



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Εξέλιξη του Έμβιου κόσμου- Παλαιοντολογία

Ενότητα 3: Παλαιοοικολογία-Ταφονομία

Δρ. Ηλιόπουλος Γεώργιος  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Γεωλογίας

# Σκοποί ενότητας

Σκοπός τη Ενότητας αυτής είναι η παράθεση των ορισμών και των βασικών αρχών και εννοιών που χρησιμοποιούνται στην Παλαιοοικολογία και την Ταφονομία και η εξοικείωση με τις έννοιες αυτές μέσω χαρακτηριστικών παραδειγμάτων.



# Περιεχόμενα ενότητας

Παλαιοοικολογία: Ορισμός-Χρησιμότητα-Οικολογικές προσαρμογές- Αρχές παλαιοοικολογίας- Ομόλογοι και ανάλογοι χαρακτήρες- Περιβάλλοντα-Οργανισμοί και περιβάλλον- Συγκεντρώσεις-Χαρακτηρισμοί οργανισμών- Παλαιοαυτοοικολογία & Παλαιοσυνοικολογία

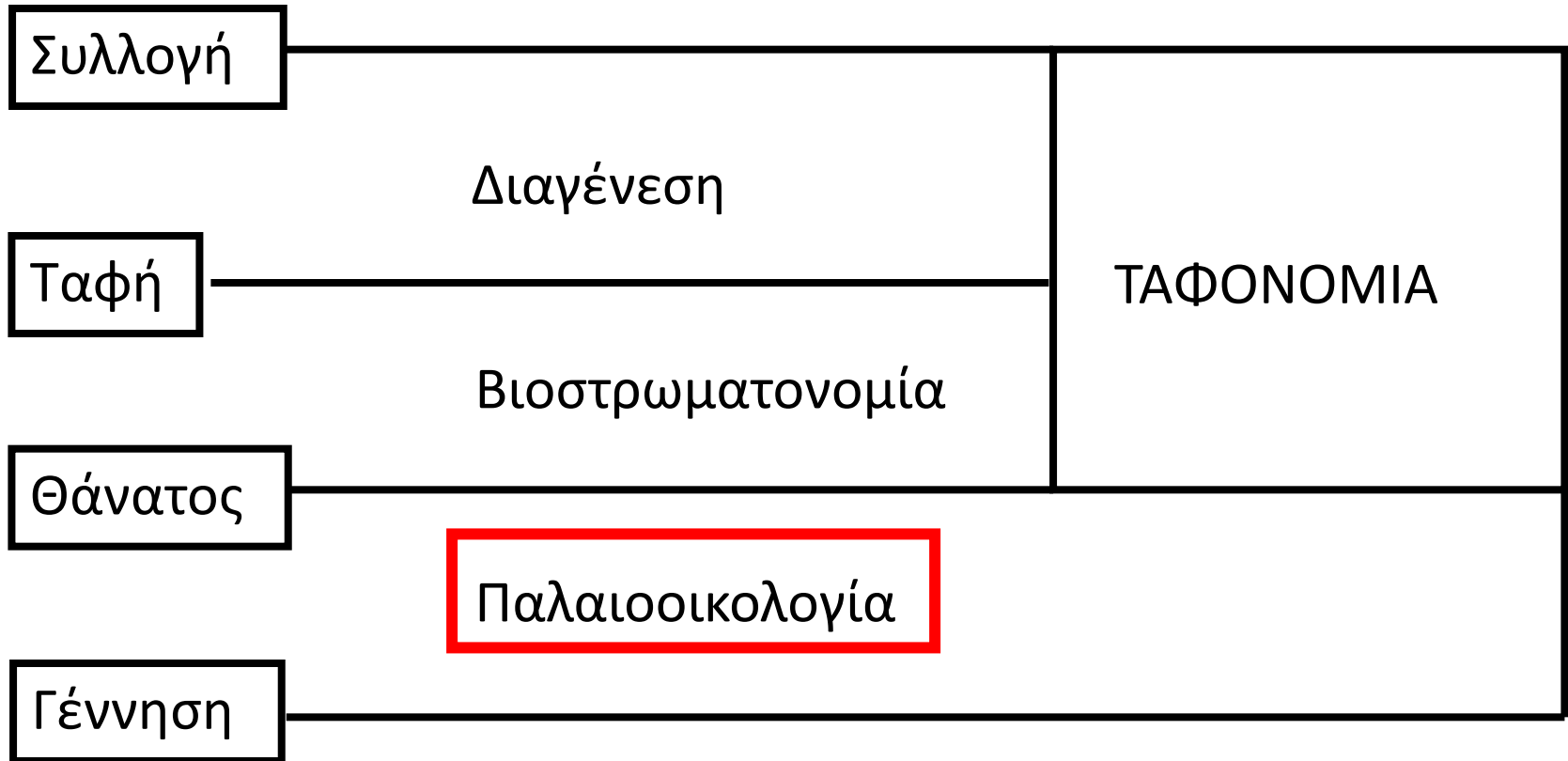
Ταφονομία: Ορισμός-Ιστορία & Χρησιμότητα- Ταφονομικές διεργασίες- Διαγένεση & Στρωματονομία- Τρόποι θανάτου- Δημογραφία του θανάτου- Πορεία απολίθωσης- Εξαιρετική διατήρηση- Καταστροφή μαλακών ιστών από άλλους οργανισμούς- Αποσύνθεση μαλακών ιστών- Εκτεθειμένα σκελετικά υπολείμματα.



# Παλαιοοικολογία-Ταφονομία

Παλαιοοικολογία

# Παλαιοοικολογία



# Ορισμός-Χρησιμότητα

Η μελέτη παλαιών οργανισμών και του περιβάλλοντος στο οποίο αυτοί ζούσαν καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους.

Ανάγκη να διακρίνουμε αν το περιβάλλον που βρέθηκαν τα υπολείμματα ενός οργανισμού είναι το περιβάλλον που ζούσε ή το περιβάλλον που τάφηκε και απολιθώθηκε

Εντοπισμός των οικολογικών προσαρμογών τους



# Οικολογικές προσαρμογές

- Κάθε οργανισμός είναι προσαρμοσμένος σε περιβάλλον με συγκεκριμένες φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους
- Κάθε ομάδα οργανισμών ζει σε ένα τέτοιο συγκεκριμένο περιβάλλον, τον **οικολογικό θώκο** (φωλιά) (niche)
- Το σύνολο των οργανισμών που ζούνε σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, το περιβάλλον αυτό και οι σχέσεις μεταξύ των οργανισμών αποτελούν το **οικοσύστημα** (ecosystem)
- Για να μελετήσουμε τα παλαιά, πρώτα χρειάζεται να ερευνηθούν τα σύγχρονα
- Ο τόπος που ζει μια ομάδα οργανισμών λέγεται **βιότοπος** (biotope)



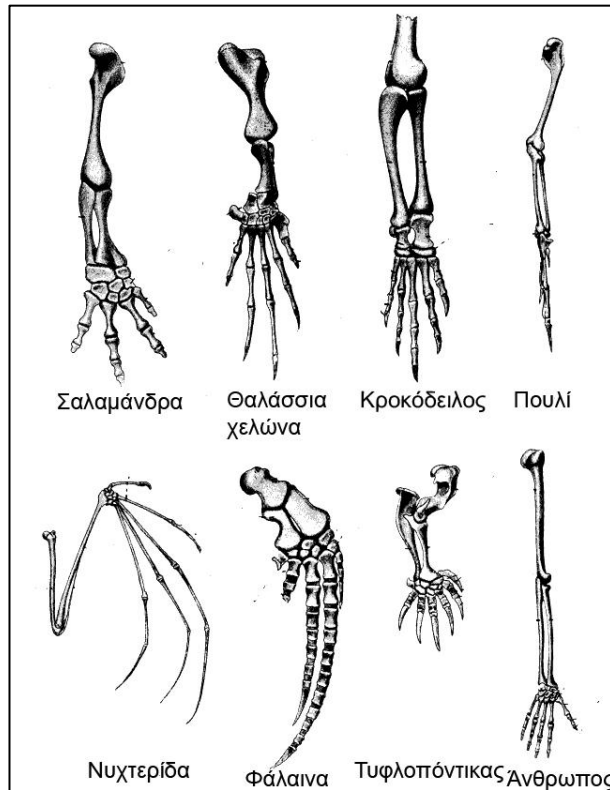
# Αρχές παλαιοοικολογίας

1. Προσαρμογή στο περιβάλλον
2. Προσαρμογή σε τρόπο ζωής (ομόλογοι και ανάλογοι χαρακτήρες)
3. Οικολογικοί περιορισμοί
4. Εξάρτηση από άλλους οργανισμούς (ανταγωνισμός, διατροφή, συμβίωση, παρασιτισμός)
5. Ταφονομικοί περιορισμοί





# Ομόλογοι & Ανάλογοι χαρακτήρες



Εικ.1: Ομόλογοι = Κοινοί χαρακτήρες που είναι το αποτέλεσμα της κοινής καταγωγής π.χ. άνω άκρα



Εικ.2: Ανάλογοι = παρόμοιοι χαρακτήρες που όμως είναι φυλογενετικά ανεξάρτητοι π.χ. φτερά σε διαφορετικά τάξα



# Περιβάλλοντα

## 1. Ηπειρωτικά

Χερσαία, Λιμναία, Σπηλαίων, Ποτάμια, Αιολικά, αλλούβια, ελώδη, παγετώδη, υφάλμυρα

## 2. Θαλάσσια

- Λιμνοθαλάσσια, παράκτια, υπερπαλιρροιακά, κρηπίδας, βαθύαλα, αβυσσικά
- Επίσης διακρίνονται σε παράκτια ή φωτική ή νηρητική ζώνη (0-200 μέτρα) και σε ωκεάνιο ή πελαγική ή αφωτική ζώνη



# Οργανισμοί και περιβάλλον

- Ανάλογα με την εξάπλωση
  - Στενοτοπικοί
  - Ευρυτοπικοί
  - Κοσμοπολιτικοί
- Ανάλογα με τις προσαρμογές
  - Για αλατότητα ευρύαλοι, στενόαλοι
  - Για θερμοκρασία ευρύθερμοι, στενόθερμοι



# Τρόποι ζωής 1

- Πελαγικοί οργανισμοί
  - Πλαγκτονικοί οργανισμοί ή πλαγκτόν
  - Νηχόμενοι οργανισμοί ή νηκτόν
- Βενθονικοί οργανισμοί ή βένθος
  - Επιβιόντες (Επιπανίδα)
    - Ελεύθεροι
    - Προσκολλημένοι
  - Ενδοβιόντες (Ενδοπανίδα)
    - Διεισδύοντες
    - Διατρητικοί
  - Μειοπανίδα



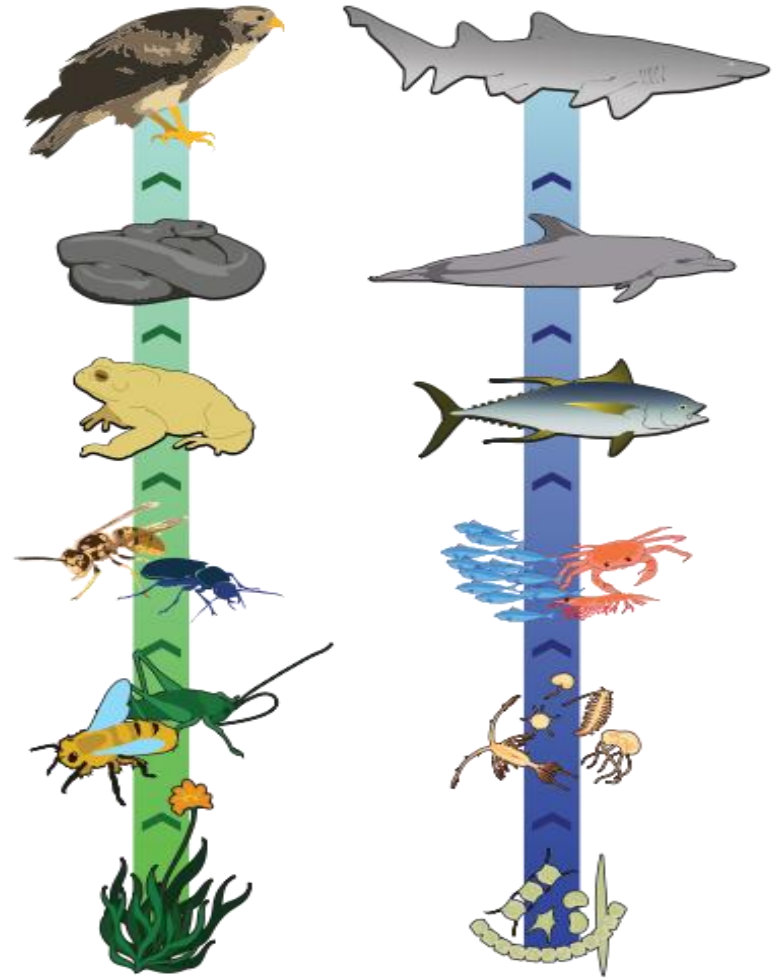
# Τρόποι ζωής 2

- Φυτοφάγοι
- Διηθηματοφάγοι
- Αιωρηματοφάγοι
- Σαρκοφάγοι (θηρευτές, πτωματοφάγοι)
  
- Τροφικές αλυσίδες, τροφικά δίκτυα και τροφικές πυραμίδες



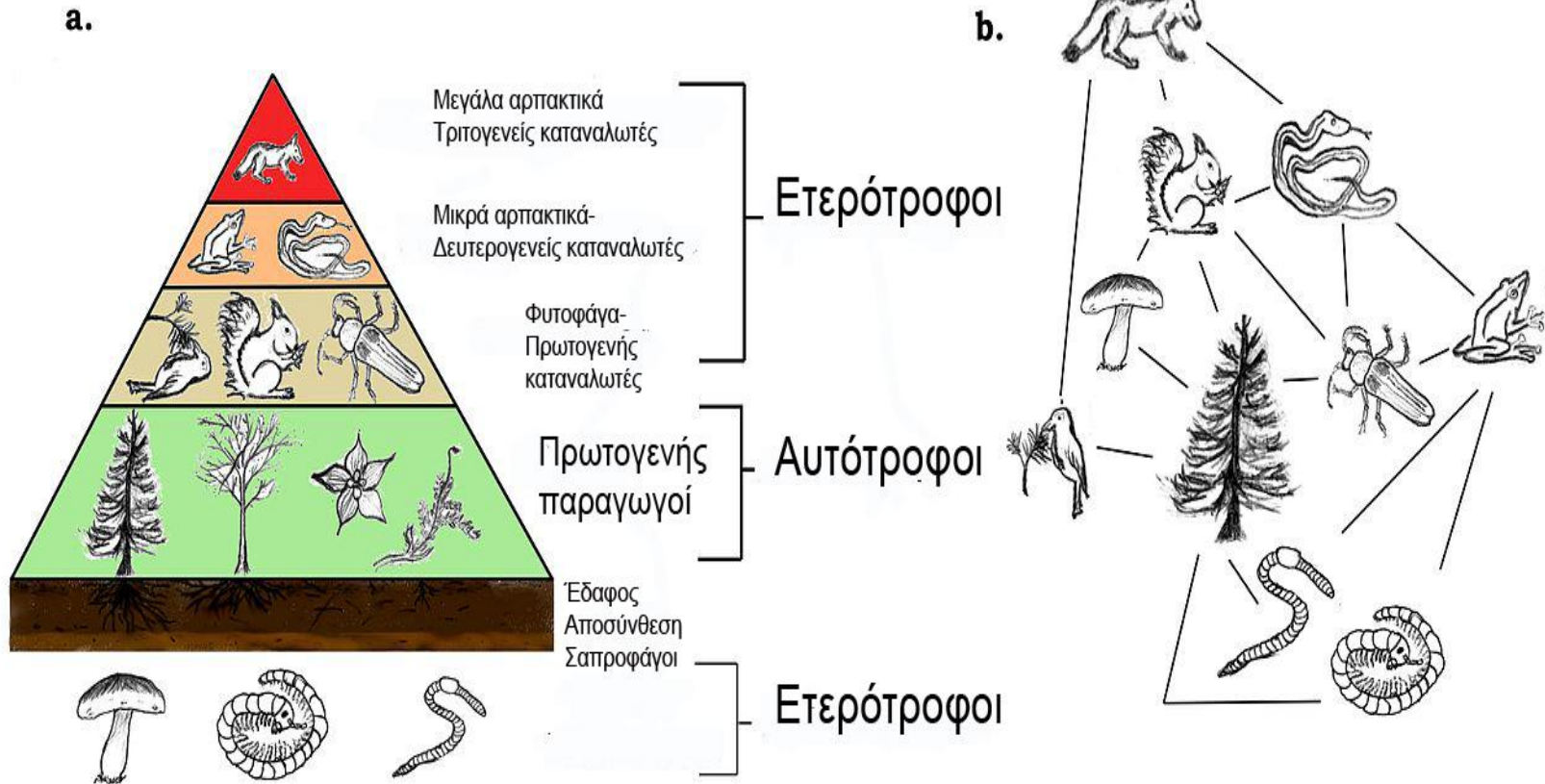
# Τροφικές αλυσίδες

Εικ.6: Απλουστευμένες τροφικές αλυσίδες.



# Τροφικές πυραμίδες

## Τροφικά δίκτυα



Εικ.7: a) Τροφική πυραμίδα  
b) Τροφικό δίκτυο



# Συγκεντρώσεις

- Ομάδα οργανισμών σε ένα στρώμα λέγεται **συγκέντρωση (accumulation)**
- Ομάδα συγκεντρώσεων με παρόμοια σύνθεση ειδών λέγεται **συνάθροιση (assemblage)**
- Ομάδα οργανισμών στο ίδιο περιβάλλον σε μια περιοχή αποτελούν μία **βιοκοινωνία**
- Η αναλογία των ταξινομικών ομάδων σε μία βιοκοινωνία αποτελεί τον πληθυσμό της





# Χαρακτηρισμοί οργανισμών

Σε μια κοινωνία οι οργανισμοί χαρακτηρίζονται ως:

- Κυριαρχούντες αν  $>50\%$  του συνόλου
- Χαρακτηριστικοί αν 25-50% του συνόλου
- Συνοδοί αν 10-25% του συνόλου
- Τυχαίοι αν  $<10\%$  του συνόλου



# **ΠΑΛΑΙΟΑΥΤΟΟΙΚΟΛΟΓΙΑ & ΠΑΛΑΙΟΣΥΝΟΙΚΟΛΟΓΙΑ**

# Παλαιοαυτοοικολογία

- Ασχολείται με την Παλαιοοικολογία ατόμων ή μικρών ομάδων
- Μέθοδοι μελέτης
  1. Σύγκριση με αρτίγονα
  2. Σύγκριση μορφολογίας απολιθωμένων και αρτίγονων
  3. Προσανατολισμός
  4. Συναθροίσεις οργανικές
  5. Μαρτυρίες δραστηριότητας
  6. Ιζήματα
  7. Πλευρικές μεταβολές
  8. Γεωγραφική διασπορά
  9. Μεταβολές στις συνήθειες ζωής και διαμονής

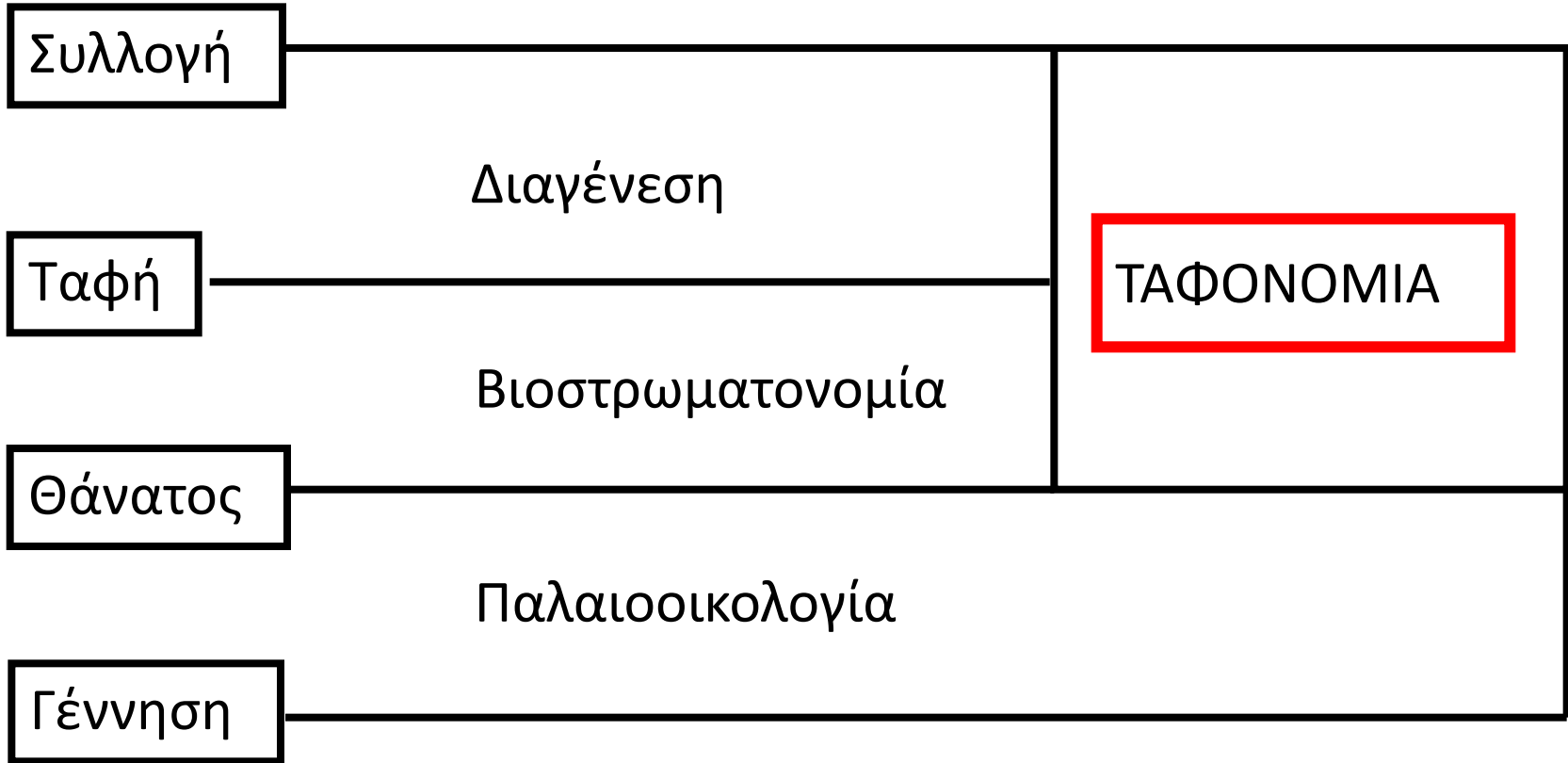


# Παλαιοσυνολογία

- Ασχολείται με την μελέτη απολιθωμένων κοινωνιών και μελετά τις σχέσεις μεταξύ βιοκοινωνιών και του περιβάλλοντος τους
- Μέθοδοι μελέτης
  1. Σύγκριση με ζώσες συγκεντρώσεις
  2. Γεωλογικά τεκμήρια
  3. Πυκνότητα και ποικιλία
  4. Σχέσεις μεταξύ ειδών (ανταγωνισμός, συμβίωση, ανεκτικότητα, παρασιτισμός)
  5. Πλευρικές και κάθετες αλλαγές σε μια συγκέντρωση
  6. Γεωγραφική διασπορά συγκεντρώσεων



# Ταφονομία



# Ορισμός

Ταφονομία ( EFFREMON, 1940)=Τάφος + Νόμος

Η μελέτη όλων των διαδικασιών που κυβερνούν την μετάβαση των οργανικών υπολειμμάτων από την βιόσφαιρα στην λιθόσφαιρα.

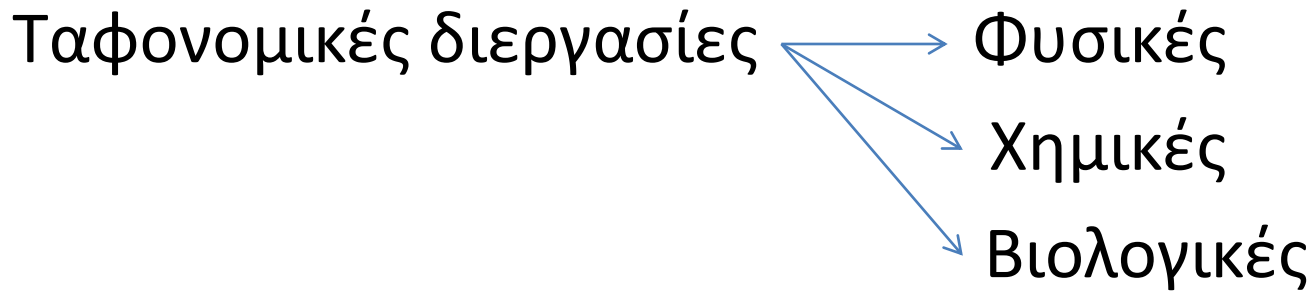
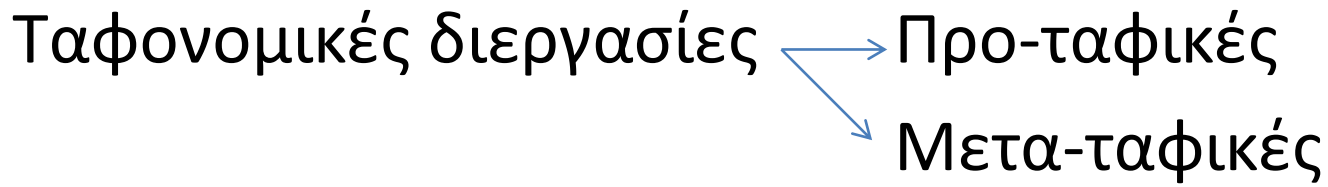


# Ιστορία & Χρησιμότητα

- Σχετικά καινούργια επιστήμη
- Γέννηση στον Birth τον 19<sup>ο</sup> αιώνα
- Οι “Γερμανοί” και ο Weigelt (1927)
- Οι πρώτοι μελετητές ήταν παλαιοντολόγοι σπονδυλωτών
- Σήμερα έχει εφαρμογή στην παλαιοντολογία, στην αρχαιολογία και στις εγκληματολογικές επιστήμες



# Ταφονομικές διεργασίες





# Διαγένεση & Βιοστρωματονομία



# Βιοστρωματονομία (Weigelt, 1927)

Η μελέτη των περιβαλλοντολογικών παραγόντων και των διαδικασιών που επηρεάζουν τα οργανικά υπολείμματα μεταξύ του θανάτου ενός οργανισμού και της τελικής ταφής αυτών.



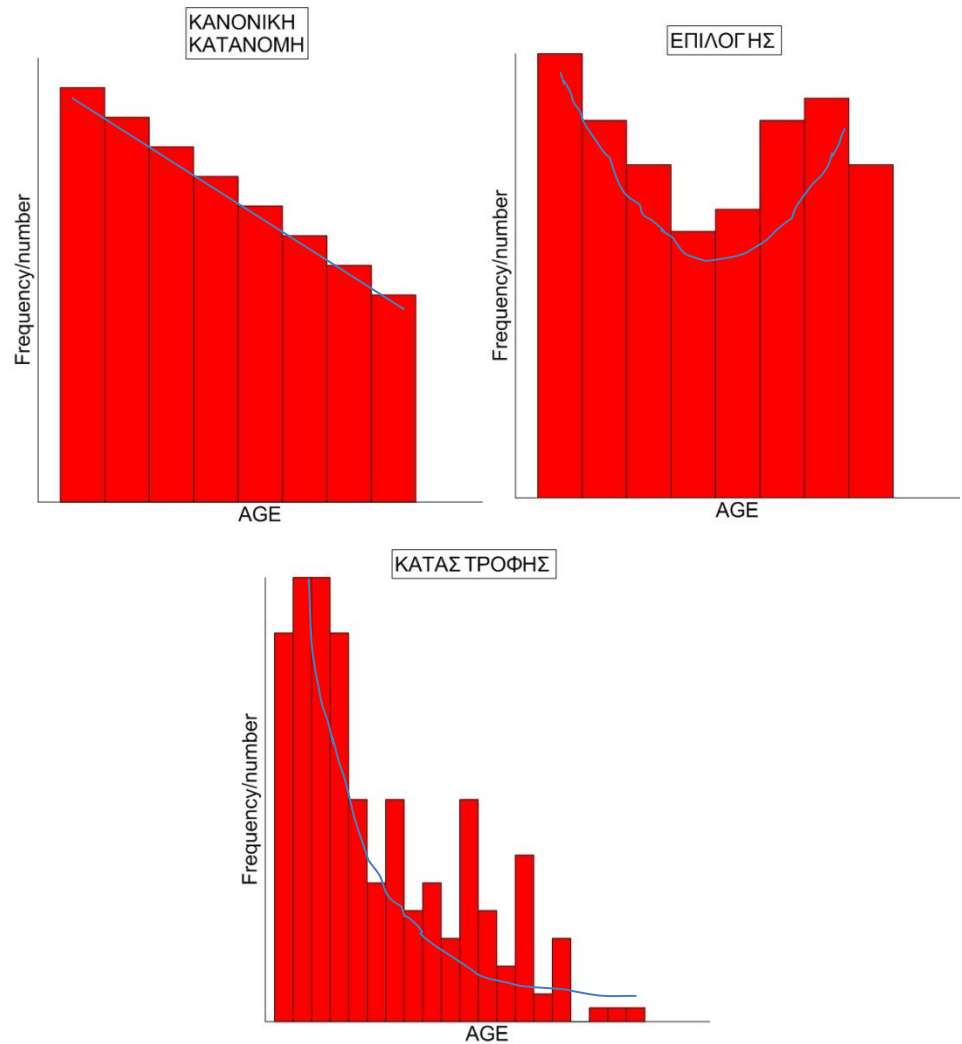
# Τρόποι θανάτου

- Ηφαιστειότητα
- Δηλητηριώδη αέρια
- Φωτιά
- Πνιγμός
- Βύθιση (λάσπη, κινούμενη άμμος, πίσσα)
- Πλημμύρες
- Αλλαγή αλμυρότητας
- Ξηρασία
- Υπερπληθυσμός (και έτσι κακή διατροφή)
- Κυνήγι
- Έλλειψη τροφής (πείνα)
- Παγωνιά
- Πέσιμο σε παγωμένο νερό
- Τραυματισμός από ατύχημα ή ενδοειδικό ανταγωνισμό



# Δημογραφία του Θανάτου

- i. Θνησιμότητα (κανονική) φθοράς.
- ii. Θνησιμότητα επιλογής: ευάλωτα άτομα (ανήλικα, γερασμένα, άρρωστα), διάγραμμα σχήματος U
- iii. Θνησιμότητα (ομαδική) καταστροφής: Κατανομή της συχνότητας των ηλικιακών ομάδων, καταστροφικό γεγονός, διάγραμμα σχήματος L



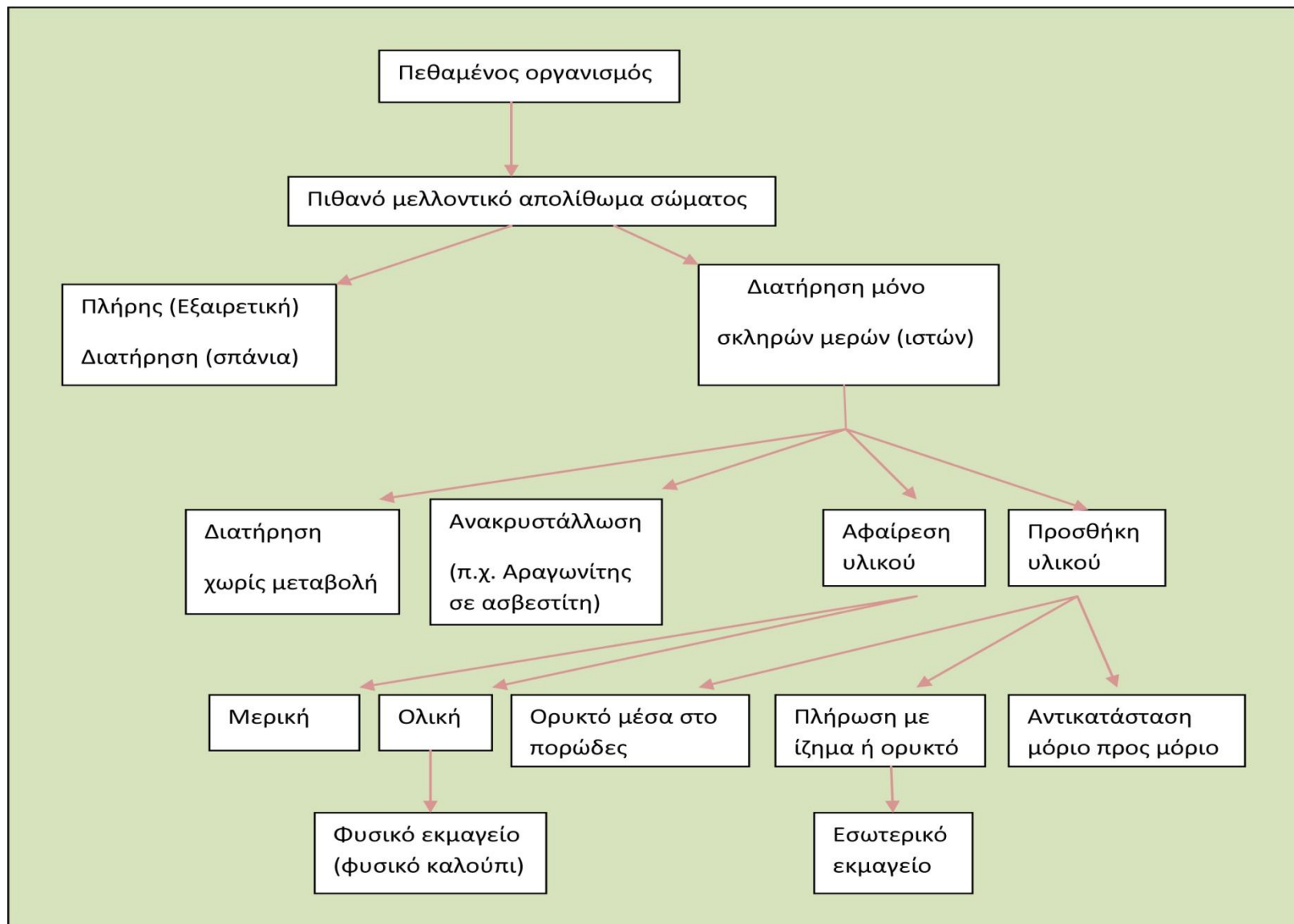
Εικ.8: Τύποι κατανομών



Τι συμβαίνει από την στιγμή που πεθαίνουν οι οργανισμοί μέχρι να ανακαλύψουμε τα απολιθώματα;



# Πορεία απολίθωσης

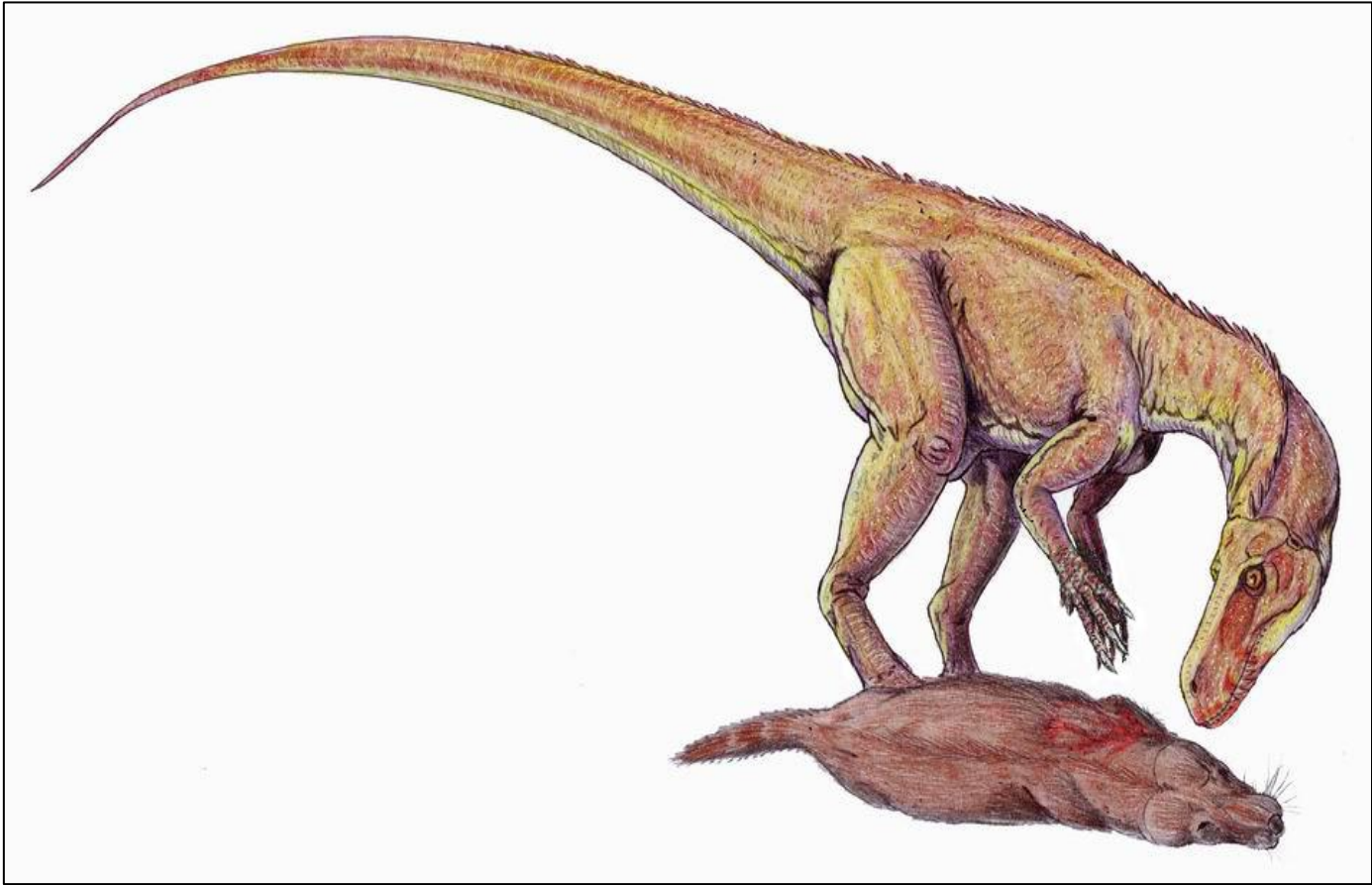


# Καταστροφή μαλακών ιστών από άλλους οργανισμούς

- Πτωματοφαγία από σπονδυλόζωα
- Πτωματοφαγία από έντομα ή ασπόνδυλα
- Αποσύνθεση από μικροοργανισμούς (βακτήρια, μύκητες κτλ.)



# Πτωματοφαγία



Εικ.9: Δεινόσαυρος που τρέφεται από νεκρό μικρό θηλαστικό.





# Αποσύνθεση μαλακών ιστών

Από την εγκληματολογική βιβλιογραφία:

- Πτωματοφαγία
- Αποσύνθεση (αεροβική διάσπαση των πρωτεϊνών)
- Αυτόλυση (διάσπαση των πρωτεϊνών από ένζυμα που περιέχονται μέσα στον ίδιο τον οργανισμό)
- Σήψη (Αναεροβική, βακτηριακή διάσπαση των πρωτεϊνών)



# Εκτεθειμένα σκελετικά υπολείμματα

- Εξάρθρωση
- Διαμελισμός
- Διασκορπισμός
- Μεταφορά
- Συγκέντρωση
- Ταφή

Παράγοντες: σχήμα των απολιθωμάτων, ρεύματα, προσανατολισμός



# Εκτεθειμένα σκελετικά υπολείμματα Παραδείγματα



Εικ.10: Μερικώς αποσυτεθειμέ-  
νο γουρούνι



Εικ.11: Σκελετός  
*Ornithomimus edmontonicus*



# Εκτεθειμένα σκελετικά υπολείμματα Παραδείγματα



Εικ.12: Συγκέντρωση  
σκελετικών υπολειμμάτων



Εικ.13: Μεταφορά σκελετικών  
υπολειμμάτων



# Καταστροφικές προ-ταφικές διεργασίες

- Πτωματοφαγία
- Διάβρωση
- Αποσάθρωση
- Δάγκωμα - Μάσηση
- Διάβρωση πέψης
- Σημάδια χτυπημάτων
- Σπάσιμο
- Ποδοπάτημα
- Κάψιμο





# Δάγκωμα-μάσηση- Παράδειγμα 1

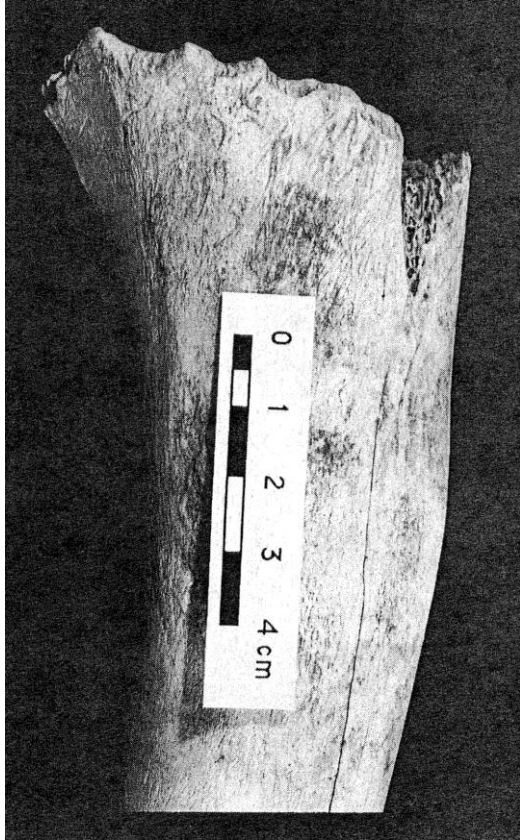


Εικ.14: Κερκιδωλένη βατράχου με σημάδια από δάγκωμα



# Δάγκωμα/Μάσηση

## Παράδειγμα 2



Εικ.15: Σημάδια μάσησης σε κόκκαλο θηλαστικού



Εικ.16: Σημάδια μάσησης σε κόκκαλο θηλαστικού



# Αποσάρθρωση Παράδειγμα

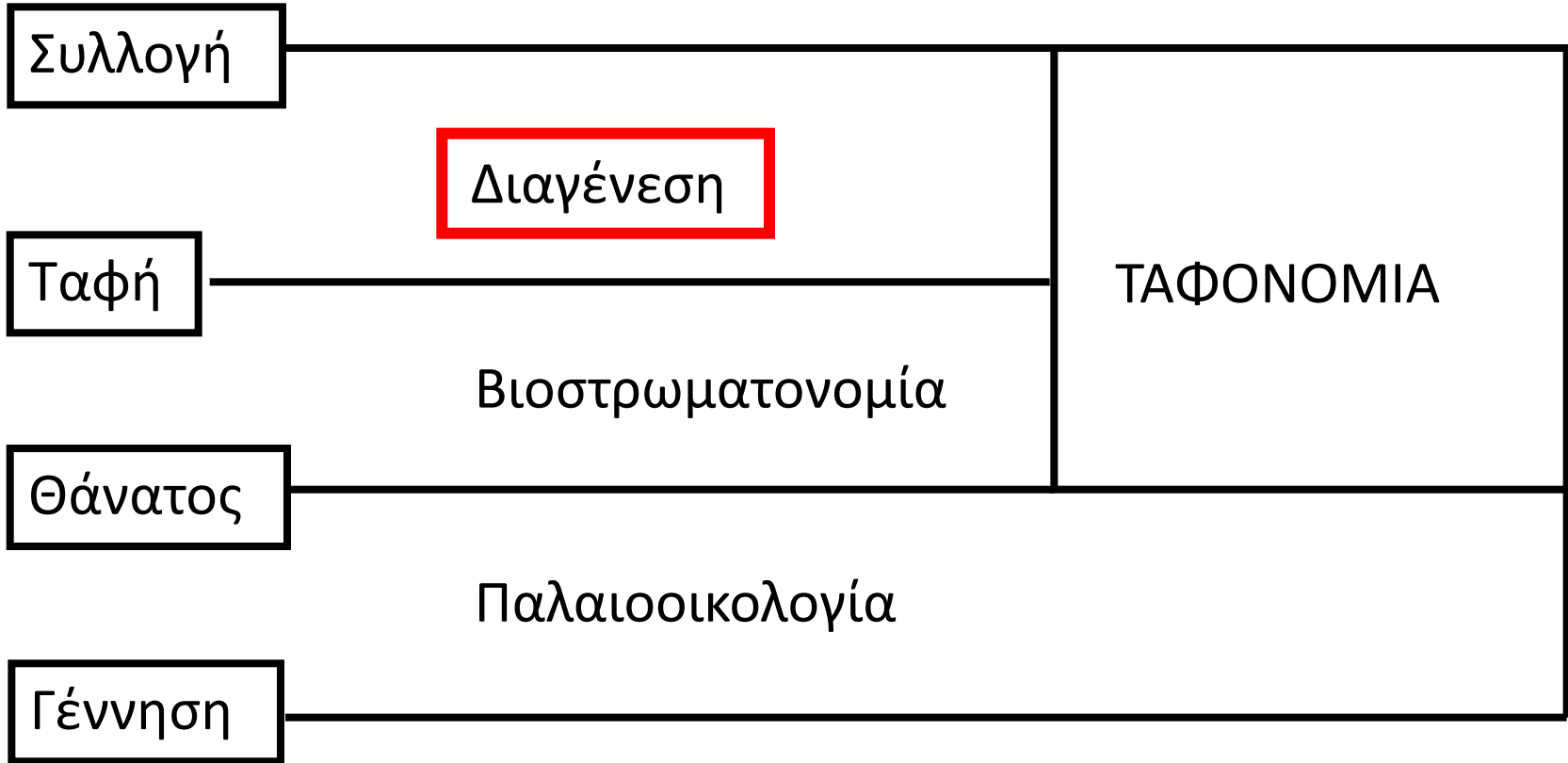


Εικ.17: Αποσαρθρωμένο κόκκαλο θηλαστικού.





# Διαγένεση



# Ορισμός Διαγένεσης

Οι χημικές και φυσικές αλλαγές που λαμβάνουν χώρα μετά την τελική ταφή των υπολειμμάτων των οργανισμών.

Απολίθωση → Ένα σύνολο διαγενετικών διαδικασιών



# Μετα-ταφικές διεργασίες

- Ιζηματογένεση
- Ορυκτοποίηση
- Πλήρωση διακένων
- Διάχυση
- Εμπλουτισμός
- Παραμόρφωση
- Συμπύεση
- Βιοδιάβρωση (μικροοργανισμοί)
- Διάλυση
- Αναμόχλευση
- Εγχάραξη από ρίζες



# Ευνοϊκοί παράγοντες για απολίθωση

- Αφθονία οργανισμών
- Ελάχιστη φυσική ενόχληση
- Γρήγορη ταφή
- Αποφυγή επαφής με οξυγόνο και κατεισδύον νερό
- Μικρό μέγεθος
- Δομή και σύσταση του αρχικού σκελετού
- Φύση και μέγεθος κόκκων του περιβάλλοντος ιζηματος
- Χημικές συνθήκες στο ίζημα ταφής
- Διαγενετικές διαδικασίες



# Το αρχείο των απολιθωμάτων

- Ορίζεται ως το σύνολο των απολιθωμάτων που έχουν εισέλθει ή εν δυνάμει υπάρχουν μέσα στα ιζηματογενή πετρώματα. Επί μέρους κατάλογος της ζωής στη γη, που καταγράφει την ιστορία της ζωής.
- Με τον όρο «**Πληρότητα**» (completeness) χαρακτηρίζουμε το πόσο πλήρες θα περιμέναμε να είναι το αρχείο σε κάποια περιοχή ή γενικότερα το παγκόσμιο αρχείο.
- Το αρχείο δεν είναι ποτέ πλήρες. Γιατί;

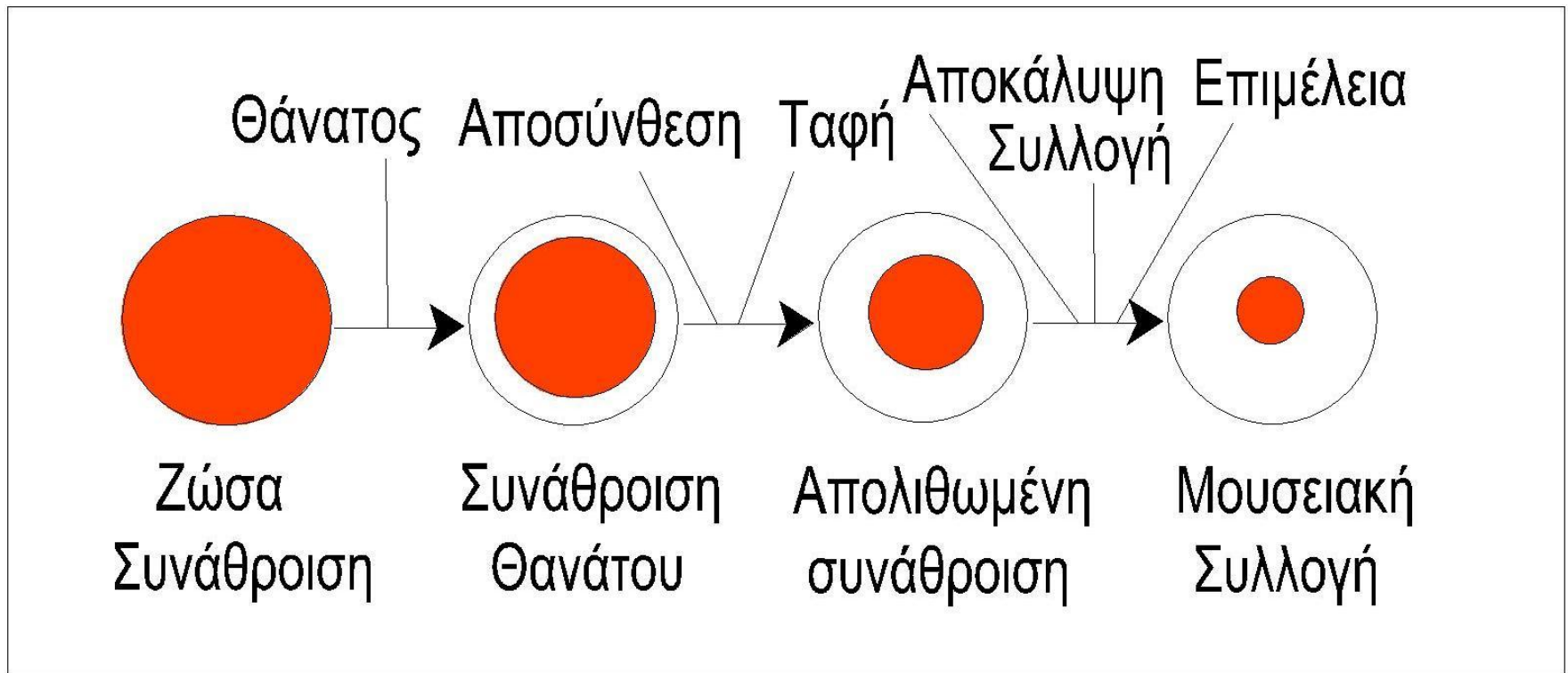


# Έλλειψη πληρότητας του αρχείου των απολιθωμάτων

- Το αρχείο των απολιθωμάτων είναι ελλιπές
- Πρόκειται για τον επί μέρους κατάλογο της ζωής στη γη
- Τα ζώα με μαλακά μέρη υποαντιπροσωπεύονται
- Επιλεκτική απολίθωση
- Διάφορα καπρίτσια των διεργασιών απολίθωσης δημιουργούν πάντα κενά στο αρχείο των απολιθωμάτων
- Μπορεί να βελτιωθεί αλλά δε θα ολοκληρωθεί ποτέ



# Από την ζώσα συνάθροιση στην μουσειακή συλλογή



Εικ.18



# Ταφονομικές συναθροίσεις

- **Βιοκοινωνία (bioecoenosis):** ζώσα συνάθροιση σε ένα βιότοπο
- **Θανατοκοινωνία (thanatoecoenosis):** συνάθροιση μετά τον θάνατο, από διαφορετικούς βιότοπους που πέθαναν στον ίδιο τόπο
- **Ταφοκοινωνία (taphoecoenosis):** απολιθωμένη συνάθροιση που έχει διατηρηθεί, από διαφορετικούς βιότοπους που πέθαναν ξεχωριστά αλλά τάφηκαν στον ίδιο χώρο
- Συναθροίσεις ζωής = Αυτόχθονες Θανατοκοινωνίες
- Συναθροίσεις θανάτου = Αλλόχθονες Θανατοκοινωνίες
- Συναθροίσεις μέσου χρόνου: συγκέντρωση ενός μείγματος διαδοχικών πληθυσμών





# Τελικές συναθροίσεις

- Οι περισσότερες συναθροίσεις φτιάχνονται από μεταφερμένα υπολείμματα
- «μεροληπτικές» συναθροίσεις: κάποια σκελετικά στοιχεία ή άτομα είναι πιο επιδεκτικά στην καταστροφή (ανάλογα με το μέγεθος, την ηλικία του ζώου, το είδος σκελετικού στοιχείου)
- Παρόλα αυτά, μπορούν ως ένα βαθμό να δώσουν την εικόνα της αρχικής κοινότητας



# Παράδειγμα τελικής συνάθροισης



Εικ.19: Θανατοκοινωνία Πικερμίου,  
Παλαιοντολογικό Μουσείο, Τμήμα Γεωλογίας,  
Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.



Τέλος Ενότητας

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» 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.



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Ηλιόπουλος Γεώργιος, 2015. «Εξέλιξη του Έμβριου κόσμου-Παλαιοντολογία, Ενότητα 3: Παλαιοοικολογία-Ταφονομία». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/GEO326/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [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».



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

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

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

# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 1: Τροποποιημένη από

[http://en.wikipedia.org/wiki/Upper\\_limb#/media/File:Arm\\_skeleton\\_comparative\\_NF\\_0102.5-2.png](http://en.wikipedia.org/wiki/Upper_limb#/media/File:Arm_skeleton_comparative_NF_0102.5-2.png)

Εικόνα 2: Τροποποιημένη από

[http://en.wikipedia.org/wiki/Flying\\_and\\_gliding\\_animals#/media/File:Homology.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Flying_and_gliding_animals#/media/File:Homology.jpg)

Εικόνα 6: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simplified\\_food\\_chain.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simplified_food_chain.svg)

Εικόνα 7: Τροποποιημένη από

[http://en.wikipedia.org/wiki/Food\\_web#/media/File:TrophicWeb.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Food_web#/media/File:TrophicWeb.jpg)

Εικόνα 9:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Herrerasaurus#/media/File:Herrerasaurus\\_DB.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Herrerasaurus#/media/File:Herrerasaurus_DB.jpg)





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνα 10:

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/Example of a pig carcass in the dry decay stage of decomposition.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8d/Example_of_a_pig_carcass_in_the_dry_decay_stage_of_decomposition.jpg)

Εικόνα 11:

[http://en.wikipedia.org/wiki/User:Sgccgs/Article Table Error/Dinosaur Park Formation#/media/File:Ornithomimus edmontonicus.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/User:Sgccgs/Article_Table_Error/Dinosaur_Park_Formation#/media/File:Ornithomimus_edmontonicus.jpg)

Εικόνα 19: <https://www.flickr.com/photos/5telios/8354572227/>

Οι εικόνες για τις οποίες δεν συμπεριλαμβάνεται αναφορά είναι ιδιοκτησία του συγγραφέα.

