



# Παλιοντολογία Σπονδυλωτών

## Ενότητα 2: Εξέλιξη και Παλιοντολογία

Δημήτριος Κωστόπουλος  
Αναπληρωτής Καθηγητής Γεωλογίας, Α.Π.Θ.



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

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

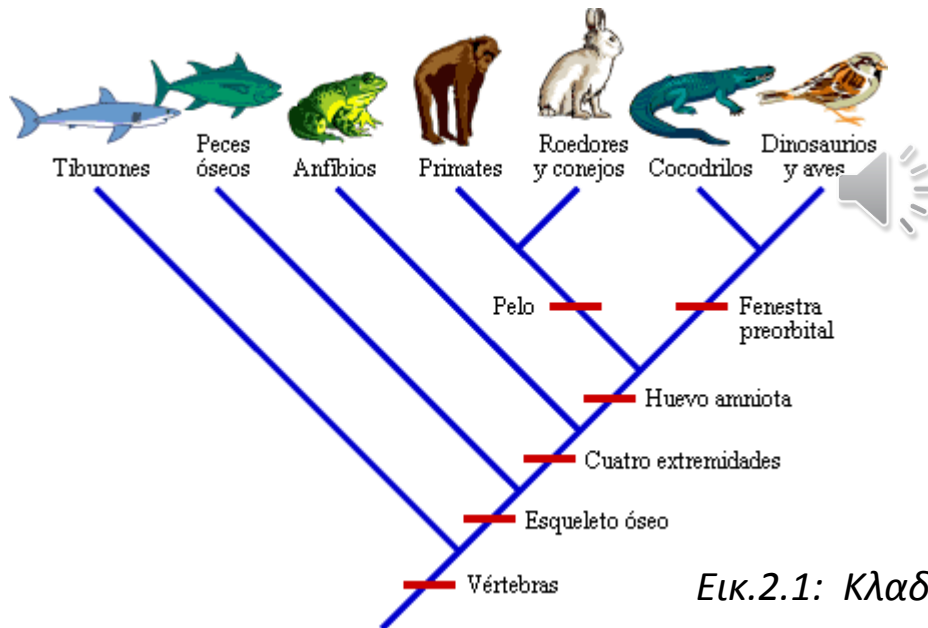


Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





# Εξέλιξη και Παλαιοντολογία



Λέξεις Κλειδιά: Θεωρία Εξέλιξης,  
Έννοια του Είδους, Λιναία  
Συστηματική, Φυλογενετική  
Συστηματική, Μαζικές  
Εξαφανίσεις

Εικ.2.1: Κλαδόγραμμα Σπονδυλόζων



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Αρχές θεωρίας της εξέλιξης.
2. Η έννοια του είδους.
3. Το παλαιοντολογικό είδος.
4. Λιμναία και Φυλογενετική συστηματική.
5. Μαζικές εξαφανίσεις και η σημασία τους.



# Στόχοι ενότητας

- Η διάκριση ανάμεσα στην επιστημονική και μη επιστημονική αντίληψη της Ζωής μέσω των εννοιών της θεωρίας και του θεωρήματος.
- Η αναγνώριση των βασικών αρχών και μηχανισμών της εξέλιξης και της σημασίας των παλαιοντολογικών ευρημάτων σε αυτήν.
- Η διάκριση ανάμεσα στις έννοιες του φαινοτυπικού, βιολογικού και παλαιοντολογικού είδους.
- Η αναγνώριση της έμφυτης λειτουργίας συστηματοποίησης-ιεράρχησης του φυσικού κόσμου από τον άνθρωπο και η διάκριση ανάμεσα στα δύο βασικά μοντέλα συστηματικής ταξινόμησης του έμβιου κόσμου.
- Η διάκριση ανάμεσα στις έννοιες της Εξαφάνισης και της Μαζικής Εξαφάνισης και η αναγνώριση των βασικών Μαζικών Εξαφανίσεων και του ρόλου τους στην Εξέλιξη.



# Γένεση ή Εξέλιξη ?



Εικ.2.2: Η Δημιουργία του Αδάμ, Μιχαήλ Άγγελος 1512.

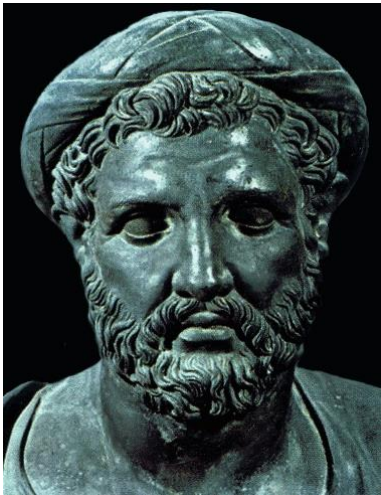
- «ο άνθρωπος κατάγεται από τον πίθηκο»
- «η θεωρία της Εξέλιξης είναι μία ακόμη θεωρία»
- «είναι αδύνατο από ένα κύτταρο να δημιουργήθηκαν όλοι οι οργανισμοί»



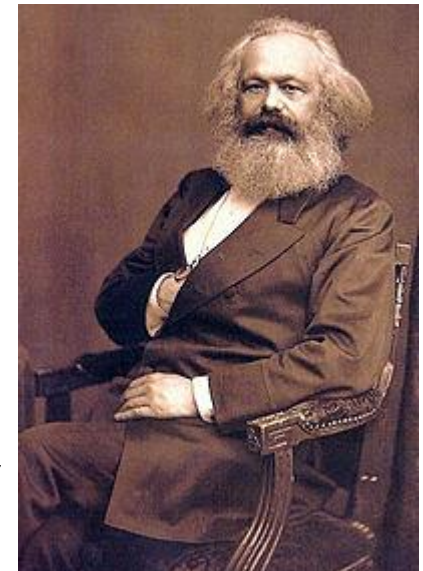


# Θεωρίες & Θεωρήματα

- ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΣΜΟΣ/ ΒΟΥΔΙΣΜΟΣ (ΘΕΩΡΙΑ : ιδεολογικά μορφώματα/δεν χρήζει απόδειξης).
- ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΑ ΘΕΩΡΙΑ (ΘΕΩΡΗΜΑ: μία πρόταση/ιδέα/«θεωρία» που αποδεικνύεται/ ελέγχεται/ μέσα από μία σειρά προτάσεων ή δεδομένων).



Εικ.2.3: Πυθαγόρας ο Σάμιος



Εικ.2.4: Καρλ Χάινριχ Μαξ





# Θεωρίες & Θεωρήματα

Υπό αυτή την έννοια, οι «θεωρίες»

ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ

Αποτελούν στην πραγματικότητα ΘΕΩΡΗΜΑΤΑ



Εικ.2.5: μη φυσικός πληθυσμός κουνελιών.

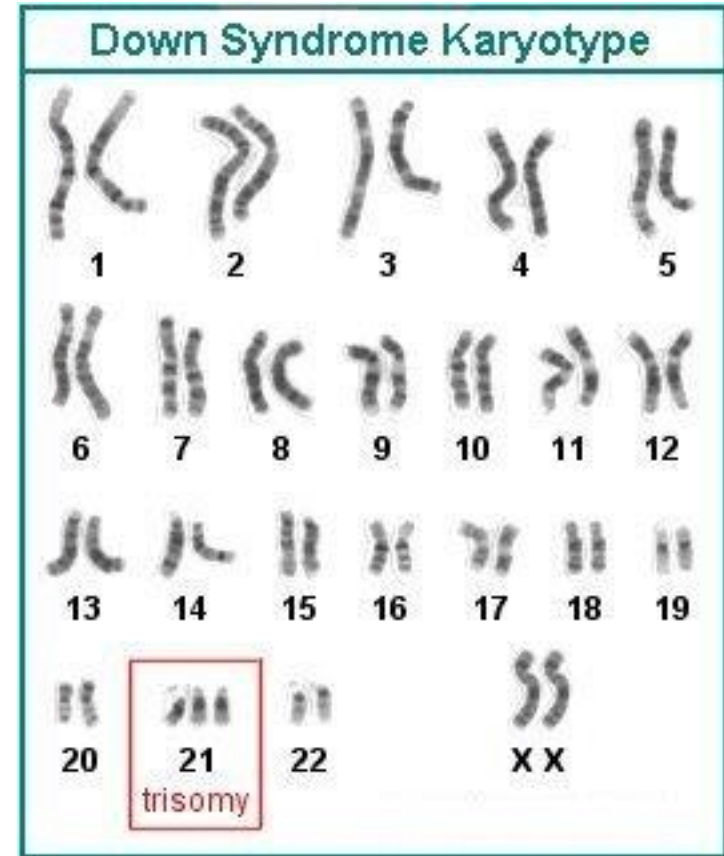


# Η Εξέλιξη ως αποδείξιμη θεωρία (θεώρημα) 1

## Το «τυχαίο» στην Εξέλιξη



Εικ.2.6: Άτομα με σύνδρομο Down.

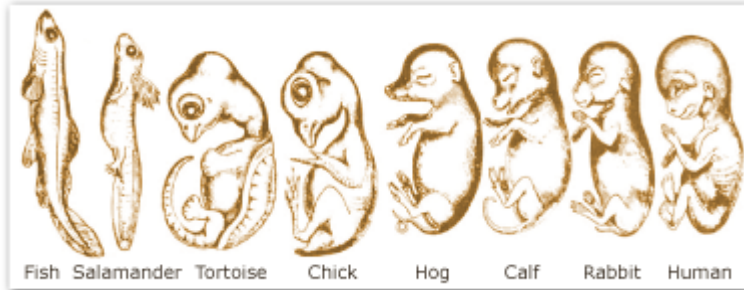


Εικ.2.7: Καρυότυπος Σύνδρομο Down



# Η Εξέλιξη ως αποδείξιμη θεωρία (θεώρημα) 3

Σαλαμάνδρα    Χελώνα    Γουρούνι    Άνθρωπος



Εικ.2.8: Εξέλιξη & Εμβρυολογία  
Στάδια εμβρυογένεσης διαφόρων  
σπονδυλοζώων

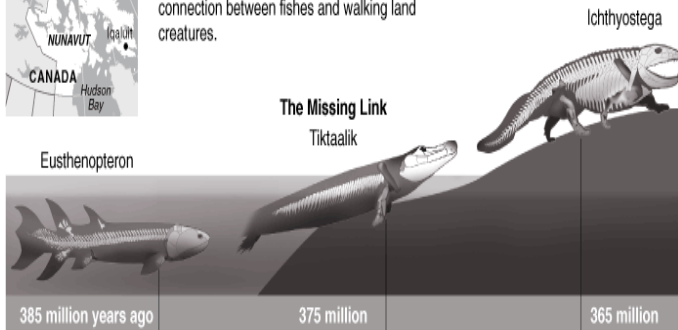


# Χρειάζεται η Εξέλιξη την Παλαιοντολογία ?



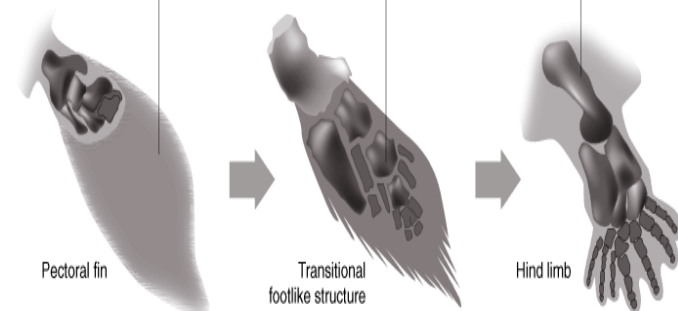
## A 'Missing Link' Is Found

With the discovery of fossils of the Tiktaalik, or "large shallow water fish," scientists have found a missing connection between fishes and walking land creatures.



ΌΧΙ. Η εξέλιξη αποδεικνύεται  
ακόμη και πειραματικά –  
εργαστηριακά.

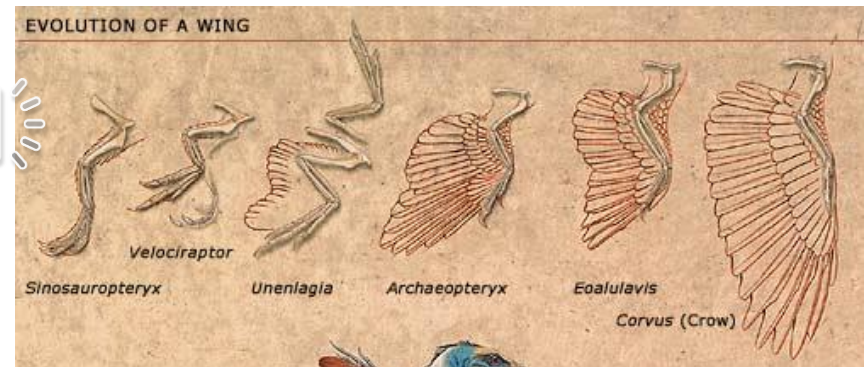
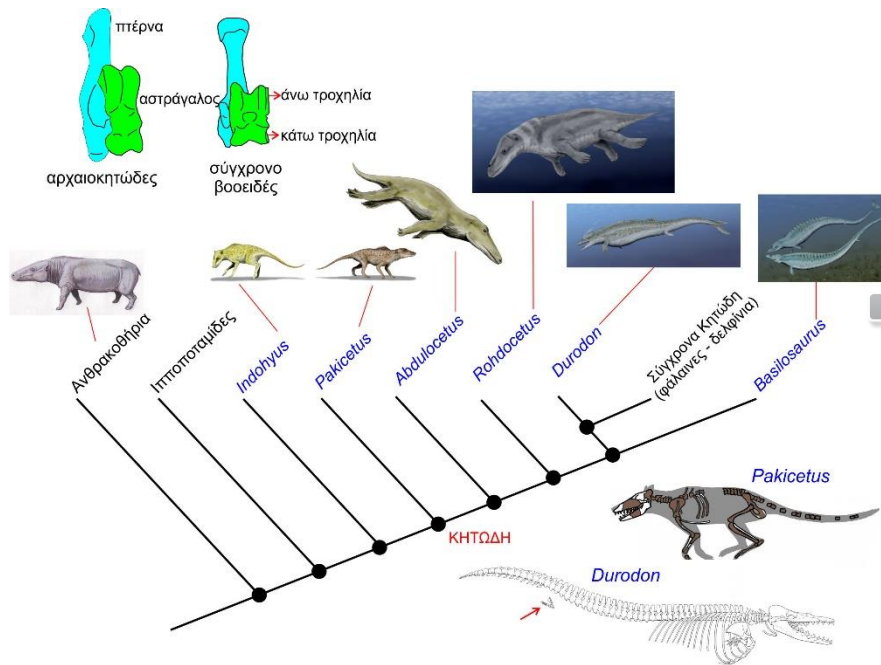
Η παλαιοντολογία όμως  
προσφέρει κάποια **Ισχυρά**  
παραδείγματα εξέλιξης.



Εικ.2.9: Τετράποδα



# Παραδείγματα Εξέλιξης από Παλαιοντολογία



Εικ.2.11: Εξέλιξη των φτερών στα πτηνά

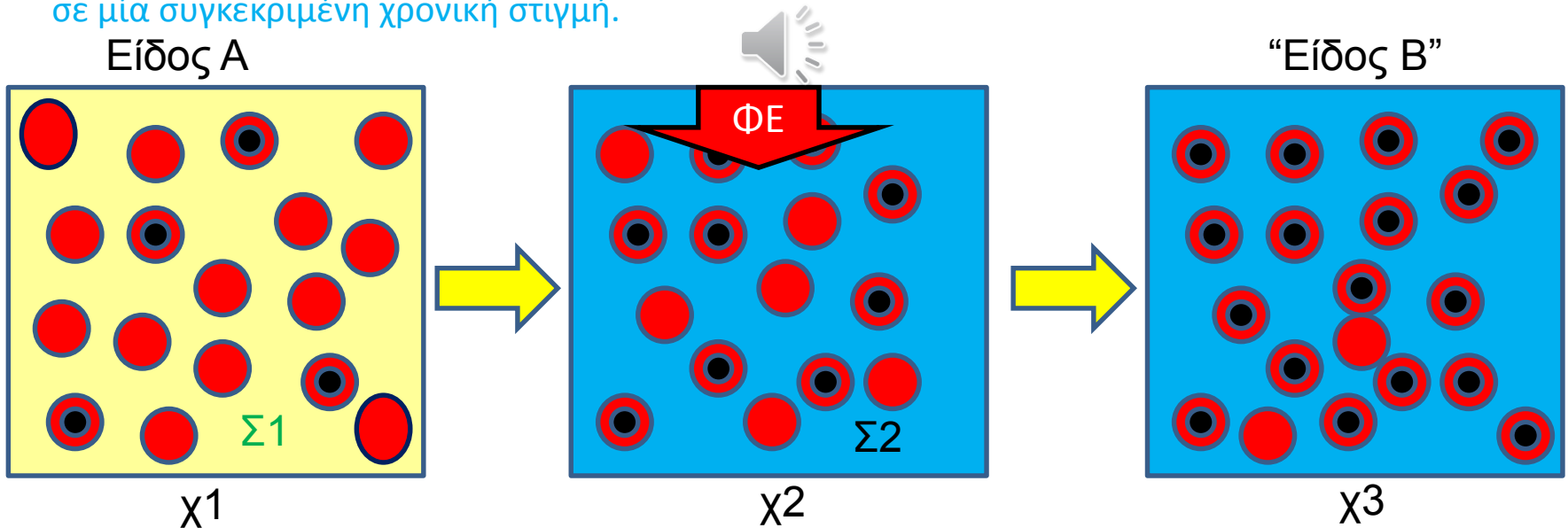
Εικ.2.10: Εξέλιξη των φαλαινών (από Κωστόπουλος & Κουφός 2015)



# Θεωρία της Εξέλιξης

Όλα τα είδη προέρχονται μέσω τροποποιήσεων από προγονικά είδη- οι τροποποιήσεις οφείλονται στη φυσική επιλογή που δρα πάνω στις διαφορές μεταξύ ατόμων του ίδιου είδους.

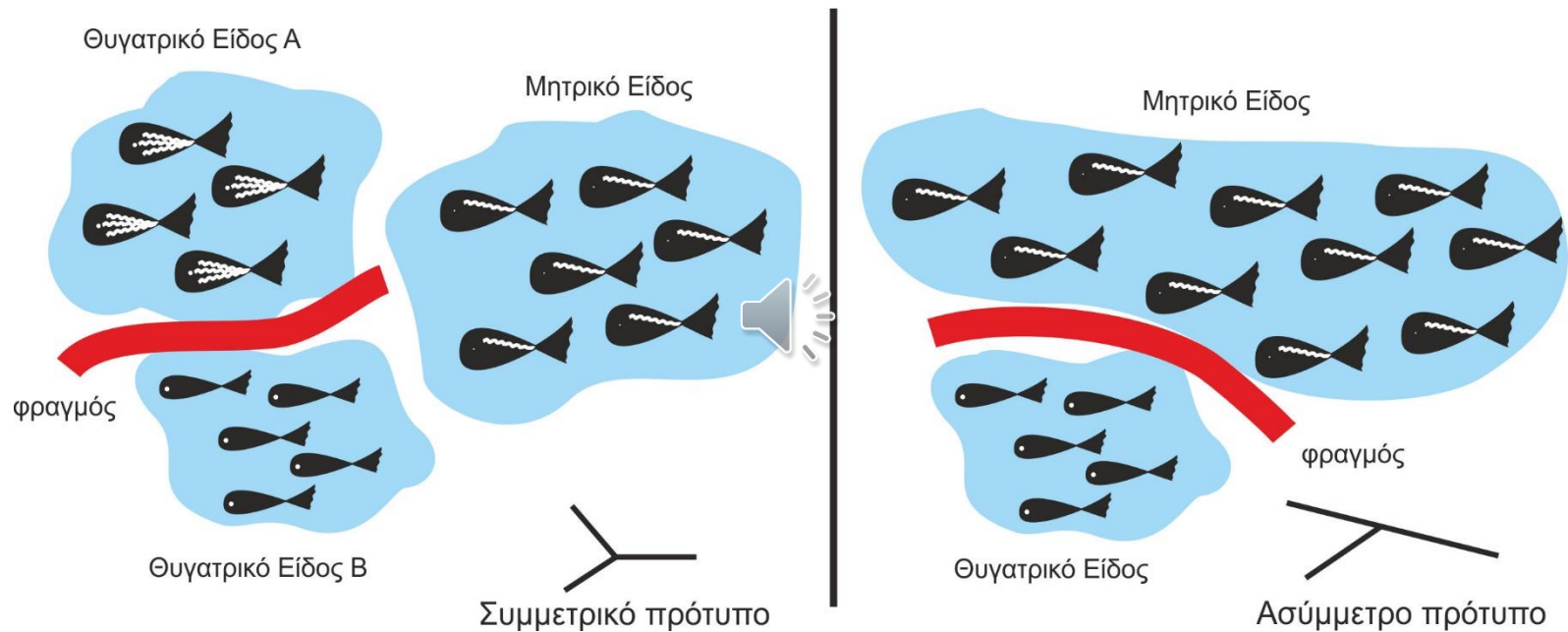
Η **φυσική επιλογή** δεν έχει στόχο-σκοπό. Υποδηλώνει απλώς την υπεροχή για επιβίωση ή αναπαραγωγή μίας γενετικής μορφής έναντι μίας άλλης κάτω από ένα συγκεκριμένο περιβάλλον σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή.



Εικ.2.11: Η επίδραση της Φυσικής Επιλογής σχηματοποιημένη



# Αλλοπάτρια ειδογένεση



Εικ.2.12: Αλλοπάτρια ειδογένεση σε ένα πληθυσμό ιχθύων.  
Η δημιουργία νέων ειδών οφείλεται σε απομόνωση και προσαρμογή (από Κωστόπουλος & Κουφός 2015)





# Νεοδαρβινική Θεωρία-Σύγχρονη Σύνθεση

1. Οι φυσικοί πληθυσμοί κάθε είδους περιέχουν μεγάλη γενετική ποικιλομορφία λόγω τυχαίων μεταλλάξεων και ανασυνδυασμού.
2. Οι αλλαγές που από γενιά σε γενιά λαμβάνουν χώρα μέσα στους πληθυσμούς οφείλονται σε αλλαγές της συχνότητας των γονιδίων οι οποίες με τη σειρά τους οφείλονται κυρίως στη φυσική επιλογή.
3. Το προσαρμοστικό πλεονέκτημα των περισσότερων αλληλόμορφων είναι πολύ μικρό με αποτέλεσμα οι αλλαγές του φαινοτύπου (εμφάνιση) να είναι μικρές και βαθμιαίες.
4. Η διαφοροποίηση των μορφών ζωής επιτυγχάνεται μέσω της ειδογένεσης που προϋποθέτει την αναπαραγωγική απομόνωση των πληθυσμών.
5. Οι ίδιες διεργασίες αν συνεχιστούν για μεγάλο χρονικό διάστημα προκαλούν αλλαγές σημαντικού μεγέθους που οριοθετούν νέες κατηγορίες κατάταξης των οργανισμών.



# Τι σημαίνει «**του ίδιου είδους**»?



Εικ.2.13: Ζέβρα, *Equus quagga*

Κανείς φυσιοδίφης  
δεν έχει ακόμη  
αποφανθεί  
αν είναι η ζέμπρα  
μαύρο ζώο με  
άσπρες ρίγες ή  
μαύρες ρίγες με  
άσπρο ζώο

(**Αργύρης Χιόνης,**  
**1986)**



# Τι σημαίνει «*του ίδιου είδους*»?

## Η έννοια του είδους

**Φαινοτυπική:** είδη ονομάζονται οι μικρότερες ομάδες οι οποίες αναγνωρίζονται μέσω διακριτών μορφολογικών χαρακτηριστικών.

**Βιολογική:** Είδη ονομάζονται ομάδες από φυσικά αναπαραγόμενους πληθυσμούς οι οποίοι είναι αναπαραγωγικά απομονωμένοι από άλλους πληθυσμούς.



# Το παλαιοντολογικό είδος

Το παλαιοντολογικό είδος δεν μπορεί να καλύψει τον βιολογικό ορισμό του είδους αλλά μόνο μέρος του φαινοτυπικού. Ορίζεται από:

- τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά (σκελετικά)
- τον αριθμό των δειγμάτων και την στατιστική τους ομοιογένεια
- τη γεωγραφική του θέση
- τη στρωματογραφική/ χρονολογική του τοποθέτηση.



Εικ.2.14: *Hippotragus equinus*



Εικ.2.15: *Skoufotragus schlosseri*, Samos, Φωτο Δ.Σ Κωστόπουλος





# Γιατί & Πώς κατατάσσουμε (ιεραρχούμε-ταξινομούμε) τα είδη ?



*Εικ.2.16: Βιβλιοθήκη (ταξινόμηση βιβλίων κατά θέμα, συγγραφέα, έτος έκδοσης...)*



# Λινναία Ταξινόμηση των ειδών 1

Ο Λινναίος (1707-1778) μέσα από το έργο του Systema Naturae προτείνει ένα τρόπο ιεραρχικής καταλογοποίησης -ομαδοποίησης των ειδών με βάση το βαθμό ομοιότητάς τους.

Είδος-Γένος-Οικογένεια-Τάξη-Ομοταξία-Συνομοταξία


Species-Genus-Family-Order-Class-Phylum

Κάθε οργανισμός χαρακτηρίζεται από μία διπλή ονομασία όπου η πρώτη λέξη δηλώνει το **ΓΕΝΟΣ** και η δεύτερη το **ΕΙΔΟΣ**: *Canis lupus* (λύκος) και συνήθως ακολουθεί το όνομα του ερευνητή που πρώτος το περιέγραψε:

*Mene psarianosi* **Symeonides, 1970**/*Majoreas elegans* (**Ozansoy, 1965**)



# Λιμναία Ταξινόμηση των ειδών 2

- **Fyllum:** Chordata
  - **Class:** Reptilia
  - **Superorder:** Dinosauria
  - **Order:** Ornithischia
  - **Family:** Ceratopsidae
  - **Genus:** *Triceratops*
  - **Species:** *horridus*
- 
- **Fyllum:** Chordata
  - **Class:** Mammalia
  - **Superorder:** Ungulata
  - **Order:** Cetartiodactyla
  - **Family:** Bovidae
  - **Subfamily:** Antilopinae
  - **Tribe:** Caprini
  - **Genus:** *Pontoceros*
  - **Species:** *ambiquus*
  - **Subspecies:** *mediterraneus*

Κάθε γένος έχει ένα τυπικό είδος (type species) και κάθε είδος έχει ένα τυπικό δείγμα (ολότυπος-holotype) από μία τυπική θέση (type area/site).





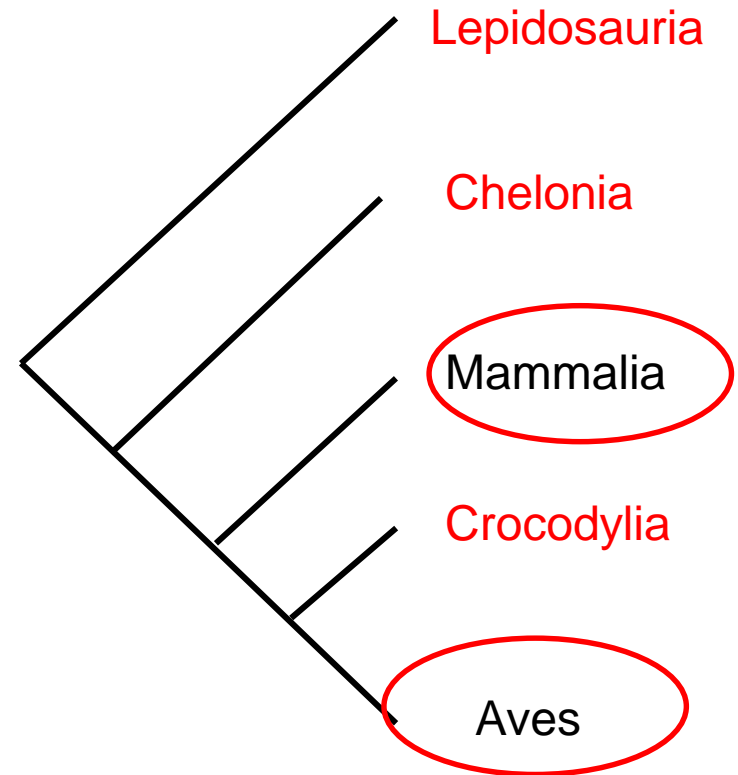
# Φυλογενετική vs Λινναΐας (εξελικτικής) Συστηματικής



Εικ.2.17: Χελώνια.  
Τάξη: Ερπετά



Εικ.2.18: Λεπιδοσαύρια. Τάξη: Ερπετά



# Φυλογενετική Συστηματική των ειδών

Η φυλογενετική συστηματική αναφέρεται στην ιεραρχική ταξινόμηση των ειδών (ή taxa γενικά) με βάση τα κοινά εξελιγμένα χαρακτηριστικά.

Κατά Λινναίο

«Συγγενής» Ομοιότητα



*Canis lupus* - *Canis aureus*



Εικ.2.19: *Canis lupus*



Εικ.2.20: *Canis aureus*

Κατά Φυλογενετική

Συγγένεια χαρακτήρων  
(μορφολογικών, DNA...)

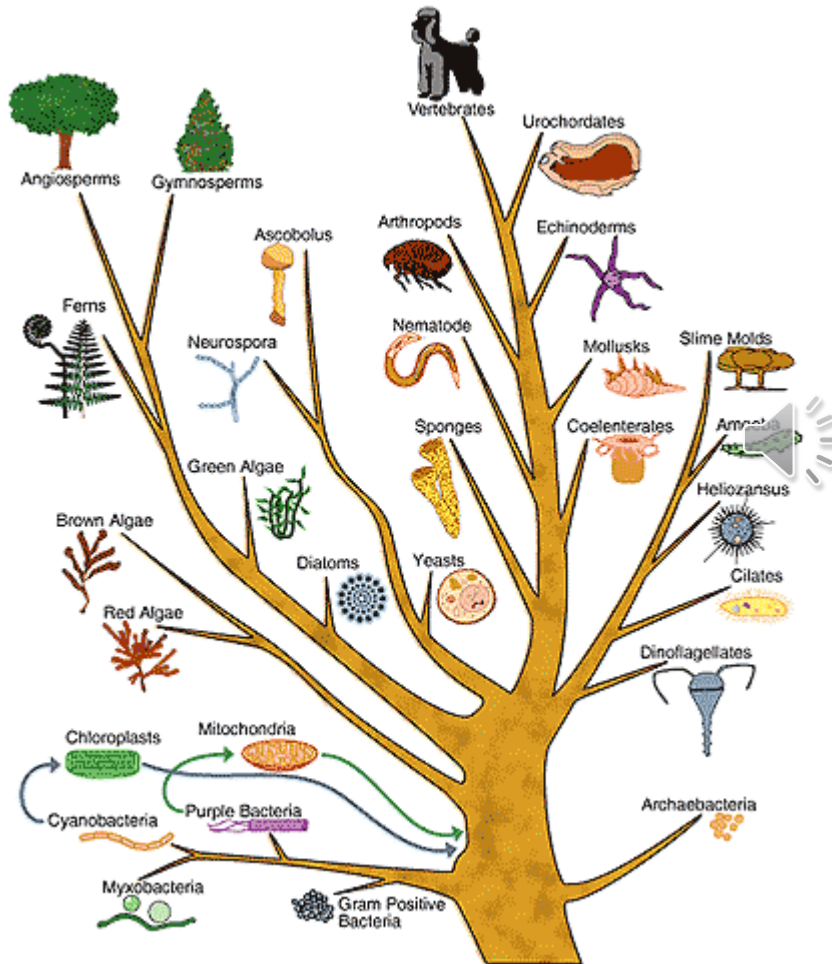
*Canis aureus* *Canis lupus*



Εικ.2.21: *Canis etruscus*



# Φυλογενετική Συστηματική



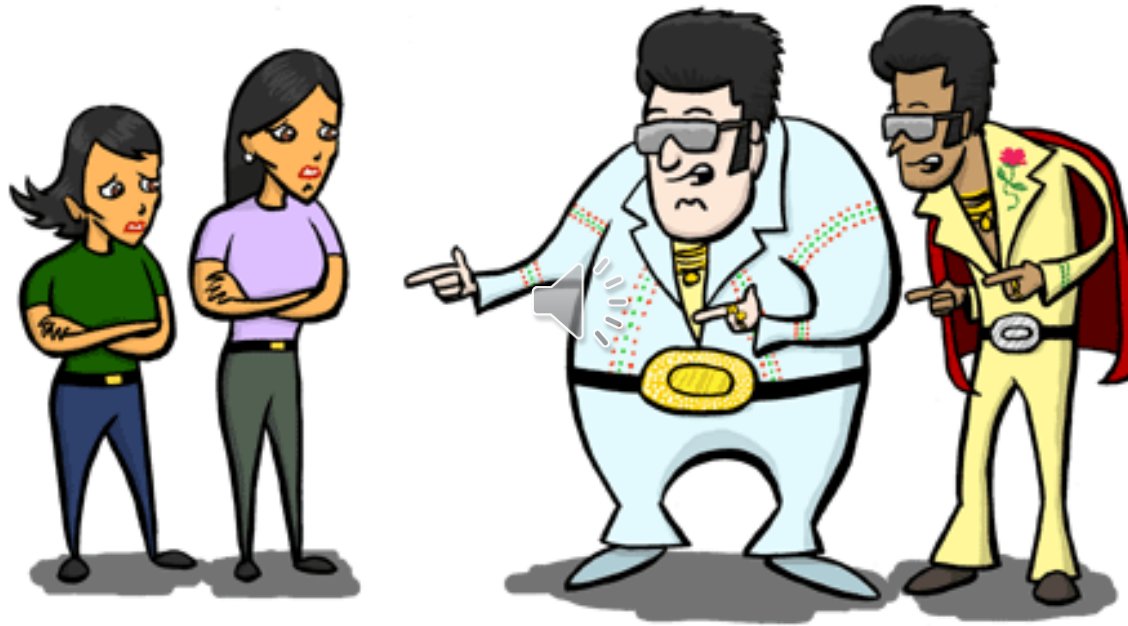
Η φυλογένεση εκφράζει την εξελικτική ιστορία ενός είδους ή μιας ομάδας ειδών (ταχον) και παρουσιάζεται με το φυλογενετικό δέντρο όπου ο οργανισμός συνδέεται με κοινούς προγόνους με άλλες φυλογενετικές γραμμές.

Για να διερευνήσουμε και να «κτίσουμε» αυτές τις σχέσεις χρειάζονται εξελιγμένοι χαρακτήρες (μορφολογικοί, γενετικοί, ηθολογικοί....)

Εικ.2.22: το «δέντρο της ζωής»



# Ομόλογοι και μη ομόλογοι (ανάλογοι) χαρακτήρες



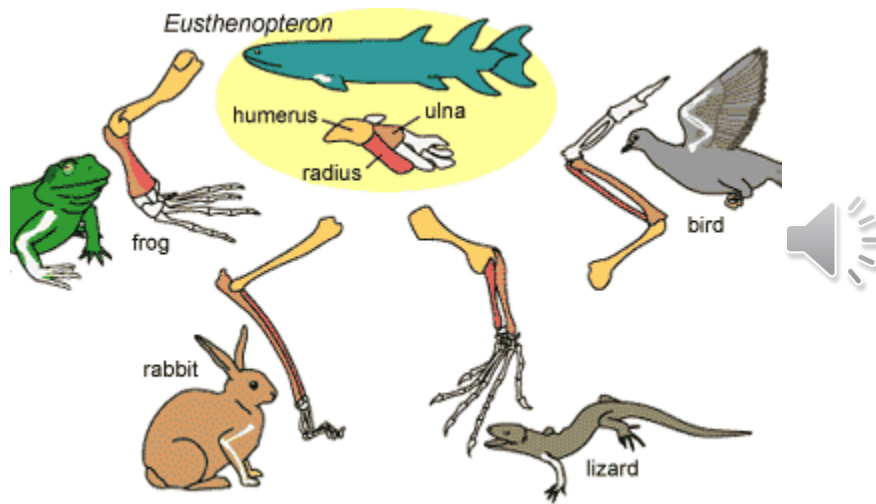
Ζεύγος Α

Ζεύγος Β

Εικ.2.23: Ομοιότητα λόγω συγγένειας (Δίδυμοι-Α) ή μη συγγένειας (Prisleys-Β)



# Ομόλογοι και μη χαρακτήρες



Εικ.2.24: Χαρακτήρας: Δομή άκρου (ομόλογος)



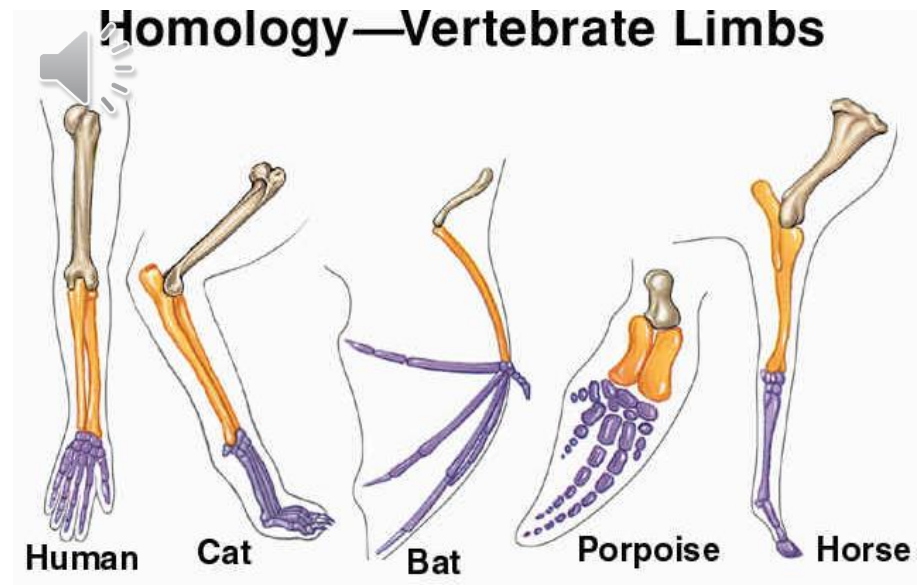
Εικ.2.25: Χαρακτήρας: ικανότητα πτήσης (ανάλογος)





# Ομόλογοι χαρακτήρες

ΟΜΟΛΟΓΟΙ χαρακτήρες διακρίνονται σε **πλησιομορφικούς** (πρωτόγονους) και **απομορφικούς** (εξελιγμένους).



Εικ.2.26: Θηλαστικά, εμπρόσθιο άκρο



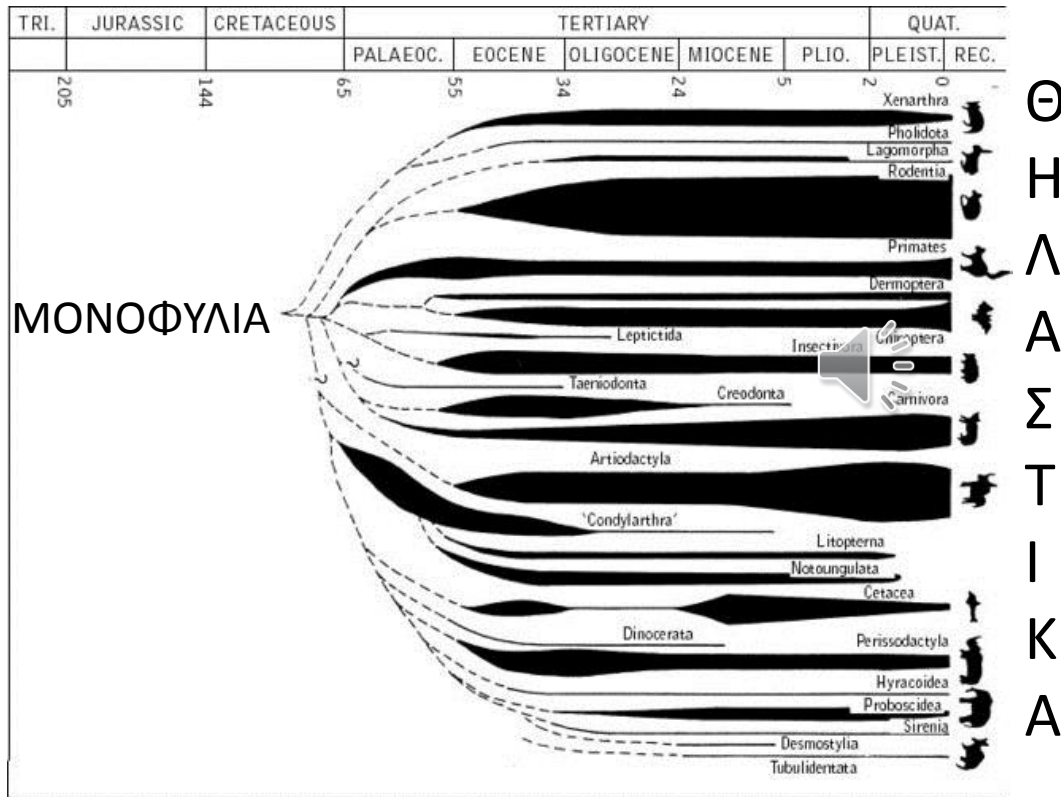
# Μονοφυλία

- ΜΟΝΟΦΥΛΙΑ (**monophyly – monophyletic group**): σε ένα ιεραρχικό σύστημα απογόνων (π.χ. κλαδόγραμμα), **ο πιο πρόσφατος κοινός πρόγονος και όλοι οι απόγονοί του** καλούνται μονοφυλετική ομάδα και συνιστούν ένα μονοφυλετικό κλάδο ή μια μονοφυλία, η οποία καθορίζεται από ομόλογους εξελιγμένους χαρακτήρες (**συναπομορφίες**).
- Στη Φυλογενετική Συστηματική μία ταξινόμηση έχει νόημα και ισχύ μόνο εφόσον αναφέρεται / οδηγεί σε μονοφυλετικές ομάδες (**monophyletic groups**) που καθορίζονται και διακρίνονται από την παρουσία ομόλογων (=αντίστοιχων) απομορφικών (=εξελιγμένων) χαρακτήρων (**apomorphic homologies**).





# Συναπομορφίες



- Τρίχωμα
- Γενούν μικρά
- **Φέρουν πλακούντα**

Θ  
Η  
Λ  
Α  
Σ  
Τ  
Ι  
Κ  
Α

Εικ.2.27: Εξέλιξη Πλακουντοφόρων θηλαστικών κατά Benton.



# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 1



A



B



Δ

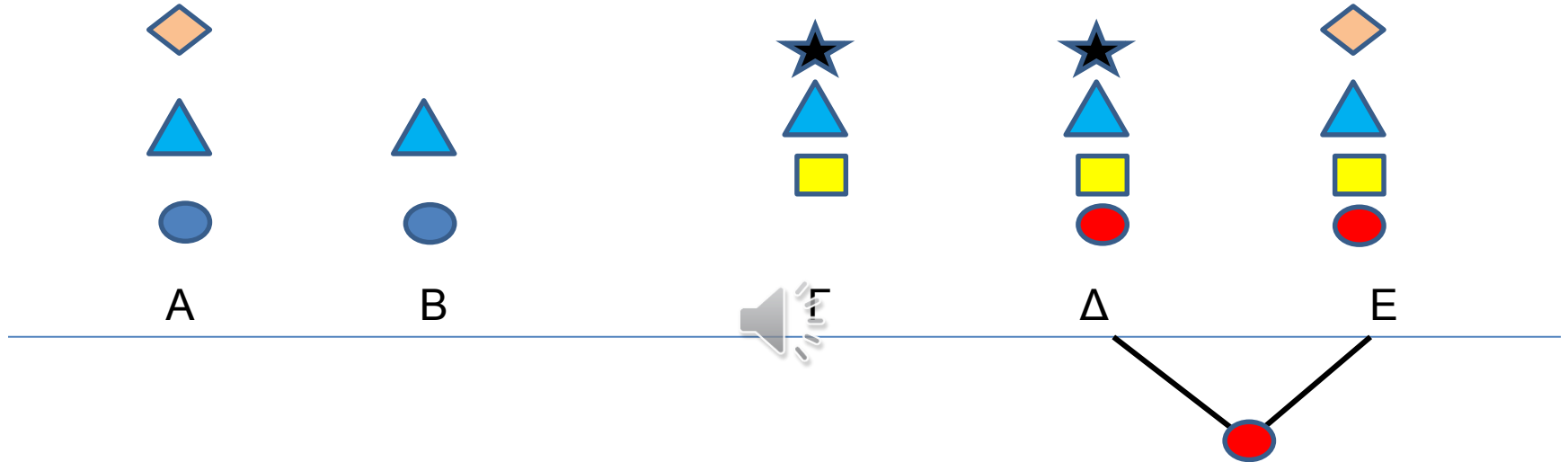


E



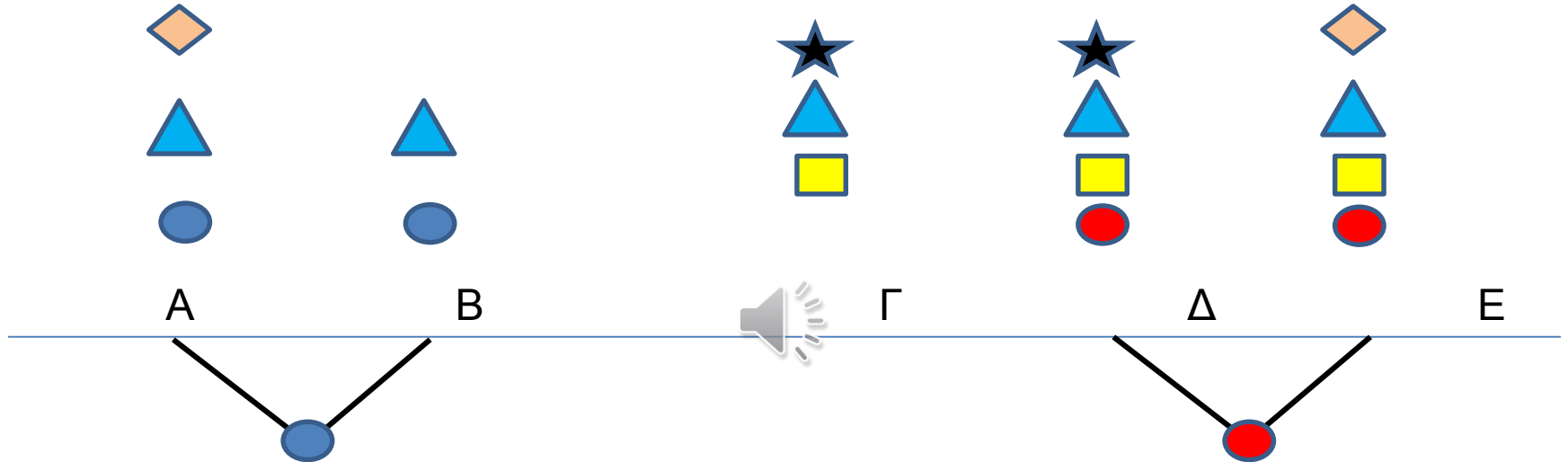
# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 2



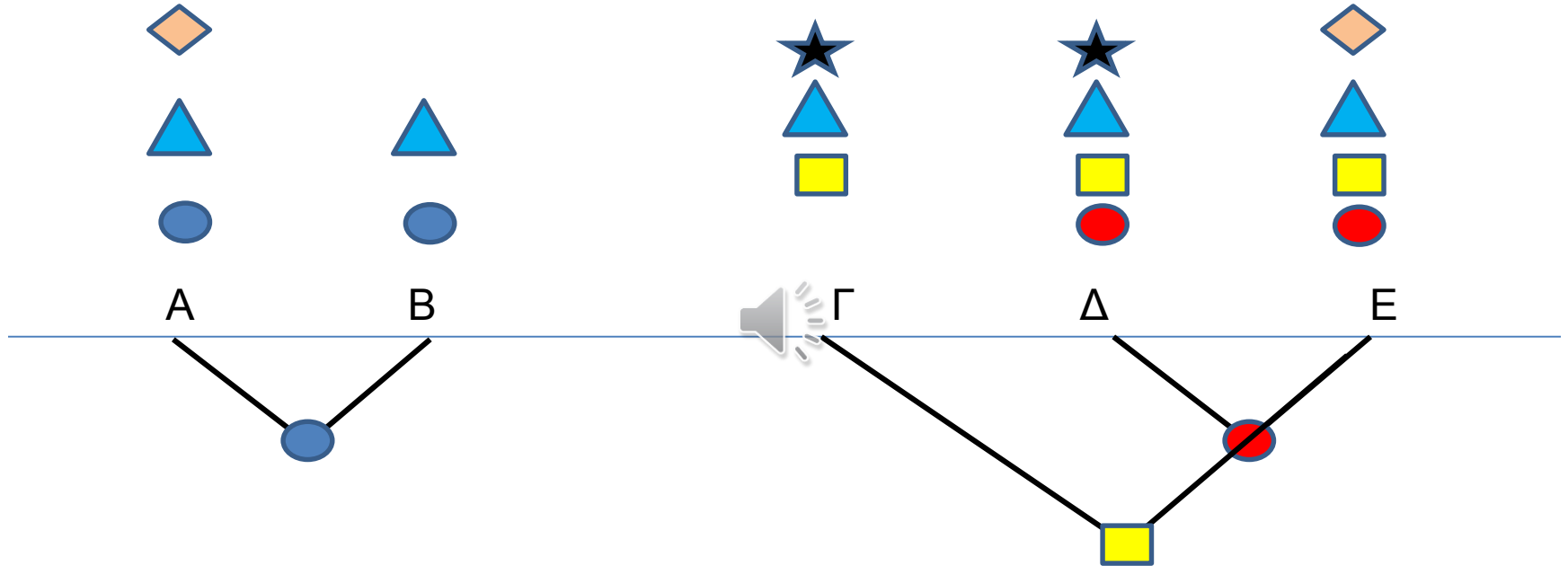
# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 3



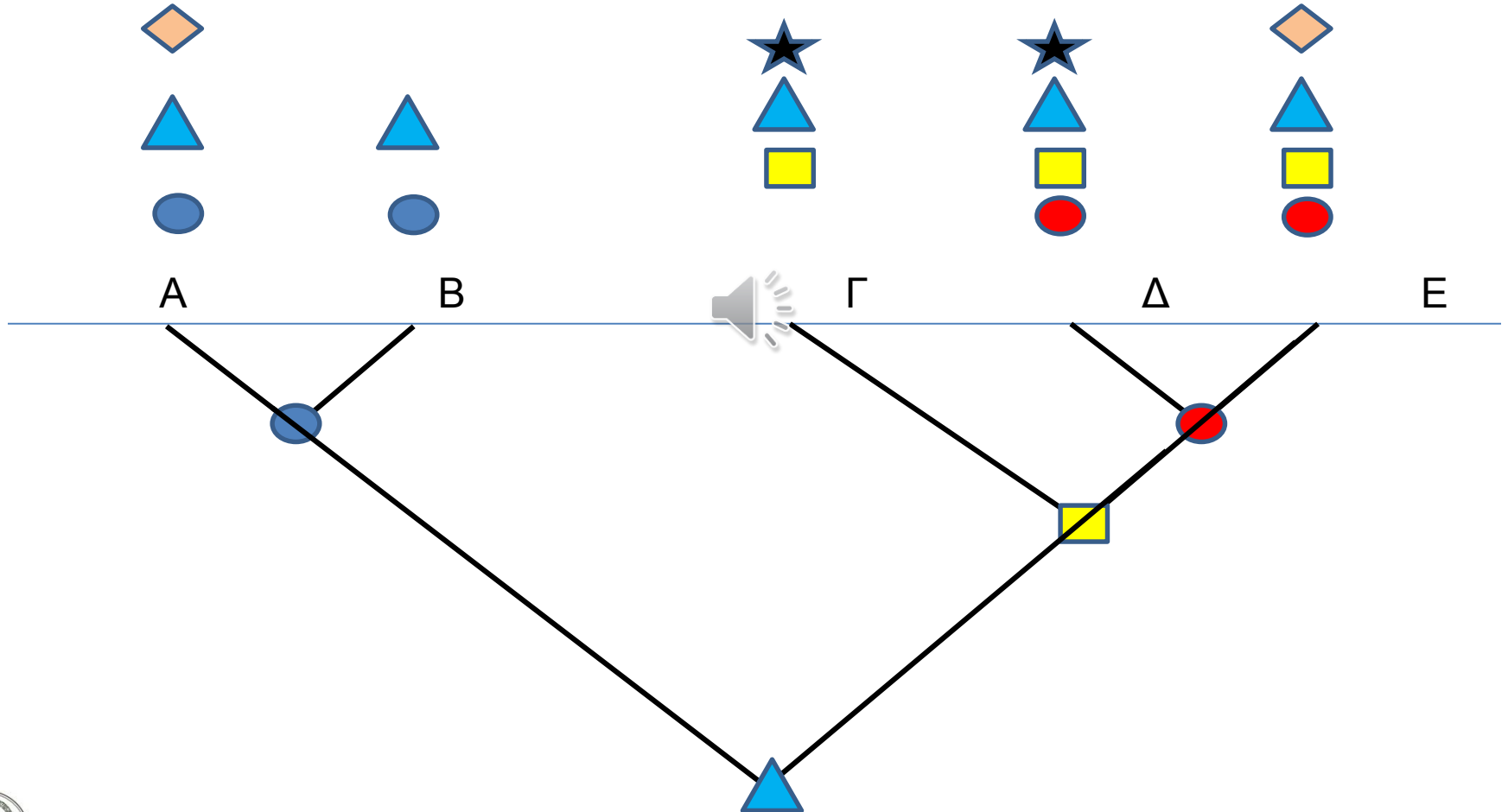
# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 4



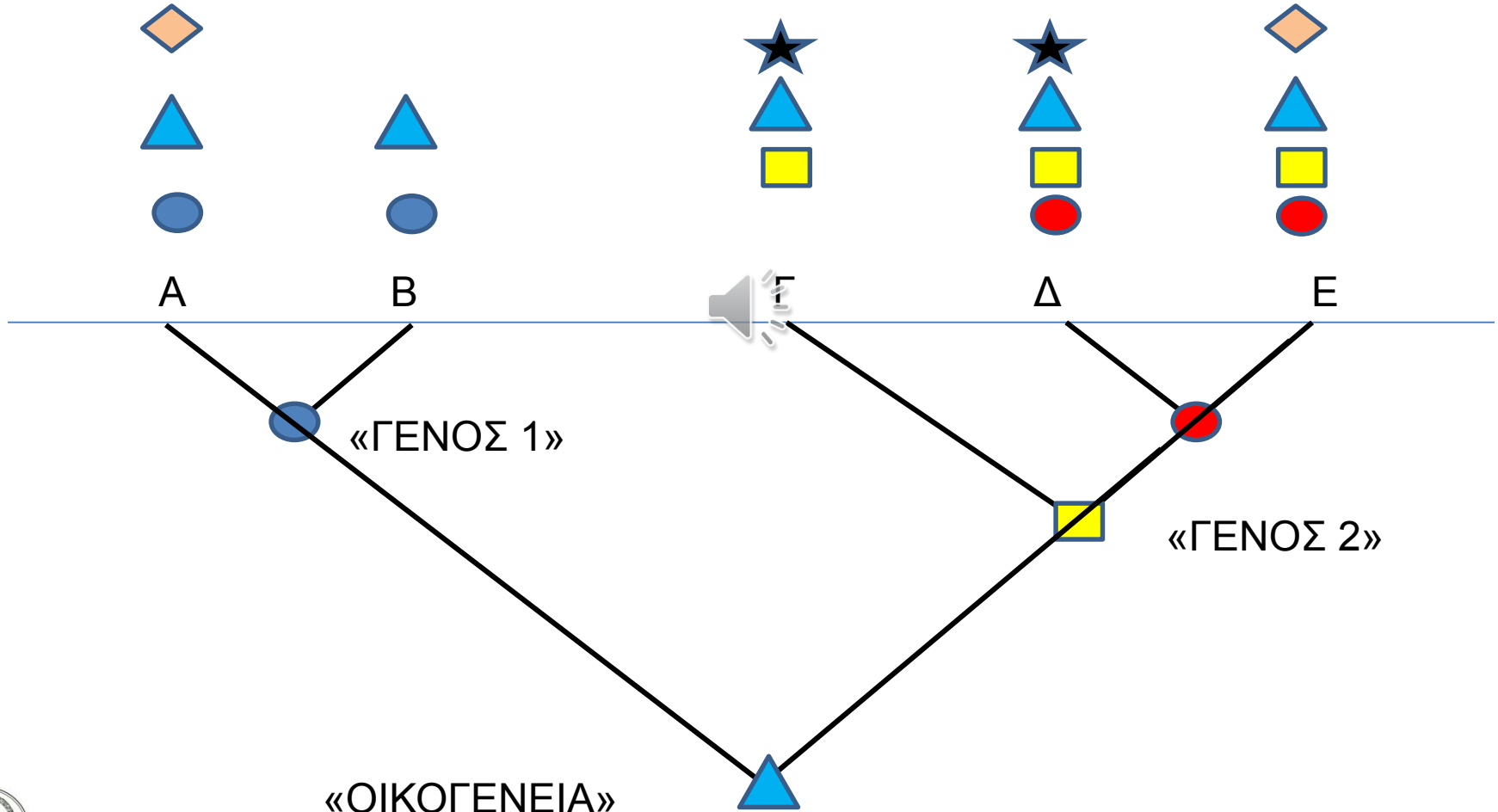
# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 5



# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

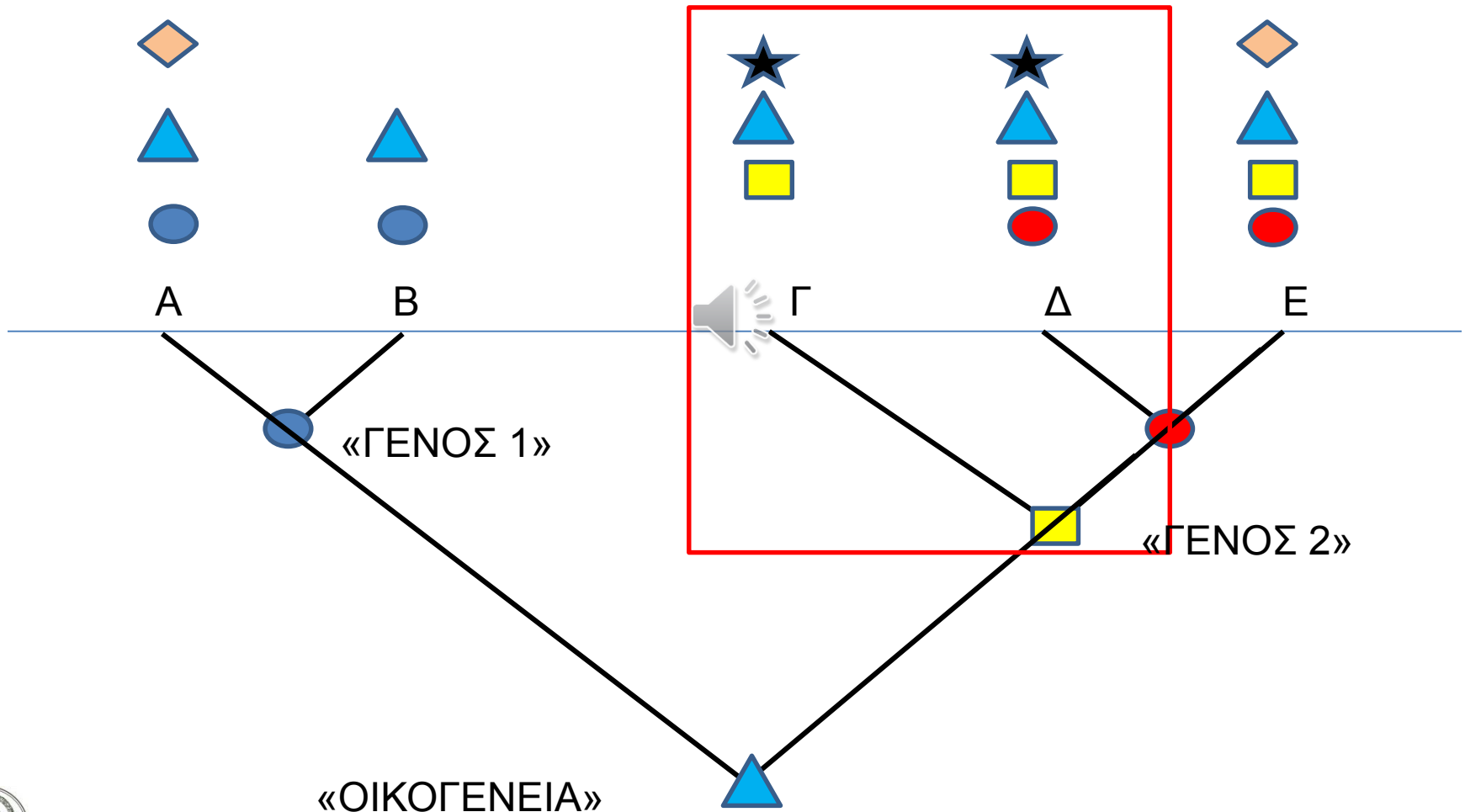
## 6





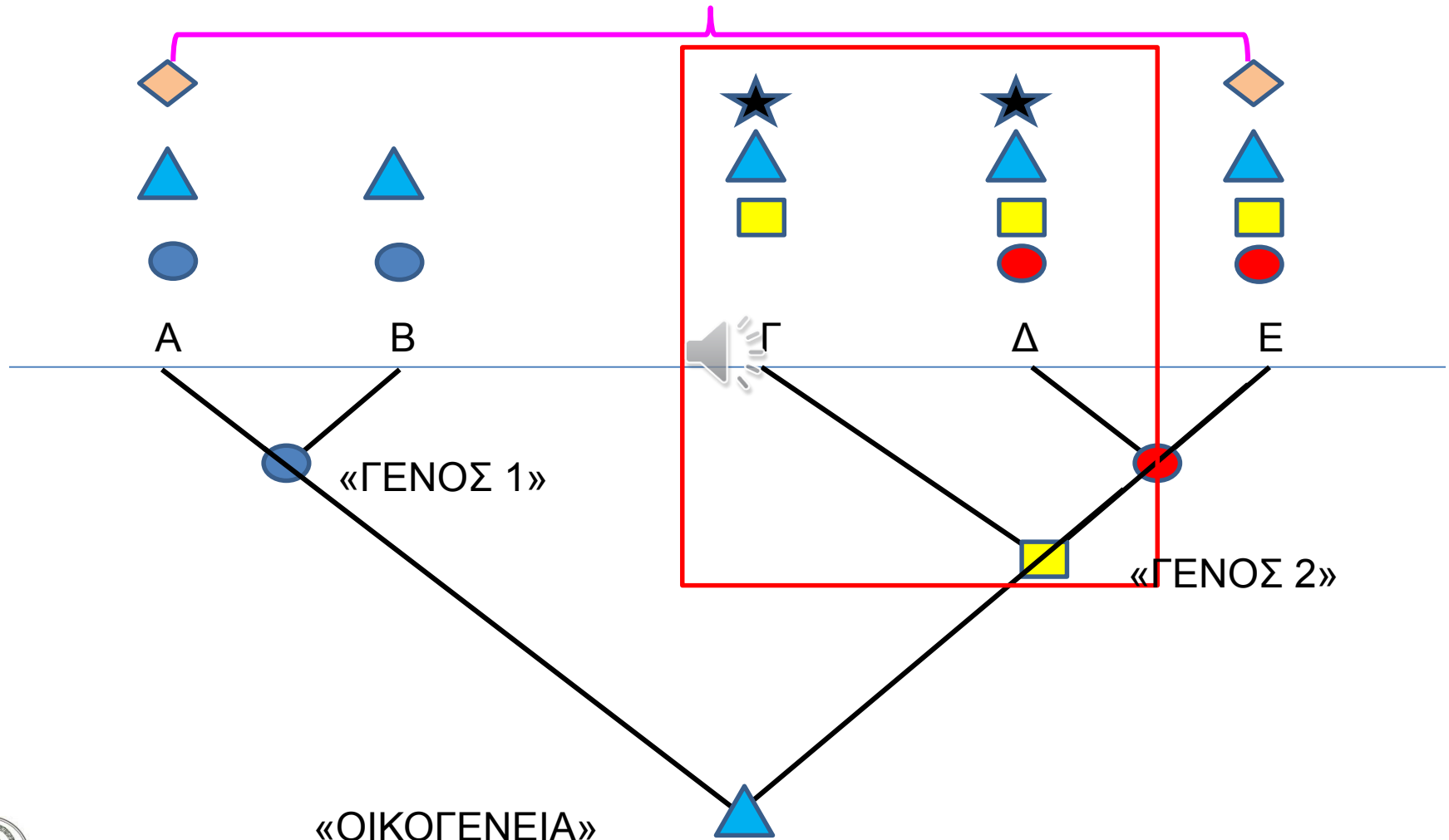
# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 7



# Μονοφυλία, παραφυλία, πολυφυλία

## 8

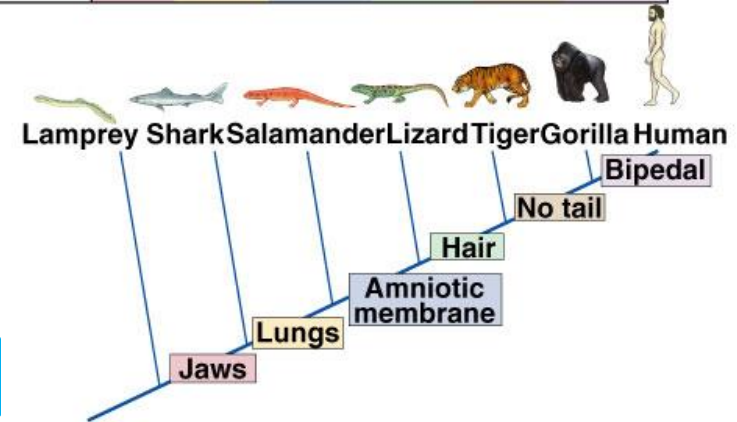
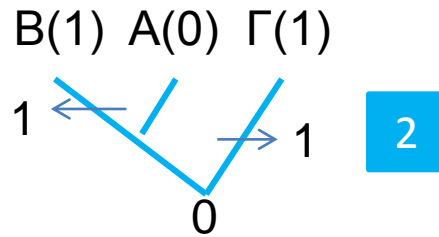
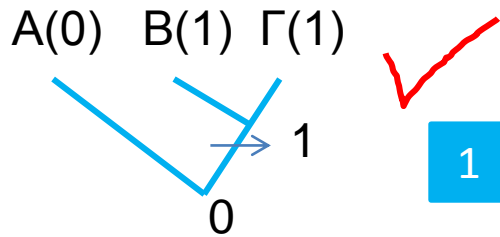


# Κλαδόγραμμα-κλαδιστική ανάλυση-κριτήριο φειδωλότητας

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Traits: Organism	Jaws	Lungs	Amniotic membrane	Hair	No tail	Bipedal
Lamprey	0	0	0	0	0	0
Shark	1	0	0	0	0	0
Salamander	1	1	0	0	0	0
Lizard	1	1	1	0	0	0
Tiger	1	1	1	1	0	0
Gorilla	1	1	1	1	1	0
Human	1	1	1	1	1	1

Τα στάδια ενός χαρακτήρα κωδικοποιούνται (0 πρωτόγονο – 1 εξελιγμένο) και ακολουθείται το κριτήριο της φειδωλότητας

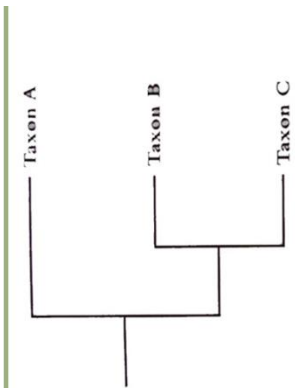


Εικ.2.28: Κλαδιστική ανάλυση με το κριτήριο της Φειδωλότητας

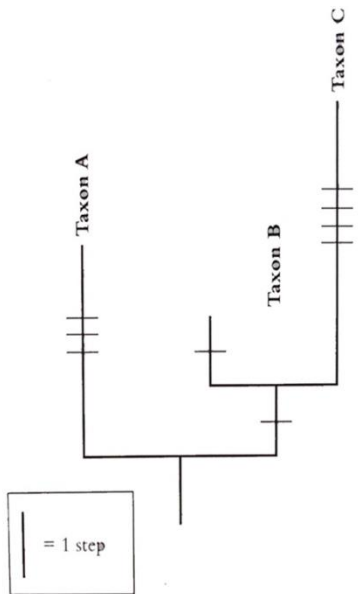


# Κλαδόγραμμα-Φυλόγραμμα-Φυλ. Δέντρο

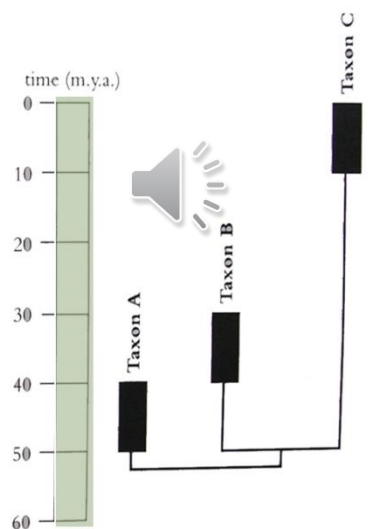
ΚΛΑΔΟΓΡΑΜΜΑ



ΦΥΛΟΓΡΑΜΜΑ



ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ



Η κλαδιστική είναι το εργαλείο με το οποίο κατασκευάζεται το φυλογενετικό δέντρο.

Εικ.2.29: Τύποι Φυλογενετικής Ιεράρχησης



# Μαζικές Εξαφανίσεις

Σύντομοι (γεωλογικά) περίοδοι απότομης πτώσης της βιοποικιλότητας ανάμεσα σε περιόδους σχετικής αφθονίας και σταθερότητας.

κάθε 1 εκ. χρ. εξαφανίζονται 5 θαλάσσιες οικογένειες

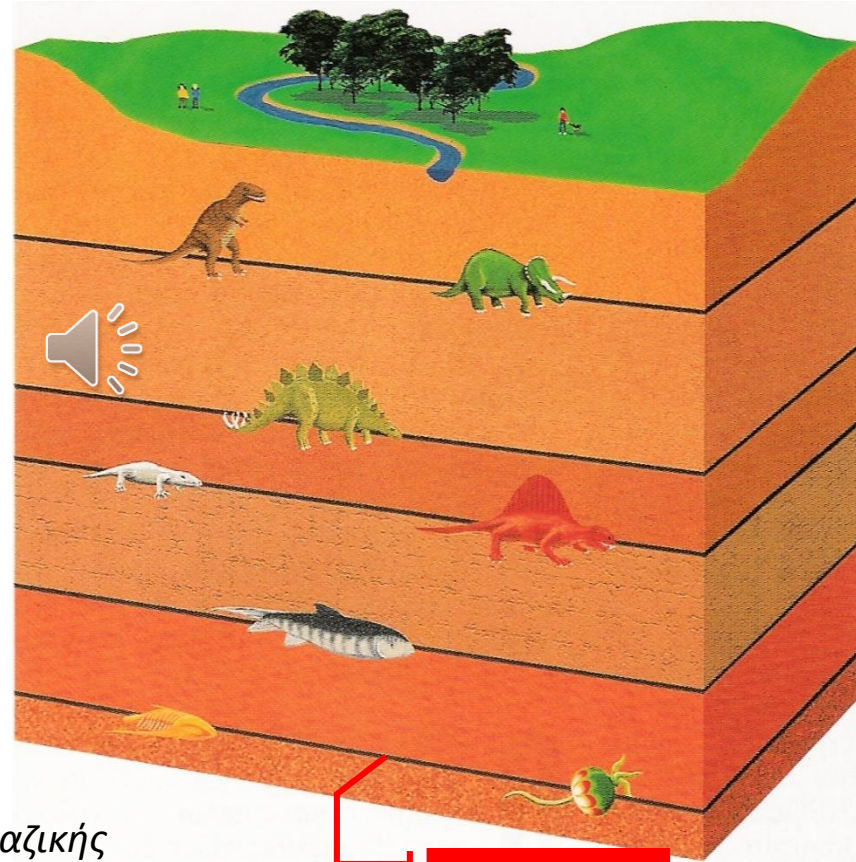
Μέσος όρος Ζωής Είδους, Θηλαστικά: 2,33Μα

Στην πραγματικότητα πρόκειται όχι για μεμονωμένα συμβάντα αλλά για διαδοχικές φάσεις διάρκειας 10000-100000 χρόνων και τα αίτια που τις δημιουργούν είναι κάθε φορά πολλαπλά.



# Οι 5 Μεγάλες Εξαφανίσεις του Φανεροζωικού 1

1. Τέλος Ορδοβίσιου: **445-85%** ειδών
2. Ανω Δεβόνιο: **365-70%** ειδών
3. Τέλος Περμίου: **250-95%** θαλασσα, **70%** ξηρά
4. Τέλος Τριαδικού: **205-76%** ειδών
5. Κ-Τ (Κ-Pg): **65 – 75%** ειδών



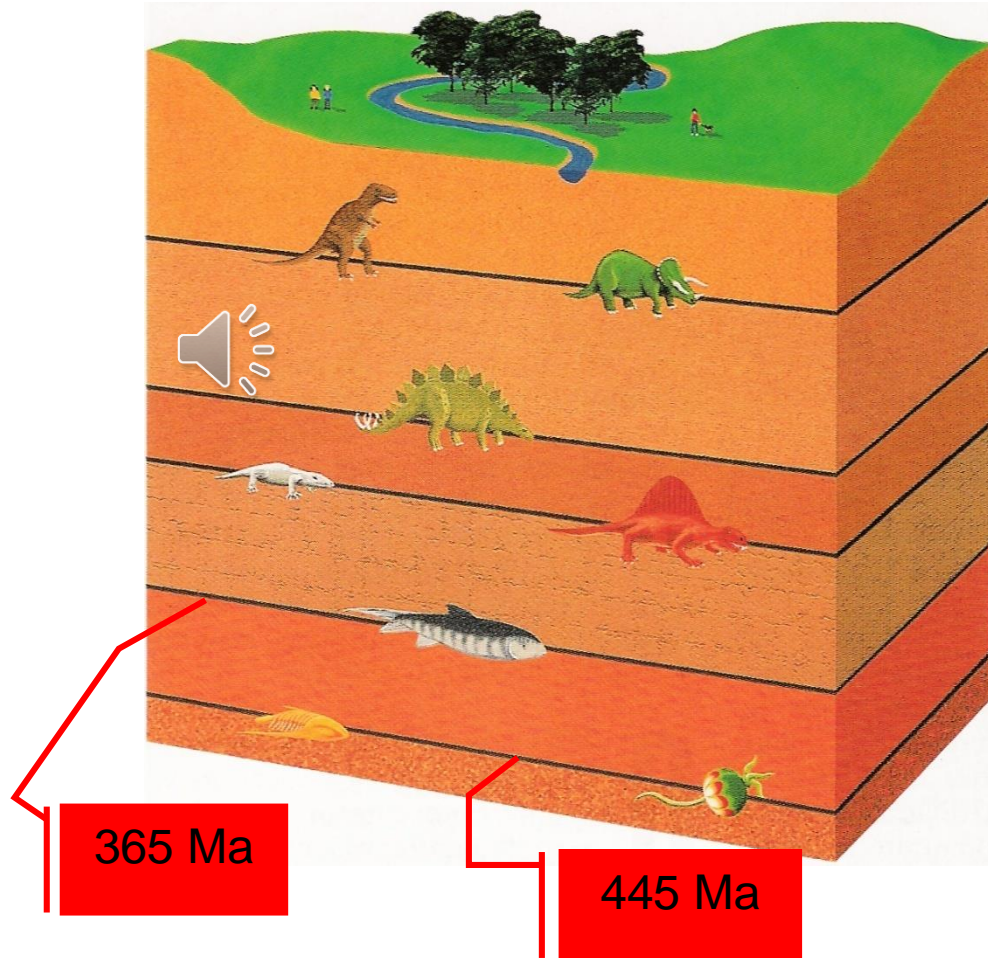
*Εικ.2.30: Γεγονότα μαζικής εξαφάνισης με την πάροδο του χρόνου*

445 Ma



# Οι 5 Μεγάλες Εξαφανίσεις του Φανεροζωικού 2

1. Τέλος Ορδοβίσιου: **445-85%** ειδών
2. Ανω Δεβόνιο: **365-70%** ειδών
3. Τέλος Περμίου: **250-95%** θαλασσα, **70%** ξηρά
4. Τέλος Τριαδικού: **205-76%** ειδών
5. Κ-Τ (Κ-Pg): **65 – 75%** ειδών



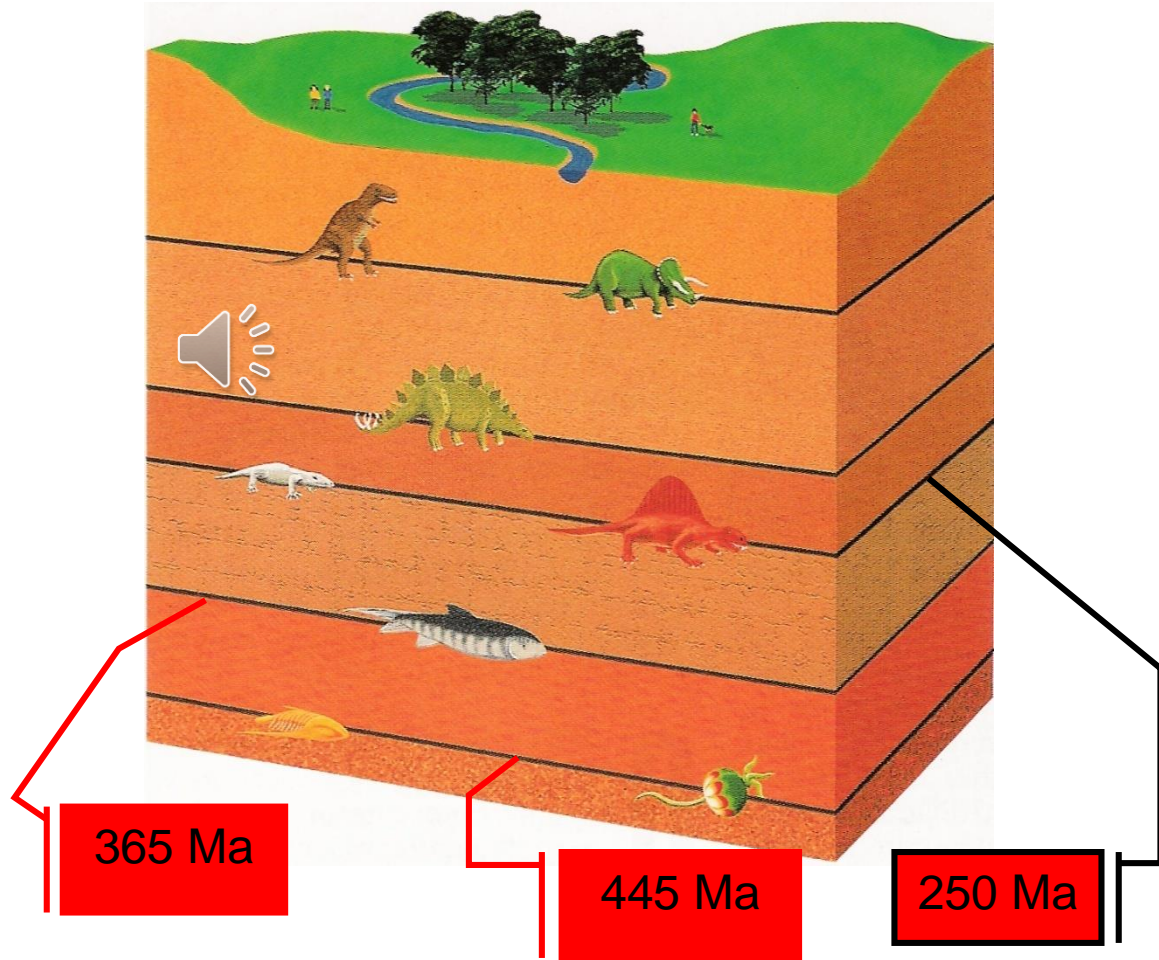
365 Ma

445 Ma



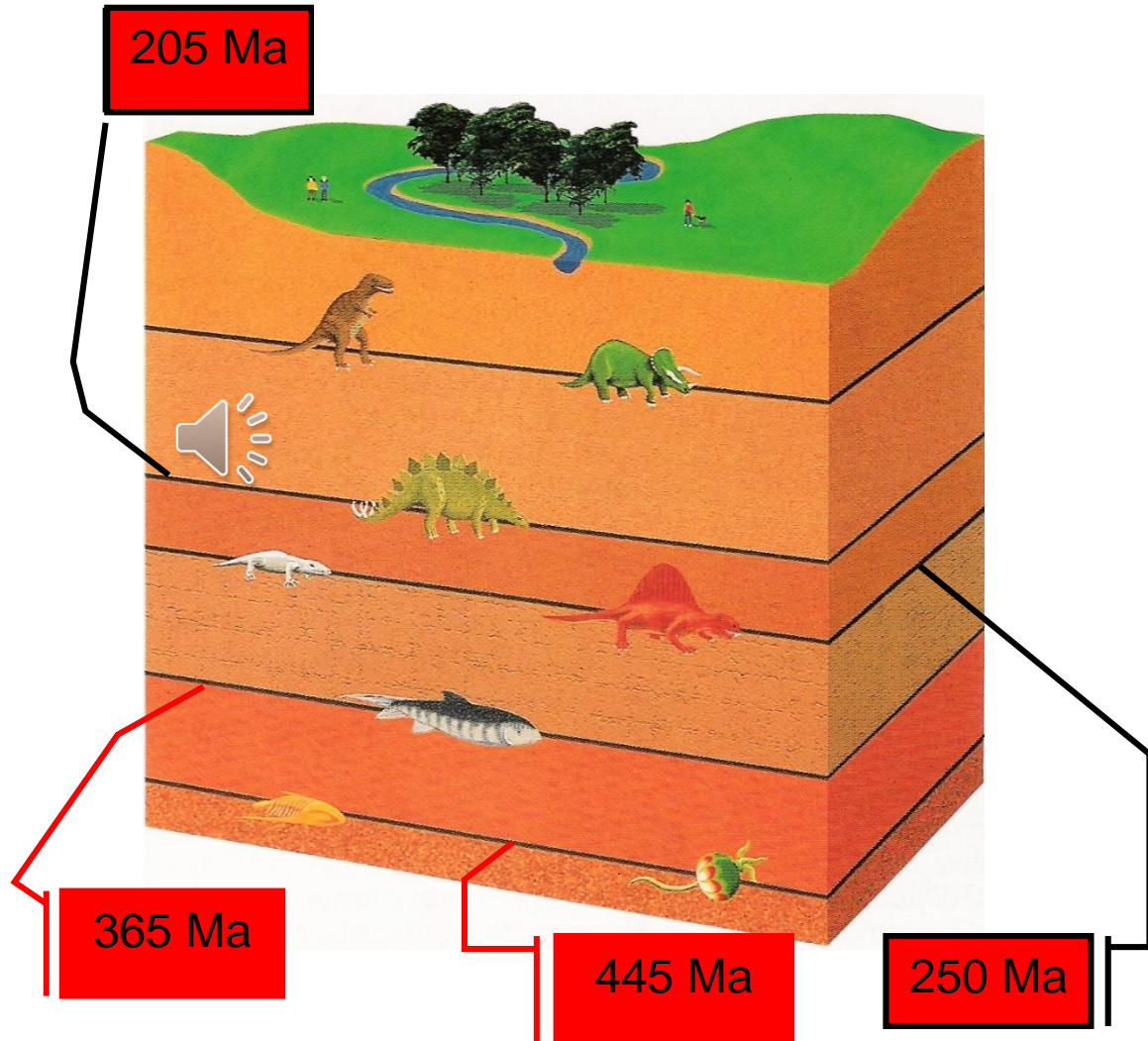
# Οι 5 Μεγάλες Εξαφανίσεις του Φανεροζωικού 3

1. Τέλος Ορδοβίσιου: **445-85%** ειδών
2. Ανω Δεβόνιο: **365-70%** ειδών
3. Τέλος Περμίου: **250-95%** θαλασσα, **70%** ξηρά
4. Τέλος Τριαδικού: **205-76%** ειδών
5. Κ-Τ (Κ-Pg): **65 – 75%** ειδών



# Οι 5 Μεγάλες Εξαφανίσεις του Φανεροζωικού 4

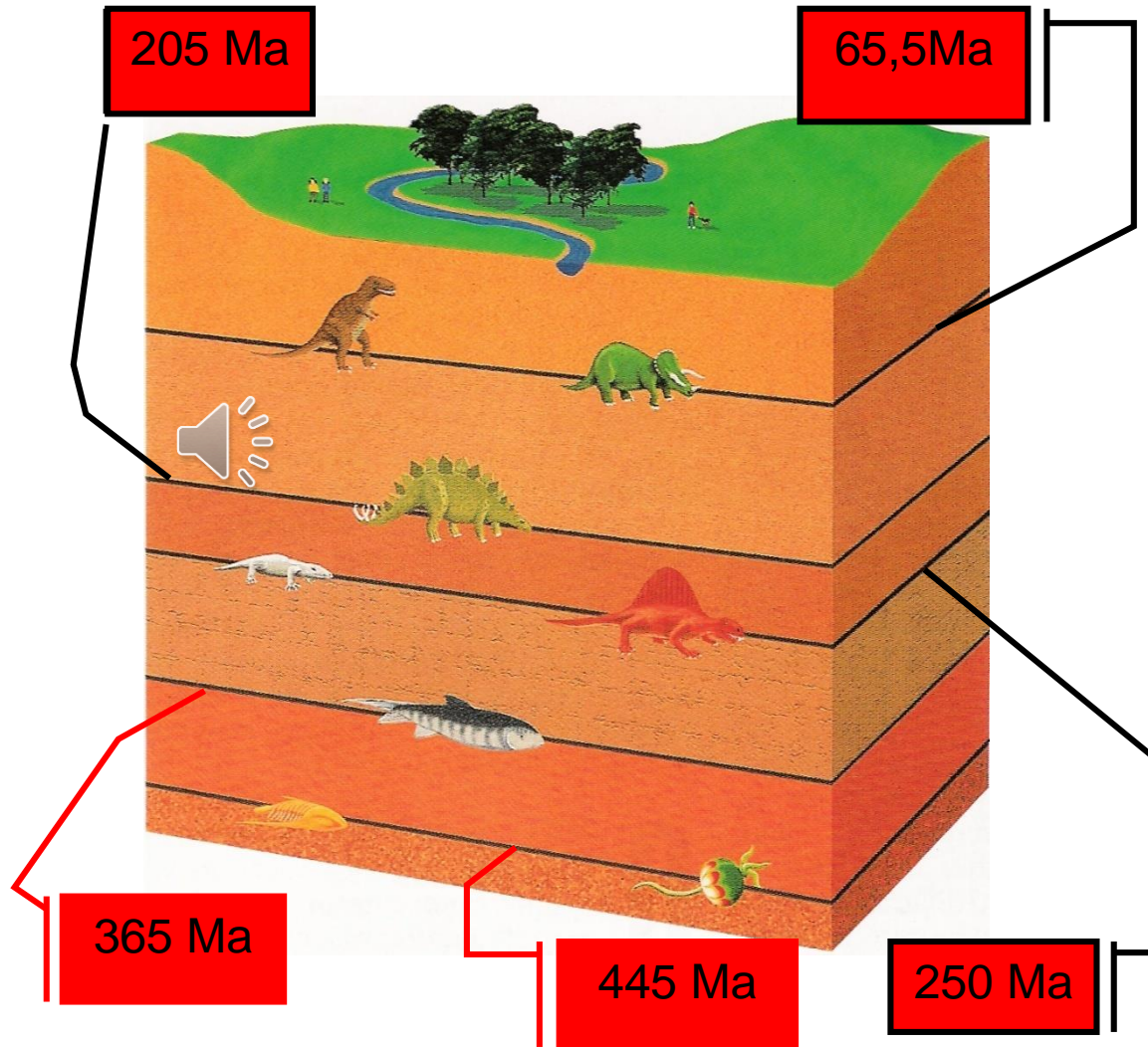
1. Τέλος Ορδοβίσιου: **445-85%** ειδών
2. Ανω Δεβόνιο: **365-70%** ειδών
3. Τέλος Περμίου: **250-95%** θαλασσα, **70%** ξηρά
4. Τέλος Τριαδικού: **205-76%** ειδών
5. Κ-Τ (Κ-Pg): **65 – 75%** ειδών



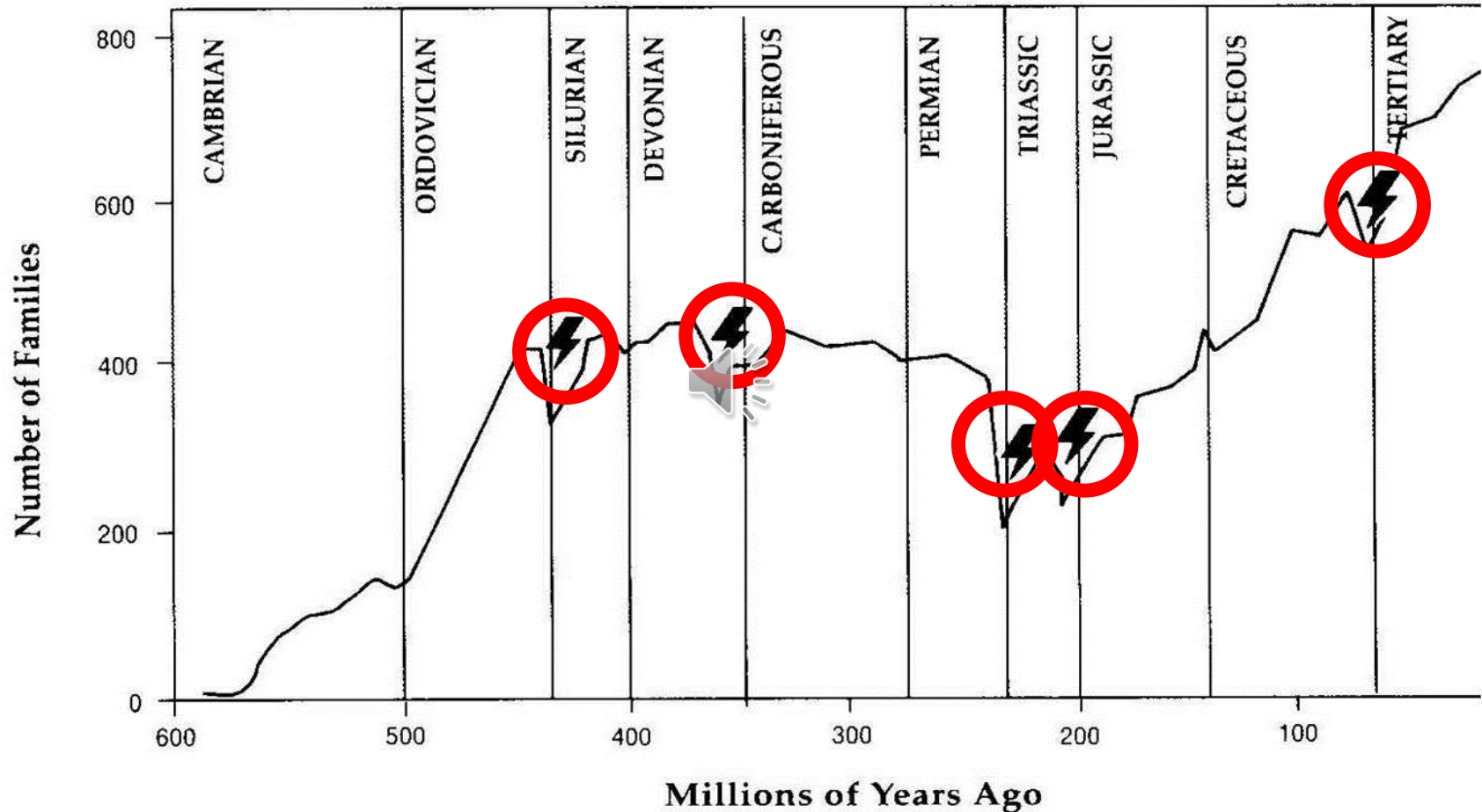


# Οι 5 Μεγάλες Εξαφανίσεις του Φανεροζωικού 5

1. Τέλος Ορδοβίσιου: **445-85%** ειδών
2. Ανω Δεβόνιο: **365-70%** ειδών
3. Τέλος Περμίου: **250-95%** θαλασσα, **70%** ξηρά
4. Τέλος Τριαδικού: **205-76%** ειδών
5. Κ-Τ (Κ-Pg): **65 – 75%** ειδών



# Η περιοδικότητα των ΜΕ κάθε 25-30Μα (Raup & Sepkoski 1986) αμφισβητείται



Εικ.2.31: Η βιοποικιλότητα του πλανήτη με το χρόνο. Οι 5 μεγαλύτερες μαζικές εξαφανίσεις ειδών στην ιστορία του πλανήτη.



# Αίτια & η Σημασία των Μαζικών Εξαφανίσεων

- Βασαλτικές Ροές-Εκρήξεις.
- Πτώσεις στάθμης της Θάλασσας (global cooling/ηπειρωτικές κινήσεις).
- Ανοξικές συνθήκες (black shale deposits- global warming).
- Προσκρούσεις Αστεροειδών (ιρίδιο στο K-T).
- Κλιματικοί μεγάκυκλοι (greenhouse-icehouse).

Η κυριαρχία σε συγκεκριμένες οικοθέσεις περνά από μία ομάδα σε μία άλλη.



# Σύνοψη

- Η εξέλιξη μέσω της φυσικής επιλογής είναι ο μηχανισμός που εξηγεί καλύτερα τη δημιουργία και χωρο-χρονική διασπορά των ειδών.
- Τα είδη δημιουργούνται συνήθως με αλλοπάτρια ειδογένεση.
- Το παλαιοντολογικό είδος είναι μέρος του βιολογικού και ορίζεται από τα μορφολογικά και στατιστικά χαρακτηριστικά του καθώς και τη γεωγραφική-στρωματογραφική του θέση.
- Η φυλογενετική συστηματική αντικαθιστά εν μέρη τη Λινναία και δείχνει με τα κλαδογράμματα τις εξελικτικές σχέσεις των ειδών με βάση ομόλογους εξελιγμένους (απομορφικούς) χαρακτήρες.
- Οι μαζικές εξαφανίσεις οφείλονται σε συνδυαστικούς παράγοντες και από βιολογικής άποψης οδηγούν σε ανανέωση/αντικατάσταση των κυρίαρχων ομάδων ανά γεωλογική περίοδο.



# Πηγές-1

Εικ.2.1: <http://www.sesbe.org/evosite/evo101/IIHistory.shtml.html>

Εικ.2.2: <http://el.wikipedia.org/wiki/Αδάμ>

Εικ.2.3: <http://mousa.gr/html/pythagoras.html>

Εικ.2.4: [http://el.wikipedia.org/wiki/Καρλ\\_Μαρξ](http://el.wikipedia.org/wiki/Καρλ_Μαρξ)

Εικ.2.5: [http://newssite-agrinio.blogspot.com/2012/10/blog-post\\_3352.html](http://newssite-agrinio.blogspot.com/2012/10/blog-post_3352.html),  
20/11/2014

Εικ.2.6: <http://fouskanews.blogspot.gr/2012/03/21-down.html> 20/11/2014

Εικ.2.7: [http://anthro.palomar.edu/abnormal/abnormal\\_4.htm](http://anthro.palomar.edu/abnormal/abnormal_4.htm), 1/11/2014

Εικ.2.8 [http://tle.westone.wa.gov.au/content/file/c0a7f9da-2dc9-b549-578a-0f1a8921d148/1/bio\\_science\\_3b.zip/content/004\\_evidence/page\\_06.htm](http://tle.westone.wa.gov.au/content/file/c0a7f9da-2dc9-b549-578a-0f1a8921d148/1/bio_science_3b.zip/content/004_evidence/page_06.htm),  
20/11/2014

Εικ.2.9: The Book of Life Edited by Stephen Jay Gould. W.W. Norton & Company 2001

Εικ.2.10: Κωστόπουλος & Κουφός 2015, Η εξέλιξη του Εμβριου Κόσμου: Χορδωτά (ΣΕΑΒ)





# Πηγές-2

Εικ.2.11: <http://www.perditaphillips.com/evolution-of-a-wing/>

Εικ.2.12: Κωστόπουλος & & Κουφός 2015, Η εξέλιξη του Εμβριου Κόσμου: Χορδωτά (ΣΕΑΒ)

Εικ.2.13:

[http://el.wikipedia.org/wiki/Ζέβρα#mediaviewer/File:Equus quagga burchellii.jpg](http://el.wikipedia.org/wiki/Ζέβρα#mediaviewer/File:Equus_quagga_burchellii.jpg)  
, 31/10/2014

Εικ.2.14: [http://splendidred.typepad.com/photos/uncategorized/roan\\_antelope.jpg](http://splendidred.typepad.com/photos/uncategorized/roan_antelope.jpg),  
31/10/2014

Εικ.2.15: Κρανίο *Skoufotragus schlosseri* από Σάμο στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας NY (AMHN), Φωτο Δ.Σ Κωστόπουλος.

Εικ. 2.16: <http://www.itpro.co.uk/storage/19568/british-library-help-catalogue-uk-web-domain-contents>

Εικ.2.17: <http://el.wikipedia.org/wiki/Χελώνια>

Εικ.2.18: [http://arderico-international.blogspot.gr/2009/03/wildlife\\_02.html](http://arderico-international.blogspot.gr/2009/03/wildlife_02.html),  
1/11/2014



# Πηγές-3

Εικ.2.19: <http://el.wikipedia.org/wiki/Λύκος>, 30/10/2014

Εικ.2.20: [http://el.wikipedia.org/wiki/Χρυσό\\_τσακάλι](http://el.wikipedia.org/wiki/Χρυσό_τσακάλι), 31/10/2014

Εικ.2.21: <http://carnivoraforum.com/topic/10034173/1/>, 31/10/2014

Εικ.2.22: [http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/mestelle\\_zach/classification.htm](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/mestelle_zach/classification.htm)

Εικ.2.23: [http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/similarity\\_ms\\_01](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/similarity_ms_01)

Εικ.2.24: [http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/lines\\_04](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/lines_04), 1/11/2014

Εικ.2.25: <http://evolution.about.com/od/Evolution-Glossary/a/Analogous-Structures.htm>, 31/10/2014

Εικ.2.26: <http://faculty.southwest.tn.edu/rburkett/GB%20Properties%20of%20Life.htm>, 1/11/2014

Εικ.2.27: <http://palaeos.com/evolution/glossary.html>, 1/11/2014

Εικ.2.28: [http://faculty.uca.edu/johnc/cladogram\\_c.jpg](http://faculty.uca.edu/johnc/cladogram_c.jpg), 1/11/2014

Εικ.2.29: Skelton & Smith: Cladistics a primer, Cambridge Univ. Press 2002



# Πηγές-4

Εικ.2.30: <http://www.sciencephoto.com/media/168529/view>, 1/11/2014

Εικ.2.31: <http://web.uvic.ca/~stucraw/Lethbridge/MyArticles/GlobalEconomy.htm>,  
1/11/2014



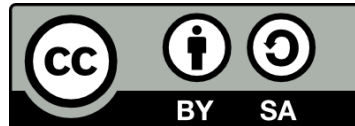
# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Δημήτρης Κωστόπουλος. « Παλαιοντολογία σπονδυλωτών. Εξέλιξη και Παλαιοντολογία». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS400/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

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



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

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





# Τέλος ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

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

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

