 1995

Σχέση έκτασης και αριθμού ειδών

Το 1920 ο Arrhenius πρότεινε μία εκθετική εξίσωση που συνδύαζε τον αριθμό των ειδών με την έκταση

$$S = c A^z$$

S αριθμός ειδών
A έκταση του νησιού
c, z σταθερές



είναι ένας από τους
ελάχιστους «νόμους»
της οικολογίας
(Schoener, 1976)

$$S = c A^z$$

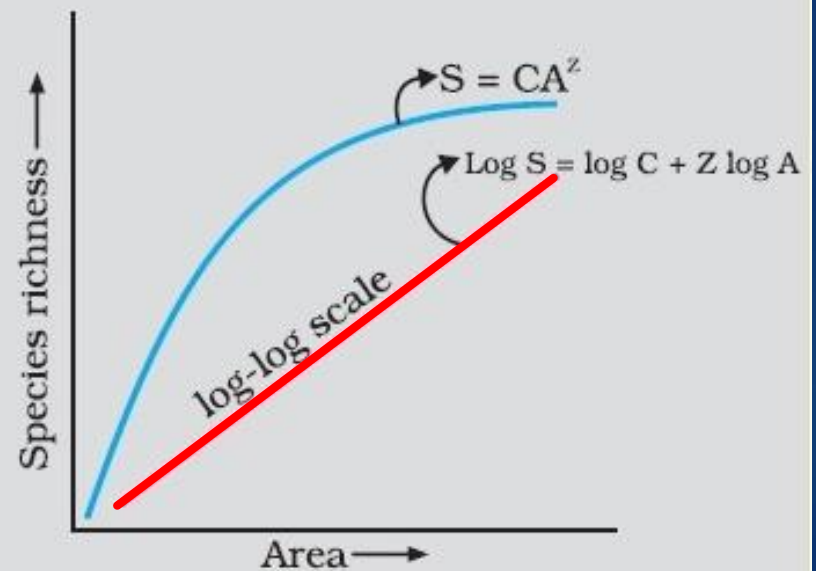
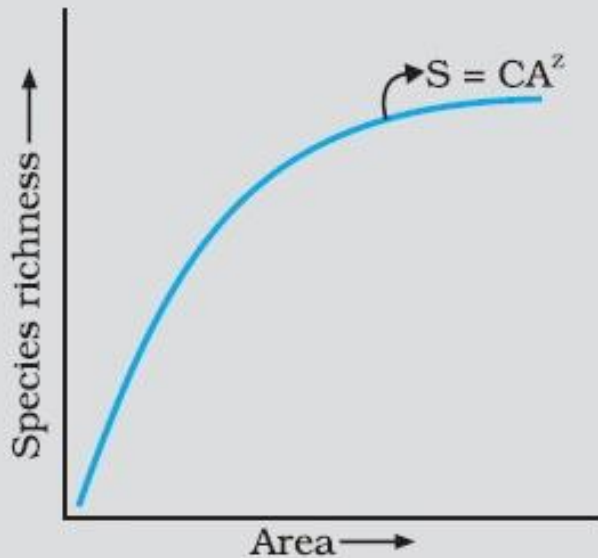


Με λογαρίθμηση
η σχέση γίνεται
γραμμική

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

S αριθμός ειδών
A έκταση του νησιού
c, z σταθερές

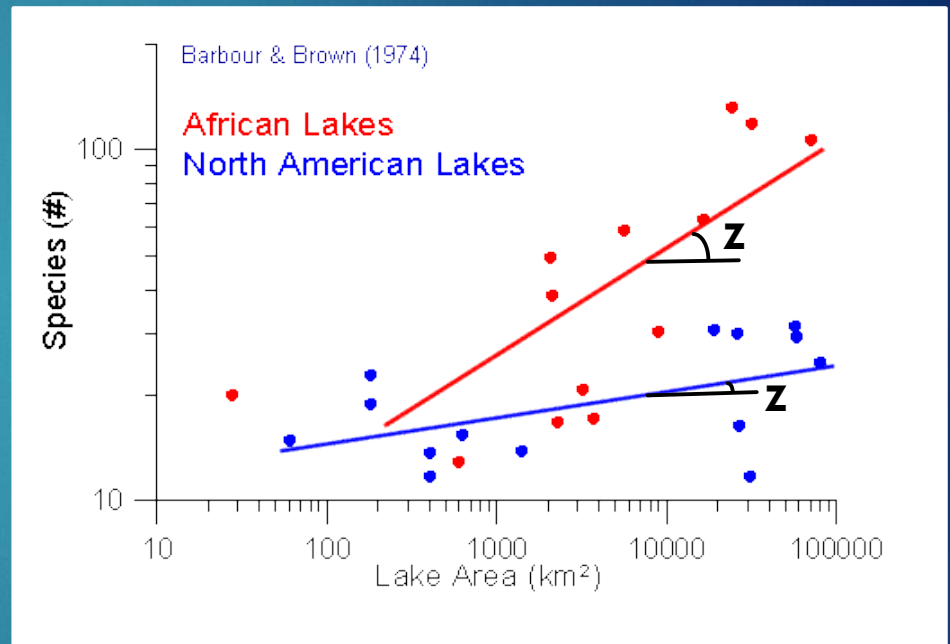
S αριθμός ειδών,
A έκταση του νησιού
z κλίση της ευθείας
c σταθερά (σημείο τομής με άξονα Y)



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

το **Z** δείχνει την κλίση της ευθείας, δηλαδή τη μεταβολή του αριθμού των ειδών ανάλογα με την έκταση

- μεγάλη κλίση δείχνει μεγάλη μεταβολή του S με την αύξηση της έκτασης
- μικρή κλίση δείχνει μικρή μεταβολή του S με την αύξηση της έκτασης

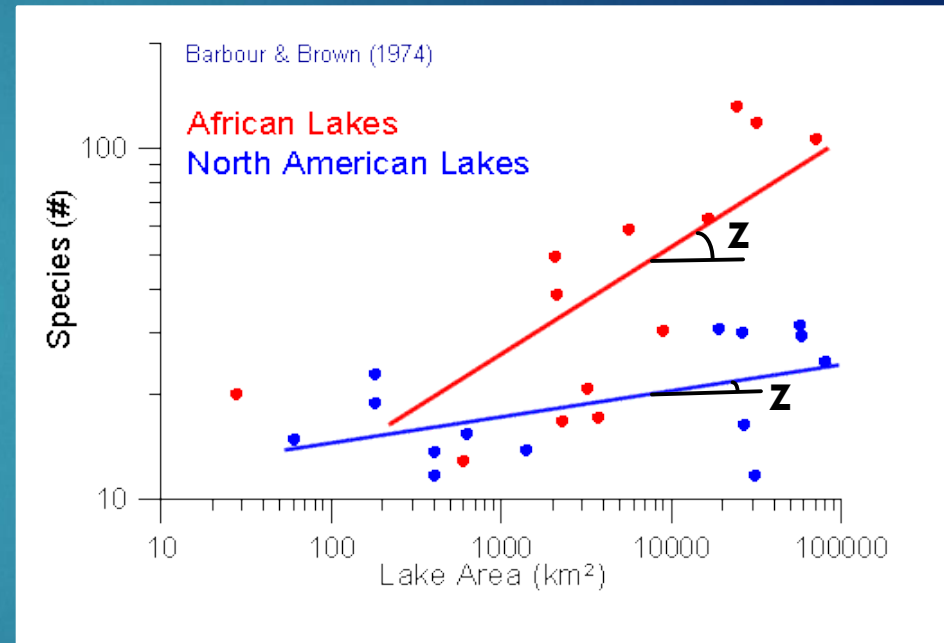


$$\log S = \log c + Z \log A$$

το **Z** έχει σχέση με το νησιωτικό συγκρότημα:

Ηλικία των νησιών

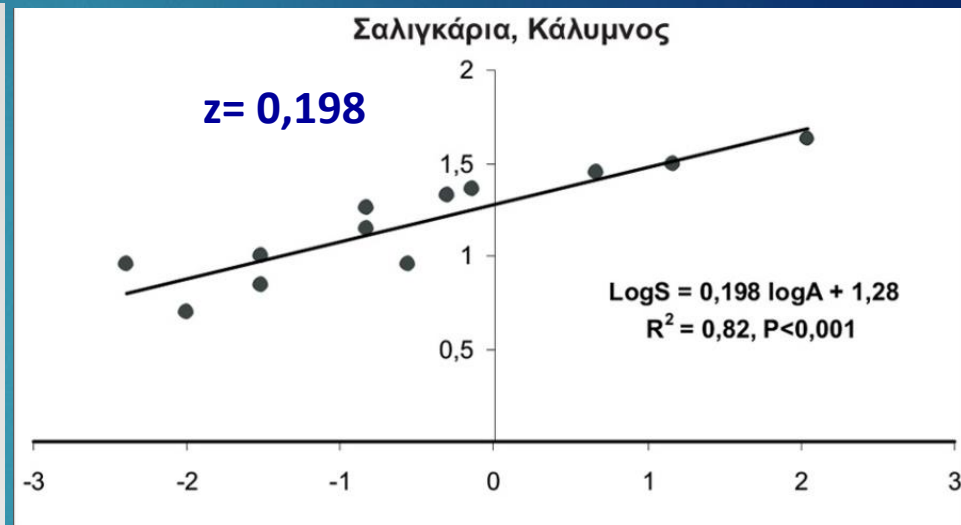
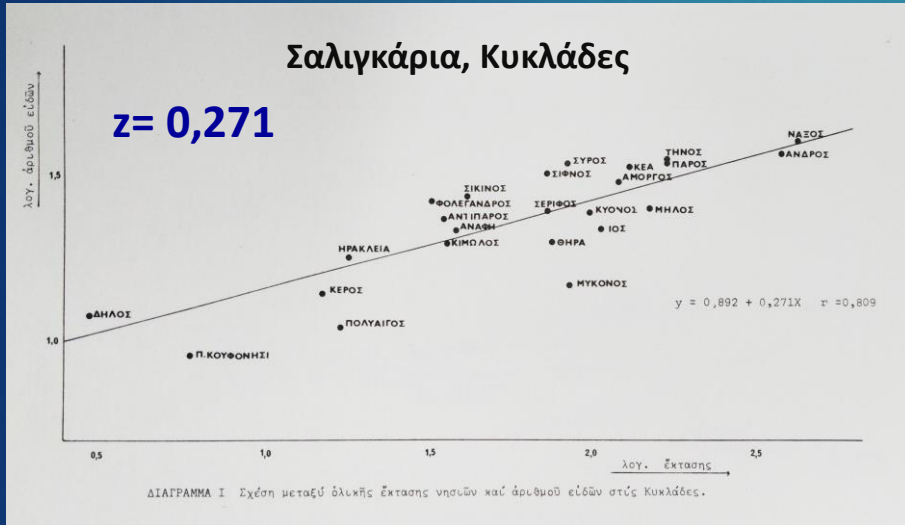
- Αφρικάνικες Λίμνες πολύ παλαιότερες (> 1 εκατομμύριο χρόνια),
- Βορειοαμερικάνικες Λίμνες σχετικά πρόσφατες (< 10.000 χρόνια).



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

το **z** έχει σχέση με το νησιωτικό συγκρότημα:

Απομόνωση των νησιών (απόσταση ή/και ηλικία)



Μυλωνάς (1982): Χερσαία μαλάκια Κυκλάδων

Τριάντης (2006): 12 νησιά στο συγκρότημα της Καλύμνου



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

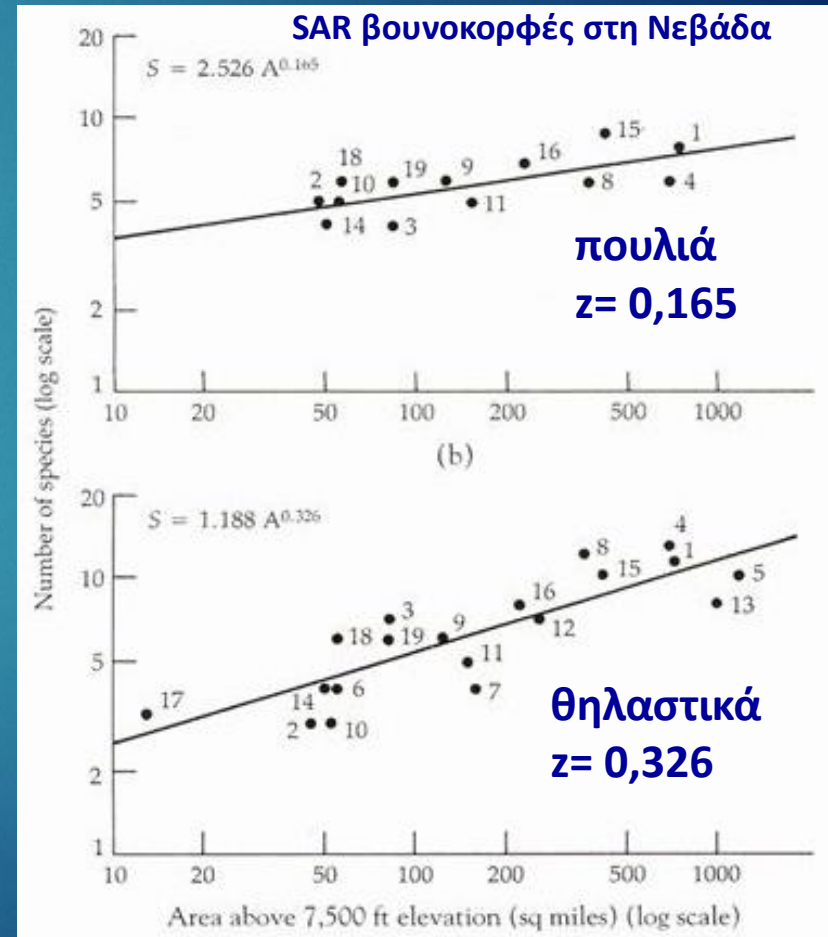
για το ίδιο νησιωτικό συγκρότημα

το **z** έχει σχέση με τη ικανότητα διασποράς του τάξου.

- Η κλίση είναι **μικρότερη** για οργανισμούς με **καλή ικανότητα διασποράς**.
- Η κλίση είναι **μεγαλύτερη** για οργανισμούς με **χαμηλότερη ικανότητα διασποράς**.

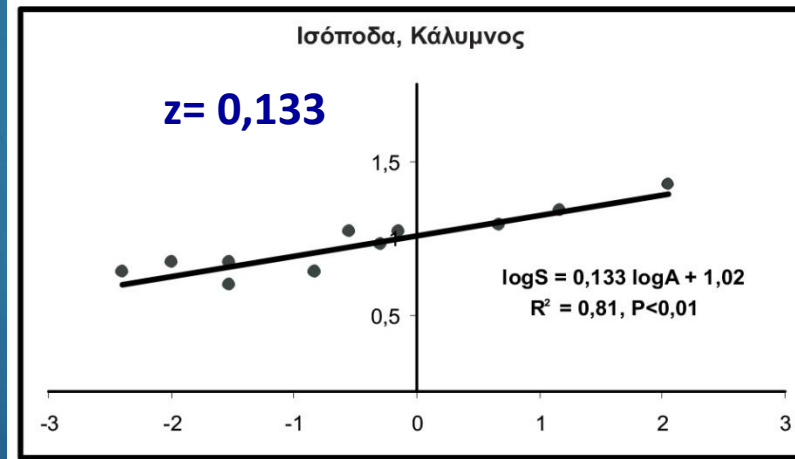
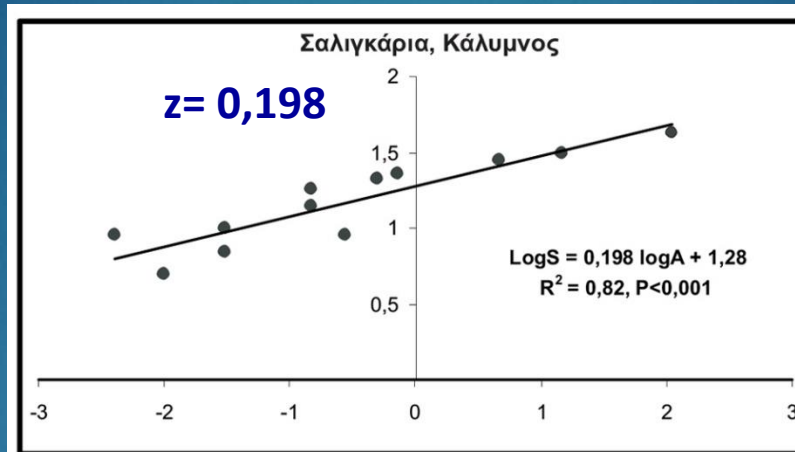
SAR για βουνοκορφές στη Νεβάδα:

Οι βουνοκορφές αποτελούν **βιοτοπικό νησί** για τα **θηλαστικά** (πιο χαμηλά από τις βουνοκορφές υπάρχει έρημος), ενώ για τα περισσότερα **πουλιά** η έρημος δεν αποτελεί φράγμα, ούτε οι βουνοκορφές βιοτοπικό νησί.



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

το **z** έχει σχέση με τη ικανότητα διασποράς του τάξου.



Τριάντης (2006):
συγκρότημα της
Καλύμνου (12 νησιά) .

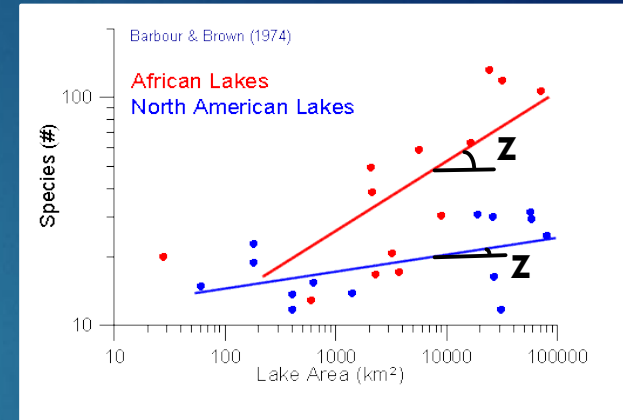
$$\log S = \log c + z \log A$$

MacArthur & Wilson (1967)

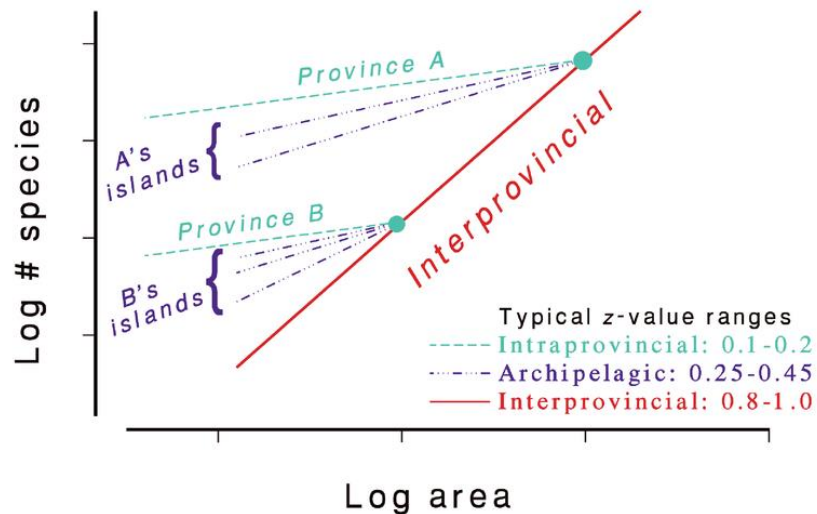
| | | |
|-----------|------------|---------|
| Πρόσφατα | Ηπειρωτικά | Ωκεάνια |
| 0,12-0,17 | 0,20-0,35 | >0,35 |

Rosenzweig (1995, 2004) νησιά στην

| | | |
|---------------|-------------|----------------------|
| ίδια επαρχία* | Αρχιπέλαγος | διαφορετικές επαρχία |
| 0,1-0,2 | 0,25-0,45 | 0,8-1,0 |



Three Scales of Species-Area Curve
Rosenzweig (1995, 2004)



Η κλίση **z** δείχνει τις επικρατούσες διαδικασίες και τη χρονική κλίμακα που δρουν και όχι μόνο την απομόνωση της περιοχής.

Επαρχία (province): περιοχή όπου τα είδη προέρχονται από ειδογένεση κυρίως. Rosenzweig 1995 *Species diversity in space and time* σ. 265.

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

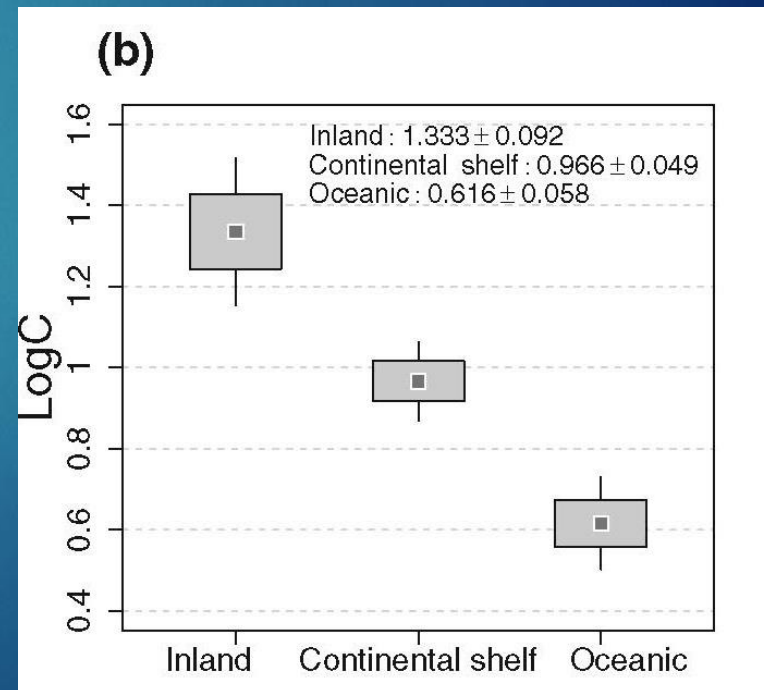
Το **c** έχει σχέση με το τάξο και την περιοχή

- Εξαρτάται από **περιβαλλοντικούς παράγοντες** και από την **α-ποικιλότητα** (MacArthur & Wilson, 1967),
- Δείχνει τον αριθμό των ειδών στη μονάδα έκτασης (Gould, 1979) (για το συγκεκριμένο εύρος τιμών),
- Μειώνεται με την αύξηση της απομόνωσης.

Triantis et al (2012) μειώνεται σταδιακά
Βιοτοπικά

↓
Ηπειρωτικής κρηπίδας

↓
Ωκεάνια



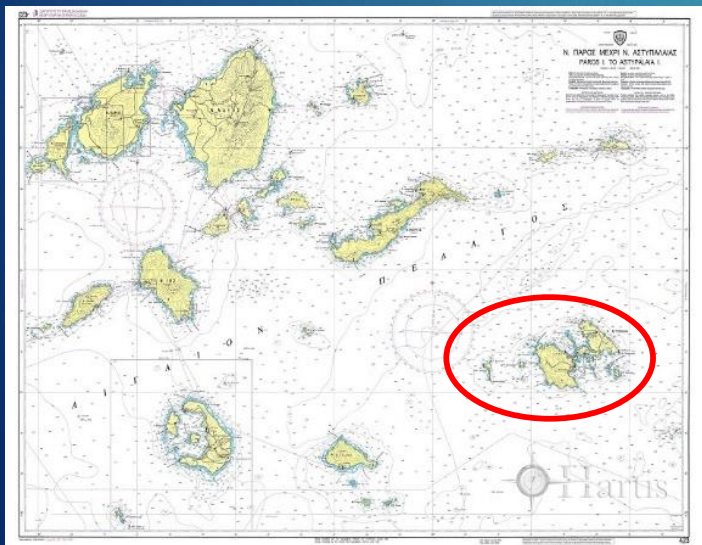
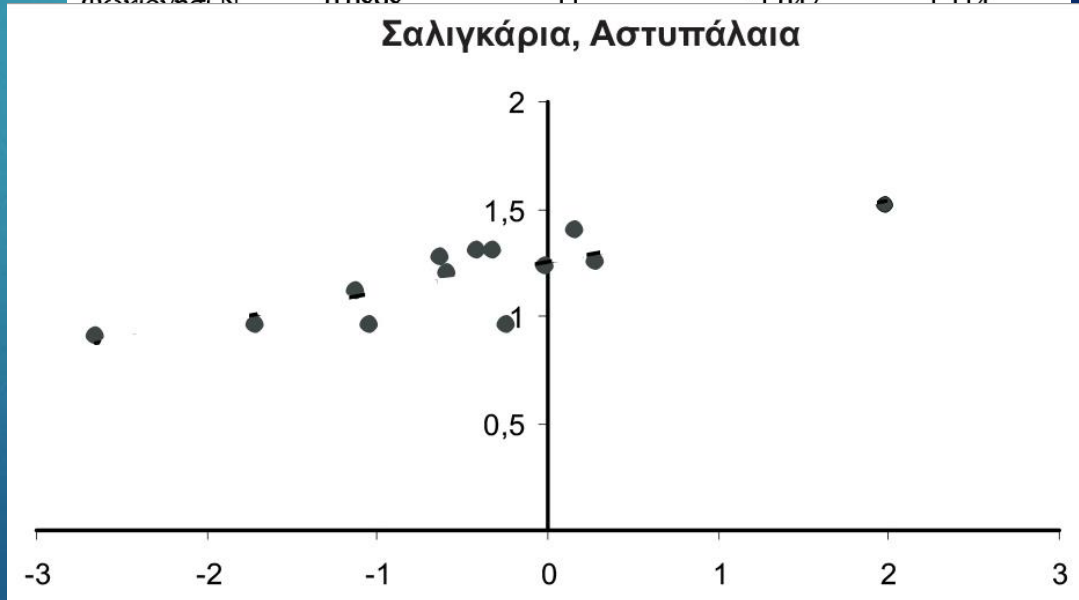
$$\log S = \log c + z \log A$$

Συγκρότημα Αστυπάλαιας με βάση τα χερσαία σαλιγκάρια

1. Κατασκευή πίνακα με αριθμό ειδών και έκταση για κάθε νησί.
2. Λογαρίθμηση των δεδομένων
3. Δημιουργία διαγράμματος διασποράς

| Νησί | (A) | (S) | LogA | LogS |
|--------------|---------|-----|---------|-------|
| Αστυπάλαια | 95,8700 | 33 | 1,982 | 1,505 |
| Οφιδούσα | 1,9120 | 18 | 0,281 | 1,255 |
| Κουνούποι | 1,4450 | 25 | 0,1599 | 1,398 |
| Ποντικούσα | 0,9700 | 17 | -0,0132 | 1,230 |
| Φωκιονήσι Μ. | 0,5700 | 9 | -0,244 | 0,954 |
| Κουτσομύτης | 0,4700 | 20 | -0,328 | 1,301 |
| Χόνδρος | 0,3850 | 20 | -0,415 | 1,301 |
| Αγ. Κυριακή | 0,2550 | 16 | -0,593 | 1,204 |
| Λιανός | 0,2350 | 19 | -0,629 | 1,279 |
| Φωκιονήσι Ν. | 0,0900 | 11 | -1,047 | 1,114 |

Σαλιγκάρια, Αστυπάλαια

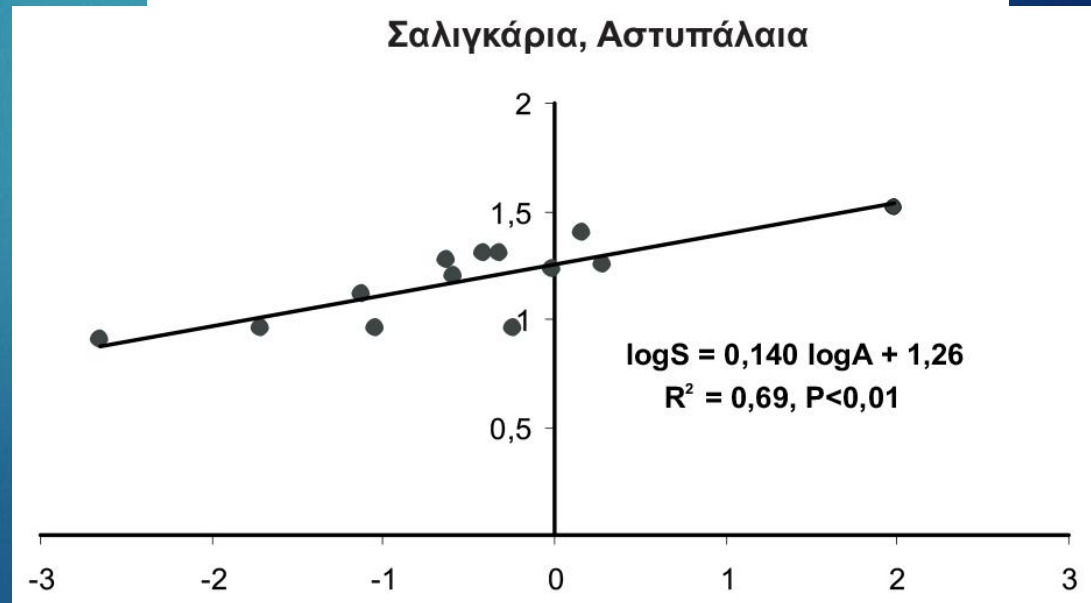
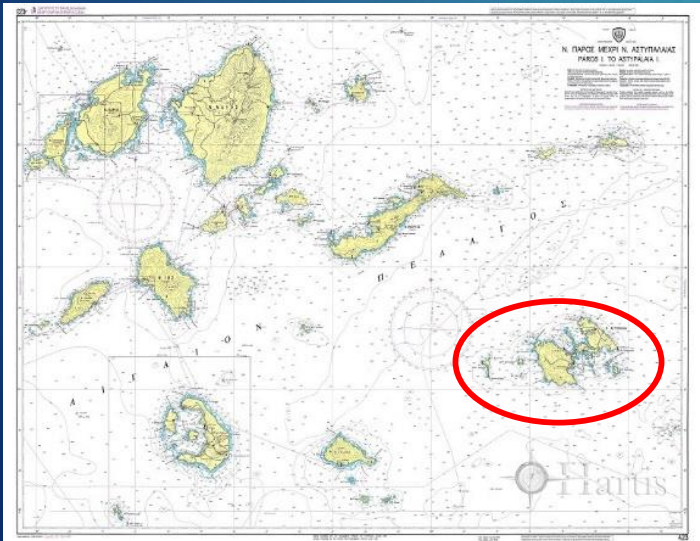


$$\log S = \log c + z \log A$$

Συγκρότημα Αστυπάλαιας με βάση τα χερσαία σαλιγκάρια

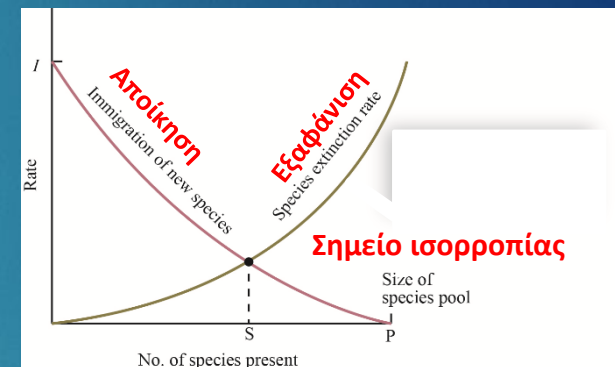
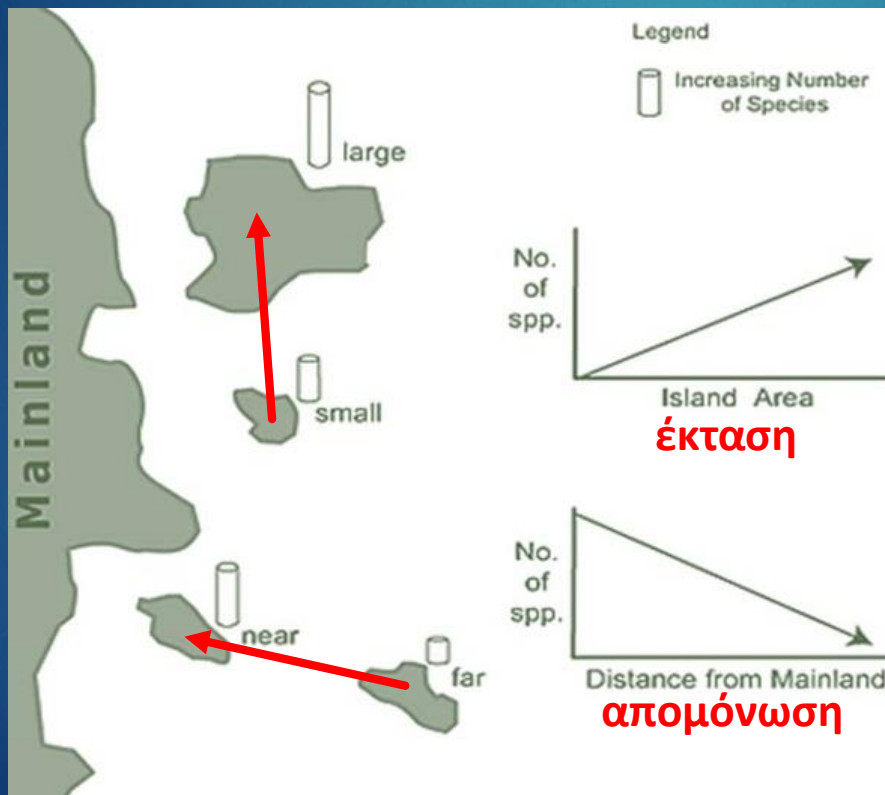
1. Κατασκευή πίνακα με αριθμό ειδών και έκταση για κάθε νησί.
2. Λογαρίθμηση των δεδομένων.
3. Δημιουργία διαγράμματος διασποράς.
4. Γραμμή και Εξίσωση.

| Νησί | (A) | (S) | LogA | LogS |
|--------------|---------|-----|---------|-------|
| Αστυπάλαια | 95,8700 | 33 | 1,982 | 1,505 |
| Οφιδούσα | 1,9120 | 18 | 0,281 | 1,255 |
| Κουνούπτοι | 1,4450 | 25 | 0,1599 | 1,398 |
| Ποντικούσα | 0,9700 | 17 | -0,0132 | 1,230 |
| Φωκιονήσι Μ. | 0,5700 | 9 | -0,244 | 0,954 |
| Κουτσομύτης | 0,4700 | 20 | -0,328 | 1,301 |
| Χόνδρος | 0,3850 | 20 | -0,415 | 1,301 |
| Αγ. Κυριακή | 0,2550 | 16 | -0,593 | 1,204 |
| Λιανός | 0,2350 | 19 | -0,629 | 1,279 |
| Φωκιονήσι Ν. | 0,0898 | 11 | -1,047 | 1,114 |
| Τηγάνι | 0,0748 | 13 | -1,126 | 1,114 |
| Φτενό | 0,0194 | 9 | -1,712 | 0,954 |
| Διαπόρι | 0,0023 | 8 | -2,648 | 0,903 |



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. σχέση έκτασης και αριθμού ειδών,
2. απομόνωση (αποίκιση),
3. αντικατάσταση (αποίκιση, εξαφάνιση).



Απομόνωση

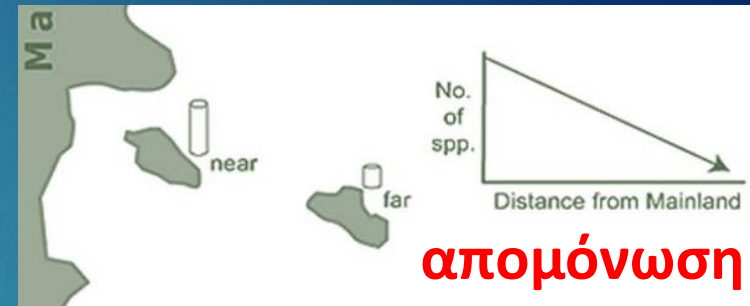
Αριθμός των ειδών μειώνεται με την απομόνωση απόσταση ή ηλικία

$$S = k_1 e^{-k_2 (I_2)}$$

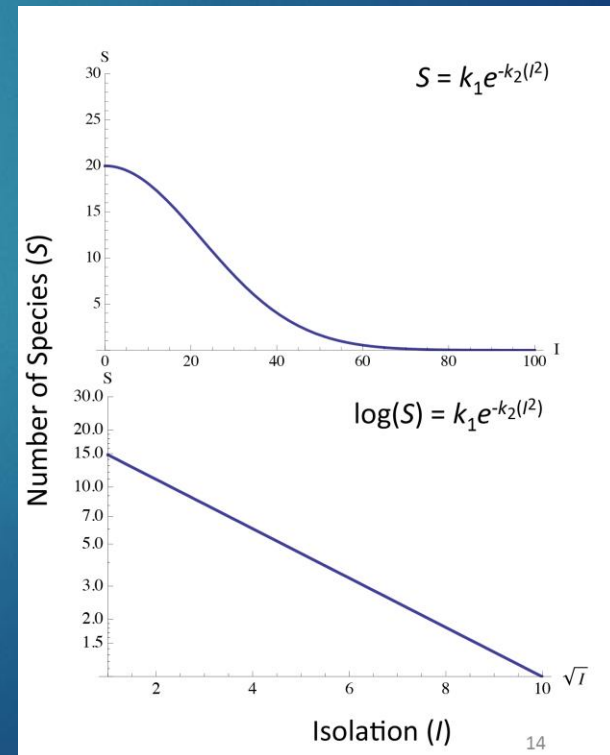
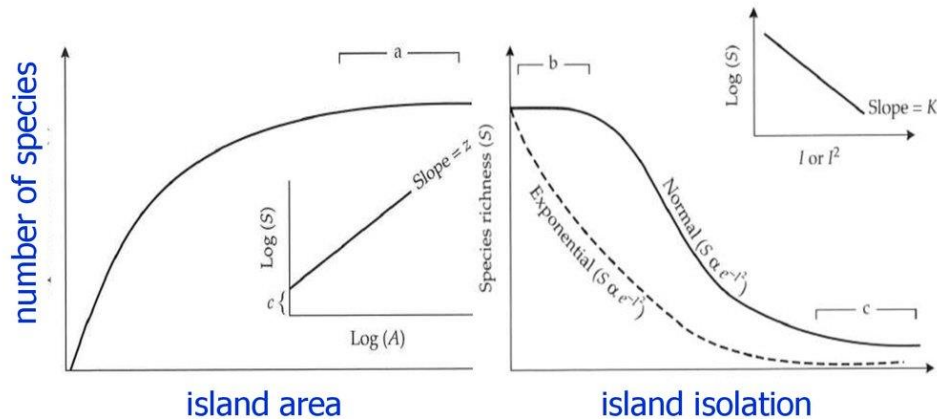
S αριθμός ειδών

I απομόνωση

k_1, k_2 σταθερές



Number of species vs. island isolation



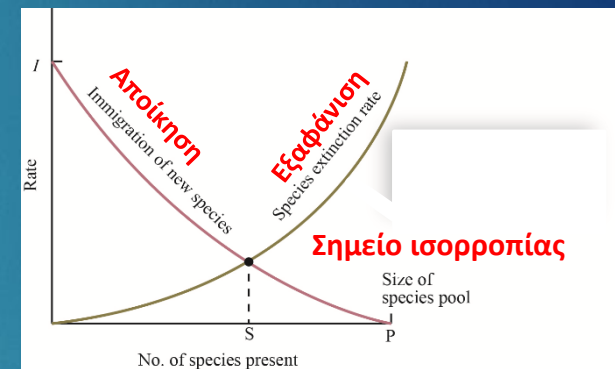
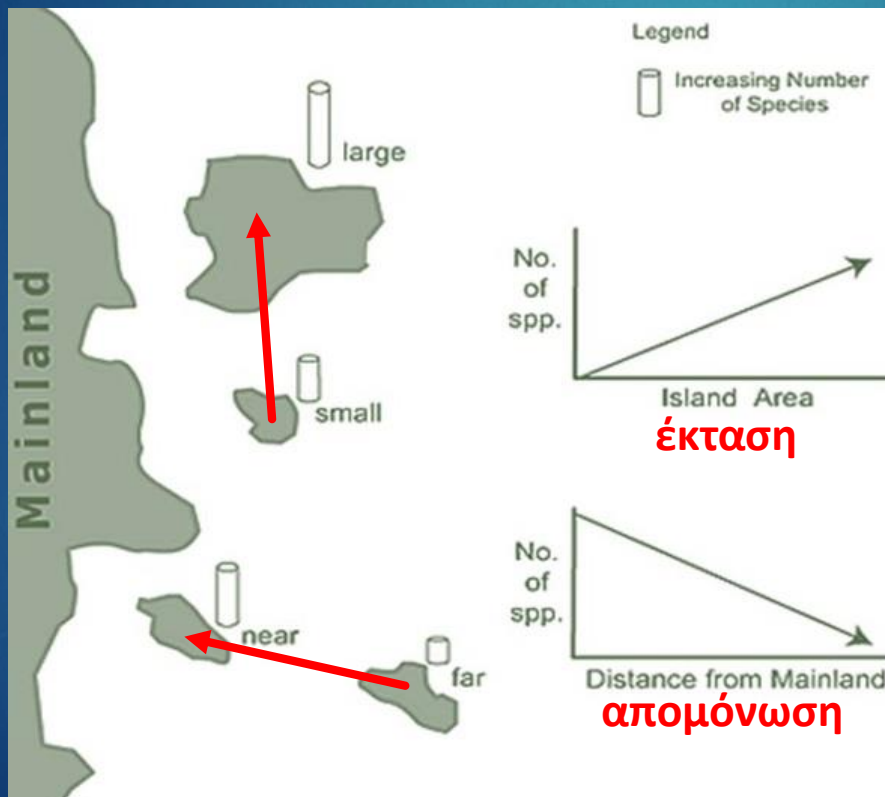
Απομόνωση

όσο αυξάνει η απόσταση
τόσο μειώνεται ο αριθμός των ειδών



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. σχέση έκτασης και αριθμού ειδών,
2. απομόνωση (αποίκιση),
3. αντικατάσταση (αποίκιση, εξαφάνιση).

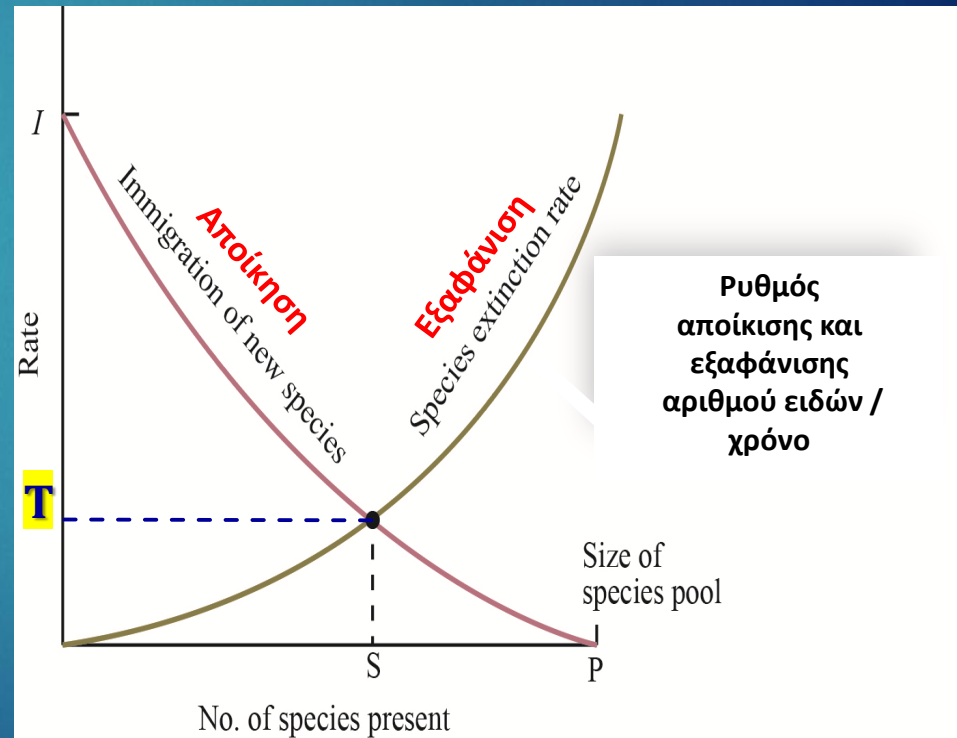
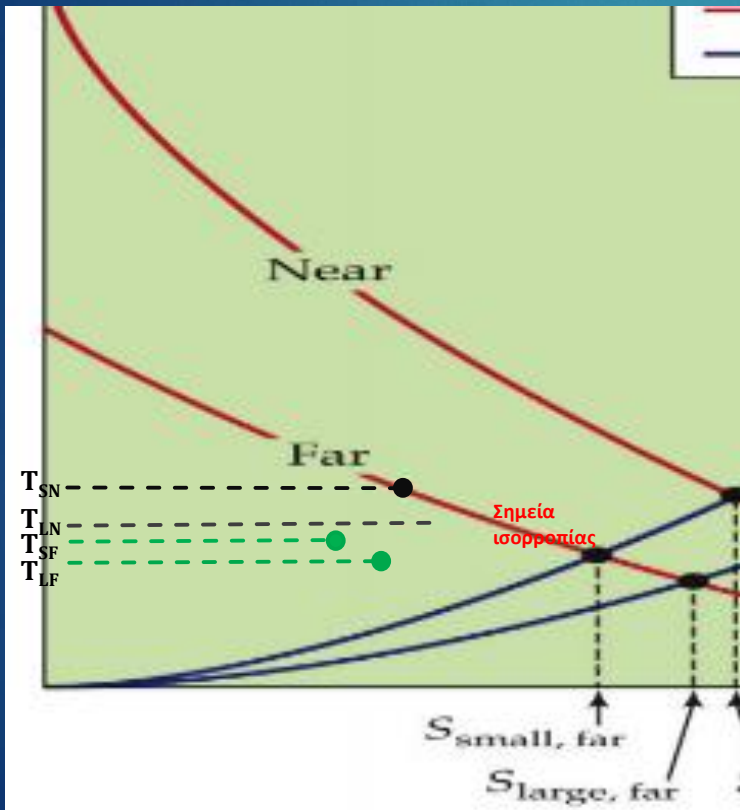


Αντικατάσταση

Αντικατάσταση = η αλλαγή στη σύνθεση των ειδών

Ρυθμός αντικατάστασης

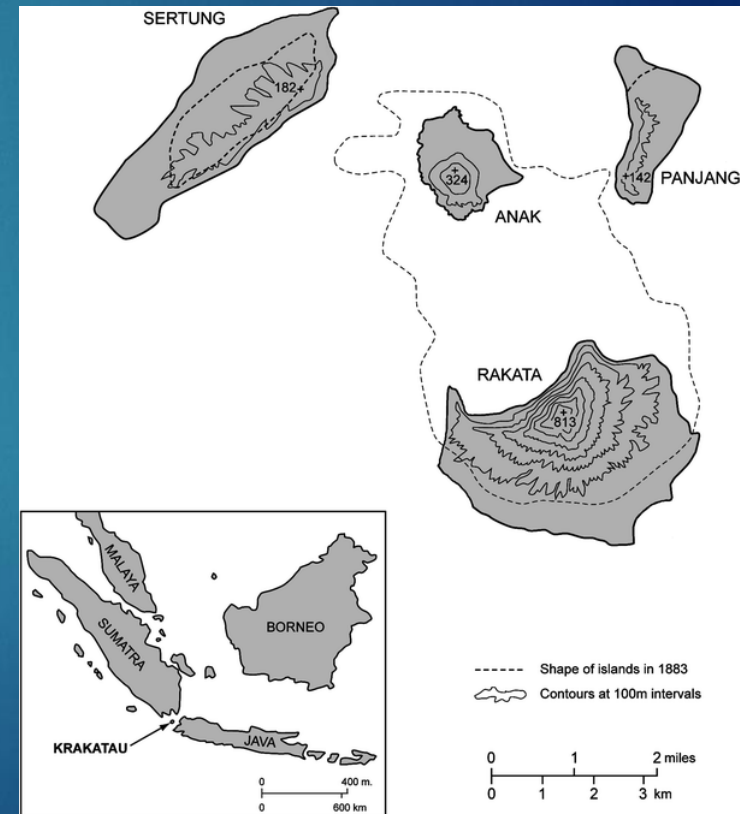
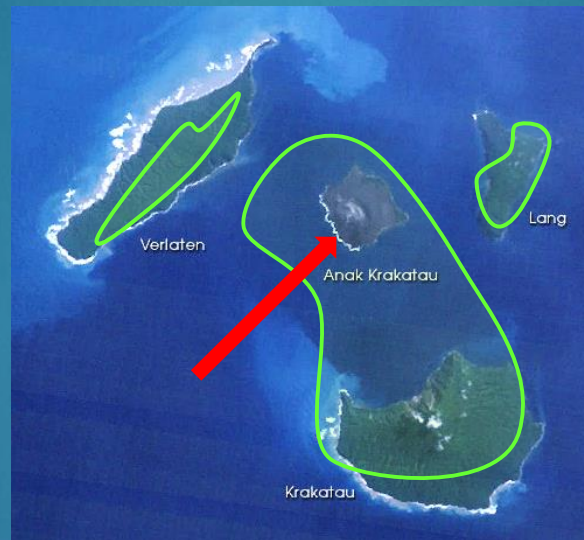
T : είδη που αποικίζουν/χρόνο - είδη που εξαφανίζονται/χρόνο



Αντικατάσταση

Η ηφαιστειακή έκρηξη του Krakatau το 1883, αποτελεί παράδειγμα για αντικατάσταση.

καλά δεδομένα για πολλές ομάδες οργανισμών και για τις εξαφανίσεις ειδών και την αποίκιση με νέα είδη.



Αντικατάσταση

Η αποίκιση και η εξαφάνιση των πουλιών στο 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 |

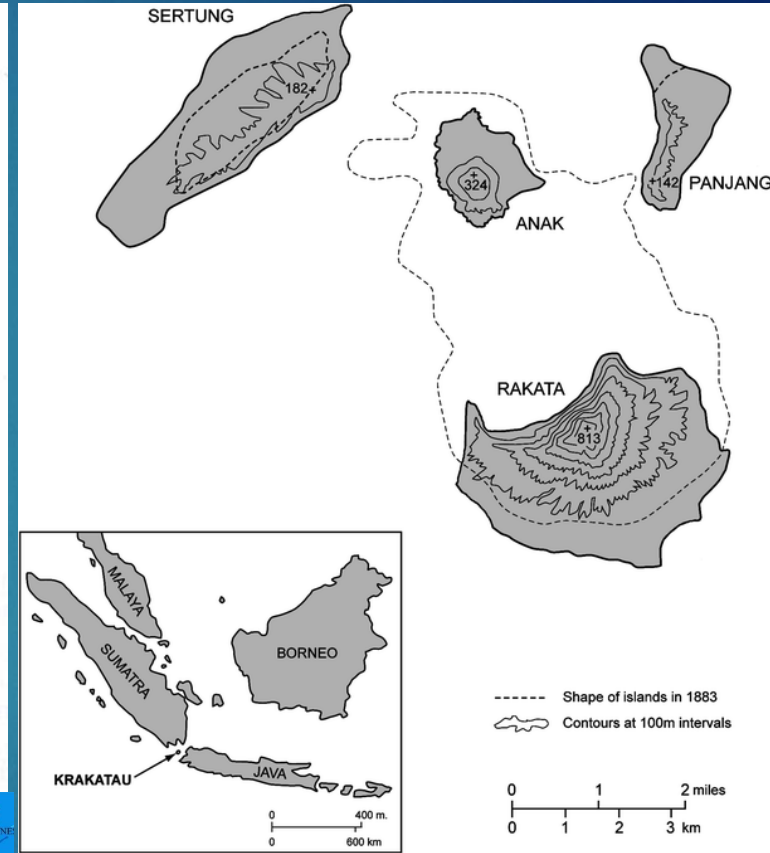
} **18**
} **-1**
} **5**
} **28**

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 |

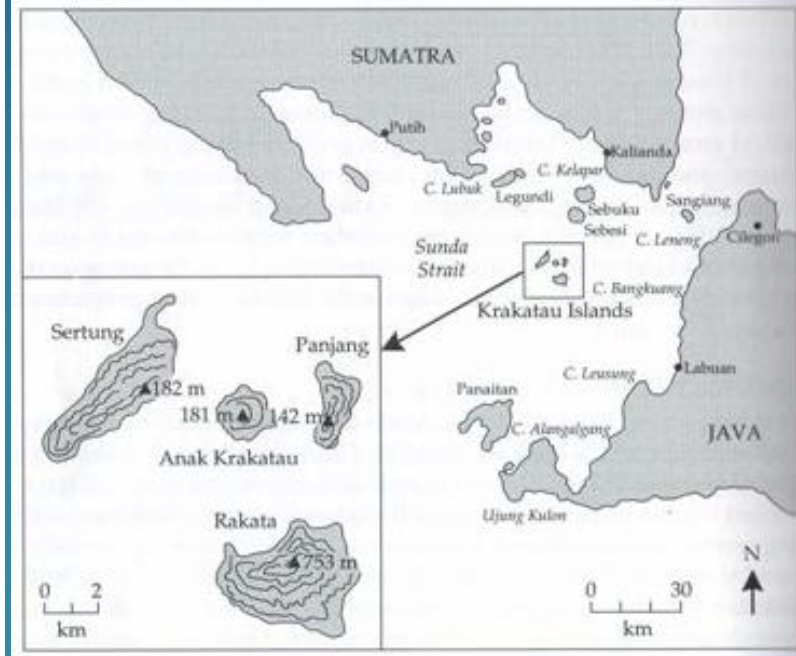
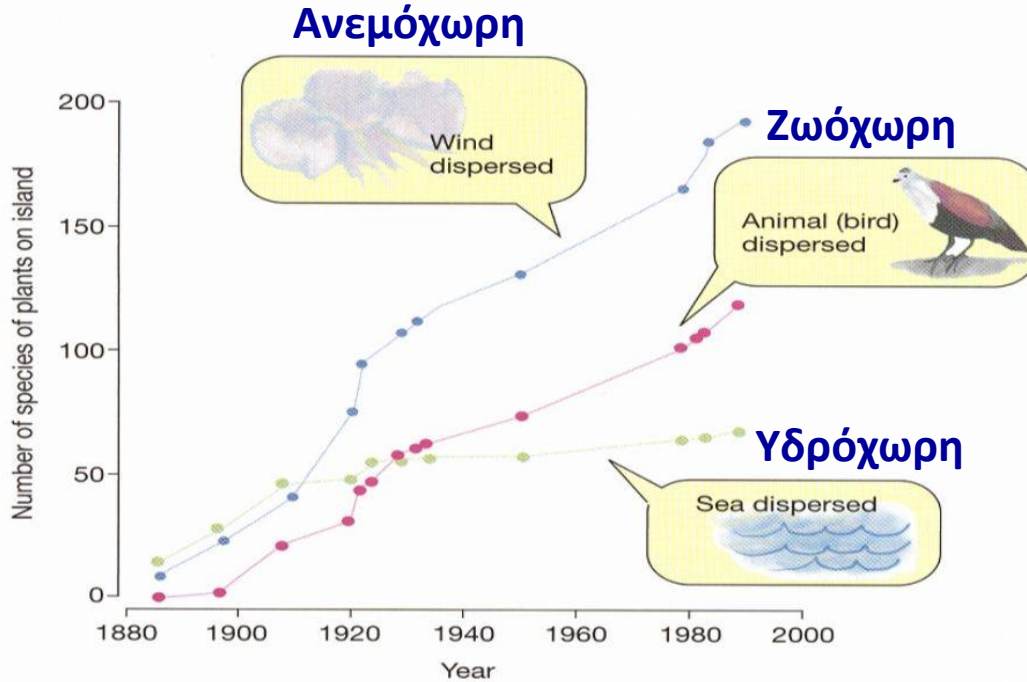
Source: After MacArthur and Wilson 1967.

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.



Αντικατάσταση

Παθητική διασπορά φυτών



Wind, sea-dispersed organisms disproportionately abundant initially on Krakatau Island; all represent waif dispersal

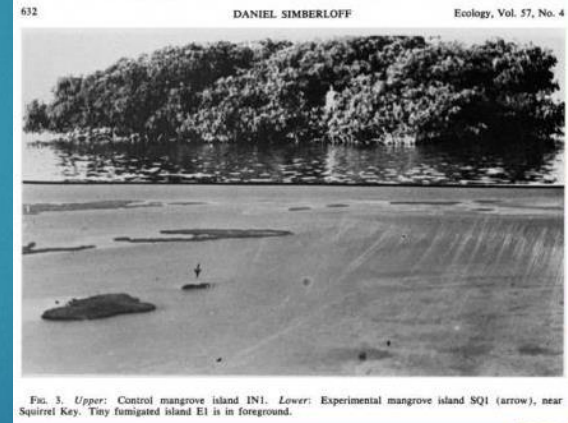
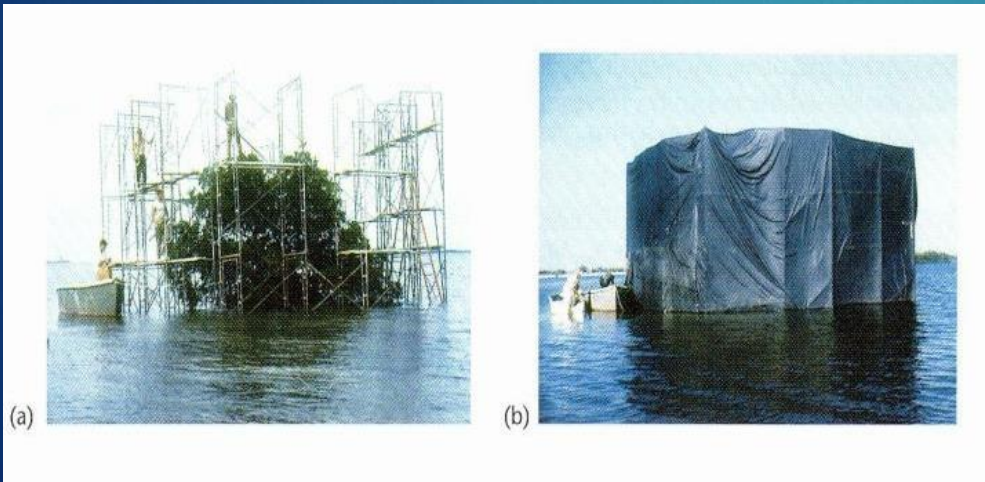


Αντικατάσταση

Πείραμα Simberloff & Wilson 1969

Η αποίκιση, η αντικατάσταση και η ισορροπία στα νησιά Florida Keys.

- 2 νησιά ως control, 6 νησιά για πείραμα.
 - ▶ Απεντόμωσαν νησιά, μείωσαν έκταση νησιών.
 - ▶ Παρακολούθηση αποίκησης & αντικατάστασης σε **κοντινά – μακρινά, μεγάλα – μικρά.**



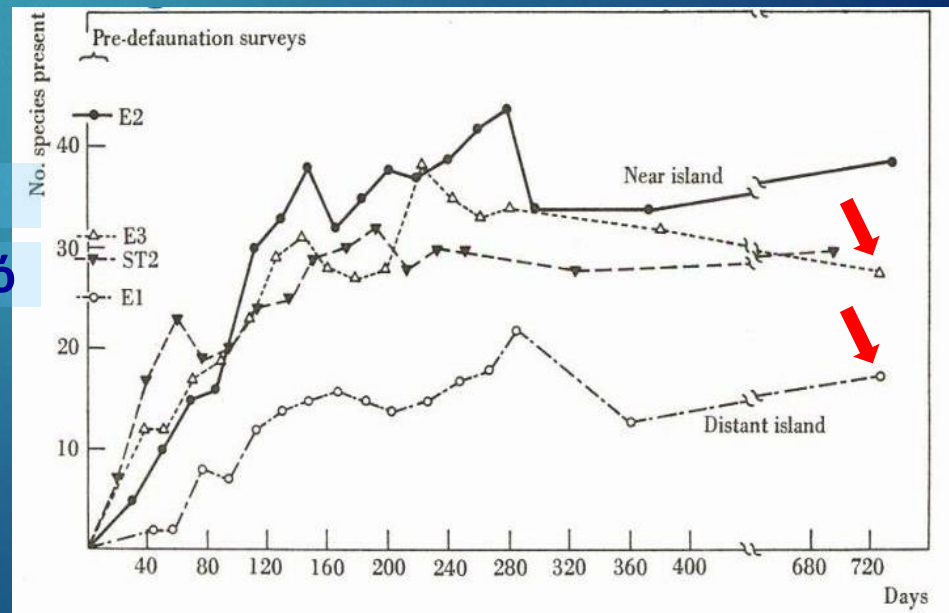
Αντικατάσταση

Πείραμα Simberloff & Wilson 1969

- Η έκταση παίζει ρόλο στον αριθμό των ειδών
 - ▶ Μείωση έκτασης, Αριθμός ειδών μειώθηκε.
- Η απομόνωση παίζει ρόλο στον αριθμό των ειδών
 - ▶ Μακρινά νησιά λιγότερα είδη – κοντινά νησιά περισσότερα είδη.
- Υπάρχει Σημείο Ισορροπίας, αλλά η σύνθεση των ειδών άλλαξε σημαντικά.
 - ▶ Ισορροπία στα κοντινά
 - ▶ Λιγότερα είδη στα μακρινά

E3: Κοντινό

E1: Μακρινό

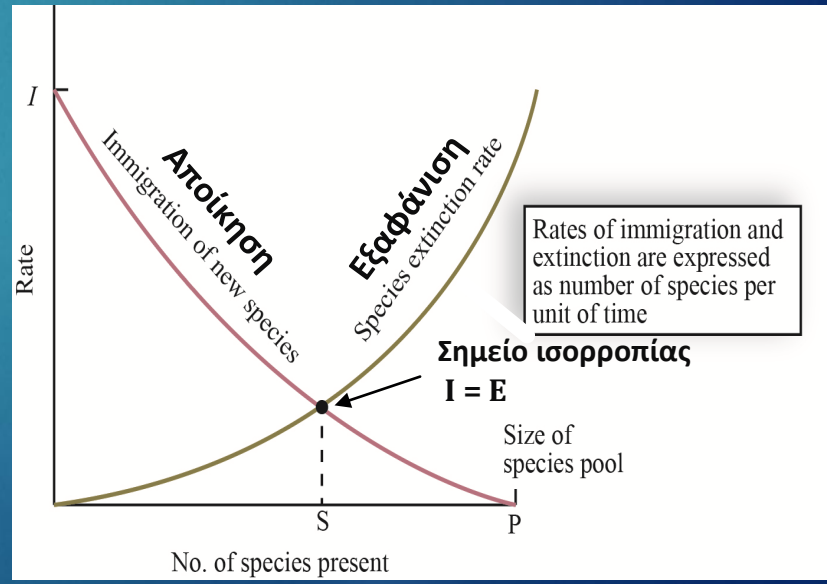
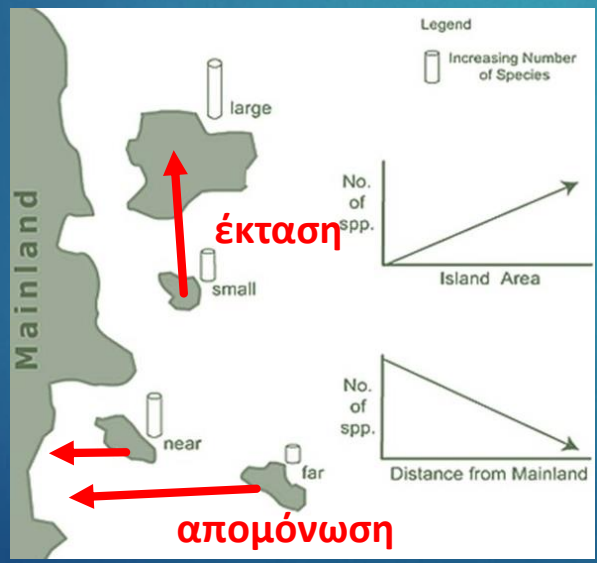


Νησιωτική βιογεωγραφία

► Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Αποίκιση & Εξαφάνιση:

- Σχέση έκτασης και αριθμού ειδών,
- Απομόνωση (απόσταση, ηλικία),
- Αντικατάσταση (χρόνο).



Νησιωτική βιογεωγραφία

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Ο αριθμός ειδών σε ένα νησί είναι προϊόν μιας δυναμικής ισορροπίας, της **εξαφάνισης** και της **αποίκισης**.

Είναι δυναμική ισορροπία καθώς η αποίκιση και η εξαφάνιση είναι αντίθετες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, που παρόλες τις αλλαγές διατηρούν σταθερό τον αριθμό ειδών, και ο οποίος είναι ανεξάρτητος από τις αλλαγές στη σύνθεση των ειδών.

- ▶ Η **αποίκιση** σχετίζεται με την **απόσταση**.
- ▶ Η **εξαφάνιση** σχετίζεται με την **έκταση**.

Επιπλέον παράγοντες και χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν τη ζωή στα νησιά.

Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

Τρία φαινόμενα που παραβαίνουν το μοντέλο ισορροπίας

1. Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect).
2. Φαινόμενο στόχου (target area effect).
3. Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect).



Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)



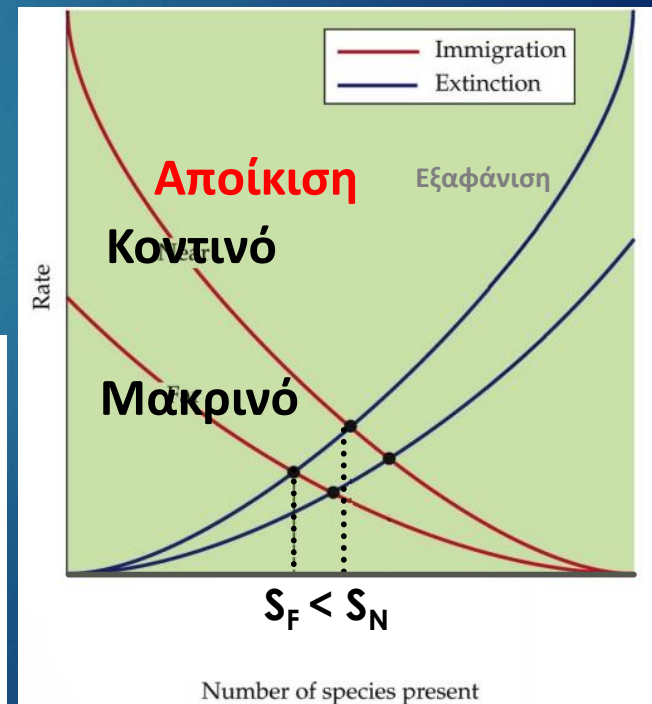
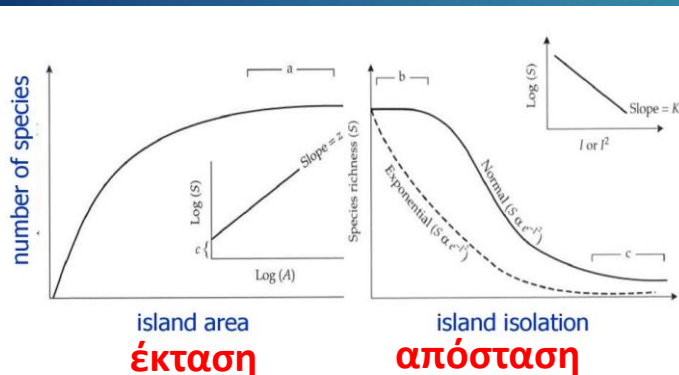
Ο ρυθμός αποίκησης σχετίζεται με την απόσταση

(Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967).

Ο αριθμός των ατόμων που φτάνουν σε ένα νησί θα πρέπει να είναι ικανός ώστε να δημιουργηθεί βιώσιμος πληθυσμός.


Σε ένα μακρινό νησί φτάνουν λιγότερα άτομα σε σχέση με ένα κοντινό νησί.

Ένα είδος που δεν αντιπροσωπεύεται από αρκετά άτομα (μη βιώσιμος πληθυσμός), κινδυνεύει με εξαφάνιση, όμως μπορεί να διασωθεί εφόσον υπάρχει εισροή νέων ατόμων από την πηγή.



Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)



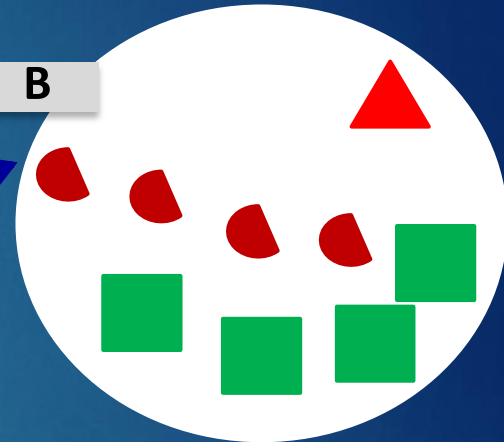
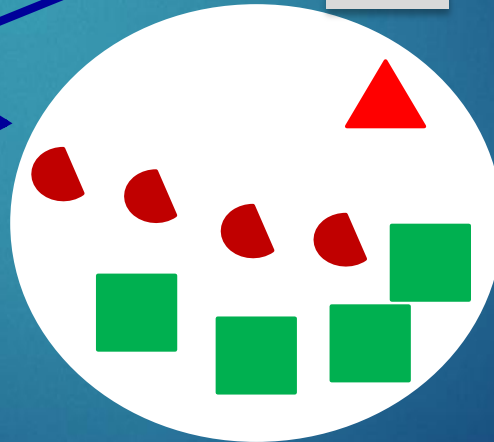
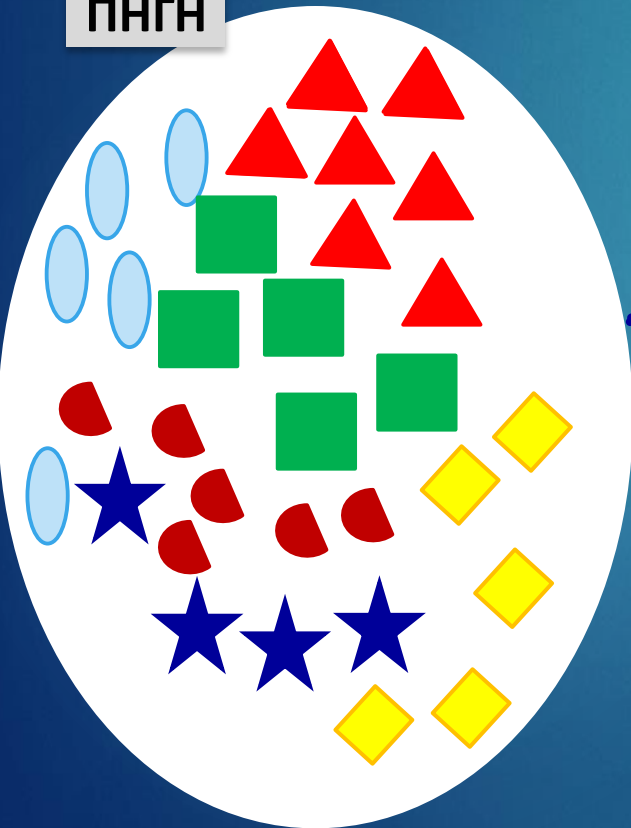
Το είδος  δεν αντιπροσωπεύεται από αρκετά άτομα και κινδυνεύει με εξαφάνιση, όμως μπορεί να διασωθεί εφόσον υπάρχει **εισροή νέων ατόμων από την πηγή**. Αυτό είναι πιο εφικτό για το κοντινό νησί.

ΠΗΓΗ

Απόσταση

A

B



Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)



Brown & Kodric-Brown (1977): Αρθρόποδα (έντομα και αράχνες) πάνω σε γαϊδουράγκαθα (*Cirsium neomexicanum*) στην ημιέρημο της Αριζόνας.

Αποίκιση, Εξαφάνιση, Αντικατάσταση σε
Γαϊδουράγκαθα - βιοτοπικά νησιά.

Αριθμός των ατόμων και των ειδών

- αυξανόταν όσο αυξανόταν το μέγεθος του φυτού,
- μειωνόταν με την αύξηση της απόστασης από το κοντινότερο φυτό,
- δυναμική ισορροπία στο ρυθμό αφίξεων και εξαφανίσεων.

Συμφωνεί με το μοντέλο των MacArthur & Wilson 1967.

Ecology (1977) 58: pp. 445-449

TURNOVER RATES IN INSULAR BIOGEOGRAPHY: EFFECT OF IMMIGRATION ON EXTINCTION¹

JAMES H. BROWN AND ASTRID KODRIC-BROWN
Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721 USA

Abstract. Demographic and genetic contributions from conspecific immigrants tend to reduce extinction rates of insular populations. The MacArthur-Wilson model of island biogeography is modified to provide for this effect of immigration on extinction, which we call the rescue effect. This new model predicts that when immigration rates are high relative to extinction rates, turnover rate is directly related to the distance between an island and the source of colonizing species. A field study of the distribution of arthropods among isolated plants supports the model.

Key words: Arizona; biogeography; colonization; extinction; insular biogeography; island; turnover.



Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)



Brown & Kodric-Brown (1977): Αρθρόποδα (έντομα και αράχνες) πάνω σε γαϊδουράγκαθα (*Cirsium neomexicanum*) στην ημιέρημο της Αριζόνας.

Αποίκιση, Εξαφάνιση, Αντικατάσταση σε
Γαϊδουράγκαθα - βιοτοπικά νησιά.

Αριθμός των ατόμων και των ειδών

- αυξανόταν όσο αυξανόταν το μέγεθος του φυτού,
- μειωνόταν με την αύξηση της απόστασης από το κοντινότερο φυτό
- δυναμική ισορροπία στο ρυθμό αφίξεων και εξαφανίσεων.

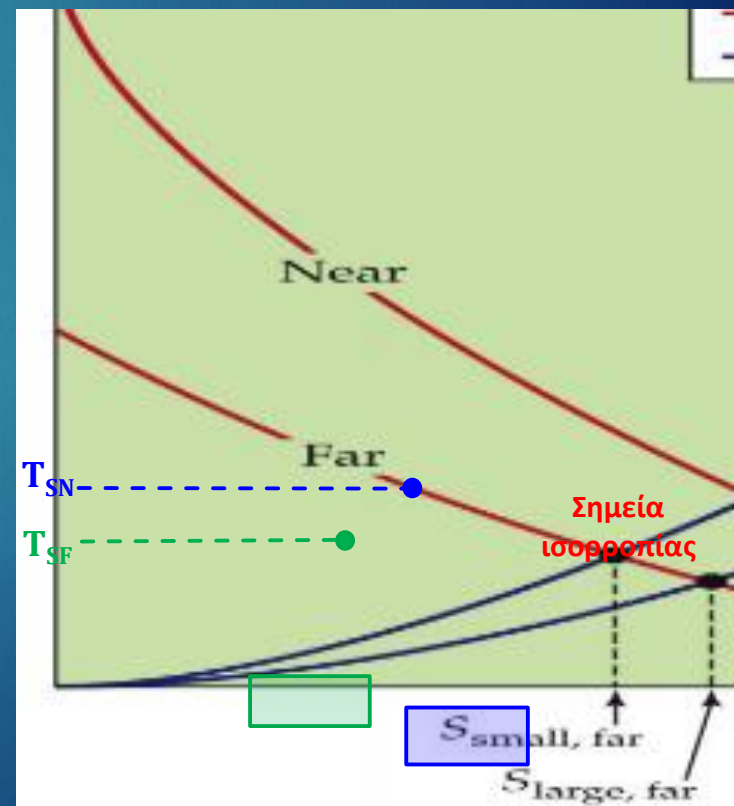
Συμφωνεί με το μοντέλο των MacArthur & Wilson 1967
αλλά...

Ο ρυθμός αντικατάστασης
μειωνόταν στα **κοντινά** σε σχέση
με τα πιο απομονωμένα.



Ο ρυθμός αντικατάστασης είναι
μεγαλύτερος στα κοντινά νησιά
ανεξάρτητα από το μέγεθος.

$$T_{SN} > T_{SF} \quad T_{LN} > T_{LF}$$



Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)
Η αποτροπή της εξαφάνισης ενός μικρού πληθυσμού μέσω της εισροής ατόμων από την πηγή.
2. Φαινόμενο στόχου (target area effect)
3. Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect)



2. Φαινόμενο στόχου (target area effect)

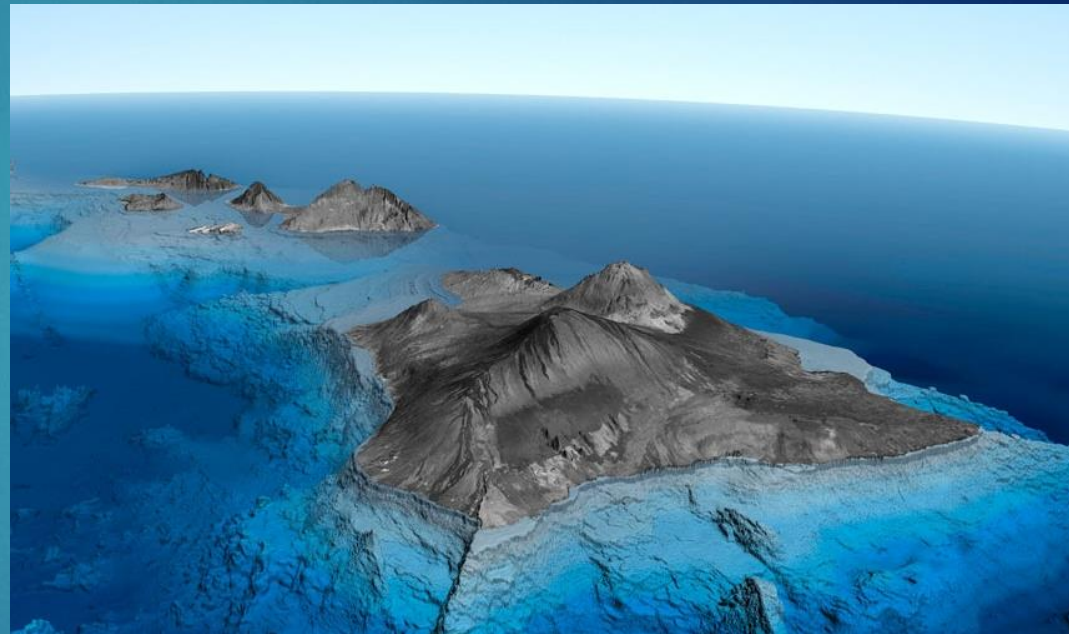


$$\log (S) = \log (c) + z \log (A)$$

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Πραγματική επιφάνεια:

- Ανάγλυφο,
- Ακτές,
- Επιφάνεια πρόσπτωσης.



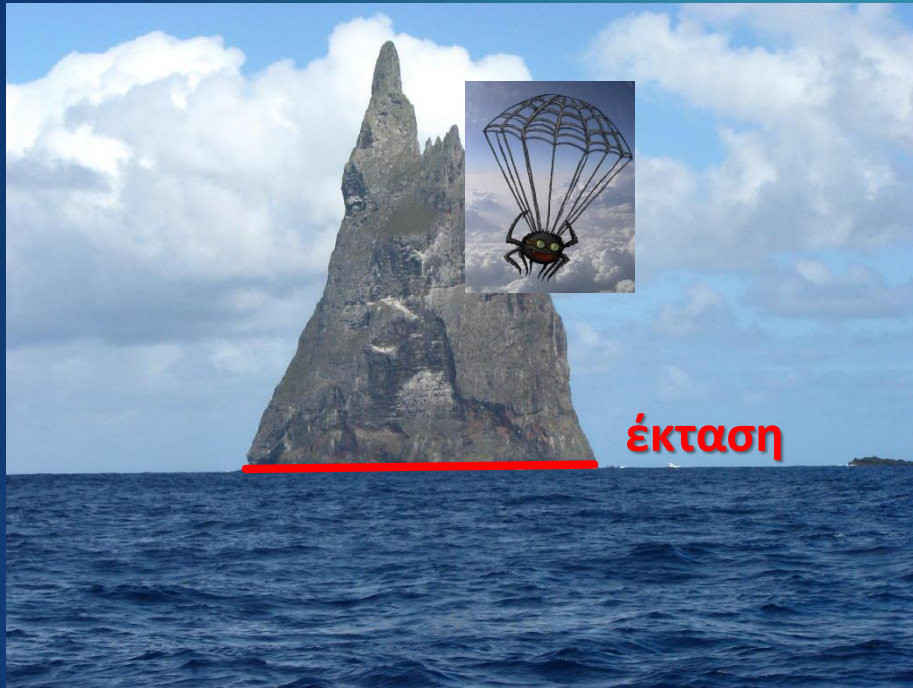
Φαινόμενο στόχου (target area effect)



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

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Ανάγλυφο: ύψος



Διαφορετικοί οργανισμοί μπορούν να φτάσουν, π.χ. με ανεμόχωρη διασπορά, και διαφορετικοί να επιβιώσουν.



Φαινόμενο στόχου (target area effect)



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

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Ανάγλυφο: ύψος



Λόγω υψομέτρου υπάρχουν
διαφορετικοί οικότοποι
άρα
διαφορετικοί οργανισμοί θα
εγκατασταθούν στο νησί.

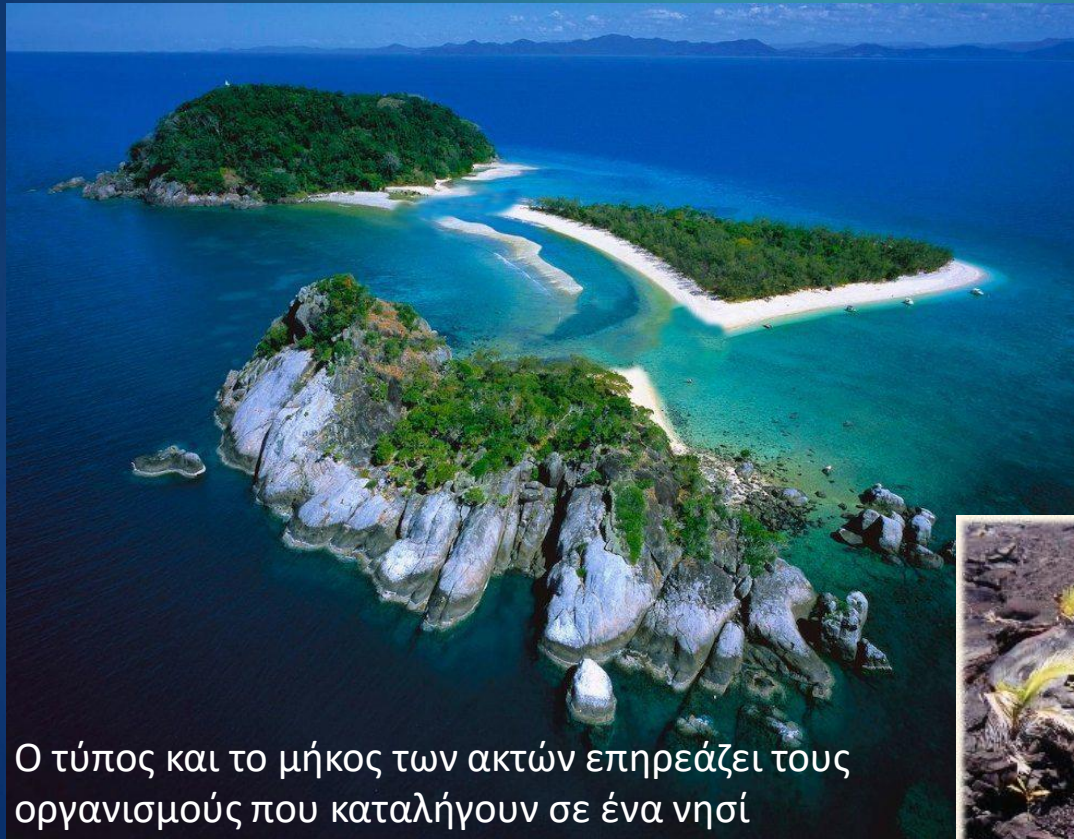
Φαινόμενο στόχου (target area effect)



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

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Ακτές: απότομες ή ήπιες



Ο τύπος και το μήκος των ακτών επηρεάζει τους οργανισμούς που καταλήγουν σε ένα νησί
(Buckley & Knedlhans, 1986).

Υδρόχωρη Διασπορά

Διαφορετικοί οργανισμοί μπορούν να αποικίσουν το νησί μέσω της υδρόχωρης διασποράς.



Φαινόμενο στόχου (target area effect)

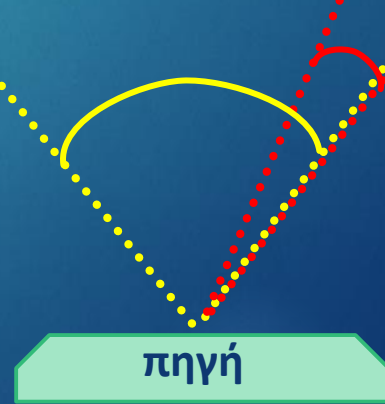
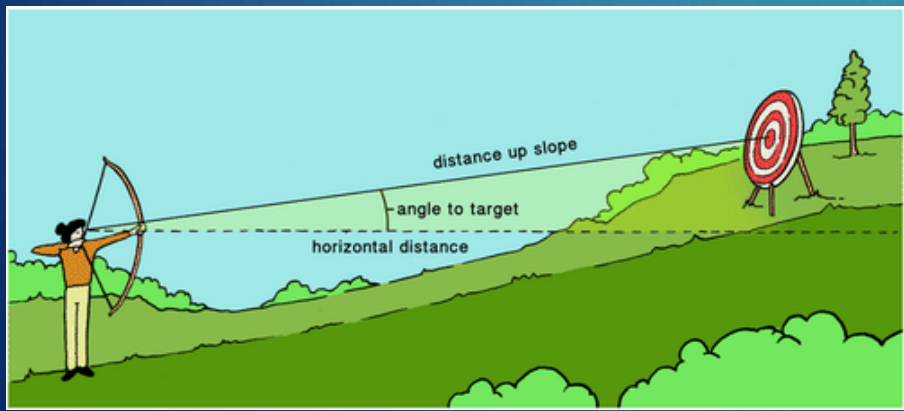


$$\log (S) = \log (c) + z \log (A)$$

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Επιφάνεια πρόσπτωσης

πηγή



Φαινόμενο στόχου (target area effect)

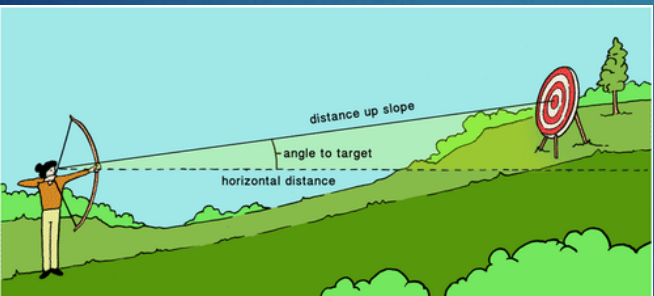


$$\log (S) = \log (c) + z \log (A)$$

A = έκταση
η κάτοψη του νησιού

Ανάγλυφο (σχήμα, υψόμετρο, οικοσυστήματα)
Ακτές
Επιφάνεια πρόσπτωσης

Αποίκιση



πηγή



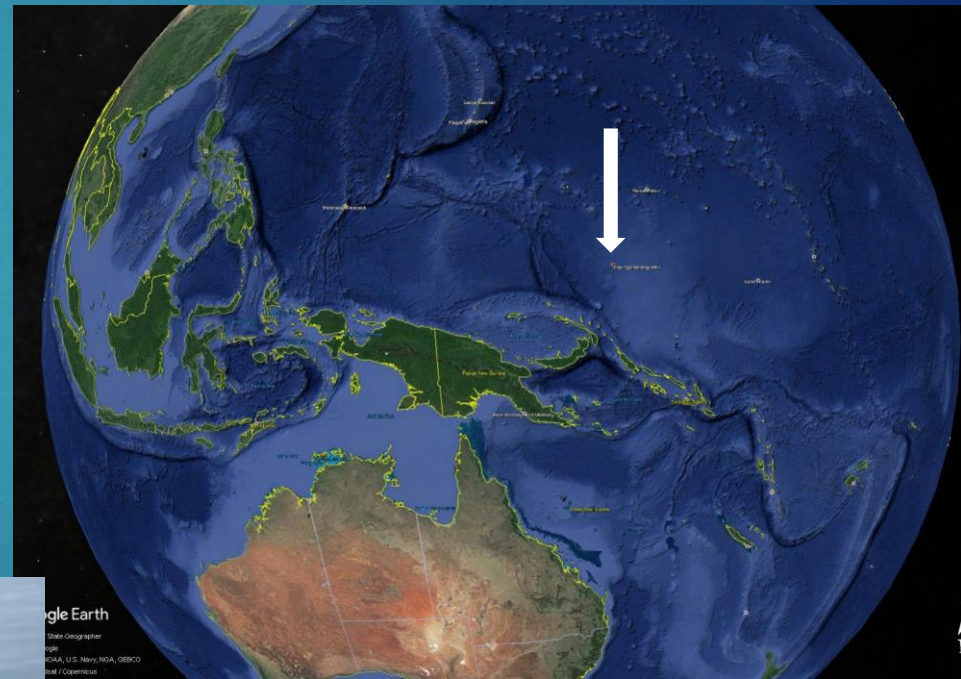
Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect)
Η αποτροπή της εξαφάνισης ενός μικρού πληθυσμού από την εισροή ατόμων από την πηγή.
2. Φαινόμενο στόχου (target area effect)
3. Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect)



Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

Οι MacArthur & Wilson (1967), με βάση τη μελέτη του Niering (1963) για φυτά στα νησιά Kapingamarangi (ωκεάνια) της Μικρονησίας, επεσήμαναν ότι οι σχέσεις αριθμού ειδών και έκτασης για **πολύ μικρά νησιά** μπορεί να είναι «πραγματικά ανώμαλες».



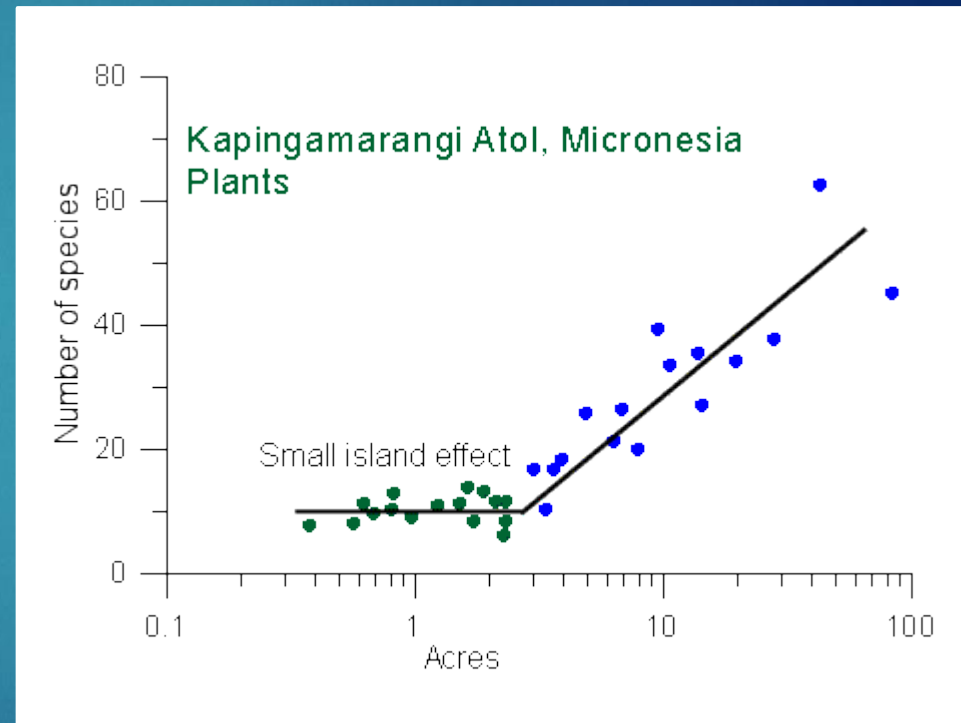
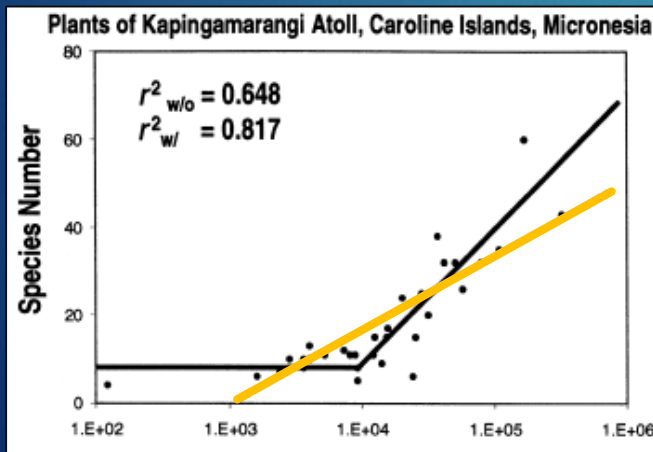
Google Earth
 State Geographer
 1998
 NOAA, U.S. Navy, NSA, OSDBO
 Intel / Copernicus



Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

Οι MacArthur & Wilson (1967), με βάση τη μελέτη του Niering (1963) στα νησιά Kapingamarangi της Μικρονησίας, επεσήμαναν ότι οι σχέσεις αριθμού ειδών και έκτασης για πολύ μικρά νησιά μπορεί να είναι «πραγματικά ανώμαλες».

Niering (1963): Σε νησιά μικρότερα από 3.5 εκτάρια ο αριθμός των ειδών **δεν αλλάζει** με αύξηση της έκτασης.

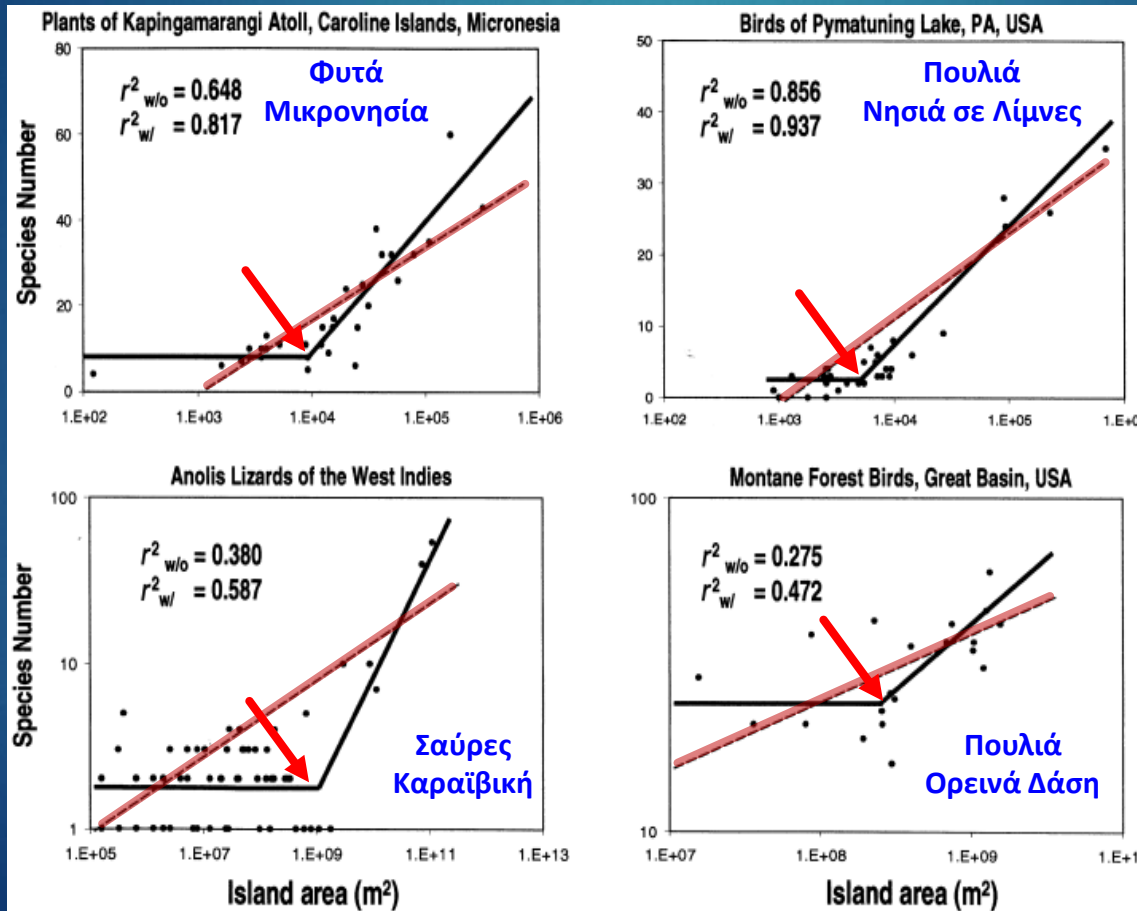


Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

Lomolino & Weiser (2001) μελέτησαν 102 σετ δεδομένων, διάφορα τάξα σε διάφορα αρχιπελάγη.

$$Y = b_0 + b_1[(\log_{10}(A) - T_1) \times (\log_{10}(A) \geq T_1)]$$

T_1 το άνω όριο του SIE



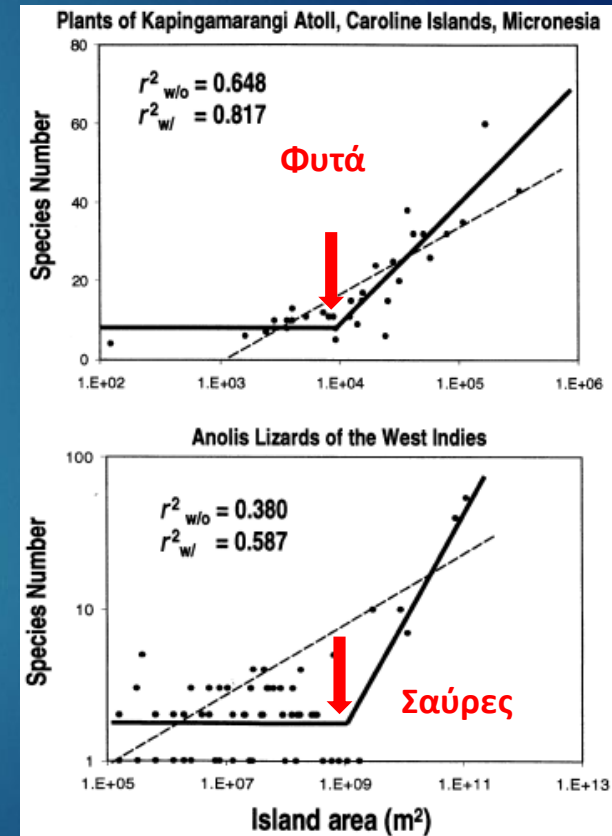
Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

▶ πόσο μικρό;

- ανάλογα με τους διαθέσιμους πόρους του νησιού,
- ικανότητα διασποράς του οργανισμού,
- βαθμό απομόνωσης των οικοτόπων.

▶ το ανώτερο όριο του μικρού νησιού

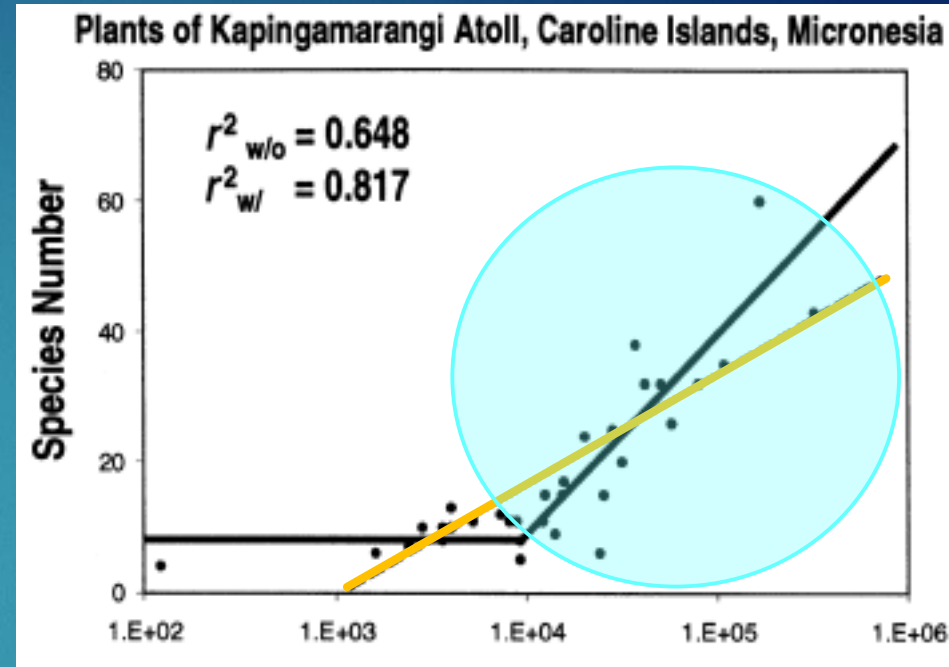
- αυξάνει για οργανισμούς με υψηλές απαιτήσεις σε πόρους και χαμηλή ικανότητα διασποράς



Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

► Μεγαλύτερα νησιά ο πλούτος των ειδών αυξάνει:

- μεγαλύτερη ποικιλία οικοτόπων
- μεγαλύτερη έκταση οικοτόπων
- μεγαλύτερους πληθυσμούς
- μικρότερο ρυθμό εξαφάνισης
- μεγαλύτερο ρυθμό αποίκισης



Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect SIE)

► Μεγαλύτερα νησιά ο πλούτος των ειδών αυξάνει:

- μεγαλύτερη ποικιλία οικοτόπων
- μεγαλύτερη έκταση οικοτόπων
- μεγαλύτερους πληθυσμούς
- μικρότερο ρυθμό εξαφάνισης
- μεγαλύτερο ρυθμό αποίκισης



► Στα μικρά νησιά SIE οφείλεται σε

- λιγότερους οικοτόπους,
- καταστροφικά γεγονότα
- οι εξαφανίσεις είναι πιο πιθανές,
- φαινόμενα στόχου,
- βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά του τάξου, και
- στοχαστικούς παράγοντες.

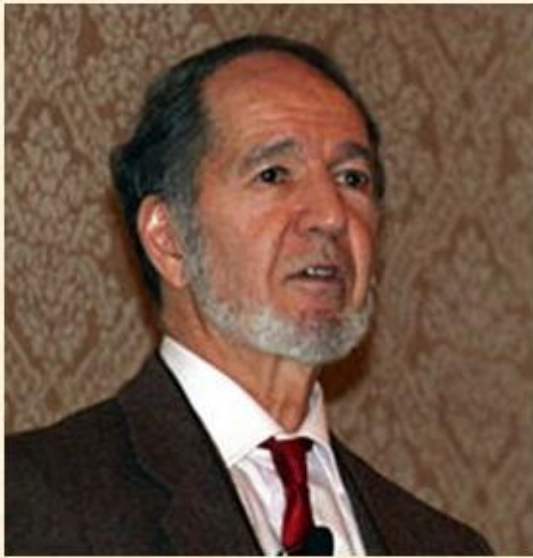


Συγκρότηση νησιωτικών βιοκοινοτήτων

- ▶ Κανόνες συγκρότησης νησιωτικών βιοκοινοτήτων
- ▶ Εγκιβωτισμός

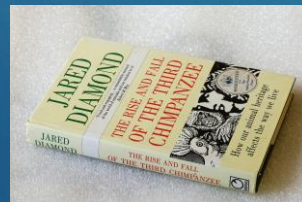
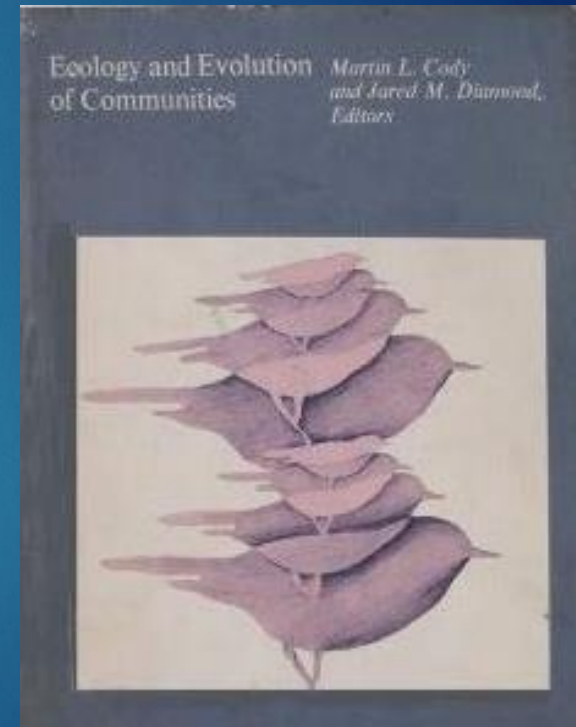
Κανόνες νησιωτικής συγκρότησης

Οι κοινότητες στα νησιά κατανέμονται **τυχαία** ή υπάρχει κάποιο πρότυπο ή κανόνας συγκρότησης (**assembly rule**);



Jared Diamond

J. Diamond (1975)
κανόνες συγκρότησης



Κανόνες νησιωτικής συγκρότησης

Diamond (1975) Κανόνες συγκρότησης (Diamond, 1975)

Μελέτη κατανομής ειδών (συχνότητα εμφάνισης) και δεδομένα επανεποίκισης ερημωμένων νησιών.

Υπόθεση εργασίας:

τα είδη που αποτελούν μια βιοκοινότητα επιλέγονται μέσω διάχυτου **ανταγωνισμού** και **συμπροσαρμόζονται** ως προς τους θώκους τους και την αφθονία τους, ώστε να ταιριάζουν μεταξύ τους αλλά και να αντιστέκονται σε εισβολείς.

- 1. Απ' όλους τους δυνατούς συνδυασμούς που μπορεί να σχηματίσει μια ομάδα συγγενικών ειδών, μόνο ορισμένοι συνδυασμοί υπάρχουν στη φύση.**

Jared Diamond's 1975 **assembly rules**

1. „If one considers all combinations that can be formed from a group of related species, only certain ones of these combinations exist in nature.”

Κανόνες νησιωτικής συγκρότησης

1. Απ' όλους τους δυνατούς συνδυασμούς που μπορεί να σχηματίσει μια ομάδα συγγενικών ειδών, μόνο ορισμένοι συνδυασμοί υπάρχουν στη φύση.
2. Οι επιτρεπόμενοι αυτοί συνδυασμοί αντιστέκονται στους εισβολείς που θα τους μετέτρεπαν σε απαγορευμένους συνδυασμούς.
3. Ένας συνδυασμός που είναι σταθερός σε μεγάλο ή πλούσιο σε είδη νησί μπορεί να είναι ασταθής σε ένα μικρό ή φτωχό νησί.
4. Σε ένα νησί, μικρό ή φτωχό σε είδη, ένας συγκεκριμένος συνδυασμός μπορεί να προβάλλει αντίσταση σε εισβολείς, ενώ σ' ένα μεγαλύτερο ή πλουσιότερο αυτοί οι εισβολείς μπορούν να ενσωματωθούν.
5. Ορισμένα ζεύγη ειδών δεν συνυπάρχουν ποτέ, είτε μόνα τους είτε ως υποσύνολο μεγαλύτερου συνδυασμού.
6. Ορισμένα ζεύγη ειδών, που μπορεί να σχηματίζουν ασταθή συνδυασμό μόνα τους, είναι δυνατόν να αποτελούν μέρος ενός σταθερού μεγαλύτερου συνδυασμού ειδών.
7. Αντίθετα με τον παραπάνω κανόνα (6), ορισμένοι μεγαλύτεροι συνδυασμοί ειδών, που είναι ασταθείς, αποτελούνται από σταθερούς υποσυνδυασμούς.

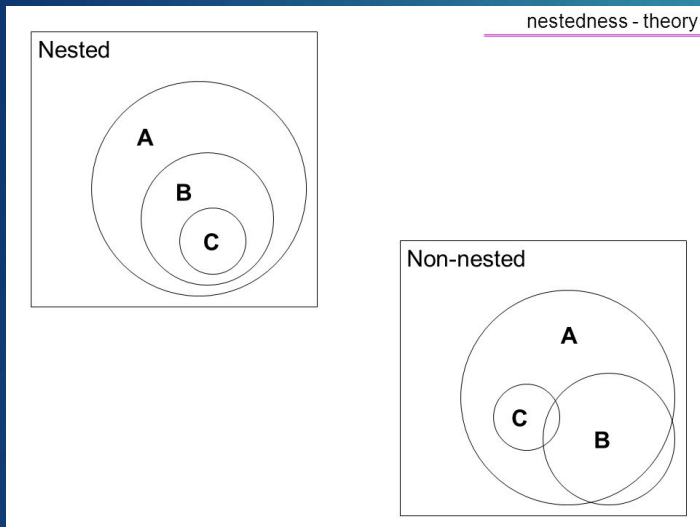
Αυτοί οι κανόνες συγκρότησης δείχνουν ότι οι νησιωτικές κοινότητες είναι μη τυχαία υποσύνολα της πηγής.

Συγκρότηση βιοκοινοτήτων

- ▶ Κανόνες νησιωτικής συγκρότησης
- ▶ Εγκιβωτισμός

Εγκιβωτισμός

Εγκιβωτισμός: Μία νησιωτική βιοκοινότητα αποτελεί **υποσύνολο** μίας περιοχής (ηπειρωτική περιοχή ή νησί).



- Ο εγκιβωτισμός έχει διαπιστωθεί στα περισσότερα νησιωτικά συγκροτήματα.
- Ο απόλυτος εγκιβωτισμός είναι σπάνιος.

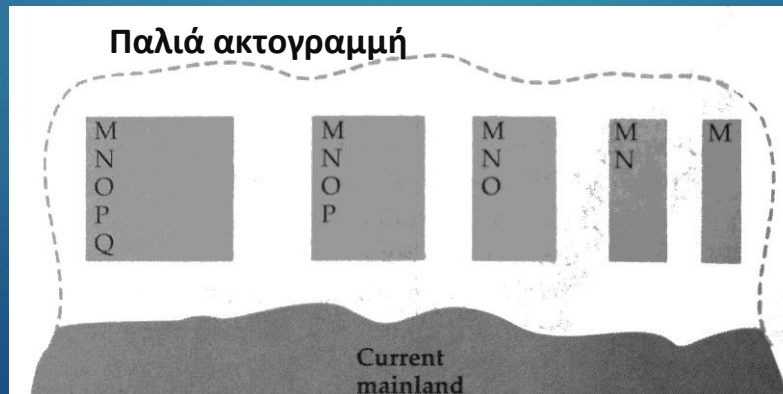


Εγκιβωτισμός

Μία νησιωτική βιοκοινότητα αποτελεί υποσύνολο μίας πλουσιότερης περιοχής, πηγή ή ηπειρωτική περιοχή\.

- **1957:** πρώτη φορά από τον Darlington.
- **1986:** Patterson & Atmar υποστηρίζουν στατιστικά την ύπαρξη εγκιβωτισμού (κυριαρχεί η εξαφάνιση).
- **Σήμερα:** πολλοί δείκτες (αποίκιση και εξαφάνιση).

Αρχικά υποστήριξαν ότι ο εγκιβωτισμός έχει σχέση με την εξαφάνιση αλλά σήμερα ισχύει ότι συμβάλλει και η αποίκιση.

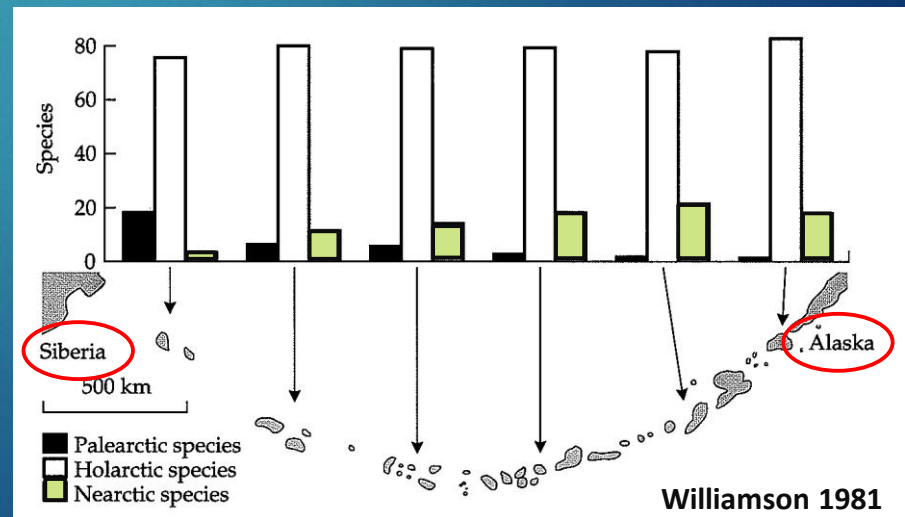
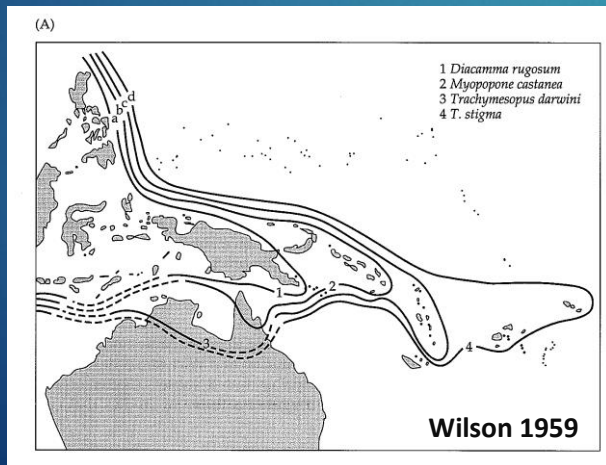


Εγκιβωτισμός

Τι επηρεάζει τον εγκιβωτισμό;

- γεωγραφία του νησιού – αρχιπελάγους,
- ετερογένεια,
- τοπικές συνθήκες,
- είδη που υπάρχουν στην πηγή και
- η βιολογία και οικολογία των ειδών.

Εγκιβωτισμός: ηπειρωτικά νησιά > ωκεάνια



Νησιά

- ▶ Τύποι νησιών
 - ▶ Πραγματικά νησιά (γεωγραφικά νησιά)
 - Ωκεάνια νησιά,
 - Ηπειρωτικά θραύσματα,
 - Ηπειρωτικής κρηπίδας,
 - Νησιά που υπάρχουν σε μάζες γλυκού νερού (λίμνες και ποτάμια).
 - ▶ Βιοτοπικά νησιά.
- ▶ Ιδιαιτερότητες των νησιών
 - ▶ Διακριτά,
 - ▶ Ποσοτικοποιήσιμα,
 - ▶ Πολυάριθμα και
 - ▶ Ποικιλόμορφα.
- ▶ Χαρακτηριστικά της ζωής στα νησιά
 - ▶ Ένδεια (απλοποίηση)
 - ▶ Δυσαρμονία
 - ▶ Ενδημισμός
 - ▶ Υπολείμματα
 - ▶ Εξαφανίσεις
 - ▶ Βιολογικά χαρακτηριστικά
 - απώλεια ή μείωση ικανότητας διασποράς,
 - αλλαγή σωματικού μεγέθους,
 - αλλαγές στην αναπαραγωγική στρατηγική.

φυσικά εργαστήρια, που προσφέρουν τη δυνατότητα να αναπτυχθούν και να ελεγχθούν διάφορες θεωρίες.

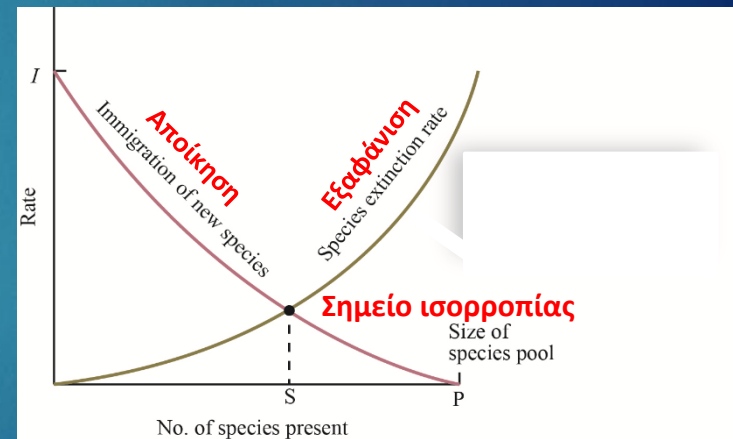
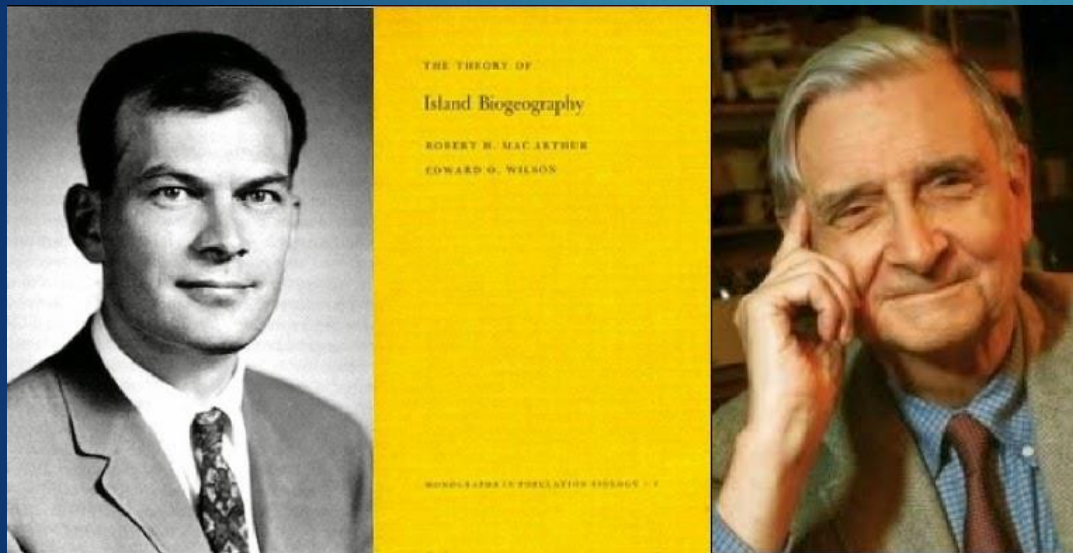


Νησιωτική Βιογεωγραφία

Το 1967 δημοσιεύεται

«Η θεωρία της νησιωτικής βιογεωγραφίας»

Robert H. MacArthur & Edward O. Wilson

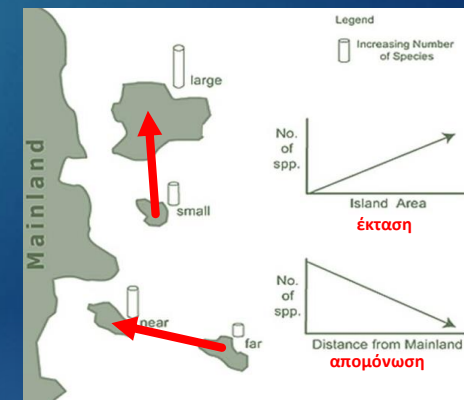
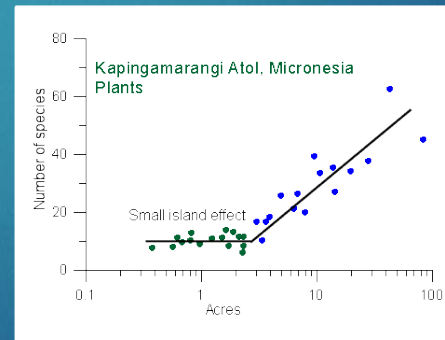
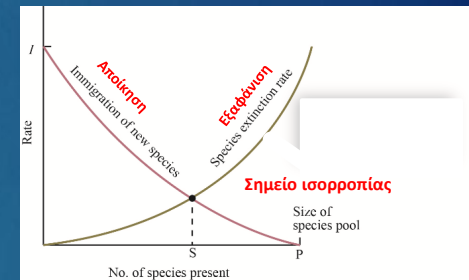
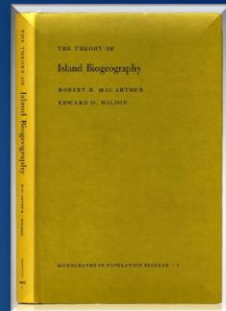


Δυναμική ισορροπία MacArthur & Wilson 1967

1. σχέση έκτασης και αριθμού ειδών (SAR: SpeciesAreaRelationship)
2. απομόνωση (αποίκιση)
3. αντικατάσταση (αποίκιση, εξαφάνιση)

Τρία φαινόμενα που παραβαίνουν το μοντέλο ισορροπίας

1. Φαινόμενο διάσωσης (rescue effect).
2. Φαινόμενο στόχου (target area effect).
3. Φαινόμενο μικρού νησιού (small island effect).



Εφαρμοσμένη νησιωτική βιογεωγραφία

- ▶ Θεωρία Νησιωτικής Βιογεωγραφίας MacArthur & Wilson
- ▶ Βιολογικά χαρακτηριστικά των νησιών
 - Σχέση αριθμού ειδών και έκτασης,
 - Συγκρότηση βιοκοινοτήτων.
- ▶ Χαρακτηριστικά οργανισμών στα νησιά
 - Απλοποίηση, Δυσαρμονία, Ενδημισμός, Υπολείμματα, Εξαφανίσεις, Οικολογική απελευθέρωση, Βιολογικά χαρακτηριστικά (αλλαγή στην ικανότητα διασπορά, του σωματικού μεγέθους και της αναπαραγωγικής στρατηγικής).



Διαχείριση περιοχών

Εφαρμοσμένη νησιωτική βιογεωγραφία

Διαχείριση περιοχών

- ▶ Σχεδιασμός προστατευόμενης περιοχής.
- ▶ Καλός σχεδιασμός ώστε να μεγιστοποιηθεί η **έκταση** και να μειωθεί η **απόσταση διασποράς**.
- ▶ Να μπορούν να διατηρηθούν **ανώτεροι θηρευτές** ώστε να διατηρείται η **ποικιλότητα** στο τροφικό πλέγμα.
- ▶ Να διατηρηθεί το ελάχιστο μέγεθος **πληθυσμού** ώστε να υπάρχει και γενετική ποικιλότητα και μείωση του κινδύνου εξαφάνισης.

Θεωρία ισορροπίας, φαινόμενα διάσωσης, στόχου, μικρού νησιού, βιολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά οργανισμών, εγκιβωτισμός, SAR, συγκρότηση βιοκοινοτήτων, κ.λπ.

Εφαρμοσμένη νησιωτική βιογεωγραφία

Διαχείριση περιοχών

Η εξαφάνιση θηλαστικών στα πάρκα της ΒΔ Αμερικής ακολουθεί τις προβλέψεις της νησιωτικής βιογεωγραφίας

Island biogeography theory in conservation



The theory's applicability to conservation became clear when a researcher documented historical declines in mammals in national parks. The extinctions matched predictions of the theory if the parks were thought of as islands.

From *The Science behind the Stories*

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings

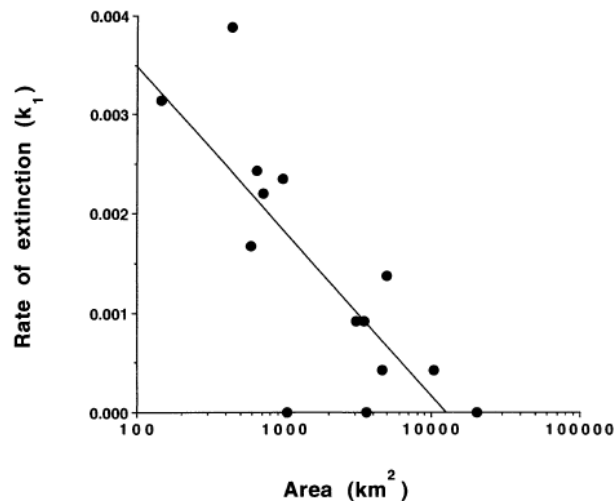


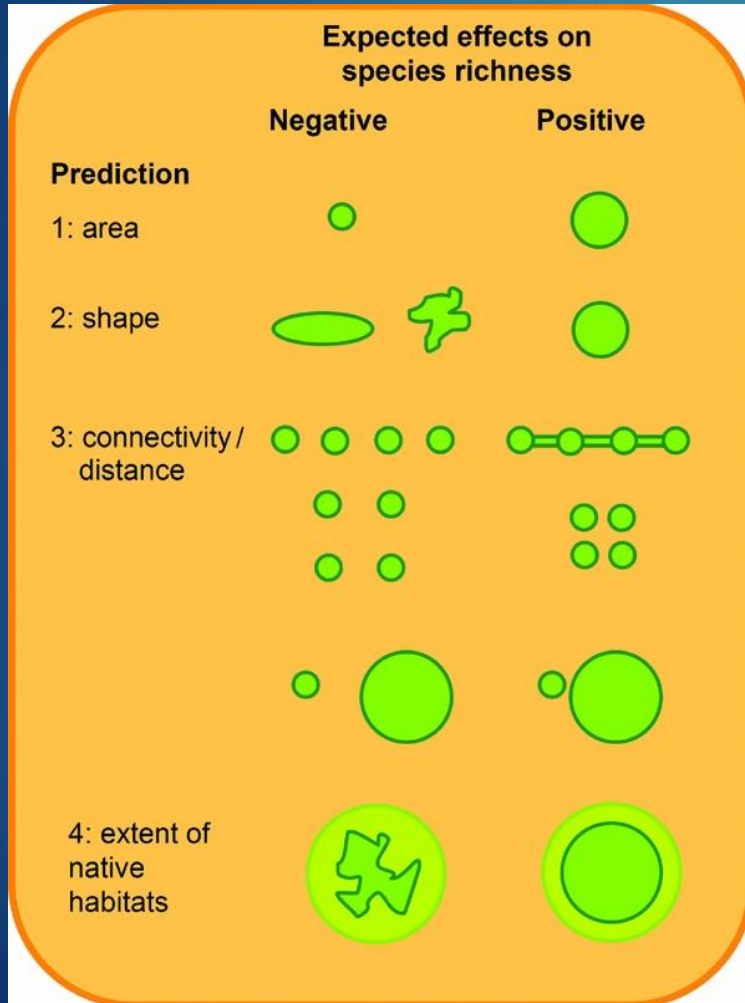
Figure 3. The rate of extinction, k_1 , is plotted against log area for 14 western North American parks. The straight line shows the relationship $y = 0.00680 - 0.00072(\log \text{ area})$ ($r = 0.79$, $p < 0.001$).

W. D. Newmark Conservation Biology 1995: Rate of mammal extinction in western parks.

Εφαρμοσμένη νησιωτική βιογεωγραφία

Διαχείριση περιοχών

Μία μεγάλη ή πολλές μικρές **SLOSS** SINGLE LARGE OR SEVERAL SMALL



Island biogeography theory in conservation



The theory's applicability to conservation became clear when a researcher documented historical declines in mammals in national parks. The extinctions matched predictions of the theory if the parks were thought of as islands.

