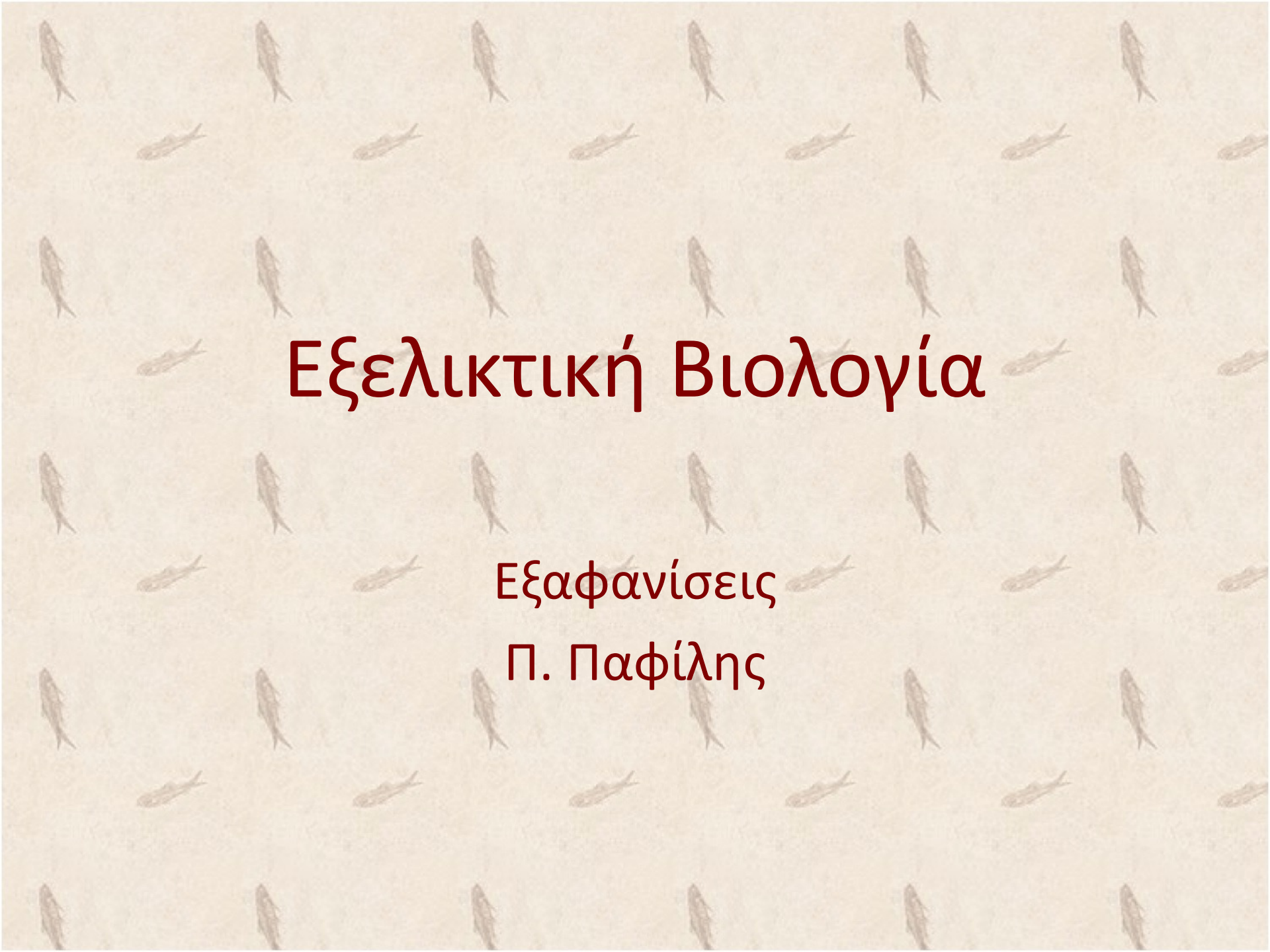




Εξελικτική Βιολογία

Εξαφανίσεις

Π. Παφίλης

Μεταβολές στην ποικιλότητα

- Η σύνθεση των κατοίκων του πλανήτη δεν ήταν πάντοτε η ίδια.
- Ομάδες οργανισμών παρουσιάστηκαν και στη συνέχεια εξαφανίστηκαν αφήνοντας μόνο ίχνη (αρχείο απολιθωμάτων).
- Η διάρκεια ζωής του κάθε είδους δεν ακολουθεί κάποιο κανονικό πρότυπο. Δεν μπορεί να προβλεφθεί πόσο θα ζήσει και πότε (ή πως) θα εξαφανιστεί.
- Κατά τη διάρκεια της ιστορίας του πλανήτη η σύσταση των βιοκοινωνιών άλλαξε πολλές φορές.

Εισαγωγικά ερωτήματα

- Γιατί κάποιες ομάδες ειδών παρουσιάζουν υψηλότερη ποικιλότητα από κάποιες άλλες; (π.χ. τα τρωκτικά έχουν πιο πολλά είδη από τα πρωτεύοντα και τα αγγειόσπερμα από τα πτεριδόφυτα).
- Γιατί κάποιες περιοχές εμφανίζουν περισσότερα είδη από ότι κάποιες άλλες; (π.χ. τροπικοί vs. Πόλων)
- Αλλάζει η ποικιλότητα μέσα στον χρόνο;
- Αυτή η αλλαγή ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο;
- Έχει όρια η ποικιλότητα;

Έχουμε συνηθίσει να βασιζόμαστε στη μελέτη των απολιθωμάτων για την κατανόηση της παρελθούσας ποικιλότητας.

Προσοχή!!! Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι τα στοιχεία από το αρχείο των απολιθωμάτων είναι ελλιπή.

Συνεπώς για τις όποιες αναλύσεις δεν θα πρέπει να λησμονούμε την ανάγκη διόρθωσης.

Επίσης δεν θα πρέπει να ξεχνάμε ότι οι διάφορες γεωλογικοί περίοδοι δεν είχαν την ίδια διάρκεια και συνεπώς κομίζουν διαφορετική ποσότητα απολιθωμάτων.

Τέλος τα νεώτερα στρώματα περιέχουν περισσότερους αντιπροσώπους

Προβλήματα στην προσέγγιση

- Η λεγόμενη «έλξη του παρόντος» προκαλεί σφάλματα στους υπολογισμούς του χρόνου ζωής ενός taxon.
- Η «έλξη του παρόντος»

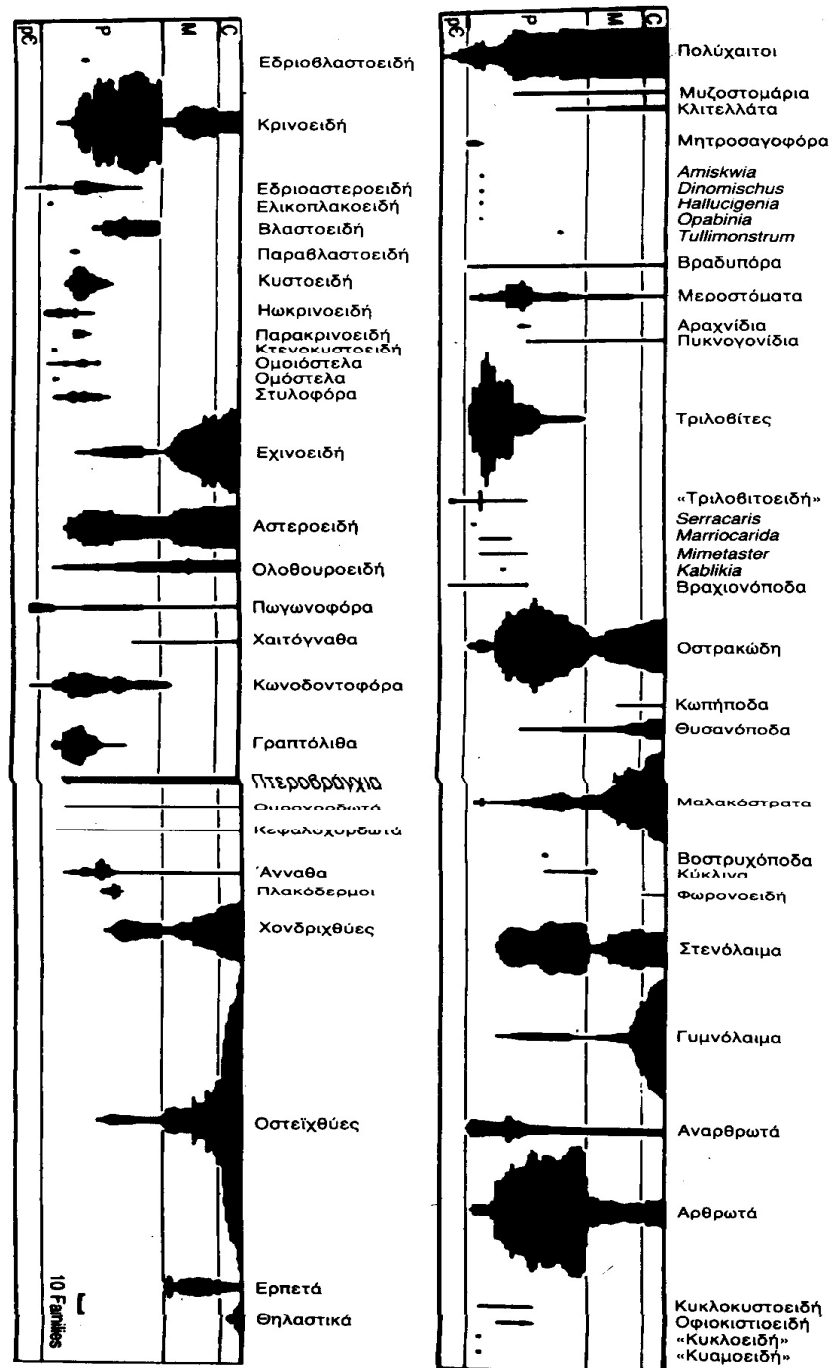
Οι θόρυβοι στην απολιθωματική καταγραφή μπορούν να δώσουν μια πλασματική εικόνα αύξησης της ποικιλότητας, ακόμα και εάν αυτή είναι σταθερή. Π.χ. είναι πιο πιθανό να βρεθούν οι τελευταίες παρουσίες μιας ομάδας παρά οι πρώτες.

Επίσης προκύπτουν προβλήματα με την ηλικία των ειδών. Για τα αρτίγονα είδη η γεωλογική διάρκεια εκτείνεται από τα απολιθώματα που γνωρίζουμε μέχρι σήμερα. Αντίθετα για ένα εξαφανισμένο είδος η γραμμή αυτή θα είναι πολύ πιο περιορισμένη.

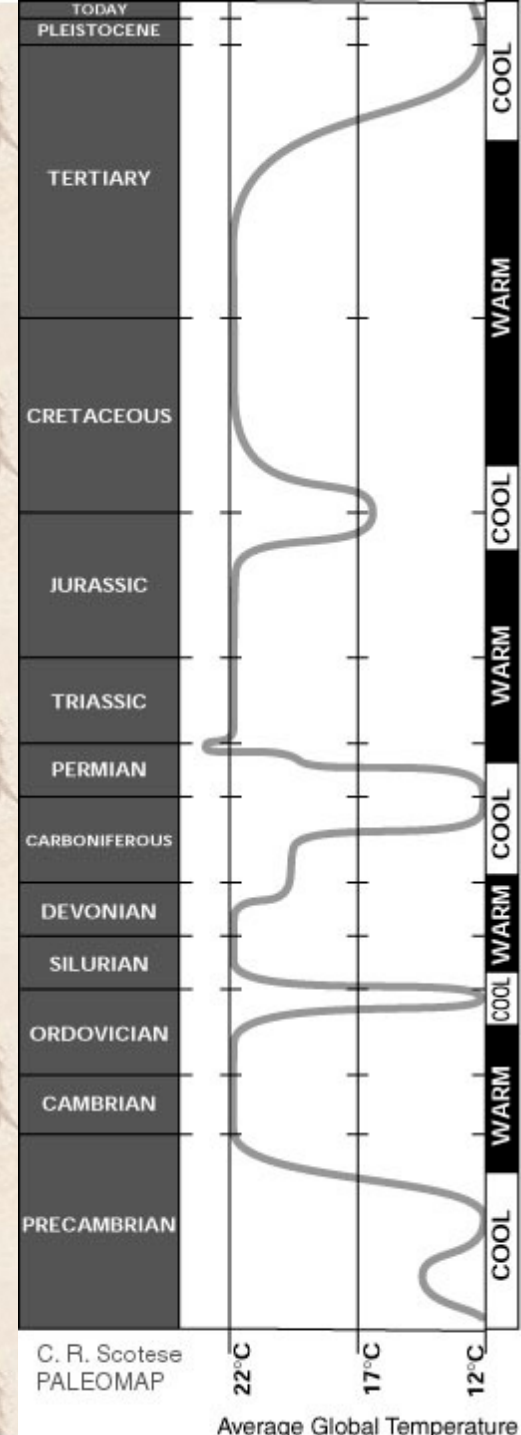
- Οι συμβάσεις στην ταξινόμική των απολιθωμάτων δημιουργούν προβλήματα.
- Η περιγραφή πολλών ειδών βασίστηκε σε μικρές μορφολογικές διαφορές.
- Αν τα απολιθώματα βρίσκονται σε ίδια οριζόντια στρώματα τα πράγματα είναι απλά. Τι γίνεται όταν βρίσκονται σε διαφορετικά στρώματα;
- Μπορεί να δόθηκαν διαφορετικά ονόματα σε μια συγκεκριμένη εξελικτική γραμμή καθώς άλλαζε η μορφολογία της (χρονοείδη).

- Έτσι όταν μια συγκεκριμένη γονιδιακή δεξαμενή αλλάζει σε ένα νέο χρονοείδος, ένα «ονοματολογικό» είδος έχει εξαφανιστεί κι ένα άλλο έχει σχηματιστεί (ψευδοεξαφάνιση – ψευδοειδογένεση).
- Τα παραπάνω φαινόμενα διαφέρουν από την πραγματική εξαφάνιση (εξάλειψη μιας γενεαλογικής γραμμής) και ειδογένεση (δημιουργία μιας γενεαλογικής γραμμής)





Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρέασαν έντονα καθόλη τη διάρκεια του χρόνου την σύσταση της ποικιλότητα των ειδών είναι και η διακύμανση της παγκόσμιας θερμοκρασίας



Ρυθμός αλλαγής της ποικιλότητας

- Οι ρυθμοί εξαρτώνται από την ταξινομική βαθμίδα (Γιατί;)
- Η ποικιλότητα αυξάνει μετά από μια μεγάλη εξαφάνιση.
- Η ποικιλότητα των φυτών αυξάνοταν διαρκώς κατά τη Δεβόνιο και την Πέρμιο, στο τέλος της Περμίου κατέγραψε σημαντική ελάττωση, μέχρι την Τριαδική παρέμεινε σταθερή και από τότε ακολουθεί αυξητική πορεία.
- Πειράματα προσομοίωσης με H/Y έδειξαν ότι ιστορικές αλλαγές στην ποικιλότητα ορισμένων τάξεων μπορούν να αποδοθούν σε μακρές διαδοχές τυχαίων γεγονότων. Άλλες περιπτώσεις δεν μπορούν να εξηγηθούν π.χ. κοιλάκανθοι

Ο αριθμος των τάξεων (N) σε μία χρονική στιγμή εξαρτάται από τον αριθμό των νέων τάξεων που προκύπτουν (S) και από τον αριθμό των τάξεων που εξαφανίζονται (E). Η μεταβολη σε ένα χρονικό διαστημα Δt αποδίδεται από την σχέση:

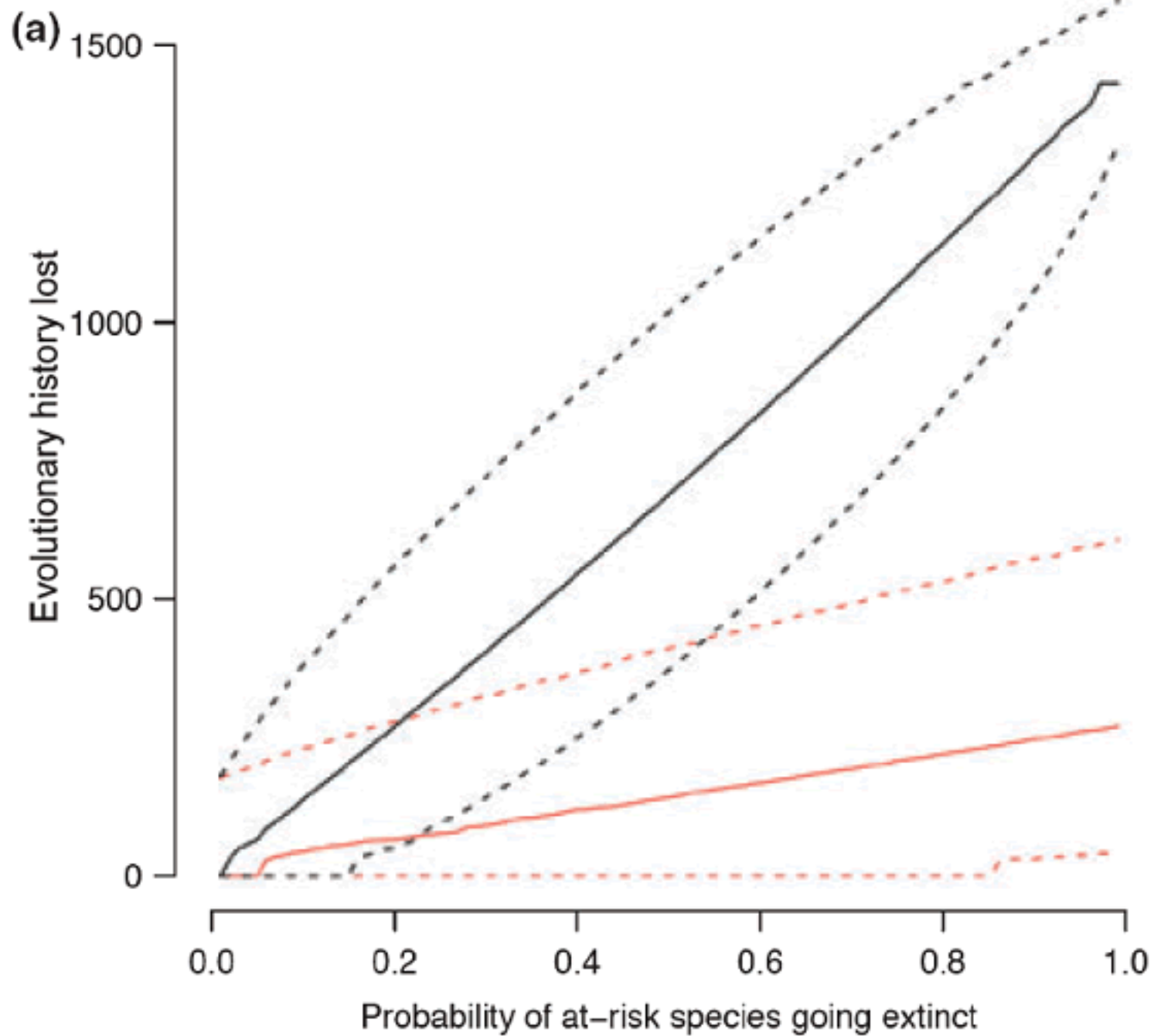
$$\Delta N / \Delta t = SN - SE = RN \text{ όπου } R = S - E$$

Σε περίπτωση συνεχούς αλλαγής αυξάνεται εκθετικά:

$$N_t = N_0 e^{Rt}$$

Το E υπολογίζεται από το μέσο διάστημα ζωής των απολιθωμένων μορφών και Nt των υπαρχόντων ειδών

	t	N	R _{mean}	E	O
Δίθυρα	120	5100	0,07	0,17	0,24
Θηλαστικά	35-23	1900	0,2	0,5	0,7



Πρότυπα Εμφάνισης

- Η εμφάνιση μίας καινούργιας προσαρμοστικής ζώνης (ομάδα παρόμοιων οικοθέσεων) επιφέρει τη διαφοροποίηση και την εξέλιξη καινούργιων μορφών ζωής.
- Ετσι όταν μία γενεολογική γραμμή αποκτήσει τα χαρακτηριστικά που της επιτρέπουν να καταλάβει μία νέα Π.Ζ. τότε τα μέλη της μπορούν να διαφοροποιηθούν και να καταλάβουν μία ποικιλία οικοθέσεων μέσα στην ζώνη. Τέτοιες αλλαγές μπορεί να συμβούν γρήγορα στην κλίμακα του χρόνου (Θηλαστικά 12 εκ.χ.)
- Υπάρχουν όμως άδειες οικοθέσεις που περιμένουν κατάληψη;

Θαλάσσια φίδια: Εξάπλωση στον Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό, όχι όμως (ακόμα;) στον Ατλαντικό



- Αιματοφάγες νυχτερίδες των τροπικών του Νέου Κόσμου
- Η περίπτωση της εγκρέτας των αγελάδων (*Bubulcus ibis*)

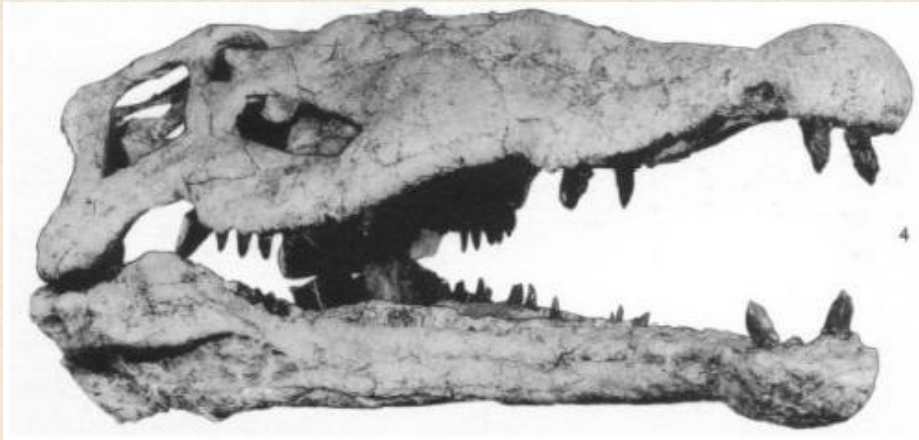


- Μια γενεαλογική γραμμή μπορεί να εισέλθει σε μια ζώνη προσαρμογής και να πολλαπλασιαστεί είτε γιατί ήταν προπροσαρμοσμένη είτε γιατί εμφανίζει «**καινοτομίες-κλειδιά**» που την καθιστούν ικανή να χρησιμοποιεί νέους πόρους.
- Έτσι η εξέλιξη πολλών ομάδων στα θηλαστικά συνοδεύτηκε από ειδικές προσαρμογές για τη διατροφή και την αποφυγή των εχθρών.
- Θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στον καθορισμό των «καινοτομιών» και στη σημασία τους (π.χ. ενδοθερμία στα θηλαστικά)

Οικολογική αντικατάσταση

Φυτόσαυροι και Κροκοδείλια

Machaerops

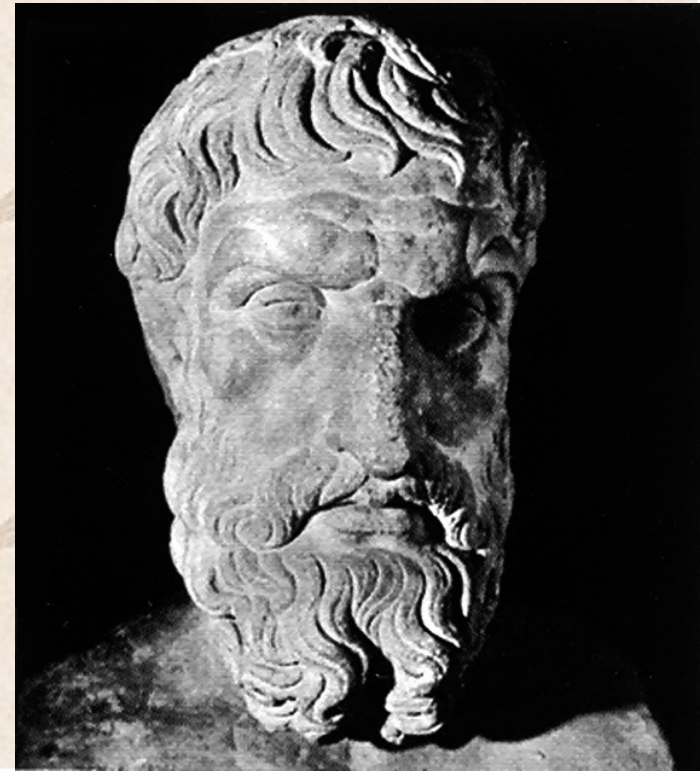


Geosaurus



Το να υποθέσει κανείς ότι η ζωή
εμφανίστηκε μόνο στη Γη, είναι σαν να
πιστεύει ότι από όλους τους σπόρους
που έσπειρε ο γεωργός στο χωράφι
φύτρωσε μόνο ένας.

Μητρόδωρος ο Χίος, Περί Φύσης,
4^{ος} αιώνας π. Χ.



Πρότυπα Εξαφάνισης

- Αλλαγές στο φυσικό και βιοτικό περιβάλλον.
- Κάθε είδος έχει ένα διακριτό ρόλο μέσα στην βιοκοινωνία του ως αποτέλεσμα προσαρμογών και αλληλεπιδράσεων με άλλα είδη.
- Αλλαγή της σύστασης των βιοκοινοτήτων μπορεί να οδηγήσει σε εξαφάνιση ειδών.
- Εισαγωγές οργανισμών (εισβλητικά είδη) ή συγχρωτισμός με οικόσιτα συχνά καταλήγουν σε επεισόδια εξαφάνισης ή περιορισμού της φυσικής κατανομής.

Τάση προς εξαφάνιση

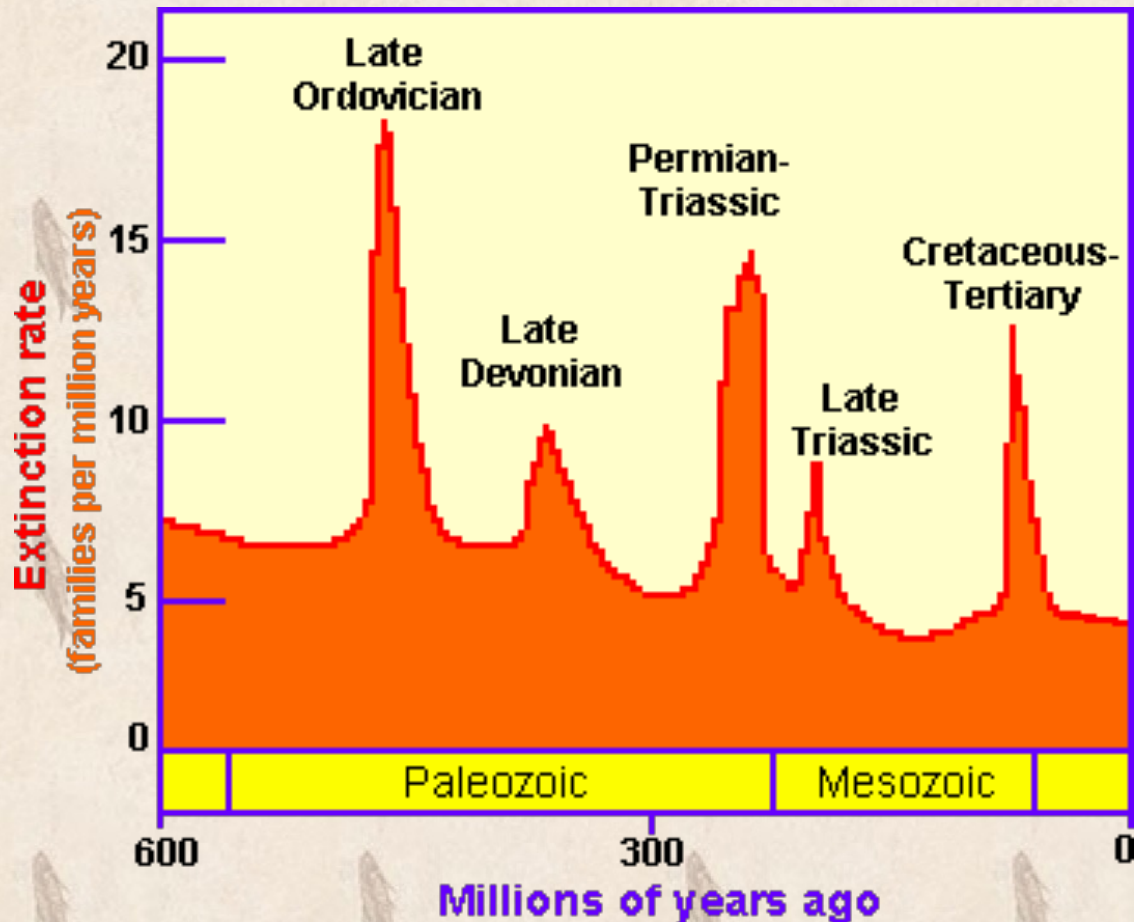
- Είδη με πολύ στενή γεωγραφική εξάπλωση
- Είδη με έναν ή μερικούς πληθυσμούς
- Πληθυσμοί με μικρή πυκνότητα.
- Είδη τα οποία χρειάζονται μεγάλο ζωτικό χώρο.
- Είδη ζώων με μεγάλο μέγεθος σώματος.
- Είδη με μικρή γενετική ποικιλότητα.
- Είδη με ανάγκες εξειδικευμένων ενδιαιτημάτων.
- Είδη τα οποία βρίσκονται σε χαρακτηριστικά σταθερά, παρθένα περιβάλλοντα.
- Είδη τα οποία έχουν εξελιχθεί σε απομόνωση και δεν έχουν έρθει πρωτύτερα σε επαφή με τον άνθρωπο

Η περιορισμένη διασπορά αποτελεί δυσνητική αιτία εξαφάνισης

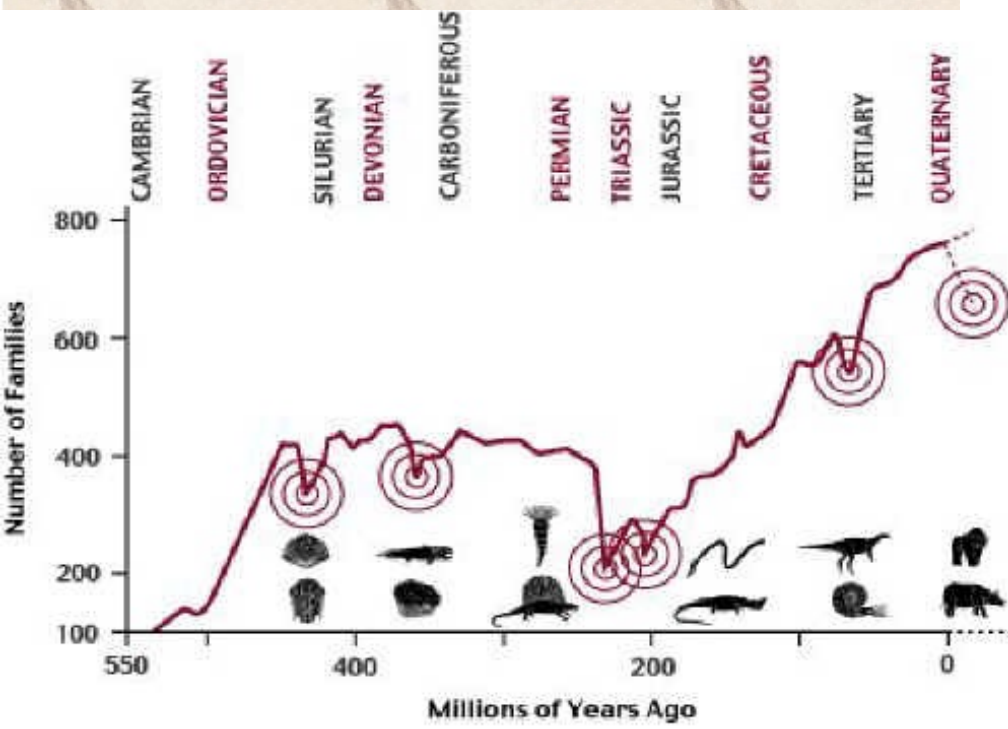
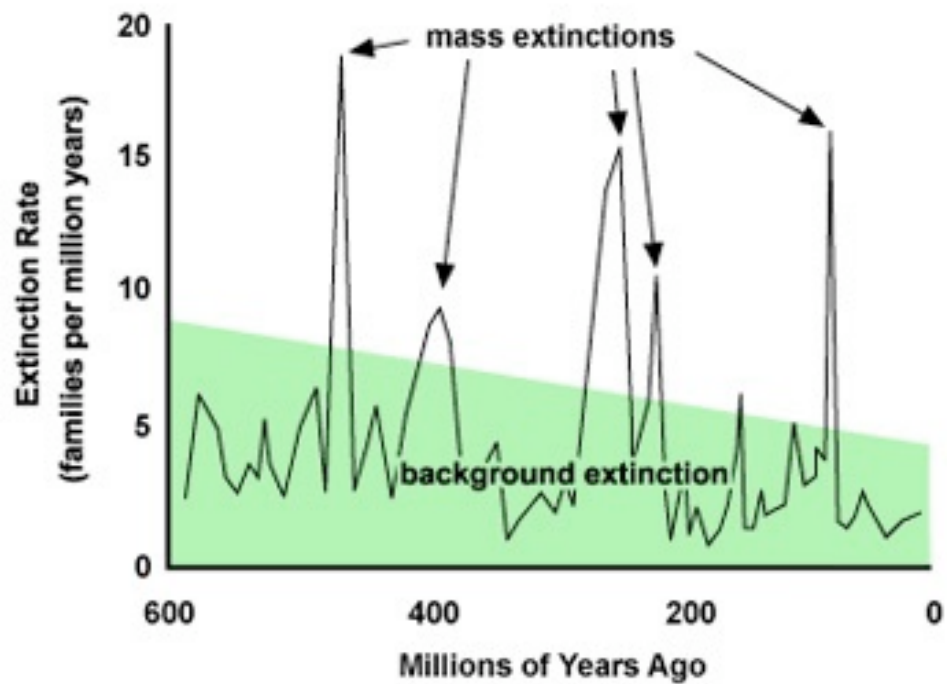
- Η περιορισμένη δυνατότητα για διασπορά, καθώς και η ανάγκη για εξειδικευμένα ενδιαιτήματα, μπορεί να εξηγήσει γιατί στις ΗΠΑ το 68% της πανίδας των μαλακίων του γλυκού νερού έχει εξαφανιστεί ή απειλείται με εξαφάνιση, σε αντίθεση με το αντίστοιχο ποσοστό για τα Οδόντογναθα που κυμαίνεται στο 20% (λόγω υψηλής ικανότητας πτήσης).

Μαζικές εξαφανίσεις

- (α) δεν είναι τοπικού χαρακτήρα,
- (β) αφορούν μεγάλο εύρος κατηγοριών οργανισμών
- (γ) συνέβησαν σε σύντομα χρονικά διαστήματα.

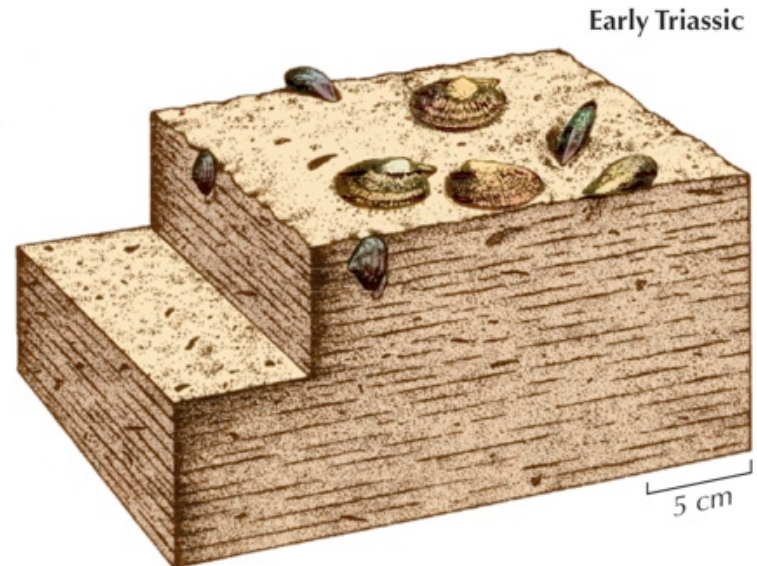
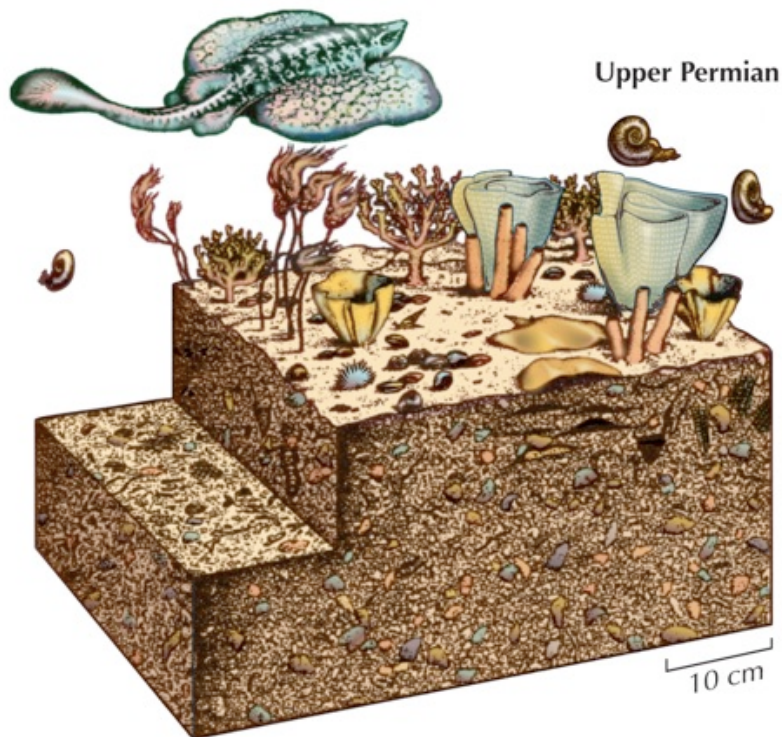


- Οι εξαφανίσεις διαπιστώνονται από την ασυνέχεια της παρουσίας απολιθωμένων μορφών.
- Δεν είναι όμως πάντα εύκολο να διαπιστωθεί η αιτία που προκάλεσε την εξαφάνιση.
- Μαζικές θεωρούνται οι εξαφανίσεις που αναφέρονται σε εκτεταμένες καταστροφές και όχι οι τοπικές εξαφανίσεις ή οι εξαφανίσεις μεμονωμένων ειδών.
- Οι μαζικές εξαφανίσεις αφορούν στο 4% όλων των επεισοδίων που έχουν καταγραφεί ενώ το υπόλοιπο 96% περιγράφεται ως εξαφανίσεις υποβάθρου.

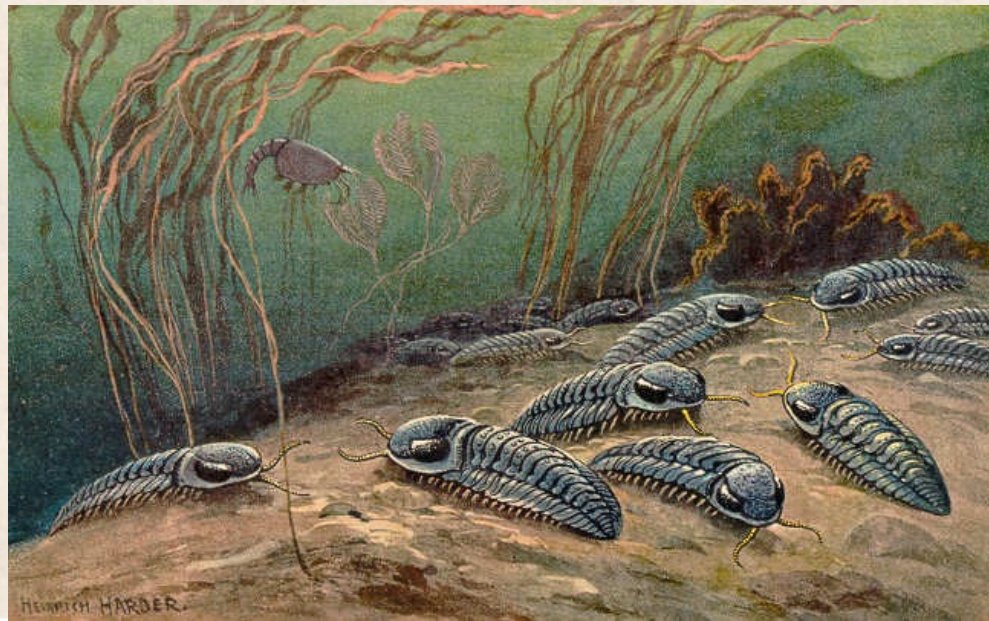


Εξαφάνιση της Περμίου

- Η μαζική εξαφάνιση κατά το τέλος της Περμίου περιόδου υπήρξε η μεγαλύτερη όλων και εξαλείφθηκαν τα περισσότερα είδη του πλανήτη.
- Σε επίπεδο οικογενειών εξαφανίστηκαν περισσότερες από τις μισές, ενώ χάθηκε το 90% – 96% των ειδών.



- Θεωρείται από τα τέσσερα πιο σημαντικά γεγονότα στην ιστορία του πλανήτη (μαζί με την εμφάνιση της ζωής, την εμφάνιση των ευκαρυωτικών κυττάρων και την έκρηξη της Καμβρίου).
- Οι οργανισμοί που υπέστησαν τις μεγαλύτερες απώλειες ήταν αυτοί με μικρό αριθμό ειδών και περιορισμένη γεωγραφική εξάπλωση.
- Ομάδες όπως οι Τριλοβίτες αφανίσθηκαν πλήρως.



Έχουν προταθεί έξι πιθανές εξηγήσεις για την εξαφάνιση της Περμίου

- Η πρώτη υπόθεση αφορά τη γεωγραφία, και συγκεκριμένα την κατάσταση των ηπείρων, που ενωμένες σε μια ξηρά σχημάτιζαν την Πανγαία II. Έτσι οι ηφαιστειακές εκρήξεις επέφεραν μεγαλύτερης κλίμακας καταστροφές στην ενιαία μάζα ξηράς.
- Η δεύτερη υπόθεση αποτελεί στην πράξη επέκταση της πρώτης, προσθέτοντας το στοιχείο των παγετώνων στις σημαντικές κλιματολογικές αλλαγές. Πολλές ενδείξεις συνηγορούν στην ανάπτυξη παγετώνων κατά της διάρκεια της Περμίου. Η επίδραση τους στην ενιαία χέρσο δεν επέτρεψε την απομόνωση και επιβίωση κάποιων ειδών. Έτσι όμως δεν εξηγούνται οι εξαφανίσεις θαλάσσιων ειδών.

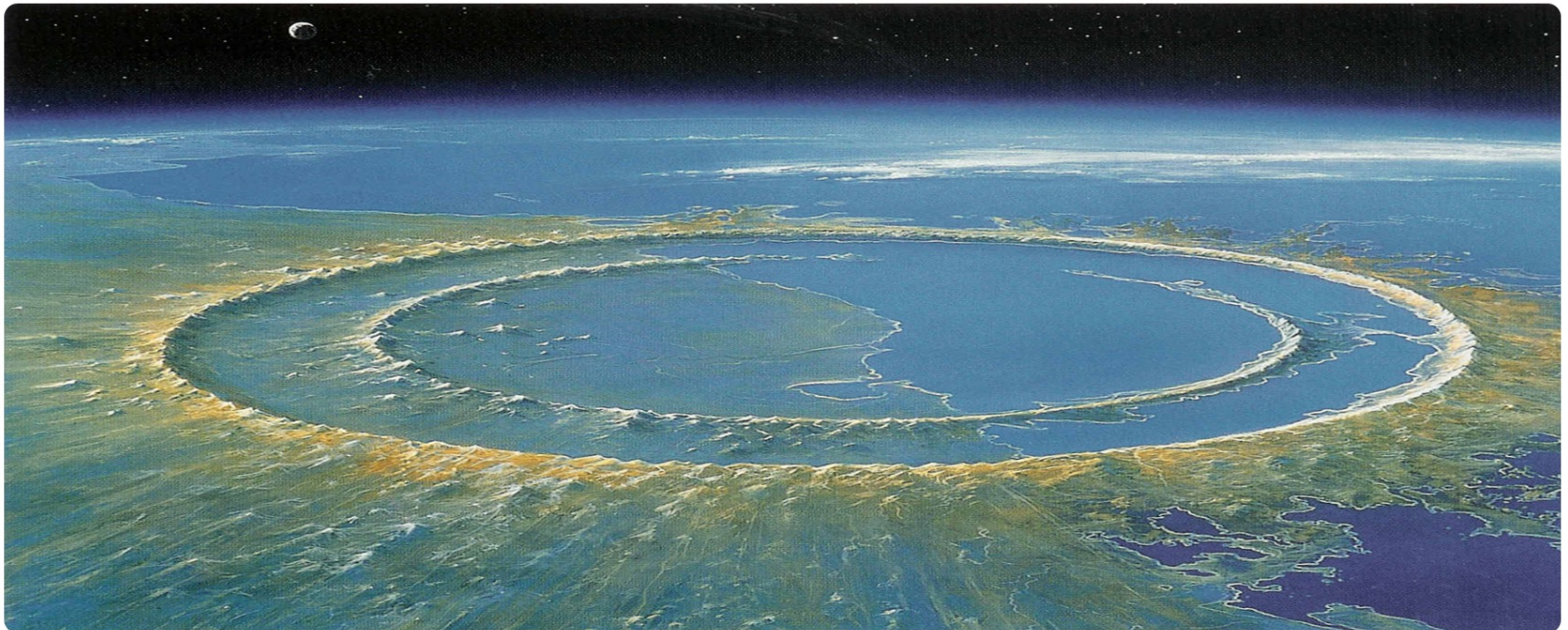
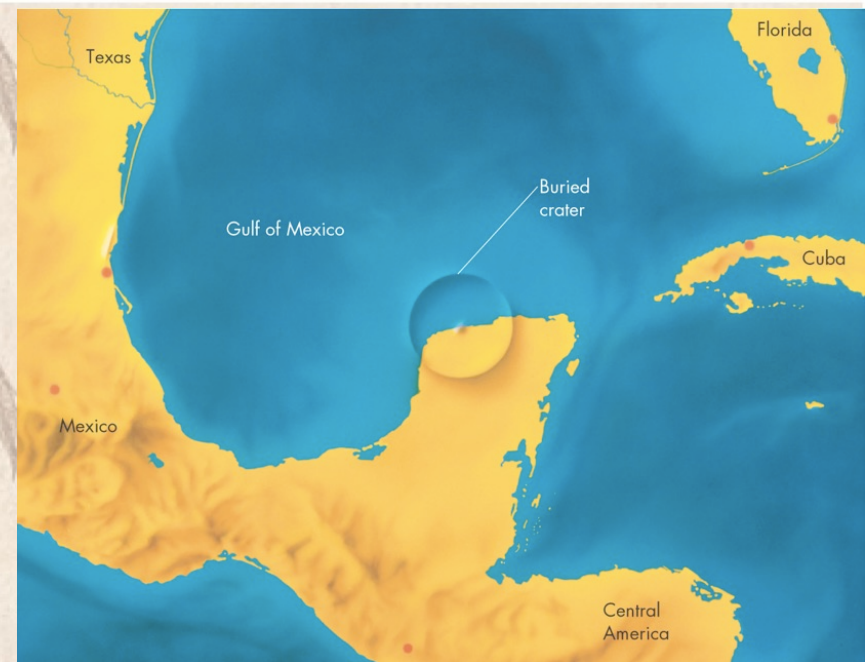
- Η τρίτη υπόθεση βασίζεται στη διαπιστωμένη, μεγάλη μεταβολή του επιπέδου των θαλασσών. Στις αρχές της Περμίου η θάλασσα καταλάμβανε περί το 60% της επιφάνειας του πλανήτη. Στα τέλη της περιόδου όμως η κάλυψη είχε πέσει κατά 20%. Οι επιπτώσεις ήταν έντονες για είδη που ζούσαν στα όρια των δύο στοιχείων. Αντίστοιχα όμως γεγονότα έχουν λάβει χώρα και στην Πλειστόκαινο χωρίς να καταλήξουν στα αποτελέσματα της Περμίου.
- Η τέταρτη υπόθεση, αφορά την αλλαγή της χημικής σύστασης των ωκεανών. Η μείωση της στάθμης της θάλασσας ευνόησε την αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ το οποίο εκλυόμενο στην ατμόσφαιρα προστέθηκε στο ήδη υπάρχον με συνέπεια την άνοδο της θερμοκρασίας. Κι εδώ δεν δικαιολογείται η μεγάλη εξαφάνιση χερσαίων ειδών.

- Η πέμπτη υπόθεση συνδυάζει τις τέσσερις προηγούμενες και είναι γνωστή ως «υπόθεση των πολλαπλών αιτίων». Η καταστροφή ήταν αποτέλεσμα της επαλληλίας και συγχρονισμού μιας σειράς αρνητικών γεγονότων που δέχτηκε ο πλανήτης. Φαίνεται ότι τα δραματικά επεισόδια που περιγράφηκαν παραπάνω συνέβησαν σε μια πολύ στενή χρονικά περίοδο (5.000 χρόνια).
- Η έκτη υπόθεση βασίζεται στην πρόσκρουση ενός γιγαντιαίου μετεωρίτη ή κομήτη στη Γη και προέκυψε από τη μελέτη μορίων φουλερενίου. Υπάρχει καλή υποστήριξη από την ανάλυση πετρωμάτων αλλά δεν έχει εντοπιστεί ακόμα η θέση πρόσκρουσης στην επιφάνεια του πλανήτη. Ίσως για αυτό να ευθύνεται η Πανγαία, η ήπειρος που δεν υπάρχει πια.

Κ-Τ εξαφάνιση

- Αποδίδεται σε μη γήινες παραμέτρους, αλλά σε σύγκρουση ενός μετεωρίτη με τη Γη.
- Οι εξαφανίσεις ειδών που προκλήθηκαν ήταν πάμπολλες (σε επίπεδο ειδών το ποσοστό εξαφάνισης εκτιμάται στο 60% – 80)
- Σε στρώματα του φλοιού της Γης ηλικίας ~65 εκ.χ. βρέθηκαν δύο «ανορθόδοξα» ορυκτά. Το πρώτο είναι κρύσταλλοι χαλαζία με ασυνήθιστη ελασματοειδή εσωτερική υφή και το δεύτερο είναι μικροί κόκκοι γυαλιού σφαιρικής ή ωειδούς μορφής.
- Επιπλέον οι ποσότητες ιριδίου (στοιχείο συχνό στους μετεωρίτες αλλά σπανιότατο στη Γη) σε πετρώματα ηλικίας 65 εκ.χ. είναι έως και χιλιαπλάσιες.

Με αναλυτική χαρτογράφηση των ανωμαλιών της ομοιογένειας του μαγνητικού και βαρυτικού πεδίου της Γης, αποκαλύφθηκε η παρουσία ενός κρατήρα διαμέτρου 180 km (στη χερσόνησο Γιουκατάν, βορειοανατολικά του Μεξικού



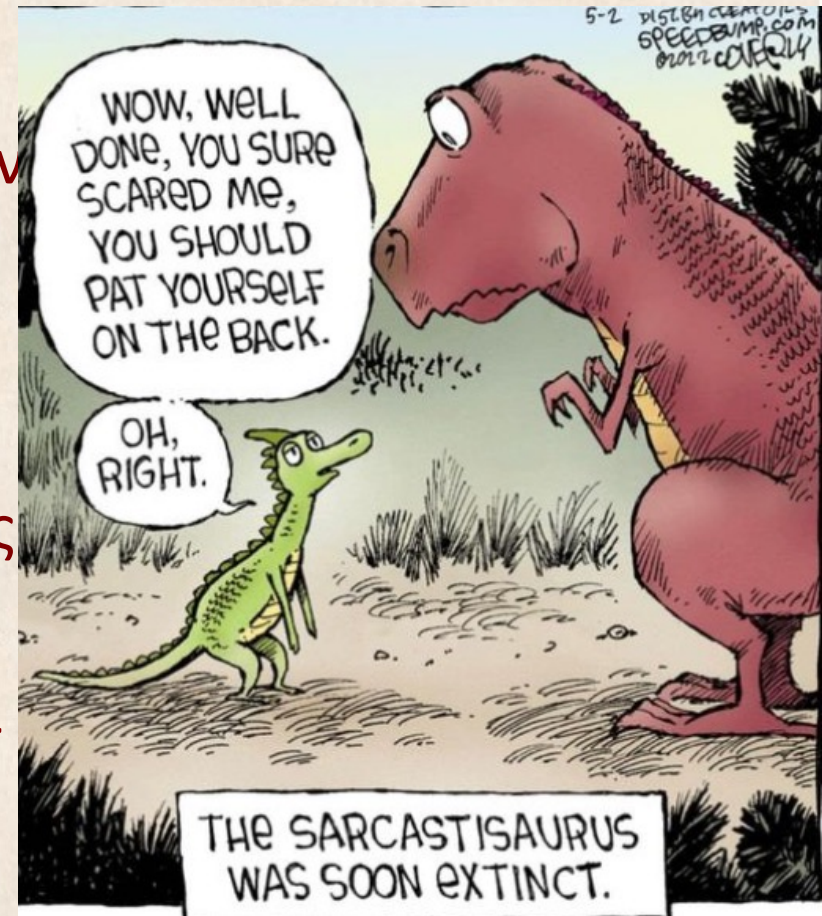
- Οι συνέπειες της σύγκρουσης συνοψίζονται σε σεισμούς, πλημμύρες, νέφη στάχτης και όξινη βροχή.
- Μεταξύ των σπονδυλωτών τις λιγότερες απώλειες είχαν τα κροκοδείλια, τα αμφίβια, τα θηλαστικά και οι χελώνες.
- Τα θαλάσσια ασπόνδυλα υπέστησαν τόσο μεγάλη καταστροφή ώστε να μιλάμε για «πλαγκτονικό κενό».



Η ποικιλότητα των φυτών υπέστη επίσης σημαντικές καταστροφές με εξαίρεση τα περιδόφυτα που αναδείχθηκαν σε επικρατούσα μορφή.

Η πλέον γνωστή περίπτωση εξαφάνισης αφορά στους
δεινοσαύρους

- Μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα εξαφανίστηκε το σύνολο των δεινοσαύρων.
- Στο παρελθόν είχαν προταθεί πολλές πιθανές εξηγήσεις όπως η εξάπλωση ασθενειών, ο ανταγωνισμός τα θηλαστικά.
- Η επικρατούσα υπόθεση στηρίζεται στην αλλαγή της ατμοσφαιρικής σύστασης λόγω βροχής μετεωριτών η οποία οδήγησε σε εκτεταμένη καταστροφή της στιβάδας του όζοντος με συνέπεια την περιορισμένη προστασία από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες.

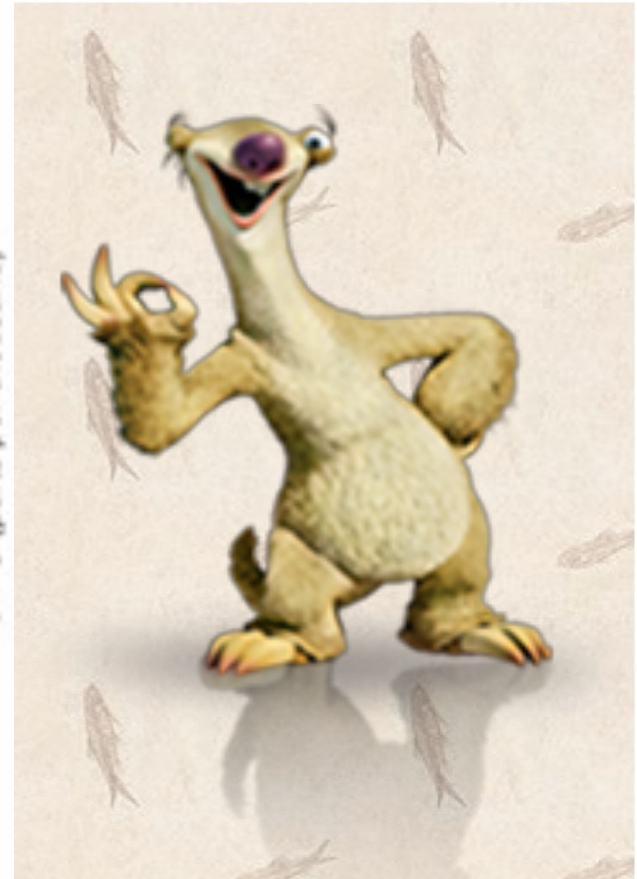
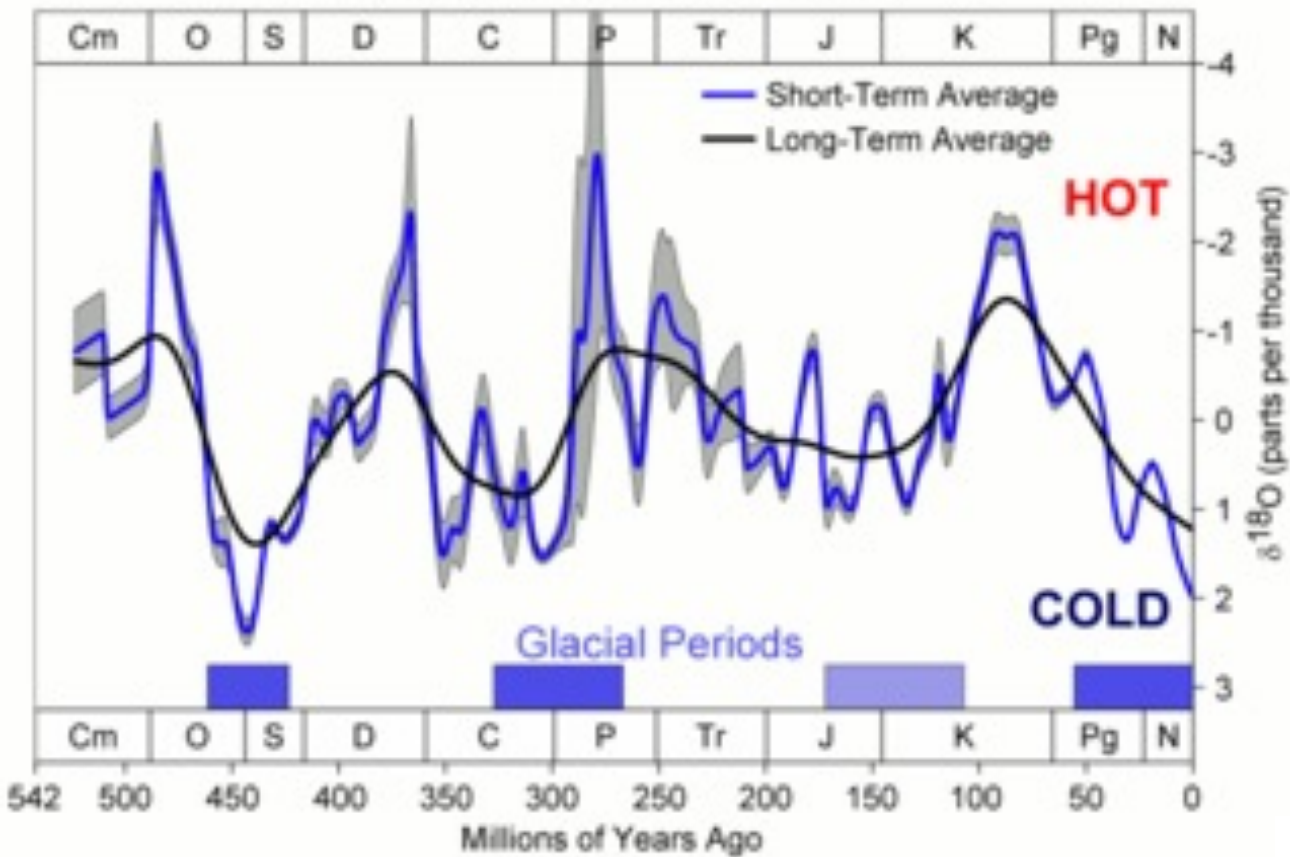


Ανω Πλειστόκαινο 0.01 εκ.χ.	Παγετώνες- άνθρωπος
Ηώκαινος Ολιγόκαινος 33 εκ.χ.	Διαδοχικές εξαφανίσεις κύρια από την εναλλαγή του κλίματος
Ανω Κρητιδική	Μετεωρίτης, Ηφαίστεια
Ανω Πέρμιος, 245 εκ.χ.	Πολλαπλοί παράγοντες 96% ειδών
Ανω Δεβόνιος 380 εκ.χ.	Γενικά ψυχρό κλίμα 82% ειδών
Ανω Ορδοβίσιος 440 εκ.χ.	Δημιουργία της Gondwana, 85% των ειδών
Κάμβριος	Μείωση των βιοτόπων σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας

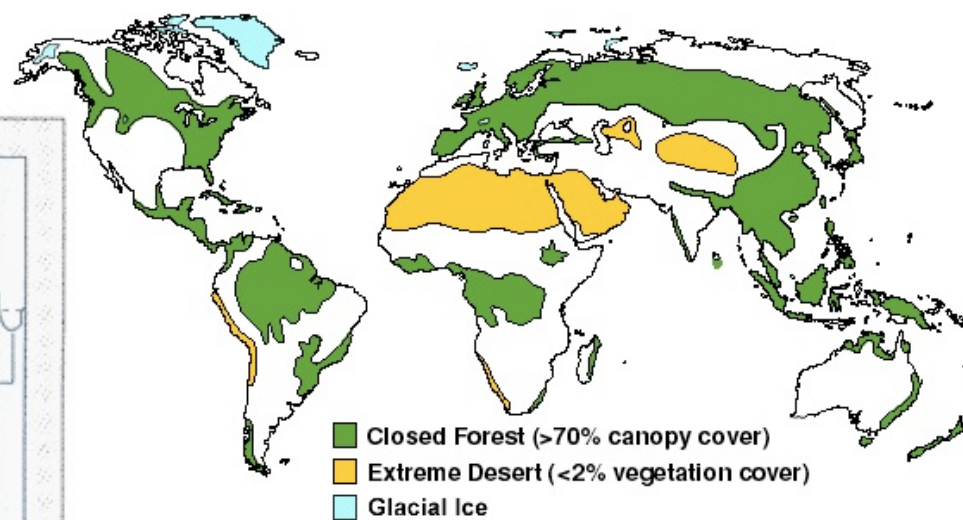
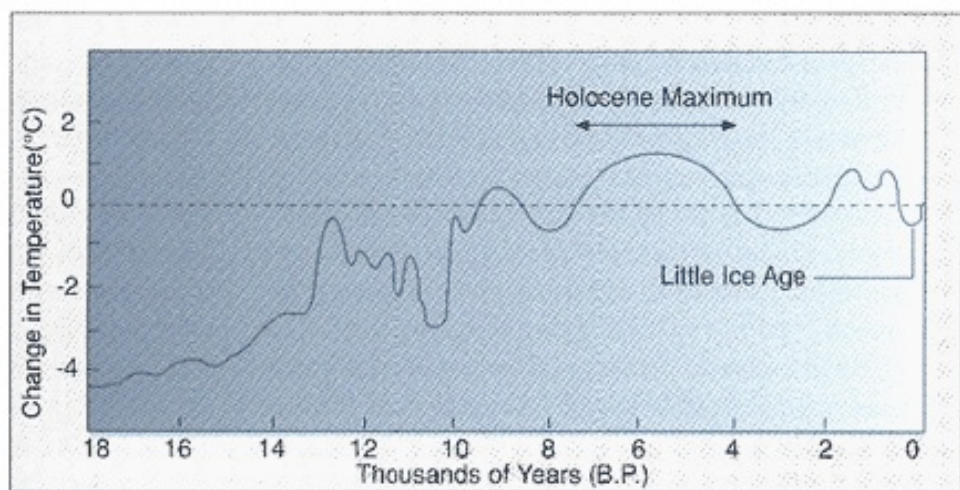
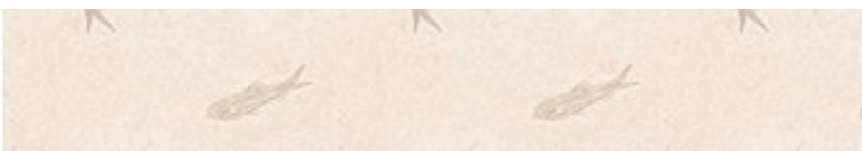
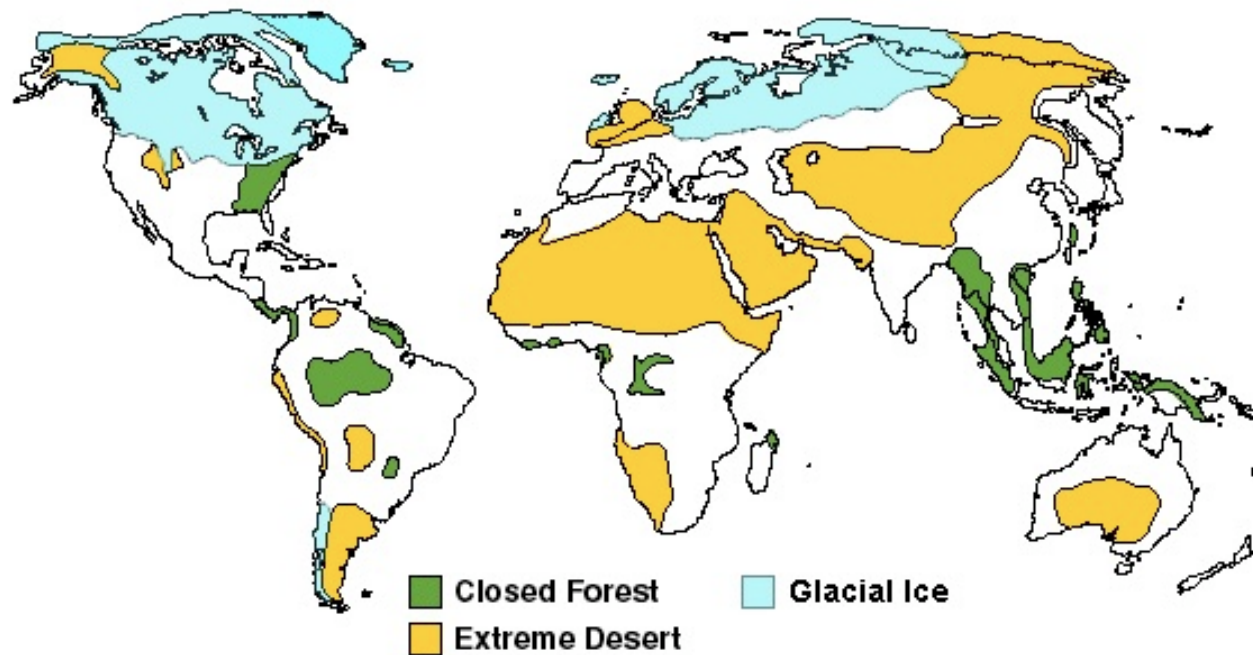
Πρόσφατες εξαφανίσεις

- Οι εξαφανίσεις αυτές πραγματοποιούνται κατά την Πλειστόκαινο και αφορούν επανειλημμένες περιόδους παγετώνων.
- Οι περίοδοι των παγετώνων είχαν διάρκεια γύρω στα 10 έως 20 χιλιάδες χρόνια και διαδέχονταν η μία την άλλη, περίπου κάθε 100 χιλιάδες χρόνια
- Οι εναλλαγές των παγετώνιων περιόδων, σε συνδυασμό με τη θήρευση από τον άνθρωπο, εξαφάνισαν μεγαλόσωμα θηλαστικά (όπως τα μαμούθ) ή/και μαρσιποφόρα, τα δε ποσοστά σε επίπεδο γένους ξεπερνούν, σε ορισμένες περιπτώσεις, το 85%.

Phanerozoic Climate Change



18.000 χρόνια πριν



Οι παγετώνες, όμως, δεν ευθύνονται για την εξαφάνιση περίπου 2.000 ειδών πτηνών (σχεδόν το 20% των υπαρχόντων ειδών) σε νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού συμπεριλαμβανομένης και της Ωκεανίας.



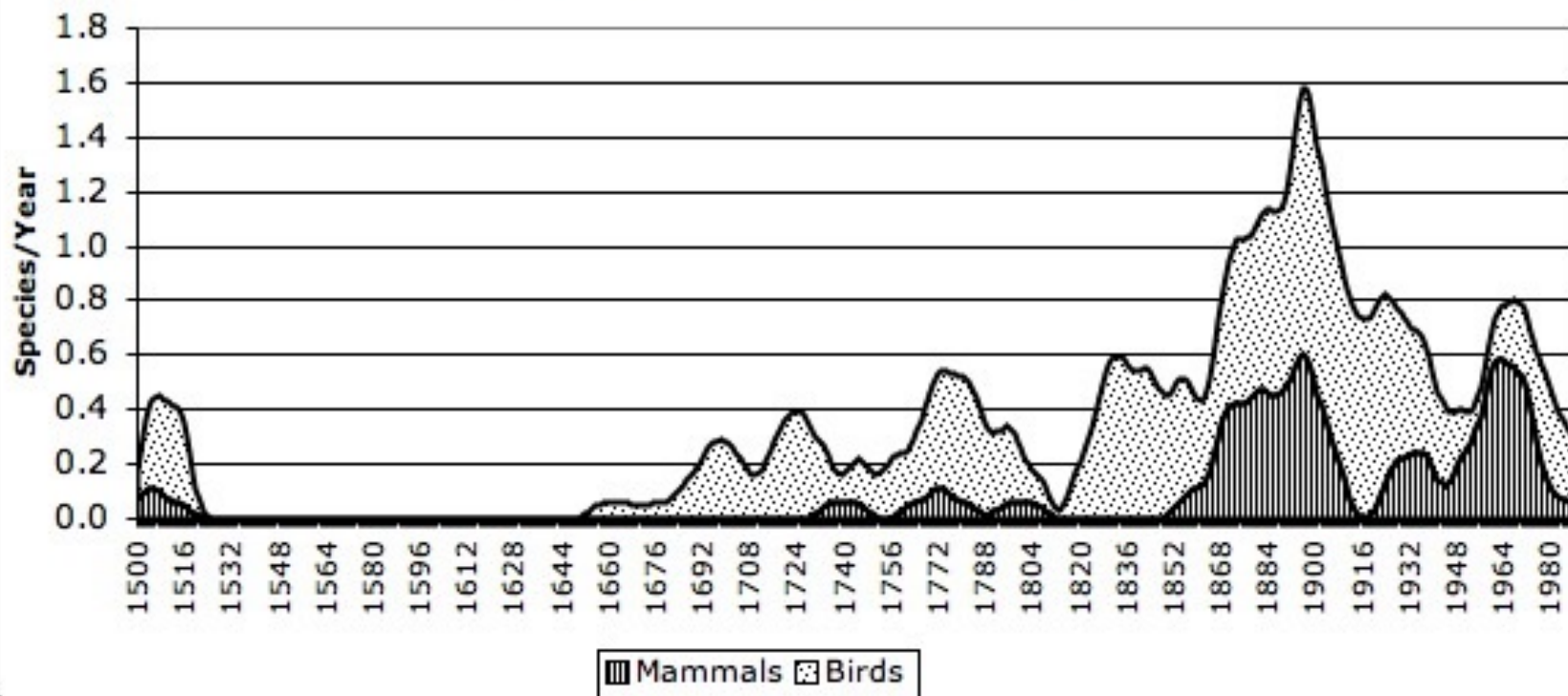
Porzana sandwichensis, **Χαβάη**



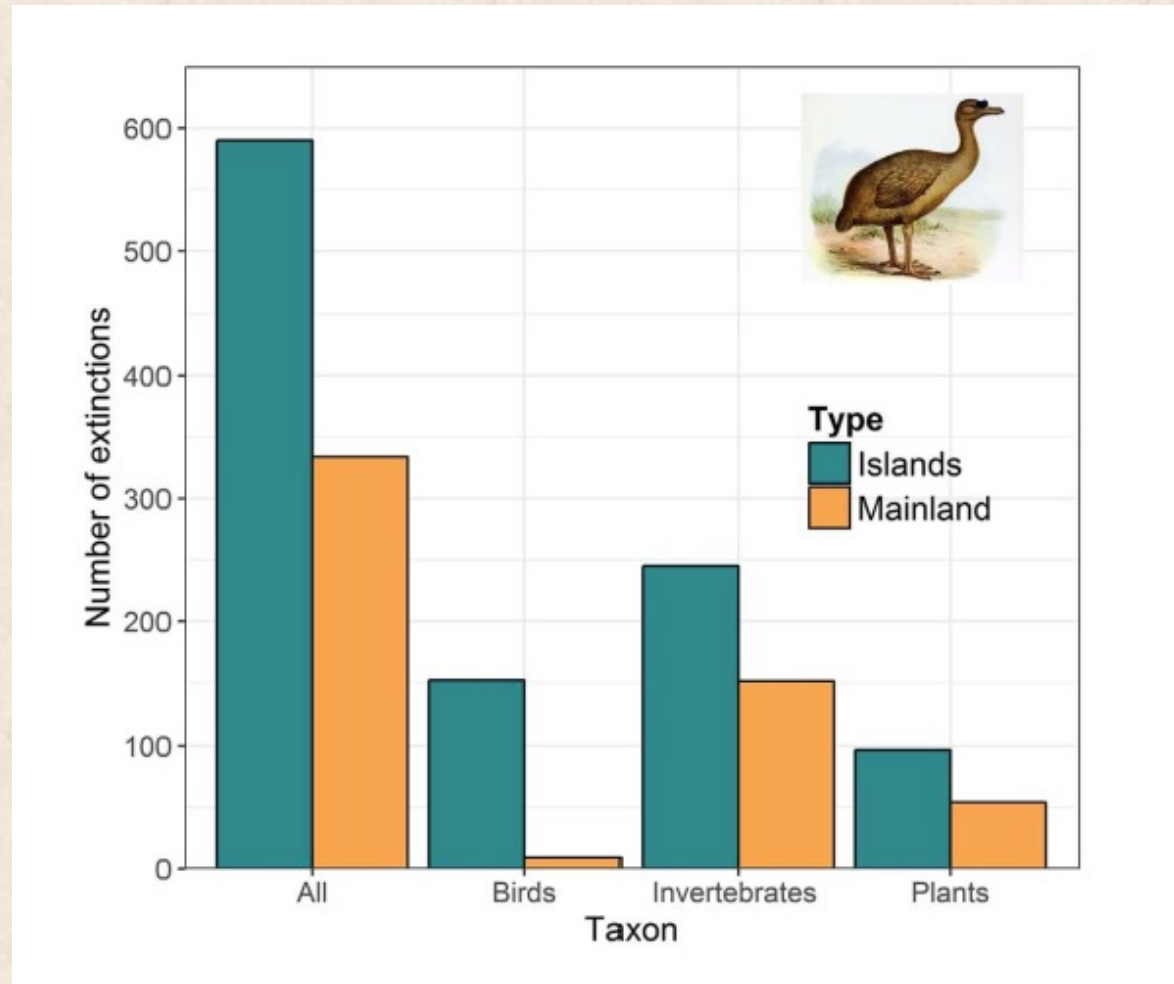
Raphus cucullatus, **Άγιος Μαυρίκιος**

Έκτη μαζική εξαφάνιση;

Total Mammal and Bird Extinctions
Stacked Graph Showing Contribution By Class

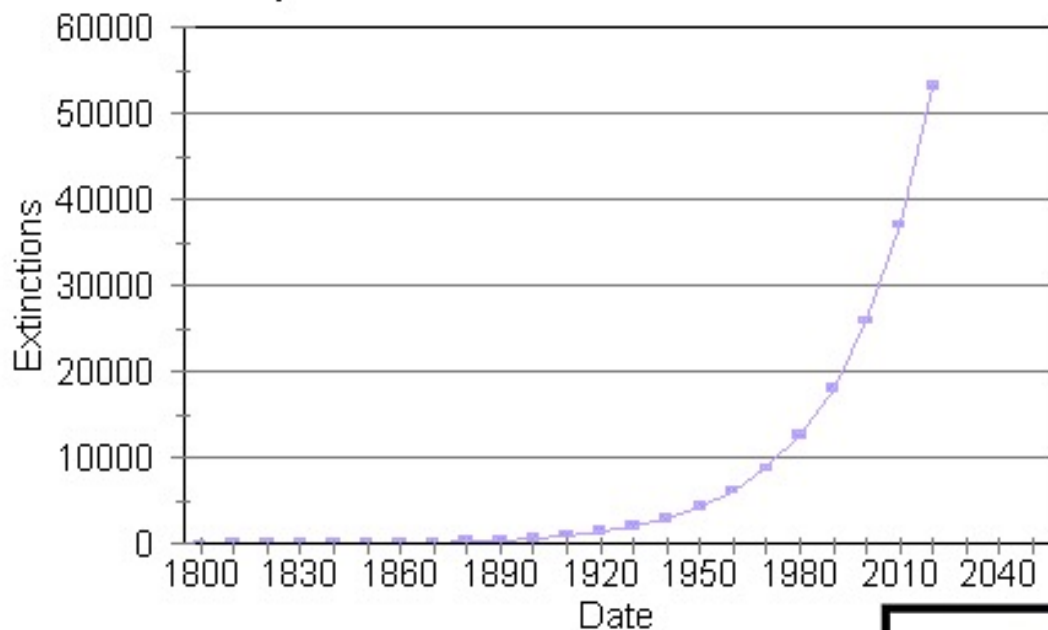


Τα επεισόδια εξαφάνισης είναι πιο συχνά και έντονα σε νησιά

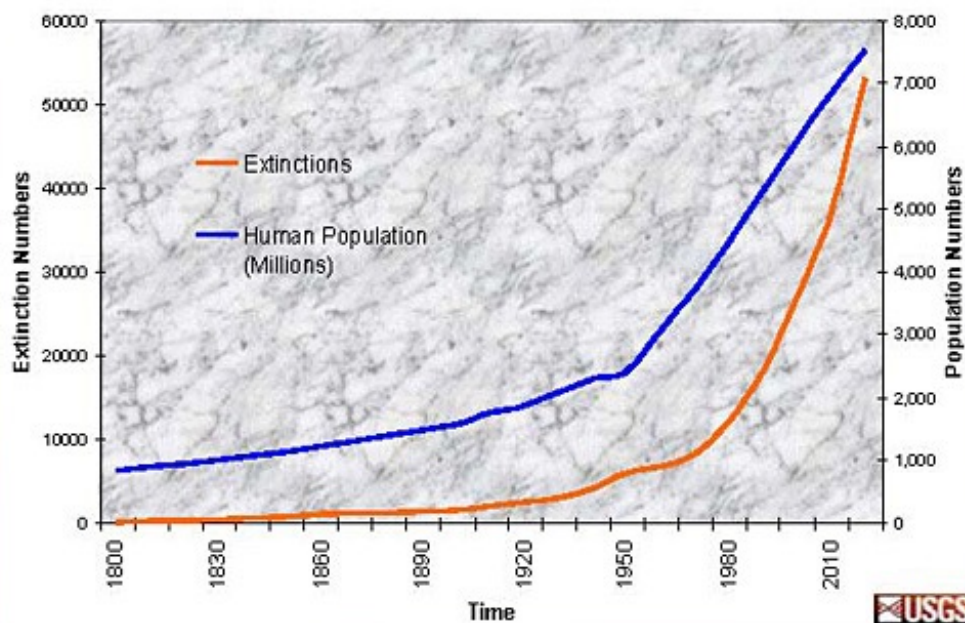


Εξαφανίσεις από το 1500 μ.Χ. (Whittaker et al. 2017, Science)

Species Extinctions Since 1800



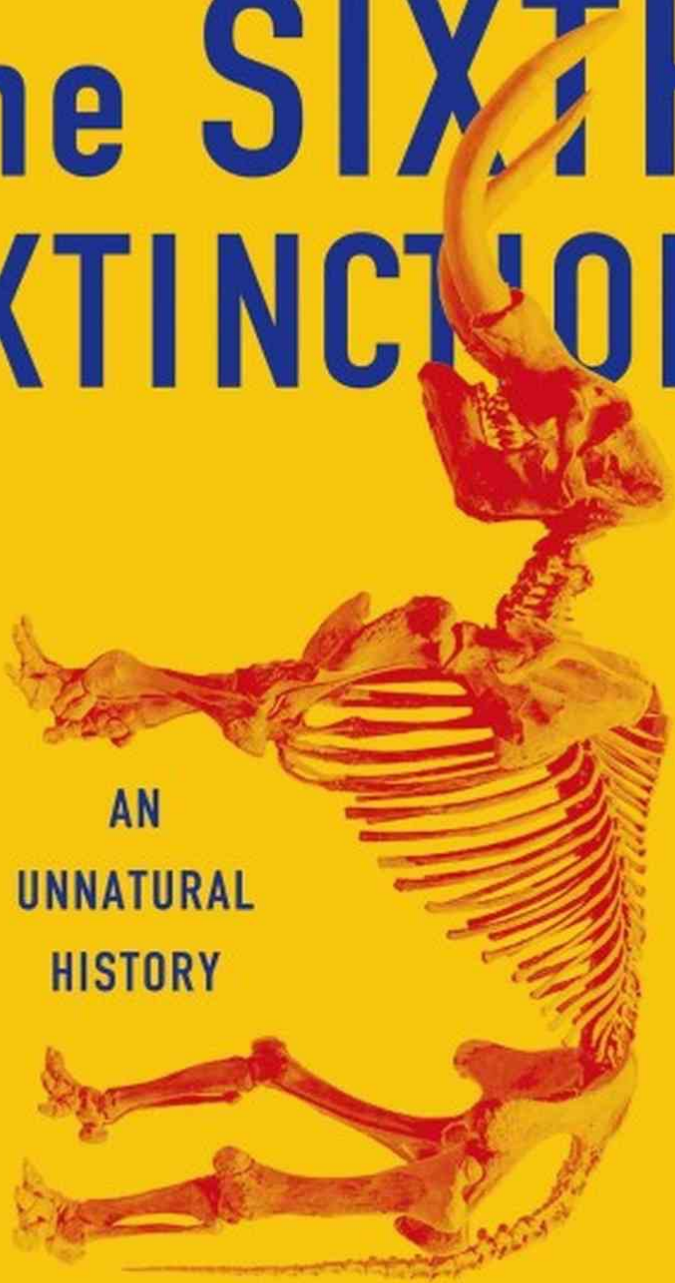
Species Extinction and Human Population



Ποιο είναι το συνολικό χρέος εξαφάνισης;



The SIXTH EXTINCTION



AN
UNNATURAL
HISTORY

ELIZABETH KOLBERT

Author of *FIELD NOTES
FROM A CATASTROPHE*

Η περίπτωση του *Tympanuchus cupido cupido*

Αιτίες:

- Κυνήγι. Μείωση των πληθυσμών. Το 1908 ονομάστηκε προστατευόμενο είδος
- Μετά το 1916 εξαφανίστηκε λόγω πυρκαγιών, δριμύος χειμώννα και ασθενειών από οικόσιτα πουλερικά



Η περίπτωση της *Podarcis lilfordi* στις Βαλεαρίδες

Μέχρι τους ιστορικούς
χρόνους εξαπλωνόταν σε
όλα τα νησιά του
Αρχιπελάγους. Η εισαγωγή
του φιδιού *Macroprotodon
cusullatus* από τον
άνθρωπο προκάλεσε
εκτεταμένη εξαφάνιση και
σήμερα η σαύρα
εξαπλώνεται μόνο στις
νησίδες περιφερικά της
Menorca και Mallorca.



Η ιστορία του γάτου Tibbles και του στρουθιόμορφου *Xenicus (Traversia) lyalli*

- 1881: οι πρώτοι Ευρωπαίοι φτάνουν στο νησί με σκοπό να φτιάξουν ένα φάρο.
- 1894: αρχίζει η κατασκευή του φάρου. Εισάγονται στο νησί οι πρώτες γάτες (και ο Tibbles). Δημοσιεύεται η περιγραφή του πουλιού από τον Rothchild.
- 1896: οι ορνιθολόγοι δεν μπορούν να εντοπίσουν τα πουλιά.
- 1899: αρχίζει η εξολόθρευση των γατιών



1925: η τελευταία γάτα
θανατώνεται

Εξαφανίσεις στον ελλαδικό χώρο



Φραγκολίνος (*Francolinus francolinus*)



Λύγκας (*Lynx lynx*)

Κάστορας
(*Castor fiber*)



Zonites siphnicus



EXTINCT

ΛΕΠΤΟΜΥΤΑ



international journal of avian science



Original Article |  Open Access |   

Global extinction of Slender-billed Curlew (*Numenius tenuirostris*)

Graeme M. Buchanan , Ben Chapple, Alex J. Berryman, Nicola Crockford, Justin J. F. J. Jansen, Alexander L. Bond

First published: 17 November 2024 | <https://doi.org/10.1111/ibi.13368>

Επιφάνεια της ξηράς

Η χρήση της γης από τον άνθρωπο και οι απαιτήσεις του για πόρους, έχει αλλοιώσει πάνω από την μισή επιφάνεια της γης, μη περιλαμβανόμενων των πόλων (η νέα περιπέτεια της Γροιλανδίας...).

Κύκλος του αζώτου

Κάθε χρόνο οι δραστηριότητες του ανθρώπου απελευθερώνουν στα χερσαία οικοσυστήματα περισσότερο άζωτο από ότι οι βιολογικές και φυσικές διεργασίες.

Κύκλος του ατμοσφαιρικού άνθρακα

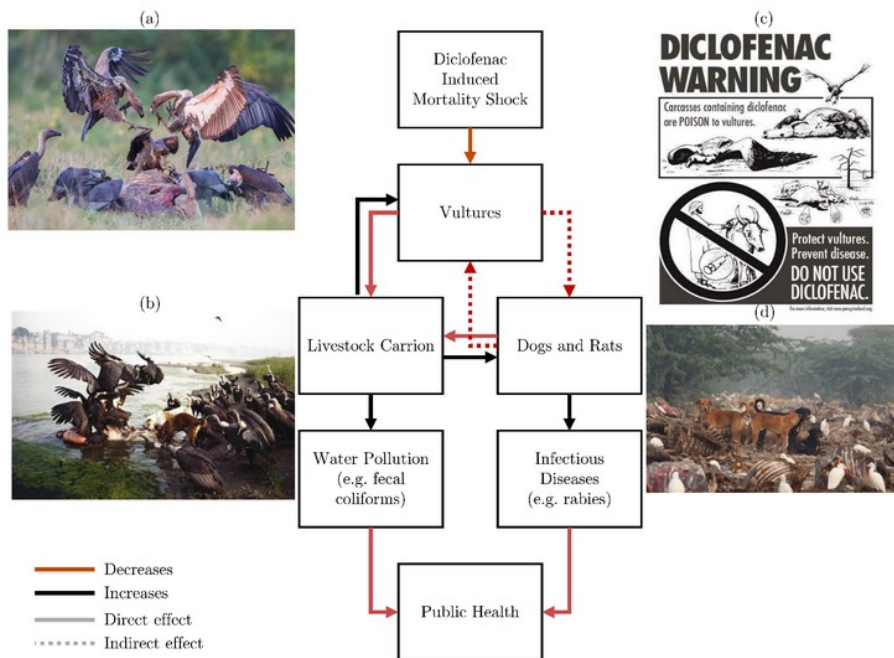
Μέχρι τα μέσα του αιώνα, η χρήση ορυκτών καυσίμων από τον άνθρωπο θα οδηγήσει στο διπλασιασμό των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Η παγκόσμια ποικιλότητα των ειδών παρουσιάζει μια προοδευτική μείωση τα τελευταία 30.000 χρόνια, καθώς ένα είδος, ο άνθρωπος, έχει επιβάλει την κυριαρχία του.

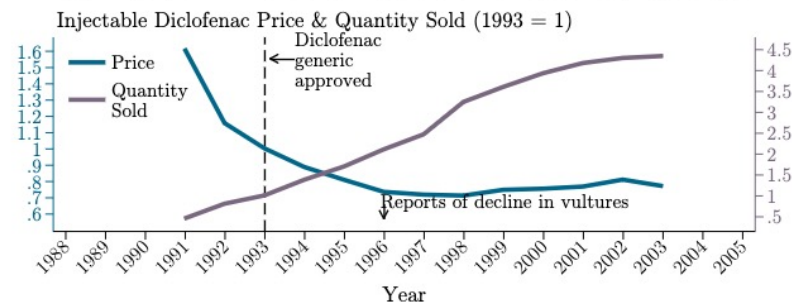
Ο άνθρωπος έχει μεταβάλει σταδιακά τα χερσαία και τα υδάτινα οικοσυστήματα σε βάρος των οικολογικών απαιτήσεων άλλων ειδών.

Σήμερα το 40% της φαινομενικής πρωτογενούς παραγωγής (τα ζώντα υλικά που παράγονται από τα φυτά) των χερσαίων οικοσυστημάτων χρησιμοποιείται ή κατασπαταλείται με διάφορους τρόπους από τον άνθρωπο, ποσοστό που αντιπροσωπεύει το 25% της συνολικής πρωτογενούς παραγωγής του πλανήτη

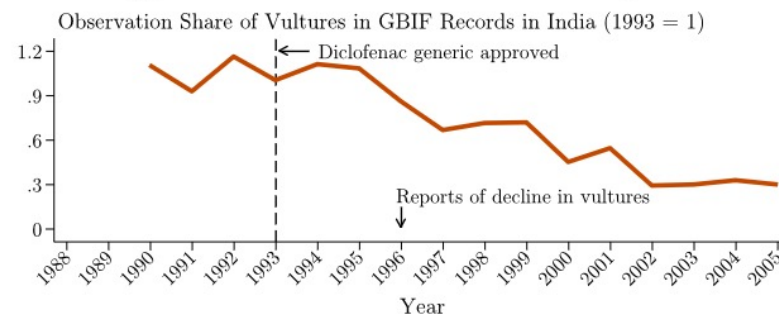
Η ελάττωση των πληθυσμών των γυπών προκαλεί αύξηση της λύσσας



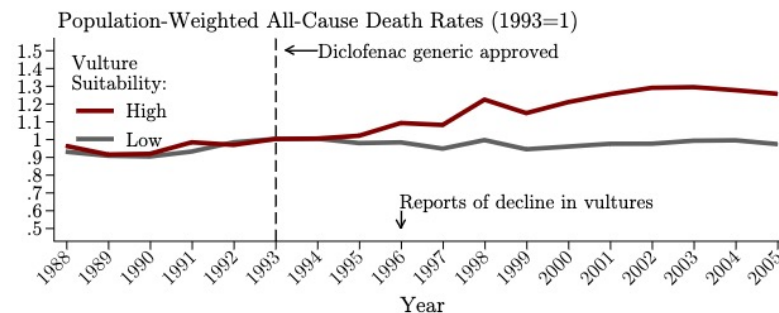
(a) Expansion in Diclofenac Around the 1994 Veterinary Use Onset



(b) Decline in Observations of Affected Vulture Species



(c) All-Cause Death Rates by Vulture Habitat Suitability



“Για να το πούμε κι αλλιώς: τι στο καλό νομίζετε ότι έτρωγαν στην Κιβωτό ο Νώε και η φαμελιά του; Για αυτούς ήμασταν απλώς μια πλώτη ταβέρνα. Δεν μπορείτε να φανταστείτε τι πλούτο άγριας ζωής σας στέρησε ο Νώε. Αν ρίξετε μια ματιά στο ζωικό βασίλειο σήμερα, μη μου πείτε ότι θεωρείτε πως αυτά είναι όλα κι όλα τα είδη που υπήρξαν ποτέ; Ότι υπάρχουν ένα σωρό ζώα που λίγο πολύ μοιάζουν μεταξύ τους, μετά ένα κενό, και μετά κάποια άλλα ζώα που πάλι μοιάζουν μεταξύ τους; Ξέρω ότι έχετε κάποια θεωρία για να το εκλογικεύσετε – κάτι για την επίδραση του περιβάλλοντος και τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά – αλλά υπάρχει απλούστερη ερμηνεία...”