



Στρωματογραφία

Καθηγ. Μ.Τριανταφύλλου

Η Στρωματογραφία στον 21^ο αιώνα

Sterno, stravi, strarum, ere = στορέννυμι,
στρωννυμι, επιστρώννυμι τι > stratum-i, ουδ. =
στρώμα

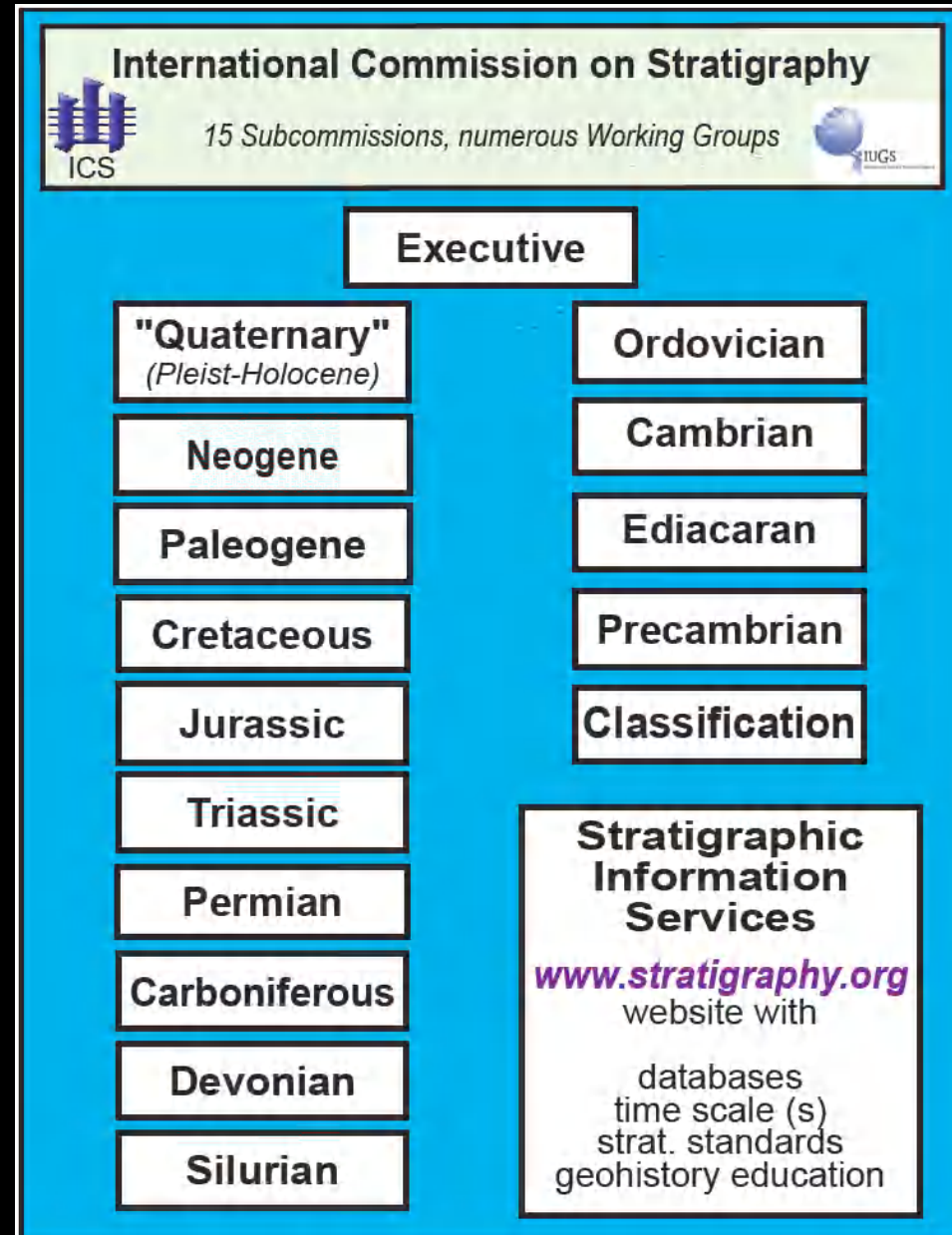
<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>

Διεθνής Επιτροπή Στρωματογραφίας

Καθορίζει τα πρωτόκολλα
για την
στρωματογραφική
έρευνα

όπως

- Όρια γεωλογικών βαθμίδων και διευκρίνιση της ορολογίας
- Γεωχρονολογική κλίμακα
- Διεθνής Κώδικας Στρωματογραφικής Ταξινόμησης



**INTERNATIONAL
STRATIGRAPHIC GUIDE**

A GUIDE TO STRATIGRAPHIC
CLASSIFICATION,
TERMINOLOGY, AND
PROCEDURE

International Commission on Stratigraphy
Commission on Stratigraphy of the American
Geological Society

Edited by Hollis Dow Hedberg
James Edward Oliver, Secretary, AGU, 2001-2002

© 1994 International Commission on Stratigraphy
Published by the American Geological Society, 4000 Reservoir Road, Arlington, VA 22204

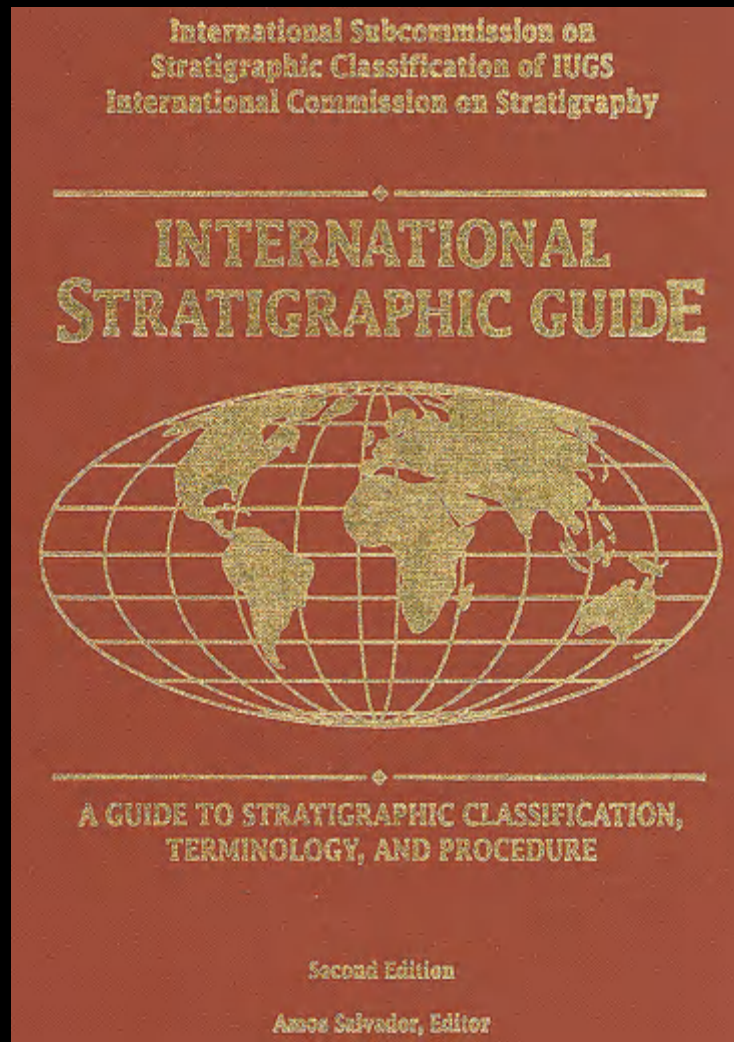
**HOLLIS DOW
HEDBERG**



Photo by Orren Jack Turner, Princeton University

Hollis Hedberg

**Η "Βίβλος" της
στρωματογραφικής
ταξινόμησης**



Salvador, A. (Editor), 1994. *International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure.* Geological Society of America, Boulder, 214 pp.

Λιθοστρωματογραφία

Κάθε στρώμα αποτελεί έναν διαφορετικό τύπο πετρώματος

Χρονοστρωματογραφία

Κάθε στρώμα αντιστοιχεί σε διαφορετική ηλικία

Βιοστρωματογραφία

Κάθε στρώμα περιέχει διαφορετική συνάθροιση απολιθωμάτων

Λιθοστρωματογραφικές ενότητες

Υπερομάδα	Ομάδα A	Σχηματισμός A	Μέλος A
			Μέλος B
			Μέλος C
		Σχηματισμός B	Μέλος D
			Μέλος E
			Μέλος F
	Σχηματισμός C	Μέλος G	
		Μέλος H	
	Ομάδα B	Σχηματισμός D	Μέλος I
			Μέλος J
			Μέλος K
			Μέλος L
			Μέλος M
		Σχηματισμός	Μέλος N
Μέλος O			
Μέλος P			
Σχηματισμός F	Μέλος Q		
	Μέλος R		
	Μέλος S		
	Μέλος T		

Υπερομάδα
(SuperGroup)

|
Ομάδα (Group)

|
Σχηματισμός
(Formation)

|
Μέλος
(Member)

|
Στρώμα
(Stratum)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΛΙΘΟΛΟΓΙΑ ΕΧΕΙ ΤΟΠΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ
ΒΑΣΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΛΙΘΟΦΑΣΕΙΣ ΔΗΛΑΔΗ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ
ΤΩΝ ΛΙΘΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΩΝ ΕΝΟΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ

ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΘΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΙΝΑΙ Ο
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΔΙΑΚΡΙΝΕΤΑΙ ΑΠΟ

A) Ενιαία λιθολογία

B) Σαφές άνω και κάτω
όριο σε σχέση
με τα υποκείμενα και τα
υπερκείμενα

Γ) Πάχος m- km



Σχηματισμός Βοιωτικού Φλύσχη

ΟΜΑΔΑ

ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΜΕΛΟΣ (Όχι Υποχρ)

ΣΤΡΩΜΑ-
Η ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΜΟΝΑΔΑ

**ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ
ΡΑΔΙΟΛΑΡΙΤΩΝ Μ Ε 4 ΜΕΛΗ ΟΠΩΣ**

Πηλίτες

Ραδιολαρίτες

Ασβεστόλιθοι με Calpionellidae

Μάργες με Ακτινόζωα

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Σχηματισμός Κλαστικού Τριαδικού

Σχηματισμός Φλύσχη

Σχηματισμός πλακωδών ασβεστολίθων

Σχηματισμός μεταβατικών στρωμάτων

προς Φλύσχη



Σχηματισμός Βοιωτικού Φλύσχη

ΣΕΙΡΑ = (Σχεδόν ΟΜΑΔΑ)

Λιθοστρωματογραφική μονάδα

Η σειρά είναι =χρονοστρωματογραφικός όρος

ΣΥΜΠΛΕΓΜΑ

Άτυπος λιθοστρωματογραφικός όρος

Βασικά στοιχεία Βιοστρωματογραφίας

- Σκοπός της βιοστρωματογραφικής ταξινόμησης είναι να οργανώσει συστηματικά τα στρώματα της γης σε ενότητες χαρακτηριστικές που βασίζονται στο περιεχόμενο και την κατανομή των απολιθωμάτων.
- Βιοζώνη είναι μια βιοστρωματογραφική ενότητα, δηλ. ένα σύνολο στρωμάτων, που ενοποιούνται από τα περικλειόμενα απολιθώματα.
 - Η βιοζώνη δεν παρουσιάζει χρόνο, μπορεί όμως να συγκριθεί με τον χρόνο.

ΒΙΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Αποδοχή εξελικτικής διαδοχής

ηλικία των στρωμάτων μιας περιοχής
όπως αυτή προκύπτει από τα απολιθώματα

ΒΙΟΖΩΝΗ – Η βασική βιοστρωματογραφική ενότητα

Το σύνολο των στρωμάτων όπου το χαρακτηριστικό
απολίθωμα δεν άλλαξε

ΒΑΣΙΚΗ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ= Γνωρίζουμε την
βιομετρική και μορφολογική ποικιλότητα του είδους

ΥΠΕΡΒΙΟΖΩΝΗ

ΒΙΟΖΩΝΗ

ΥΠΟ(ΒΙΟ)ΖΩΝΗ

ΖΩΝΙΔΙΟ

ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΖΩΝΗΣ

ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ – ΚΟΙΝΟΖΩΝΗ - ΖΩΝΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

Οικοζώνη - Η συνάθροιση εξαρτάται από συνθήκες περιβάλλοντος

ΑΚΡΟΖΩΝΗ - ΖΩΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ

A - Ζώνη εξάπλωσης συστηματικής μονάδας (ΤΑΧΟΝ)

B - Ζώνη συμπίπτουσας ανάπτυξης

Γ - Ζώνη ακμής, απογείου, αφθονίας ή επιβολής

Δ - Ζώνη Μεσοδιαστήματος

Kind of zone	Definition
Taxon range zone (total)	First to last of one species
Concurrent range zone	Overlap of taxa, 1 st to last of different species
Interval range zone	Interval between two species: 1 st to 1 st , last to last
Lineage (consecutive-range) zone	1 st appearance within a lineage (commonly used in forams)
Assemblage zone	Defined on 1 st and last of one taxa, characterized by other taxa
Acme (abundance) zone	Abundance peak of one taxa

Τύποι βιοζωνών

Ζώνες συγκέντρωσης ή ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ (assemblage zones): Πρόκειται για στρώματα που χαρακτηρίζονται από την παρουσία μιας ευδιάκριτης φυσικής συγκεντρώσεως ενός ορισμένου είδους

ΖΩΝΕΣ ΕΞΑΠΛΩΣΗΣ

Ζώνες ανάπτυξης (range zones): Πρόκειται για στρώματα που αντιπροσωπεύουν την στρωματογραφική ανάπτυξη μερικών ειδών από την όλη συγκέντρωση των απολιθωμάτων

Ζώνες ακμής (acme zones): Πρόκειται για στρώματα μέσα στα οποία ορισμένα είδη παρουσιάζονται με μέγιστη αφθονία.

Ενδιάμεσες ζώνες (interval zones): Αντιπροσωπεύουν μόνον το στρωματογραφικό διάστημα μεταξύ της εμφανίσεως ή εξαφανίσεως δύο στρωματογραφικών ειδών-δεικτών.

Ζώνη συνάθροισης

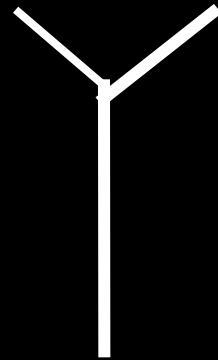
- Σύνολο στρωμάτων που χαρακτηρίζεται από δύο ή περισσότερα απολιθώματα που αποτελούν φυσική συνάθροιση. Διακρίνεται από τα υπερκείμενα ή υποκείμενα στρώματα στα οποία δεν παρατηρείται συνάθροιση αλλά είναι δυνατόν να υπάρχει το ένα από τα απολιθώματα – ΌΧΙ ΟΛΑ

Ακροζώνη – Ζώνη εξάπλωσης

- Σύνολο στρωμάτων που αντιστοιχεί στη συνολική εξάπλωση του απολιθώματος η της ομάδος των απολιθωμάτων που χαρακτηρίζει η ζώνη

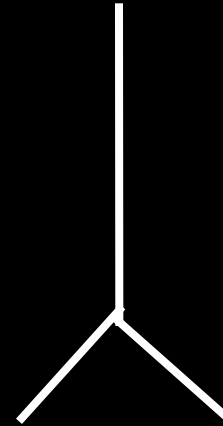
Ζώνη εξάπλωσης

- Βέβαιη



Άνω όριο

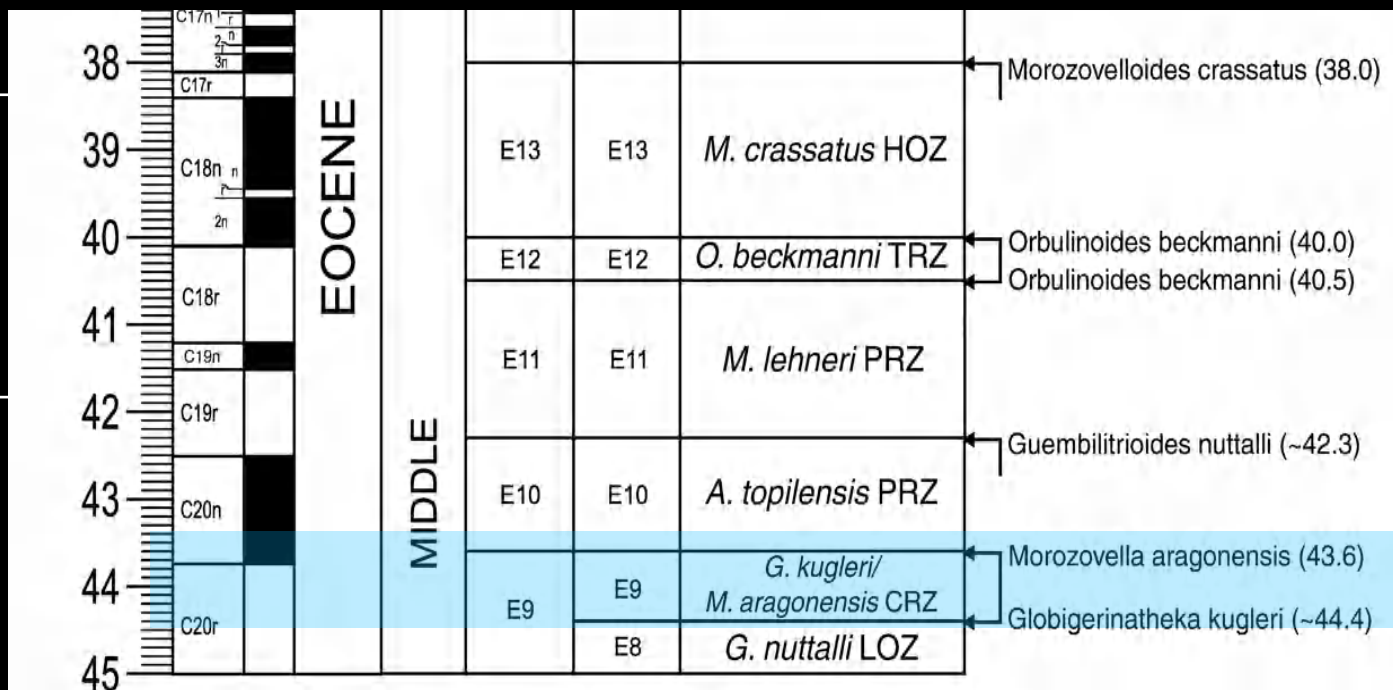
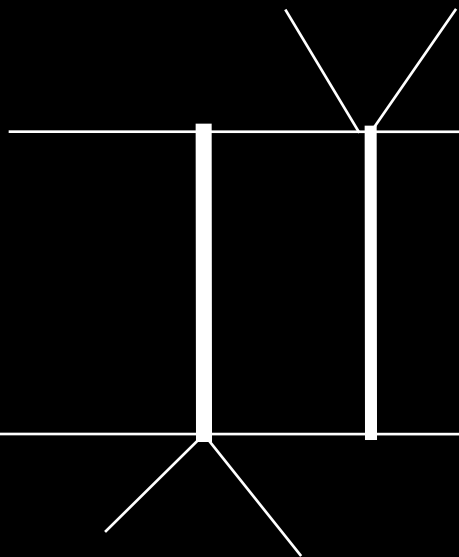
- Υποθετική



Κάτω όριο

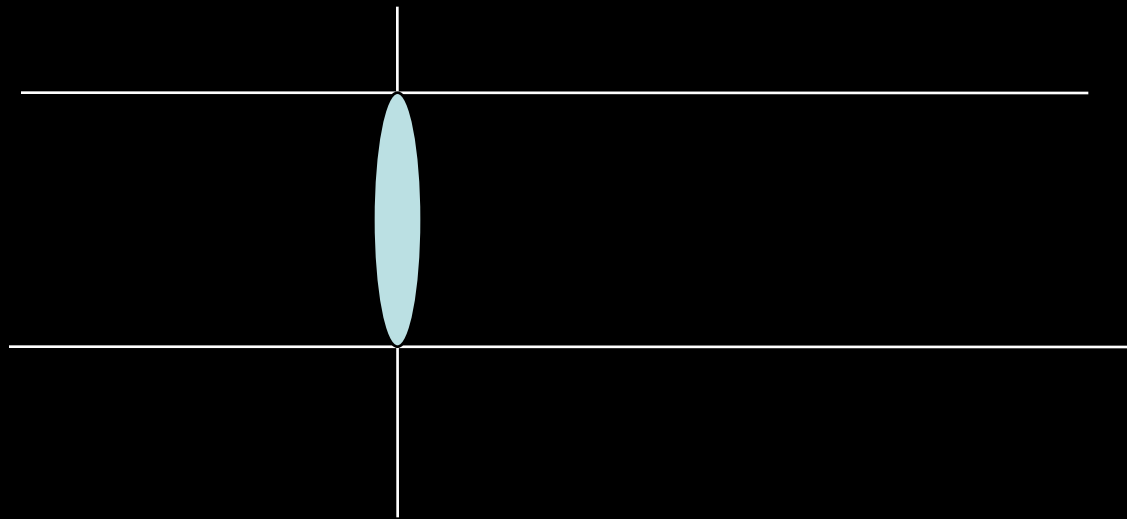
Ζώνη συμπίπτουσας ανάπτυξης

Ζώνη όπου συνυπάρχουν τα απολιθώματα που χαρακτηρίζουν την ζώνη Πχ.
Globigerinatheka kugleri, *Morozovella aragonensis*



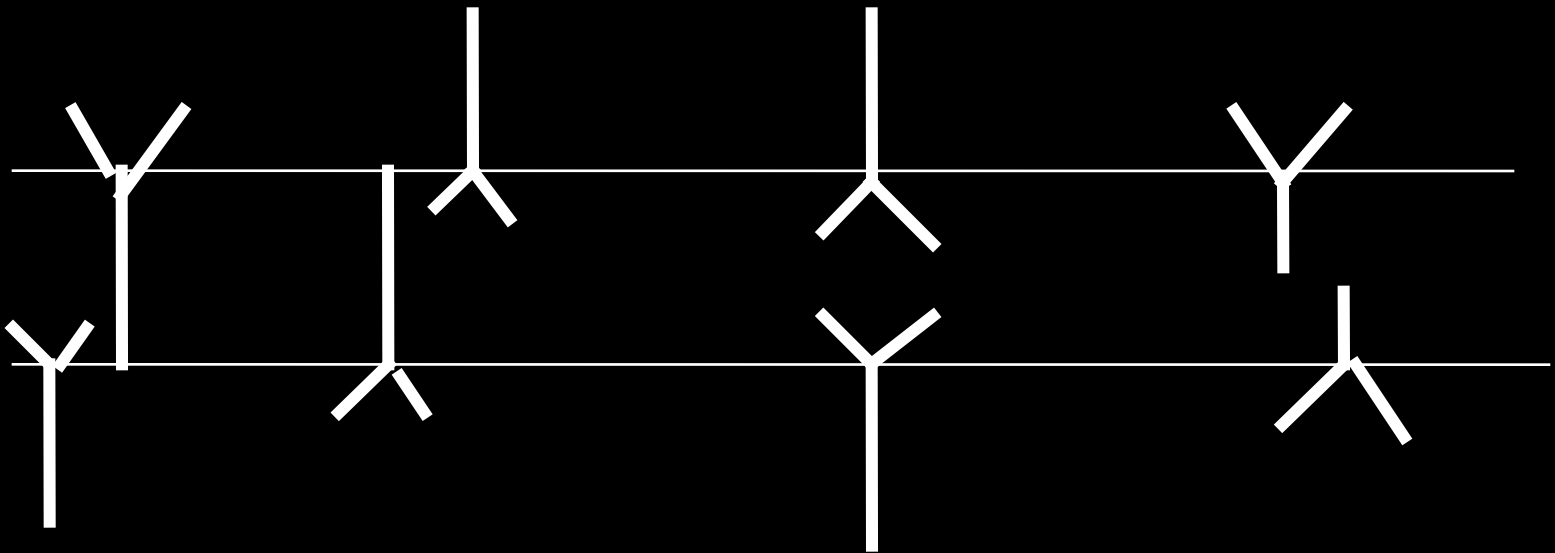
Ζώνη ακμής, απογείου, αφθονίας ή επιβολής

- Το σύνολο των στρωμάτων όπου το χαρακτηριστικό απολίθωμα (ή ομάδα απολιθωμάτων) έχει την μεγαλύτερη ανάπτυξη. Πχ. *Emiliana huxleyi*



Ζώνη μεσοδιαστήματος

- Το σύνολο των στρωμάτων μεταξύ δύο χαρακτηριστικών βιοστρωματογραφικών οριζώντων



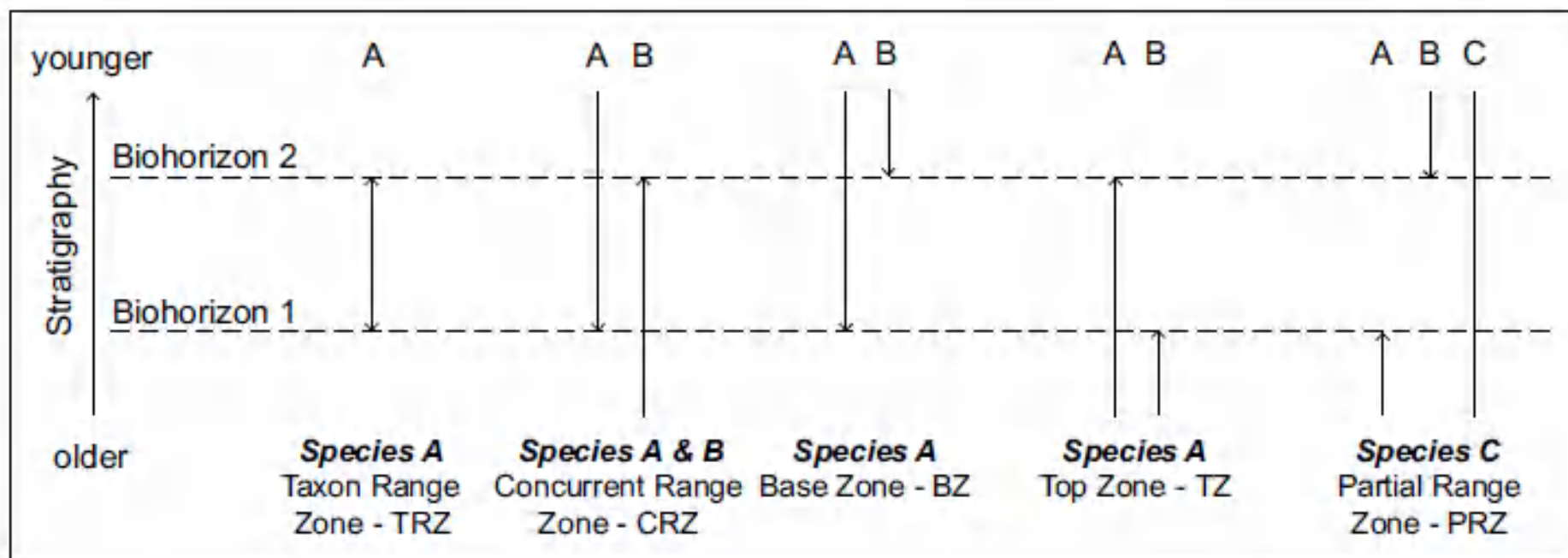


Fig. 1. The five logical possibilities for biostratigraphic characterization of biozones. Redrawn after Wade et al. (2011).

BIOΖΩΝΕΣ

- Τρηματοφόρων
- Ναννοαπολιθωμάτων
- Θηλαστικών (μεγάλων)
- Μικροθηλαστικών

Είναι οι βιοστρωματογραφικές συσχετίσεις πραγματικές χρονικές συσχετίσεις?

- Τελευταία εμφάνιση ή επιφάνεια ασυμφωνίας?
- Φάση και διαχρονικότητα
- Τοπικές ειδογενέσεις και τελευταίες εμφανίσεις
- Μεταβαλλόμενες κλιματικές ζώνες/βιογεωγραφικές επαρχίες

- Προβλήματα διατήρησης
- Φαινόμενο Signor-Lipps: ελάχιστα διατηρημένα και λιγότερα άφθονα είδη φαίνεται να εξαφανίζονται νωρίτερα από ό,τι στην πραγματικότητα.
- Είδη-Λάζαροι: εμφανίζονται και πάλι μετά το φαινομενικό επίπεδο εξαφάνισής τους (φάση, διατήρηση κλπ)
- Είδη-Ζόμπι: εμφανίζονται μετά από το επίπεδο εξαφάνισής τους (μεταφορά)

Ποιοι είναι οι ιδανικοί βιοστρωματογραφικοί δείκτες?

- άφθονοι
- Ανεξάρτητοι φάσης (πλαγκτονικοί)
- Καλή διατήρηση, εύκολη συλλογή
- Παγκόσμια εξάπλωση
- Μικρό εύρος ζωής (γρήγορη εξέλιξη)
- Εύκολη αναγνώριση

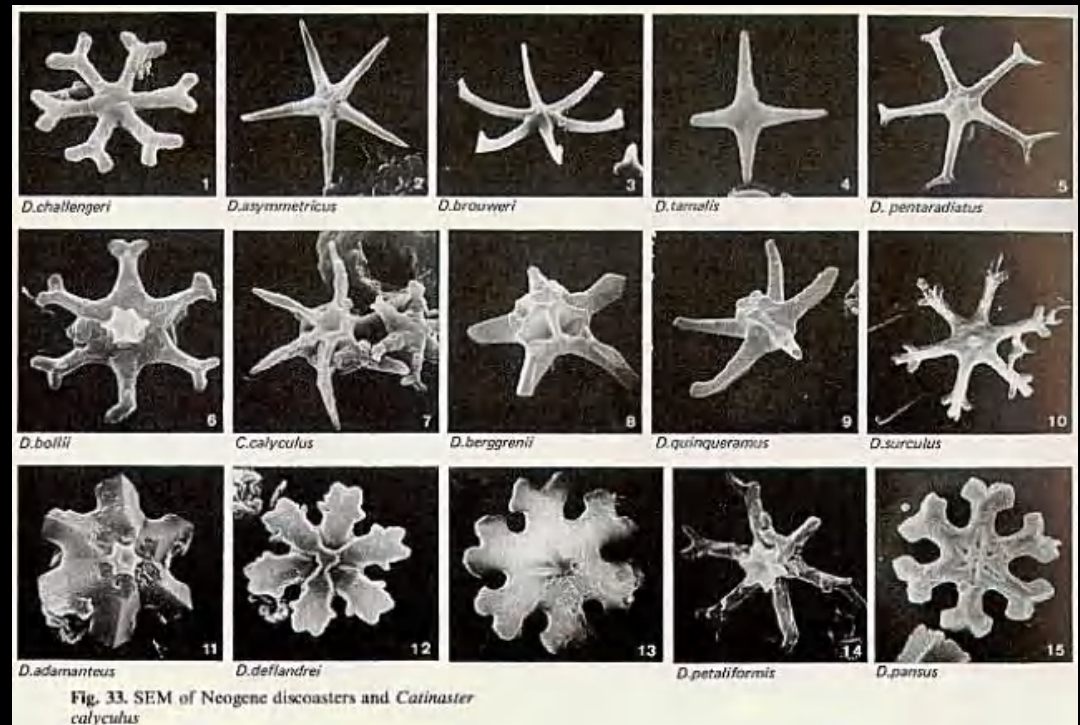
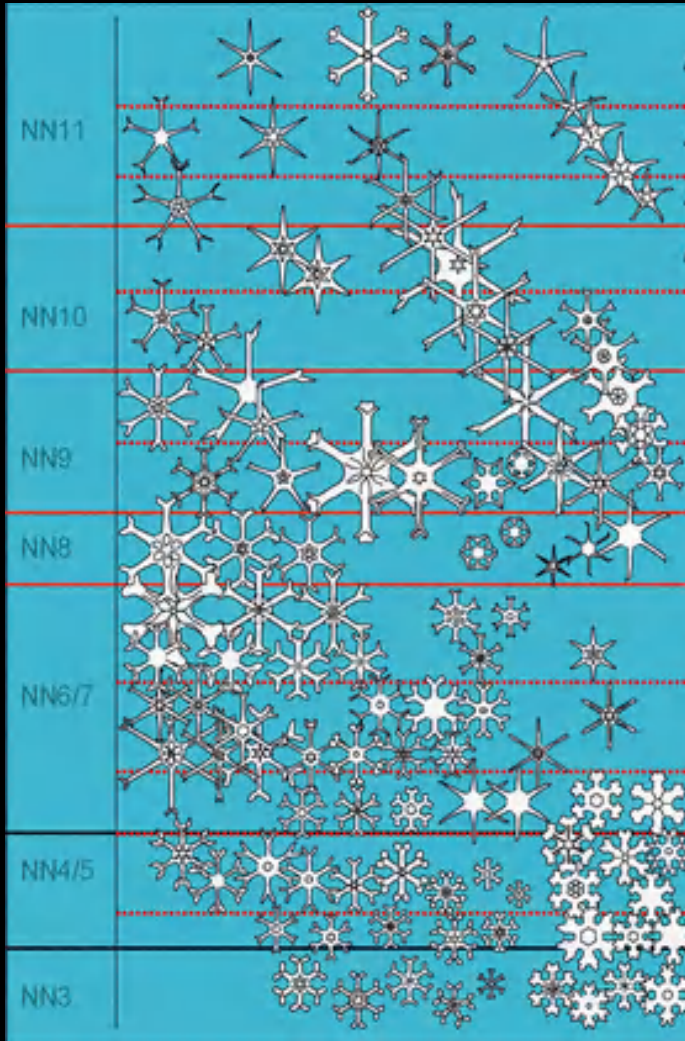
Ποσοτική Βιοστρωματογραφία

- Χρησιμοποιεί εκτός από πρώτες και τελευταίες εμφανίσεις:
 - Σχετικές αφθονίες
 - Αναλογίες μεταξύ ειδών
- Βασίζεται σε στατιστικές μεθόδους
 - Correlation analysis (matches patterns of peaks)
 - Cluster analysis – makes groups for assemblage zones

Βιοστρωματογραφική εξάπλωση ενός taxon είναι το – σε παγκόσμια βάση –καθορισμένο διάστημα εξάπλωσής του μέσα στο γεωλογικό χρόνο.

πχ. Βιοστρωματογραφική εξάπλωση *Coccolithus pelagicus*: Κατ. Παλαιόκαινο έως σήμερα.

Τα *Discoaster* είναι σημαντικοί βιοστρωματογραφικοί δείκτες του Καινοζωικού



Οι πρώτες βιοζώνες για τα Καινοζωικά ωκεάνια ιζήματα προτάθηκαν και περιγράφηκαν από τους BUKRY & BRAMLETTE (1970a), BUKRY (1971a), GARTNER (1969, 1973), BOUDREAUX & HAY (1969) κλπ.

Ακολούθησε σειρά λεπτομερέστερων και περισσότερο ολοκληρωμένων βιοζωνών –εξαιτίας της πληθώρας δεδομένων από τα προγράμματα DSDP και της δυνατότητας αναγνώρισης και καθορισμού περισσότερων βιοστρωματογραφικών δεικτών-

Bukry (1971b, 1973c, 1975), Roth (1973), Martini (1971), Martini & Worsley (1971), Edwards & Perch-Nielsen (1975), Gartner (1977b), Perch-Nielsen (1972, 1977), Okada & Bukry (1980), Martini & Muller (1986).

Όλες οι προαναφερόμενες προσπάθειες οδήγησαν στη σύνθεση

ενός “standard” συστήματος βιοζωνών από τον Martini (1971), αποτελούμενο από 46 βιοζώνες και βασισμένο κυρίως σε δεδομένα από ημιπελαγικά περιβάλλοντα

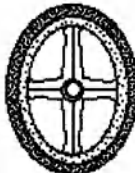


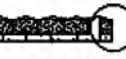
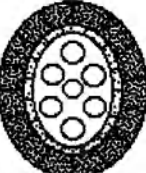

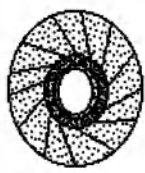

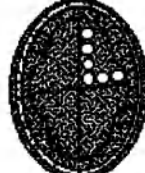
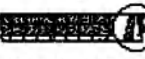
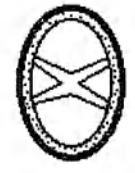
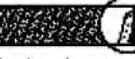
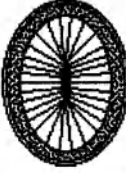







και ενός δεύτερου Okada & Bukry (1980), βασισμένο κυρίως σε πρωθύστερες ανακοινώσεις του Bukry (1973b κλπ)

αποτελούμενο από 34 βιοζώνες και 45 υποβιοζώνες και δεδομένα προερχόμενα από τη μελέτη κυρίως χαμηλού γεωγραφικού πλάτους ωκεάνιων ιζημάτων βαθιών θαλασσών.

Ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάστηκαν οι βιοζώνες του Martini (χρήση του κωδικοποιημένου συστήματος NP1-NP25, NN1-NN21) διευκόλυσε την επικοινωνία μεταξύ των επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων, καθιστώντας τις βιοζώνες αυτές ιδιαίτερα δημοφιλείς ανάμεσα στους ερευνητές.

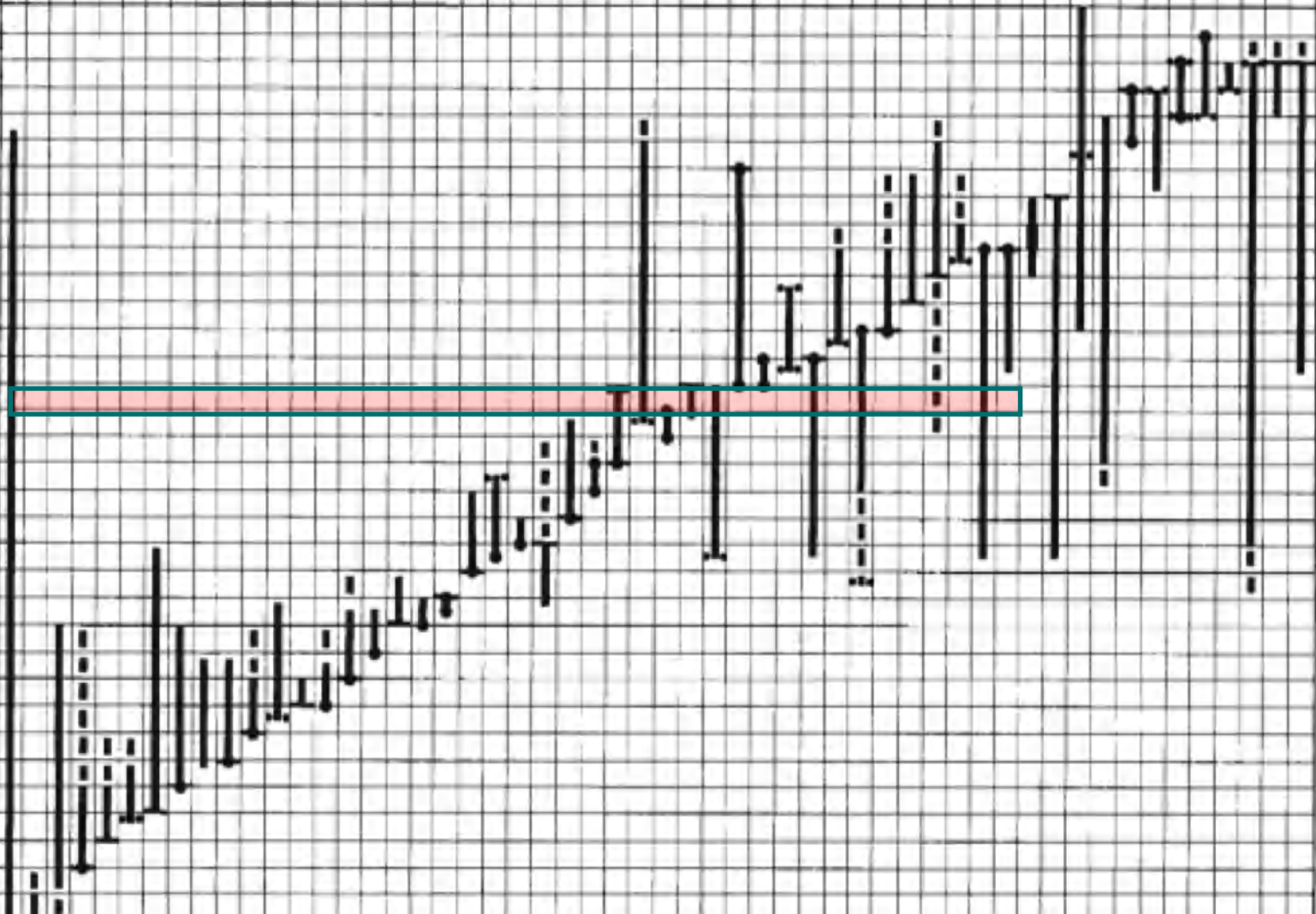
Η χρήση παρόμοιου κωδικοποιημένου τρόπου (CP1-CP16, CN1-CN15) παρουσίασης και για το δεύτερο σύστημα βιοζωνών, από τους Okada & Bukry, έδωσε και σε αυτό τη δυνατότητα ευρείας χρησιμοποίησως ιδιαίτερα για τις συσχετίσεις ιζημάτων βαθιών θαλασσών.

Οι κυριότερες τάξεις των ετεροκοκκολιθών του Μεσοζωικού και του Καινοζωικού

ΜΕΣΟΖΩΙΚΟ	<p>EIFFELLITHALES</p>   <p>Chistozygaceae Eiffelithaceae Rhagodiscaceae</p>	<p>STEPHANOLITHIALES</p>   <p>Parhabdolithaceae Stephanolithiaceae ?Calciosoleniaceae</p>	<p>PODORHABDALES</p>   <p>Axopodorhabdaceae Biscutateae Calyculaceae Prediscosphaeraceae</p>	<p>WATZNAURIALES</p>   <p>Watznaueriaceae</p>	<p>ARKHANGELSKIALES</p>   <p>Kamptneriaceae</p>	<p>NANNOΛΙΘΟΙ</p> <p>Braerudosphaeraceae Eoconusphaeraceae Goniolithaceae Lapideacassaceae Microrhabdulaceae Nannoconaceae Polycyclolithaceae Schizospherellaceae + <i>Ceratolithoides</i> <i>Ceratolithina</i> -</p>
	ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟ	<p>ZYGODISCALES</p>   <p>Pontosphaeraceae Zygodiscaceae</p>	<p>SYRACOSPHAERALES</p>   <p>Syracosphaeraceae</p>	<p>RHABDOSPHAERALES</p>   <p>Rhabdosphaeraceae</p>	<p>PRINSIALES</p>   <p>Noelaerhabdaceae</p>	<p>COCCOSPHAERALES</p>   <p>Coccolithaceae ?Pleurochrysidaceae</p>
ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΤΑΞΕΙΣ ΕΤΕΡΟΚΟΚΚΟΛΙΘΩΝ						

C. ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ		ΗΩΚΑΙΝΟ		ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ		ΗΛΙΚΙΑ	
<i>M. prinsii</i>	1	a					
<i>M. inversus</i>	1	b					
<i>C. tenuis</i>	2						
<i>C. danicus</i>	3	2					
<i>F. macellus</i>	4	3					
<i>F. tympaniformis</i>	5	4					
<i>H. klempellii</i>	6	5					
<i>D. mahleri</i>	7	6					
<i>H. riedelii</i>	8	7					
<i>D. multiradiatus</i>	9	8	a				
<i>T. contortus</i>	10	9	a				
<i>D. binodatus</i>	11	9	b				
<i>T. orthostylus</i>	12	10					
<i>D. subloboensis</i>	14	12	a				
<i>D. subloboensis</i>	14	12	b				
<i>N. fulgens</i>	15	13	a				
<i>N. fulgens</i>	15	13	b				
<i>D. tani nodifer</i>	16		a				
<i>D. tani nodifer</i>	16		b				
<i>D. saipanensis</i>	17		a				
<i>C. oamaruensis</i>	18		a				
<i>I. recurvus</i>	19		a				
<i>S. pseudoradians</i>	20		a				
<i>E. subdisticha</i>	21		a				
<i>E. subdisticha</i>	21		b				
<i>E. subdisticha</i>	21		c				
<i>H. reticulata</i>	22		a				
<i>S. predistentus</i>	23		a				
<i>S. distentus</i>	24		a				
<i>S. distentus</i>	25		a				
<i>S. ciproensis</i>	25		a				
<i>T. carinatus</i>			a				

ΔΕΚΤΕΣ ΔΙΑΣΤΡΟΦΩΝ		ΔΕΚΤΕΣ ΜΑΡΤΙΝΙ, 1971		ΔΕΚΤΕΣ	
<i>Merkallius inversus</i>					
<i>Micula prinsii</i>					
<i>Plecoxygus sigmoides</i>					
<i>Cruciplicolothus tenuis</i>					
<i>Chiasmolithus danicus</i>					
<i>Prorinus martini</i>					
<i>Eliptolithus macellus</i>					
<i>Fasciculithus tympaniformis</i>					
<i>Helicolithus cantabrigiae</i>					
<i>Helicolithus klempellii</i>					
<i>Discoaster mahleri</i>					
<i>Discoaster mediosus</i>					
<i>Helicolithus riedelii</i>					
<i>Discoaster nobilis</i>					
<i>Discoaster multiradiatus</i>					
<i>Campylospiraera eodola</i>					
<i>Tribracliatius bramletzi</i>					
<i>Discoaster diastypus</i>					
<i>Tribracliatius canibartus</i>					
<i>Discoaster lodoensis</i>					
<i>Discoaster kuepperi</i>					
<i>Towelus ? crassus</i>					
<i>Tribracliatius orthostylus</i>					
<i>Discoaster subloboensis</i>					
<i>Rhabdosphaera inflata</i>					
<i>Nannofetrina fulgens</i>					
<i>Reticulofenestra hamptoniensis</i>					
<i>Chiasmolithus gigas</i>					
<i>Rhabdosphaera gladius</i>					
<i>Reticulofenestra dictynda</i>					
<i>Reticulofenestra umbilica</i>					
<i>Discoaster bifax</i>					
<i>Cribrocentrum reticulatum</i>					
<i>Chiasmolithus solitus</i>					
<i>Discoaster tani nodifer</i>					
<i>Chiasmolithus grandis</i>					
<i>Chiasmolithus oamaruensis</i>					
<i>Isthmolithus recurvus</i>					
<i>Sphenolithus pseudoradians</i>					
<i>Reticulofenestra oamaruensis</i>					
<i>Discoaster barbadiensis</i>					
<i>Discoaster saipanensis</i>					
<i>Ericsonia subdisticha</i>					
<i>Ericsonia formosa</i>					
<i>Helicosphaera euphratica</i>					
<i>Sphenolithus predistentus</i>					
<i>Sphenolithus distentus</i>					
<i>Chiasmolithus altus</i>					
<i>Sphenolithus ciproensis</i>					
<i>Cyclonargolithus abietectus</i>					
<i>Pontosphaera enervis</i>					
<i>Zygnabirithus bijugatus</i>					
<i>Helicosphaera recta</i>					
<i>Dicyonococcus hians</i>					



Η παρατήρηση του γεγονότος ότι τα
κοκκολιθοφόρα παρουσιάζονται

με τη μέγιστη ποικιλότητα στα τροπικά-
υποτροπικά περιβάλλοντα,

ενώ στα υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη
απουσιάζει η πλειονότητα των
βιοστρωματογραφικών δεικτών εξαιτίας των
διαφορετικών περιβαλλοντολογικών
συνθηκών,

οδήγησε στην τροποποίηση των βιοζωνών για
την επίτευξη βιοστρωματογραφικών
συσχετίσεων και σε αυτά τα περιβάλλοντα
(Perch-Nielsen 1972, Edwards & Perch-Nielsen
1975 κλπ.),

Πάντως πρόσφατες λεπτομερείς μελέτες κατέδειξαν ότι πολλά από τα χρησιμοποιούμενα –στα δύο κύρια συστήματα- όρια βιοζωνών,

δεν είναι επαρκώς καθορισμένα,

ενώ σημαντικός αριθμός των χρησιμοποιούμενων βιοστρωματογραφικών δεικτών επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες, καθώς και από τις διεργασίες που σχετίζονται με την απόθεση και διατήρηση των ναννοαπολιθωμάτων.

Οι βιοστρωματογραφικές μελέτες σε πλήθος τομών και πυρήνων γεωτρήσεων, αποκάλυψαν ότι τα στρωματογραφικά εύρη συγκεκριμένων ειδών διαφέρουν σημαντικά από εκείνα που είχαν αρχικά προταθεί,

γεγονός που οφείλεται και στις διαφορετικές ταξινομικές προσεγγίσεις που είναι σήμερα αποδεκτές για τα συγκεκριμένα είδη (species concept).

- Η λεπτομερής βιοστρωματογραφική ανάλυση έδωσε επίσης την δυνατότητα του βιοχρονολογικού προσδιορισμού της ηλικίας των διαφόρων βιοστρωματογραφικών συμβάντων,
- με τη βοήθεια μαγνητοστρωματογραφικών δεδομένων καθώς και δεδομένων προερχόμενων από αναλύσεις ισότοπων,
- από διάφορες περιοχές του Ειρηνικού και του Ατλαντικού ωκεανού, όπως επίσης και από τη Μεσόγειο (Gartner 1973; Backman & Shackleton 1983; Thierstein *et al.* 1977; Rio *et al.* 1990; Lourens *et al.*, 2004; Backman *et al.*, 2012; Agnini *et al.*, 2014, 2017).

Χρονοστρωματογραφικές ενότητες

- Μεγαιωνοδιάπλαση Eonothem
- Αιωνοδιάπλαση Erathem
- Σύστημα System
- Σειρά Series
- Βαθμίδα Stage
- Χρονοζώνη

Βαθμίδα είναι το σύνολο όλων των πετρωμάτων που σχηματίστηκαν κατά την διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (μονάδα χρόνου-πετρώματος)

Χρονοστρωματογραφικές Γεωχρονολογικές ενότητες

- Μεγααιωνοδιάπλαση Eonothem Μεγααιών Eon
- Αιωνοδιάπλαση Erathem Αιών Era
- Σύστημα System Περίοδος Period
- Σειρά Series Εποχή Epoch
- Βαθμίδα Stage Ηλικία Age
- Χρονοζώνη Χρόνος

ΜΕΓΑΛΟΑΙΩΝΟΔΙΑΠΛΑΣΗ	ΜΕΓΑΛΟΑΙΩΝΟΔΙΑΠΛΑΣΗ	ΑΙΩΝΟΔΙΑΠΛΑΣΗ	ΑΙΩΝΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΡΑ ΕΠΟΧΗ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΗΛΙΚΙΑ	ΕΚΑΤ. ΧΡΟΝΙΑ	GSSP
ΦΑΝΕΡΟΖΩΙΚΟΣ	ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΣ	ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΙΣ	ΟΛΟΚΑΙΝΟ				0.0118	
			ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ		ΤΑΡΑΝΤΙΟ	0.126		
					ΙΟΝΙΟ	0.782		
					ΚΑΛΑΒΡΙΟ	1.806		
			ΓΕΛΑΣΙΟ	2.588				
		ΝΕΟΓΕΝΗΣ	ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ		ΠΛΑΚΕΝΤΙΟ	3.600		
					ΖΑΓΚΛΙΟ	5.332		
			ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ		ΜΕΙΣΗΝΙΟ	7.246		
					ΤΟΡΤΟΝΙΟ	11.608		
					ΣΕΡΡΑΒΑΛΛΙΟ	13.65		
				ΛΑΓΓΙΟ	15.97			
				ΒΟΥΡΔΙΓΑΛΙΟ	20.43			
				ΑΚΟΥΙΤΑΝΙΟ	23.03			
	ΠΑΛΑΙΟΓΕΝΗΣ	ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ		ΣΑΤΤΙΟ	28.4±0.1			
				ΡΟΥΠΕΛΙΟ	33.9±0.1			
		ΗΩΚΑΙΝΟ		ΠΡΙΑΜΠΟΝΙΟ	37.2±0.1			
				ΜΠΑΡΤΟΝΙΟ	40.4±0.2			
				ΛΟΥΤΗΣΙΟ	48.6±0.2			
		ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ		ΥΠΡΕΣΙΟ	55.8±0.2			
				ΘΑΝΕΤΙΟ	58.7±0.2			
				ΣΕΛΑΝΔΙΟ	61.7±0.2			
	ΜΕΣΟΖΩΙΚΟΣ	ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ		ΔΑΝΙΟ	65.5±0.3		
					ΜΑΙΣΤΡΙΧΤΙΟ	70.6±0.6		
				ΚΑΜΠΑΝΙΟ	77.0±0.7			
				ΣΑΝΤΟΝΙΟ	83.5±0.7			
				ΚΟΝΙΑΣΙΟ	85.8±0.7			
				ΤΟΥΡΩΝΙΟ	89.3±1.0			
ΚΑΤΩΤΕΡΟ				ΚΕΝΟΜΑΝΙΟ	93.5±0.8			
					99.6±0.9			
				ΑΛΒΙΟ	112.0±1.0			
				ΑΠΤΙΟ	125.0±1.0			
	ΒΑΡΡΕΜΙΟ	130.0±1.5						
	ΩΤΕΡΙΒΙΟ	136.4±2.0						
	ΒΑΛΑΝΖΙΝΙΟ	140.2±3.0						
	ΒΕΡΡΙΑΣΙΟ	145.5±4.0						

ΧΡΟΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

- Χρονοζώνη-
- Όλα τα στρώματα που αποτέθηκαν στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα την γεωχρονολογική ενότητα.
- Βιοζώνη- Στρώματα με απολιθώματα

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

- Αντιστοιχία Χρονοστρωματογραφικών και γεωχρονολογικών ενοτήτων
- Για τον καθορισμό της αντιστοιχίας χρησιμοποιούνται **παλαιοντολογικά** και **στρωματογραφικά** κριτήρια

ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΜΕΓΑΛΙΩΝΑΙ ΑΙΩΝΑΣ	ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΑΙΩΝΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΡΑ ΕΠΟΧΗ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΗΛΙΚΙΑ	ΕΚΑΤ. ΧΡΟΝΙΑ	GSSP	
ΦΑΝΕΡΩΣΩΙΚΟΣ	ΚΑΙΝΟΣΩΙΚΟΣ	ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ	ΟΛΟΚΑΙΝΟ		0.0118		
			ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ	TARANTIO		0.126	
				ΙΟΝΙΟ		0.782	
				ΚΑΛΑΒΡΙΟ		1.806	
		ΝΕΟΓΕΝΕΣ	ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ	ΠΛΑΚΕΝΤΙΟ		2.588	
				ΖΑΓΚΛΙΟ		3.600	
			ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ	ΜΕΣΙΘΝΙΟ		5.332	
				ΤΟΡΤΟΝΙΟ		7.246	
				ΣΕΡΡΑΒΑΛΛΙΟ		11.608	
				ΛΑΪΤΙΟ		13.65	
	ΠΑΛΑΙΟΓΕΝΕΣ	ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟ	ΣΑΪΤΙΟ		15.97		
			ΒΟΥΡΔΙΓΑΛΙΟ		20.43		
		ΗΩΚΑΙΝΟ	ΑΚΟΥΪΤΑΝΙΟ		23.03		
			ΡΟΥΠΕΛΙΟ		28.420.1		
	ΜΕΣΩΣΩΙΚΟΣ	ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΜΑΙΣΤΡΗΧΤΙΟ		33.920.1	
				ΚΑΜΠΑΝΙΟ		37.220.1	
				ΣΑΝΤΟΝΙΟ		40.420.2	
				ΚΟΝΙΑΣΙΟ		48.620.2	
				ΤΟΥΡΩΝΙΟ		55.820.2	
		ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΚΕΝΟΜΑΝΙΟ		58.720.2		
ΑΛΒΙΟ				61.720.2			
ΑΠΠΙΟ				65.520.3			
ΒΑΡΡΕΜΙΟ				70.620.6			
ΩΤΕΡΒΙΟ				83.520.7			
ΠΑΛΑΙΟΚΑΙΝΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΘΑΝΕΤΙΟ		85.820.7			
		ΣΕΛΑΝΔΙΟ		89.321.0			
		ΔΑΝΙΟ		93.520.8			
		ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		99.620.9			
		ΡΩΔΙΟ		112.021.0			
ΠΕΡΜΙΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		125.021.0			
		ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		130.021.5			
		ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		136.422.0			
		ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		140.223.0			
		ΚΑΠΙΤΑΝΙΟ		145.524.0			

ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΜΕΓΑΛΙΩΝΑΙ ΑΙΩΝΑΣ	ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΑΙΩΝΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΡΑ ΕΠΟΧΗ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΗΛΙΚΙΑ	ΕΚΑΤ. ΧΡΟΝΙΑ	GSSP
ΦΑΝΕΡΩΣΩΙΚΟΣ	ΜΕΣΩΣΩΙΚΟΣ	ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΤΙΘΩΝΙΟ		145.524.0
				ΚΙΜΜΕΡΙΑΔΙΟ		150.324.0
				ΟΦΟΡΔΙΟ		155.724.0
			ΜΕΣΙΟ	ΚΑΛΛΟΒΙΟ		161.224.0
				ΒΑΘΩΝΙΟ		164.724.0
				ΒΑΪΩΣΙΟ		167.723.5
			ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΑΔΑΕΝΙΟ		171.623.0
				ΤΟΑΡΣΙΟ		175.622.0
				ΠΛΕΝΣΙΒΑΧΙΟ		183.021.5
				ΣΙΝΕΜΟΥΡΙΟ		189.621.5
	ΠΑΛΑΙΟΣΩΙΚΟΣ	ΤΡΙΑΔΙΚΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΕΠΙΤΑΝΣΙΟ		196.521.0
				ΡΑΪΤΙΟ		199.620.6
			ΜΕΣΙΟ	ΝΩΡΙΟ		203.621.5
				ΚΑΡΝΙΟ		216.522.0
				ΛΑΔΙΝΙΟ		228.022.0
		ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΑΝΙΣΙΟ		237.022.0	
			ΟΛΕΝΕΚΙΟ		245.020.5	
			ΙΝΔΟΥΟ		249.720.7	
			ΧΑΓΓΙΣΓΙΟ		251.020.4	
			ΒΟΥΣΙΑΠΠΙΟ		253.820.7	
ΠΕΡΜΙΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΛΟΠΙΠΤΙΟ		260.420.7		
		ΤΟΥΑΔΑΛΟΥΤΙΟ		265.820.7		
		ΓΟΡΔΙΟ		268.020.7		
		ΡΩΔΙΟ		270.620.7		
		ΚΟΥΤΚΟΥΡΙΟ		275.620.7		
ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΑΡΤΙΝΣΚΙΟ		284.420.7		
		ΣΑΚΜΑΡΙΟ		294.620.8		
		ΑΣΣΕΛΙΟ		299.020.8		
		ΓΚΖΕΛΙΟ		303.920.9		
		ΚΑΣΙΜΟΒΙΟ		306.521.0		
ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΦΟΡΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΜΟΙΣΧΟΒΙΟ		311.721.0		
		ΒΑΣΚΙΡΙΟ		318.121.3		
		ΣΕΡΠΟΥΚΟΒΙΟ		326.421.6		
		ΒΙΖΑΙΟΝ		345.321.1		
		ΤΟΥΡΝΑΙΣΙΟ		359.222.5		

ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΜΕΓΑΛΙΩΝΑΙ ΑΙΩΝΑΣ	ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΑΙΩΝΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΡΑ ΕΠΟΧΗ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΗΛΙΚΙΑ	ΕΚΑΤ. ΧΡΟΝΙΑ	GSSP
ΦΑΝΕΡΩΣΩΙΚΟΣ	ΠΑΛΑΙΟΣΩΙΚΟΣ	ΔΕΒΟΝΙΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΦΑΜΕΝΝΙΟ		359.222.5
				ΦΡΑΣΕΝΙΟ		374.522.6
			ΜΕΣΙΟ	ΣΙΒΕΤΙΟ		385.322.6
				ΑΙΦΕΛΙΟ		391.822.7
				ΕΜΣΙΟ		397.522.7
		ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΠΡΑΠΙΟ		407.022.8	
			ΛΟΥΔΩΛΙΟ		411.222.8	
			ΛΟΥΔΩΛΙΟ		416.022.8	
			ΛΟΥΔΩΛΙΟ		418.722.7	
			ΛΟΥΔΩΛΙΟ		421.322.6	
	ΣΙΛΟΥΡΙΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΟΜΕΡΙΟ		422.922.5	
			ΣΕΝΓΟΥΔΙΟ		426.222.4	
		ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΤΕΛΥΧΙΟ		428.222.3	
			ΛΑΝΔΟΒΕΡΙΟ		436.021.9	
			ΑΕΡΟΝΙΟ		439.021.8	
	ΟΡΔΟΒΙΣΙΟ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΡΟΥΔΑΝΙΟ		443.721.5	
			ΙΡΝΑΝΤΙΟ		445.621.4	
		ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΚΑΤΙΟ		455.821.6	
			ΣΑΝΒΑΔΙΟ		458.821.6	
			ΔΑΡΦΡΙΒΙΔΙΟ		460.621.6	
ΚΑΜΒΡΙΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΣΑΘΜΙΔΑ 3		468.121.6		
		ΦΛΟΪΟ		471.821.6		
		ΤΡΕΜΑΔΟΚΙΟ		478.621.7		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 10		488.321.7		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 9		488.321.7		
ΚΑΜΒΡΙΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΠΕΔΙΟ		-492.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 7		-496.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 6		-501.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 5		-503.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 4		-506.5*		
ΚΑΜΒΡΙΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΣΑΘΜΙΔΑ 3		-510.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 2		-5170.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 2		-521.0*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 1		-534.6*		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 1		542.021.0		

ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΜΕΓΑΛΙΩΝΑΙ ΑΙΩΝΑΣ	ΜΕΓΑΛΟΠΛΑΤΗ ΑΙΩΝΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΣΕΙΡΑ ΕΠΟΧΗ	ΒΑΘΜΙΔΑ ΗΛΙΚΙΑ	ΕΚΑΤ. ΧΡΟΝΙΑ	GSSP
ΦΑΝΕΡΩΣΩΙΚΟΣ	ΠΡΟΤΕΡΟΣΩΙΚΟΣ	ΝΕΟ-ΠΡΟΤΕΡΟΣΩΙΚΟΣ	ΑΝΩΤΕΡΟ	ΕΝΤΙΑΚΑΡΙΟ		542
				ΚΡΥΟΓΕΝΙΟ		-630
			ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΤΟΝΙΟ		-850
				ΙΤΕΝΙΟ		1000
				ΕΚΤΑΣΙΟ		1200
		ΜΕΣΟ-ΠΡΟΤΕΡΟΣΩΙΚΟΣ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΚΑΛΥΜΜΙΟ		1400
				ΣΤΑΘΕΡΙΟ		1600
				ΟΡΟΣΙΡΙΟ		1800
				ΡΥΑΚΙΟ		2050
				ΣΙΔΕΡΙΟ		2300
ΠΑΛΑΙΟ-ΠΡΟΤΕΡΟΣΩΙΚΟΣ	ΚΑΤΩΤΕΡΟ	ΣΑΘΜΙΔΑ 3		2500		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 2		2800		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 1		3200		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 1		3400		
		ΣΑΘΜΙΔΑ 1		3600		

International Commission on Stratigraphy
 GEOLOGIC TIME SCALE-2009
<http://www.stratigraphy.org/upload/ISChart2009.pdf>

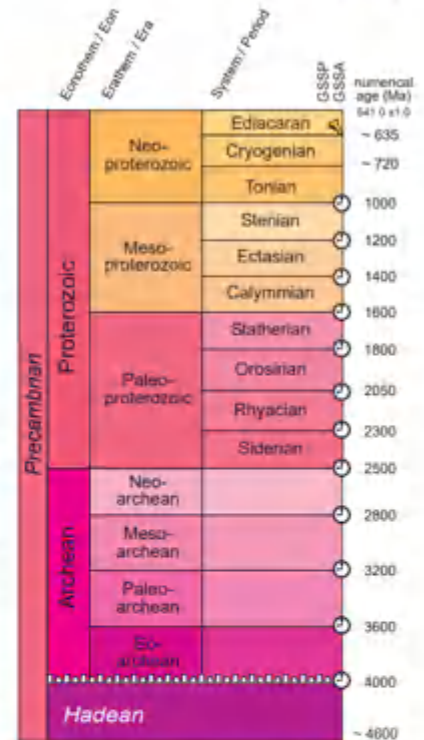
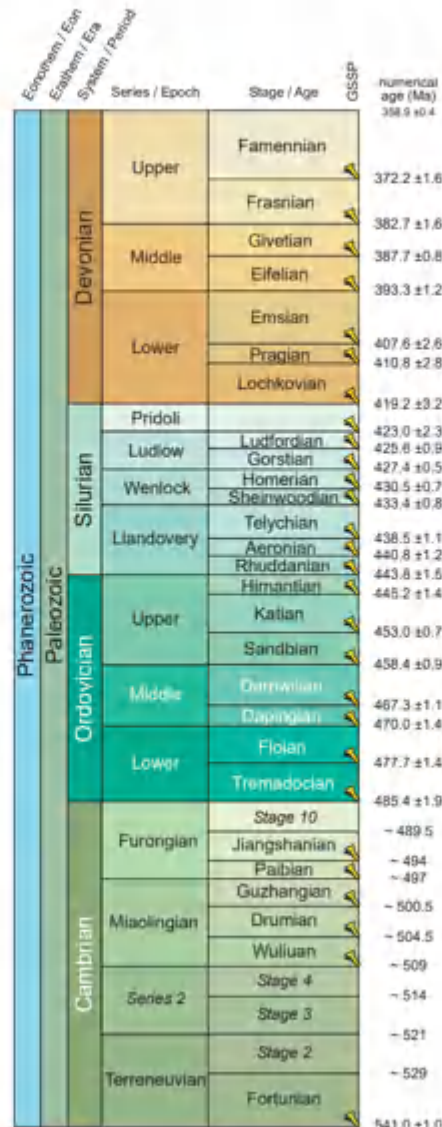
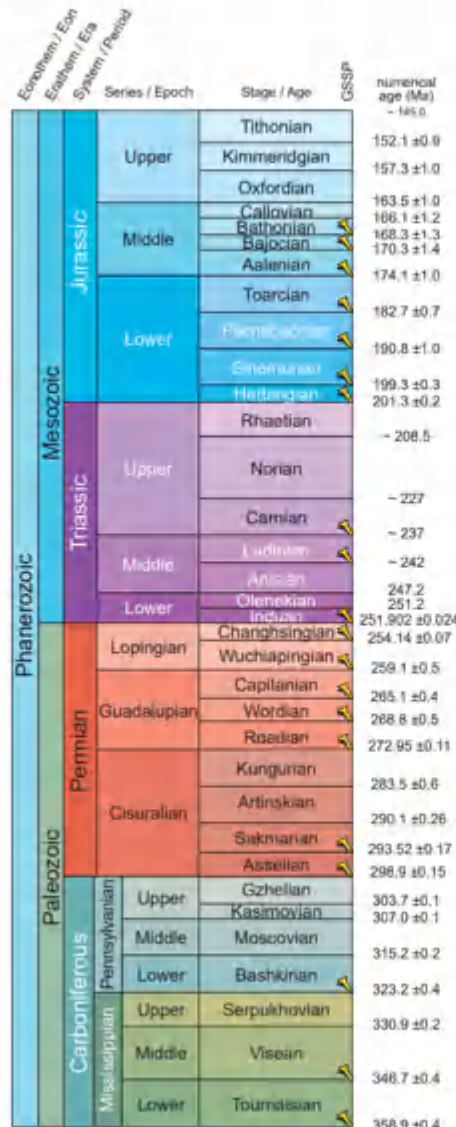
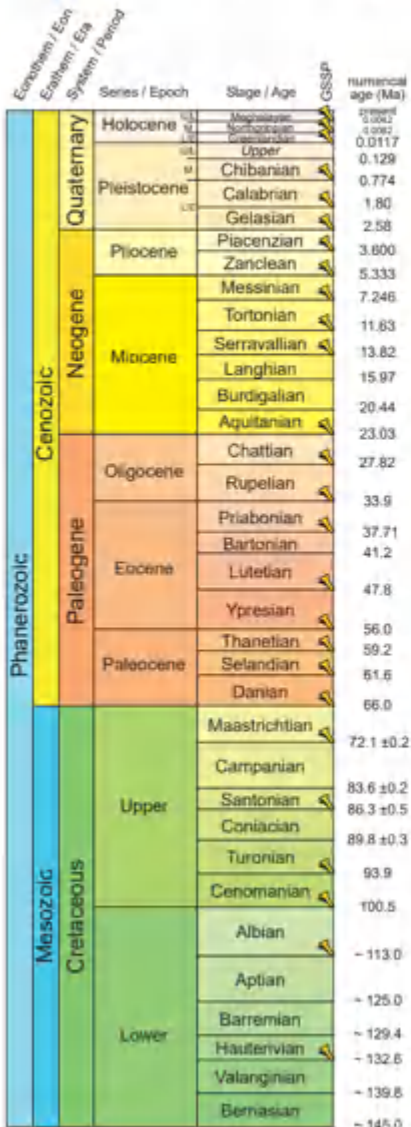


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2020/03



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placochrons for unranked units. Vertical dashed lines and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran, only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (±) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as UL (Upper/Late), M (Middle) and LE (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from *Geological Time Scale 2012* by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.



Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.ccmw.org)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, J.-X. Fan (c) International Commission on Stratigraphy, March 2020

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2012) (update) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 35, 199-204

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICShet/ChronostratChart2020-03.pdf>

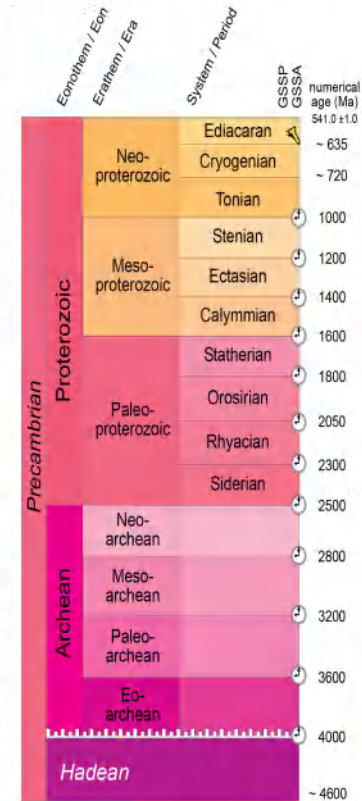
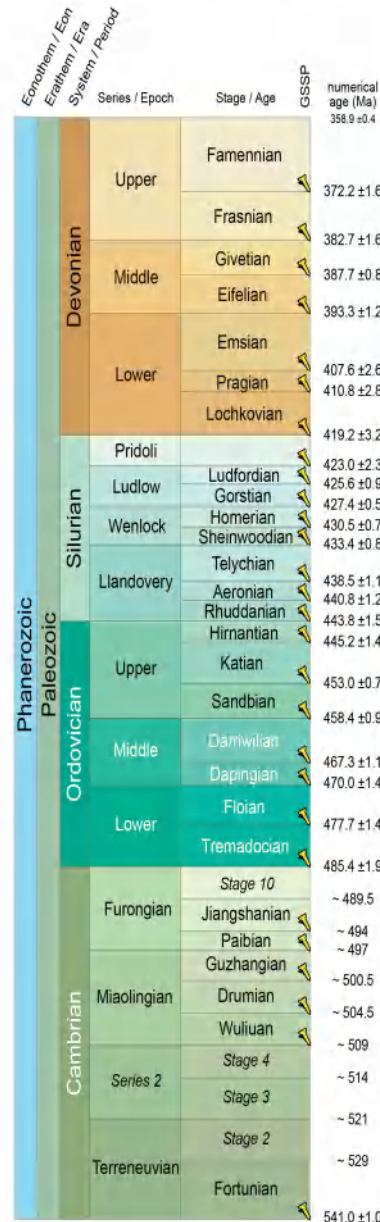
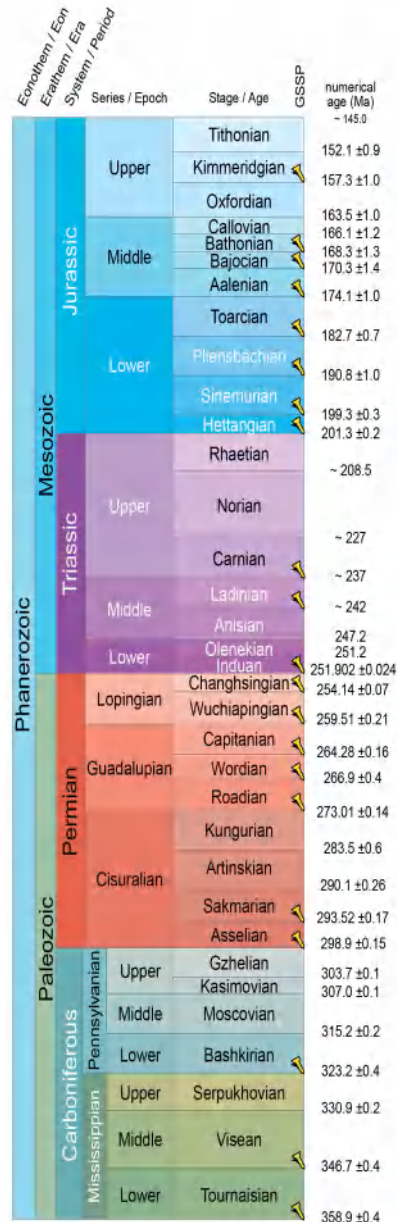
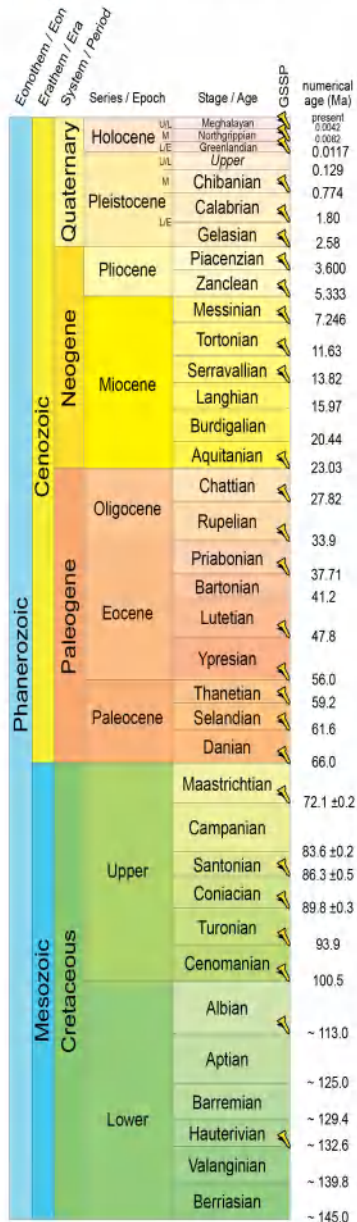


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2021/07



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Triassic, Permian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.ccgmw.org)



Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car (c) International Commission on Stratigraphy, July 2021

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fan, J.-X. (2013), updated! The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36, 199-204.

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2021-07.pdf>



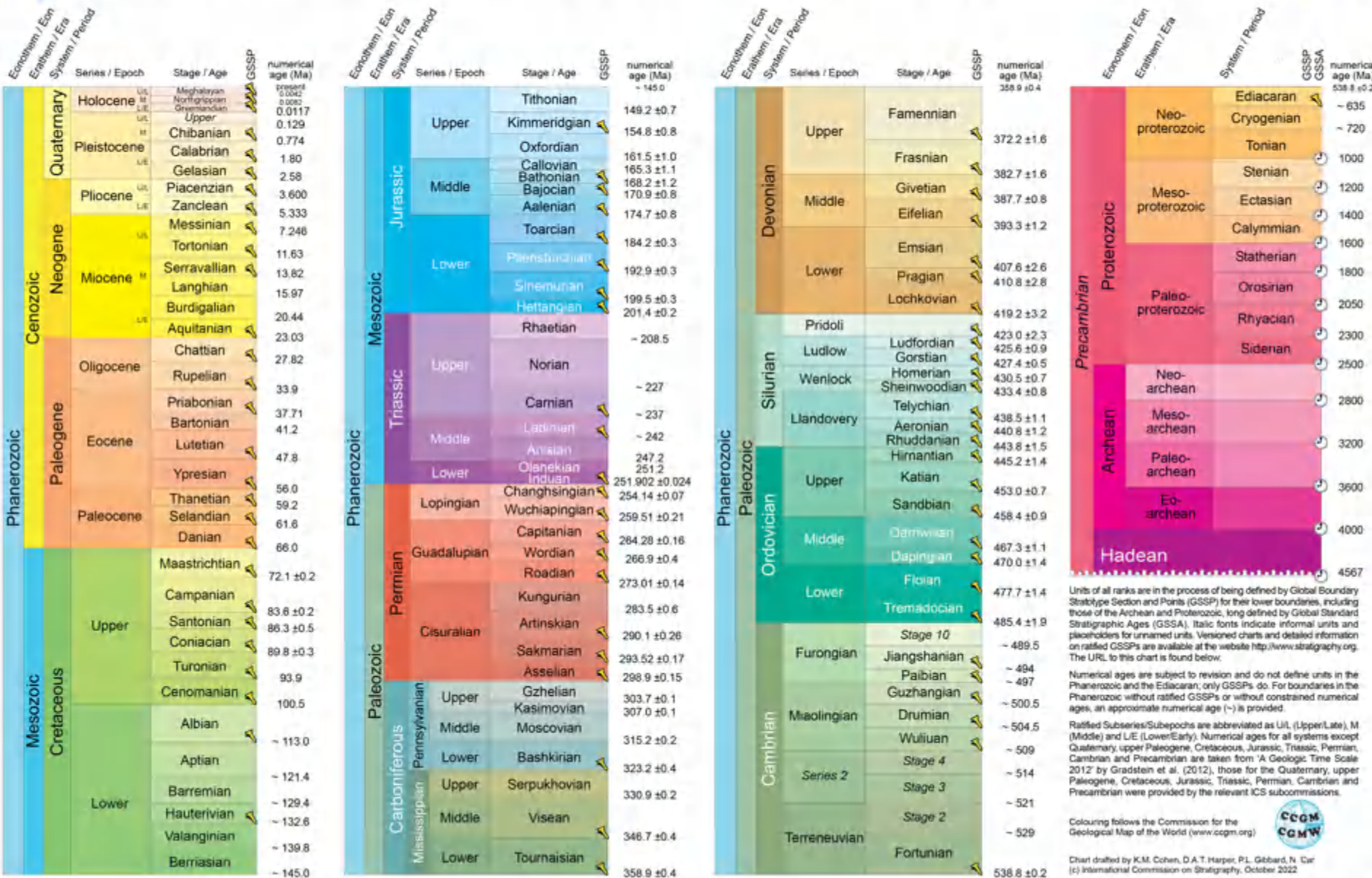
INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

IUGS

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2022/10



Units of all ranks are in the process of being defined by Global Boundary Stratotype Section and Points (GSSP) for their lower boundaries, including those of the Archean and Proterozoic, long defined by Global Standard Stratigraphic Ages (GSSA). Italic fonts indicate informal units and placeholders for unnamed units. Versioned charts and detailed information on ratified GSSPs are available at the website <http://www.stratigraphy.org>. The URL to this chart is found below.

Numerical ages are subject to revision and do not define units in the Phanerozoic and the Ediacaran; only GSSPs do. For boundaries in the Phanerozoic without ratified GSSPs or without constrained numerical ages, an approximate numerical age (~) is provided.

Ratified Subseries/Subepochs are abbreviated as U/L (Upper/Late), M (Middle) and L/E (Lower/Early). Numerical ages for all systems except Quaternary upper Paleogene, Cretaceous, Jurassic, Triassic, Permian, Cambrian and Precambrian are taken from 'A Geologic Time Scale 2012' by Gradstein et al. (2012), those for the Quaternary, upper Paleogene, Cretaceous, Jurassic, Triassic, Permian, Cambrian and Precambrian were provided by the relevant ICS subcommissions.

Colouring follows the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org)

Chart drafted by K.M. Cohen, D.A.T. Harper, P.L. Gibbard, N. Car (c) International Commission on Stratigraphy, October 2022

To cite: Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L. & Fin, J.X. (2013, updated) The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204

URL: <http://www.stratigraphy.org/ICSChart/ChronostratChart2022-10.pdf>

by Marie-Pierre Aubry^{1*}, Kenneth G. Miller¹, Elena Turco², José Abel Flores³,
 Andrey Gladenkov⁴, Patrick Grunert⁵, Frits Hilgen⁶, Hiroshi Nishi⁷, Ann Holbourn⁸,
 Wout Krijgsman⁹, Fabrizio Lirer¹⁰, Werner E. Piller¹¹, Frédéric Quillevéré¹², Isabella Raffi¹³,
 Marci Robinson¹⁴, Lorenzo Rook¹⁵, Jun Tian¹⁶, Maria Triantaphyllou¹⁷, and Felipe Vallejo^{3,18}

Ratification of Neogene subseries as formal units in international chronostratigraphy

System / Period				Series / Epoch				Subseries / Subepoch				Stage / Age						
Neogene	Pliocene	Upper/Late	Piacenzian	0/10/90/0	0/0/40/0	0/5/25/0	0/0/25/0	0/0/100/0	0/5/65/0	0/0/65/0	0/0/70/0	0/5/75/0	0/0/75/0	0/0/80/0				
		Lower/Early	Zanclean			0/5/30/0	0/0/30/0			0/0/60/0	0/0/70/0		0/0/80/0					
	Miocene	Upper/Late	Messinian		0/5/55/0	0/0/55/0	Middle	Serravallian	0/0/65/0	Lower/Early	Burdigalian	0/0/75/0	0/0/75/0	Aquitanian	0/0/80/0			
			Tortonian		0/0/60/0	Langhian		0/0/70/0										
		Middle	Serravallian		0/5/65/0	0/0/65/0	Lower/Early	Burdigalian	0/0/75/0	0/0/75/0								
			Langhian		0/0/70/0	Aquitanian		0/0/80/0										
		CMYK																
		RGB																
	255/230/25	255/255/153	255/242/205		255/255/191	255/255/0	255/236/140	255/242/195	255/255/179	255/236/115	255/255/115	255/236/85	255/255/102	255/255/89	255/255/77	255/255/65	255/255/51	
			255/255/115		255/255/102													
255/255/0		255/236/140	255/255/115	255/236/115	255/255/89		255/236/85	255/255/77	255/255/65	255/255/51								
		255/236/115	255/255/89		255/255/77			255/255/65	255/255/51									



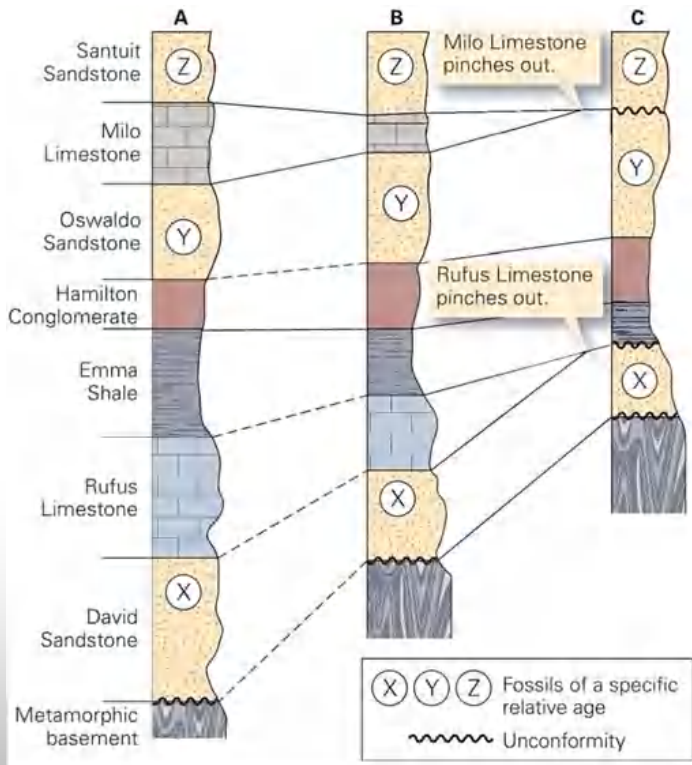
Comparing Rock and Time units

Chronostrat	Rock-Time (Biostrat)	Example
Eon	Eonothem	Phanerozoic
Era	Erathem	Mesozoic
Period	System	Cretaceous
Epoch Early Middle Late	Series Lower Middle Upper	Late Cretaceous Upper Cretaceous
Age	Stage	Maestrichtian
	Zone (regional)	<i>Baculites rex</i>

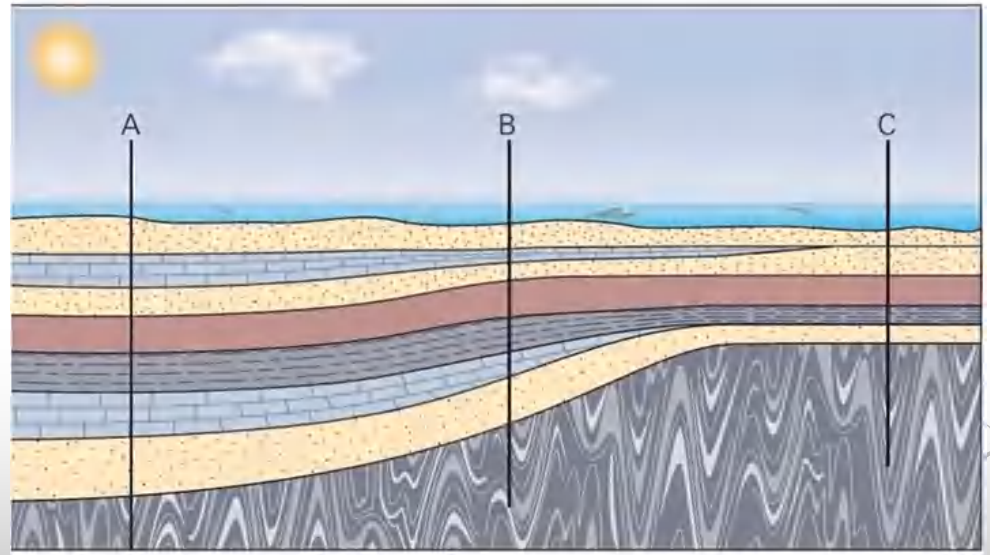
ΠΑΛΑΙΟΝΤΟΛΟΓΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

- Θεωρία της εξέλιξης
- Εμφανίσεις – εξαφανίσεις
 - Κλιματικά φαινόμενα
 - Αστρονομικά
 - Ηφαίστεια
 - Μετεωρίτες
 - Ηλιακές εκρήξεις , κλπ

ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ



(a) Stratigraphic columns can be correlated by matching rock types (lithologic correlation). The Hamilton Conglomerate is a marker horizon. Because some strata pinch out, Column C contains unconformities. Fossil correlation indicates that the youngest beds in C are Santuit Sandstone.

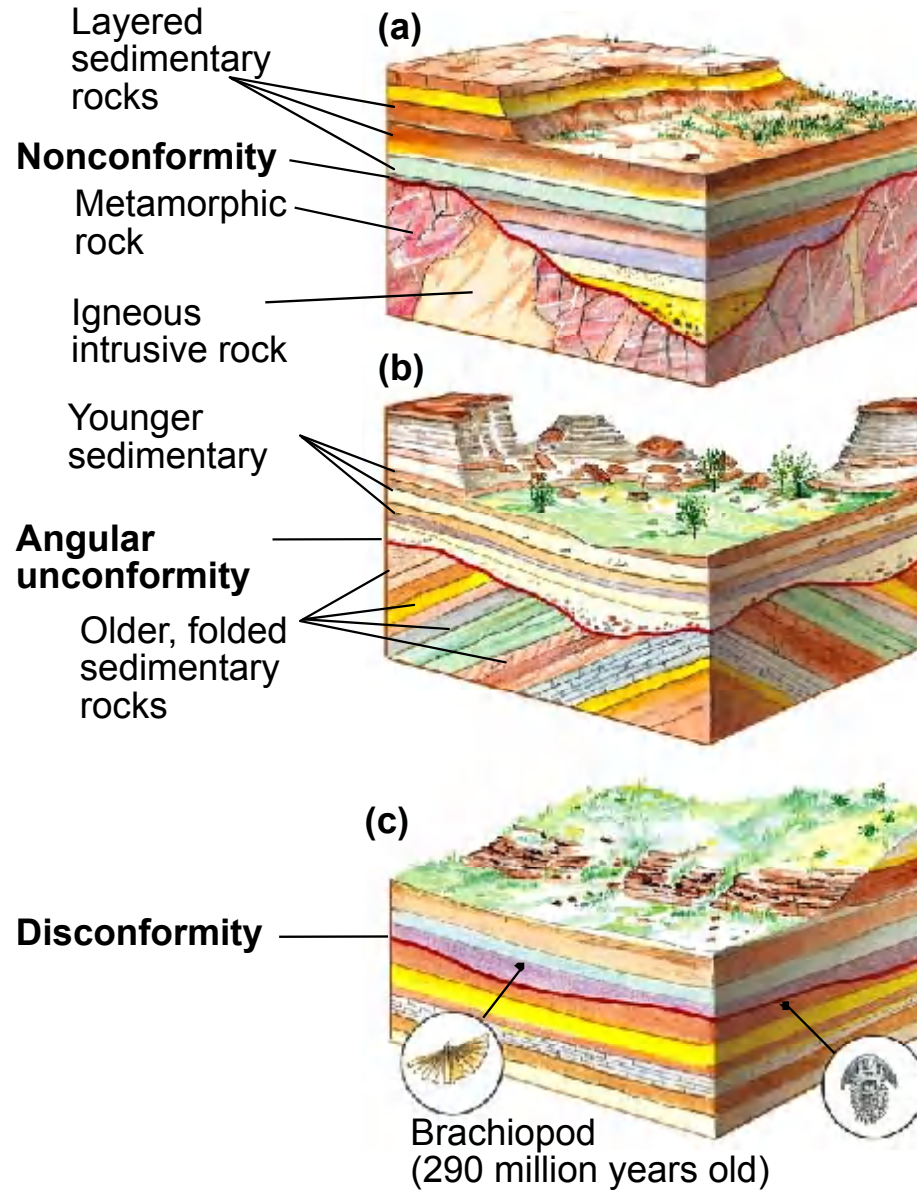


(b) At the time of deposition, locations A, B, and C were in different parts of a basin. The basin floor was subsiding fastest at A.

ιζημάτων

Δυσυμφωνία ή
καλυμμένη
ασυμφωνία
Αναδύσεις -
Διαβρώσεις

Κενά-
Επικλύσεις -
Ασυμφωνίες



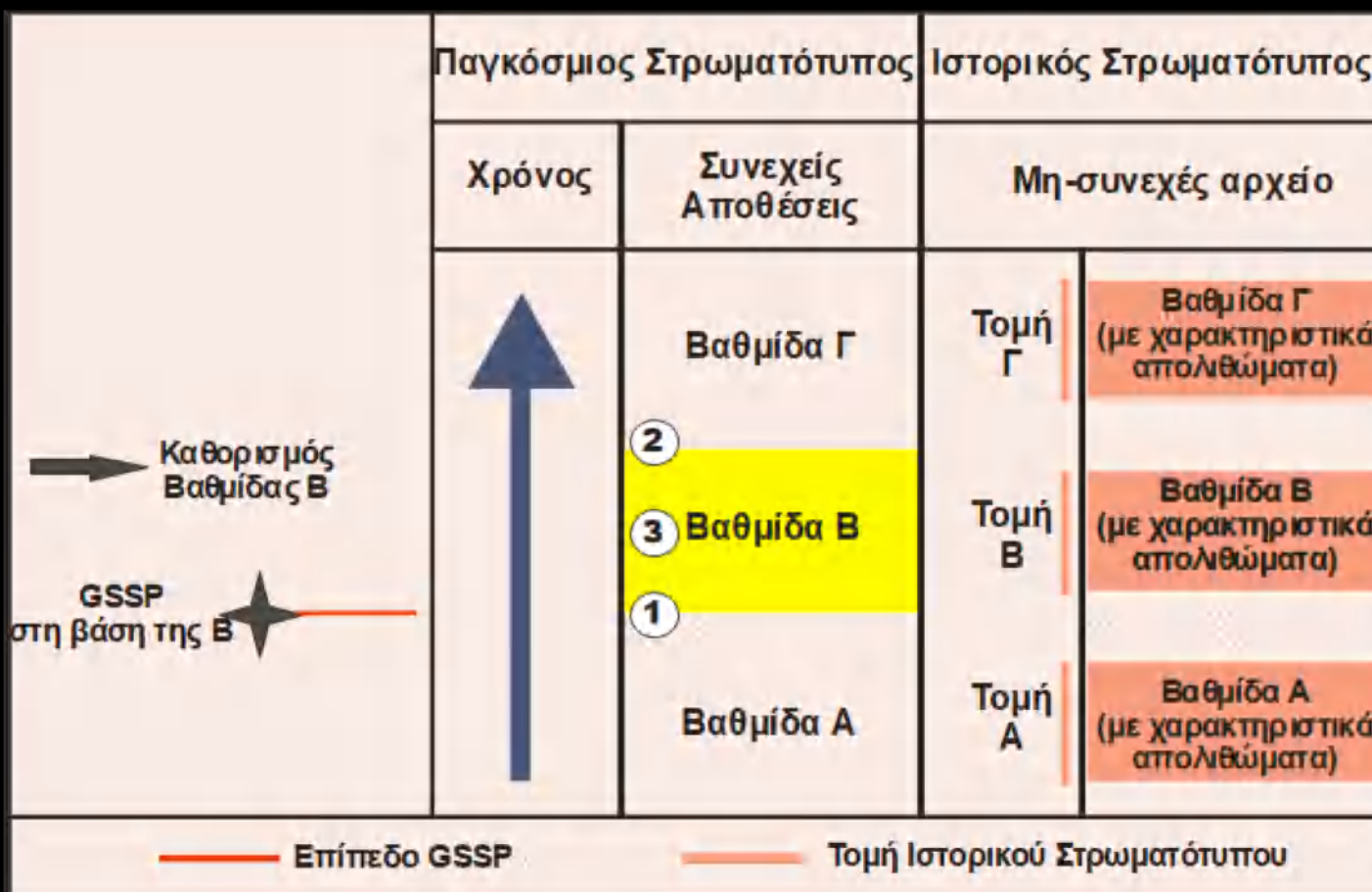
ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΣ

- Επίκλυση
- Ιζηματογένεση
- Απόσυρση
- **ΟΡΟΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ**
- Μπορεί να περιέχει πολλούς ιζηματογενείς κύκλους

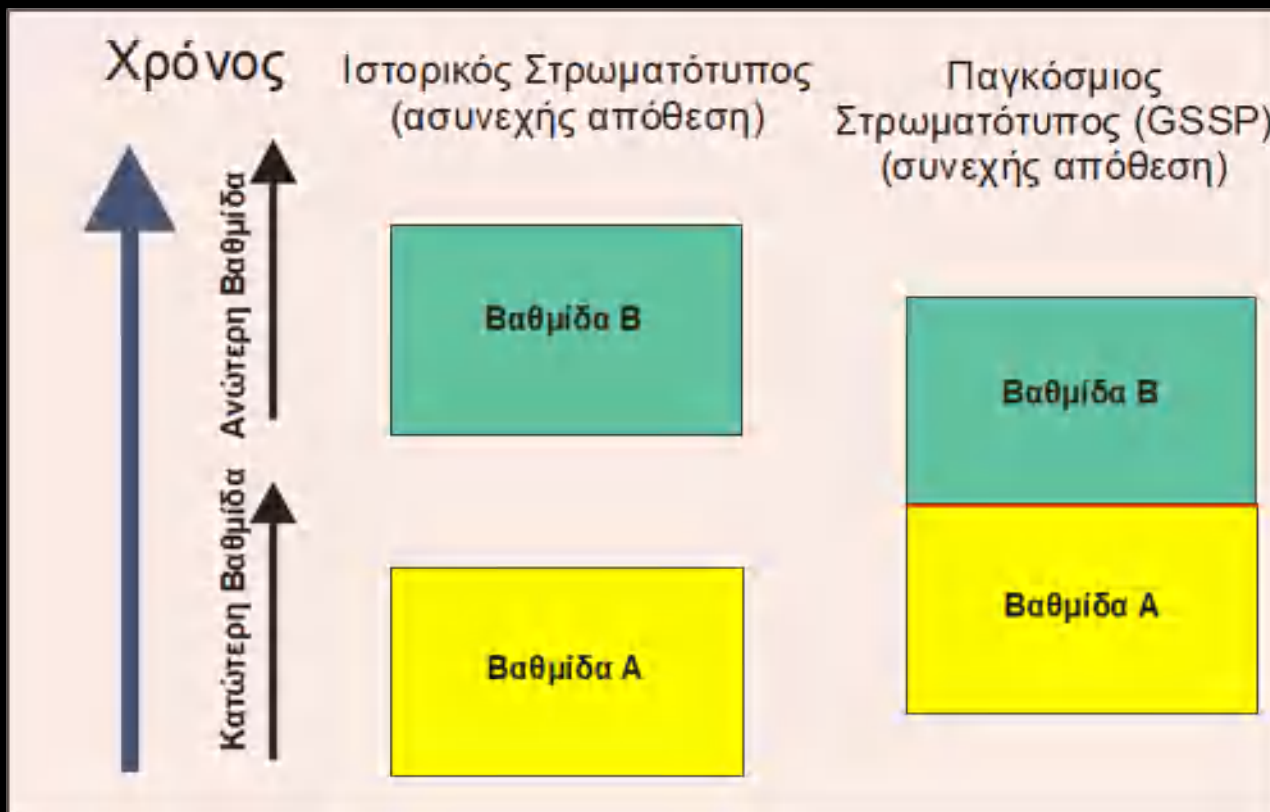
ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

- **Στρωματότυποι**
- **Ολοστρωματότυπος** – Ο αρχικός
- **Παραστρωματότυπος** – Συμπληρωματικός
- **Λεκτοστρωματότυπος** - επιλέγεται αργότερα επειδή ο αρχικός δεν είχε προσδιορισθεί καλά
- **Νεοστρωματότυπος** – Αντικαθιστά εξαφανισθέντα ή απορριφθέντα στρωματότυπο

Καθορισμός στρωματογραφικών ενοτήτων. Μία βαθμίδα απαιτεί τα ακόλουθα για τον πλήρη καθορισμό της: ένα GSSP για τον καθορισμό του κατώτερου ορίου, ένα GSSP για τον καθορισμό του ανώτερου ορίου και τα κύρια λιθολογικά και πανιδικά χαρακτηριστικά της βασισμένα στον ιστορικό στρωματοτύπο από τον οποίο το όνομά της προήλθε.



Αναθεώρηση της έννοιας της βαθμίδας. Οι περισσότεροι ιστορικοί στρωματοτύποι καθορίστηκαν σε κεντρικές φάσεις πλατφόρμας με αποτέλεσμα η απόθεση να είναι συνήθως ασυνεχής μεταξύ καθορισμένων βαθμίδων. Αντίθετα, η έννοια του απόλυτου ορίου (GSSP) απαιτεί το όριο μιας βαθμίδας να καθορίζεται σε μια συνεχή ακολουθία στρωμάτων.





INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHY

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

Eonothem / Eon
Erathem / Era
System / Period

	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Phanerozoic	Quaternary	Holocene	Meghalayan	present
			Northgrippian	0.0042
			Greenlandian	0.0082
		Upper	0.0117	
	Pleistocene	Chibanian	0.129	
		Calabrian	0.774	
		Gelasian	1.80	
	Pliocene	Piacenzian	2.58	
		Zanclean	3.600	
	Neogene	Miocene	Messinian	5.333
			Tortonian	7.246
			Serravallian	11.63
		Oligocene	Langhian	13.82
			Burdigalian	15.97
			Aquitanian	20.44
	Paleogene	Eocene	Chattian	23.03
			Rupelian	27.82
		Paleocene	Priabonian	33.9
			Bartonian	37.71
			Lutetian	41.2
Cenozoic		Eocene	Ypresian	47.8
			Thanetian	56.0
			Selandian	59.2
Paleocene	Danian	61.6		
	Maastrichtian	66.0		
Phanerozoic	Cretaceous	Campanian	72.1 ± 0.2	

Eonothem / Eon
Erathem / Era
System / Period

	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Phanerozoic	Mesozoic	Upper	Tithonian	~ 145.0
			Kimmeridgian	149.2 ± 0.7
		Middle	Oxfordian	154.8 ± 0.8
			Callovian	161.5 ± 1.0
			Bathonian	165.3 ± 1.1
			Bajocian	168.2 ± 1.2
		Lower	Aalenian	170.9 ± 0.8
			Toarcian	174.7 ± 0.8
			Pliensbachian	184.2 ± 0.3
			Sinemurian	192.9 ± 0.3
	Triassic	Upper	Hettangian	199.5 ± 0.3
			Rhaetian	201.4 ± 0.2
			Norian	~ 208.5
		Middle	Carnian	~ 227
			Ladinian	~ 237
			Anisian	~ 242
		Lower	Olenekian	247.2
			Induan	251.2
			Changhsingian	251.902 ± 0.024
			Wuchiapingian	254.14 ± 0.07
Permian	Lopingian	259.51 ± 0.21		
	Capitanian	264.28 ± 0.16		
	Guadalupian	266.9 ± 0.4		
	Wordian	266.9 ± 0.4		
	Roadian	273.01 ± 0.14		
Phanerozoic	Carboniferous	Kungurian		

Eonothem / Eon
Erathem / Era
System / Period

	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Devonian	Upper	Famennian		
			Frasnian		
		Middle	Givetian		
			Eifelian		
			Emsian		
	Lower	Pragian			
		Lochkovian			
	Silurian	Upper	Pridoli		
			Ludlow		
		Lower	Wenlock		
			Llandovery		
	Paleozoic	Ordovician	Upper	Katian	
			Middle	Sandbian	
			Lower	Damian	
		Paleozoic	Silurian	Dapingian	
Floian					

Το βασικό κριτήριο για την επιλογή ενός GSSP είναι η δυνατότητα παγκόσμιας συσχέτισης.

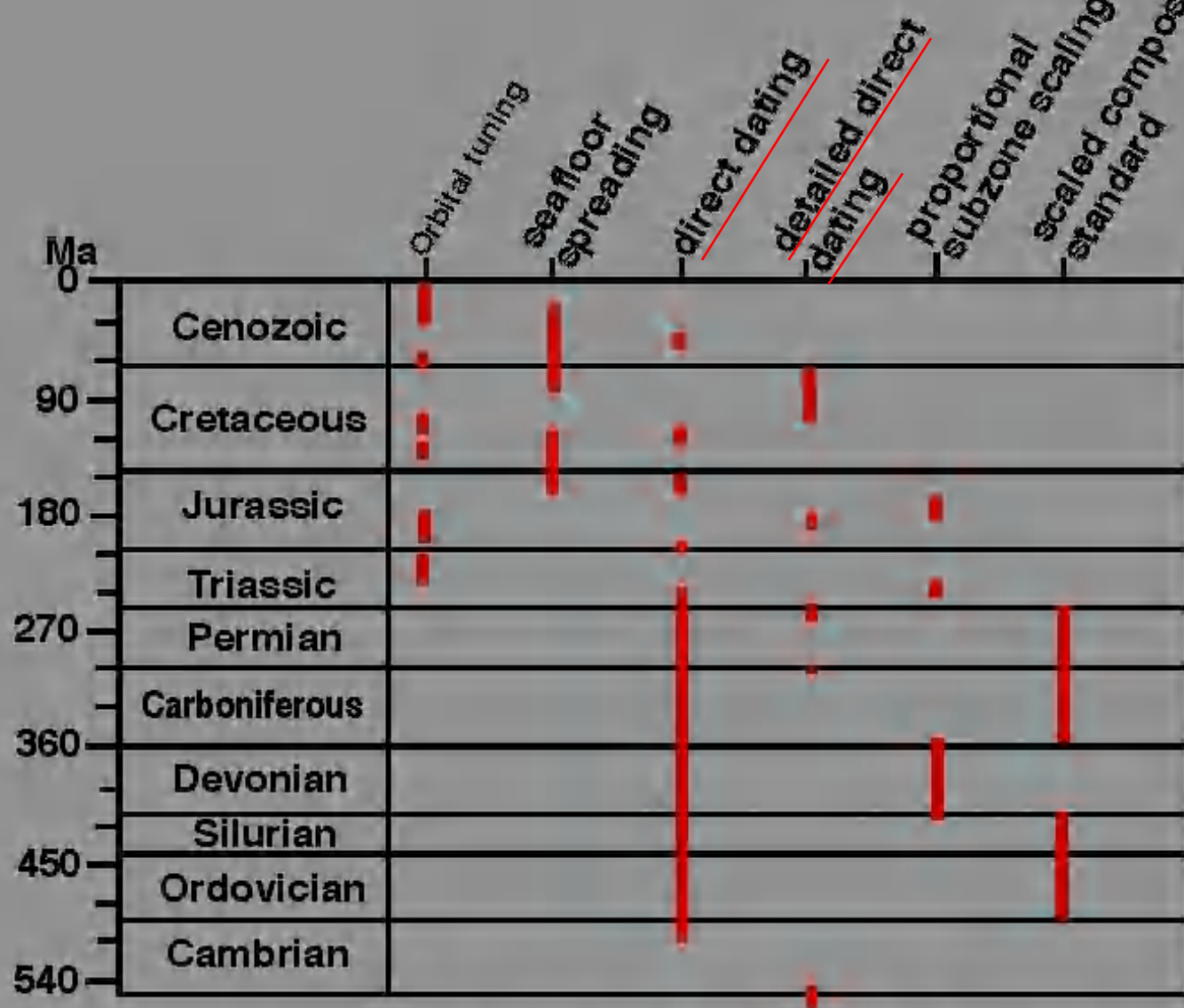
Τα περισσότερα GSSP έχουν καθορισθεί με βιοστρωματογραφικά κριτήρια.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι γεωμαγνητικές αναστροφές και οι χημειοστρωματογραφικοί και κυκλοστρωματογραφικοί ορίζοντες με παγκόσμια εξάπλωση.

Τα GSSPs (golden spikes) είναι σημεία όπου η σχέση χρόνου-πετρώματος είναι όσο το δυνατόν πιο ξεκάθαρη

ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΧΡΟΝΟΛΟΓΗΣΕΙΣ

- **ΒΑΣΙΚΗ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΗ – ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ**
 - Χρόνος ημιζωής
 - Πλεονεκτήματα
 - Μειονεκτήματα



Methods used to construct the Geologic Time Scale 2004 (GTS2004) integrated different techniques depending on the quality of data available within different intervals.

TOOLS

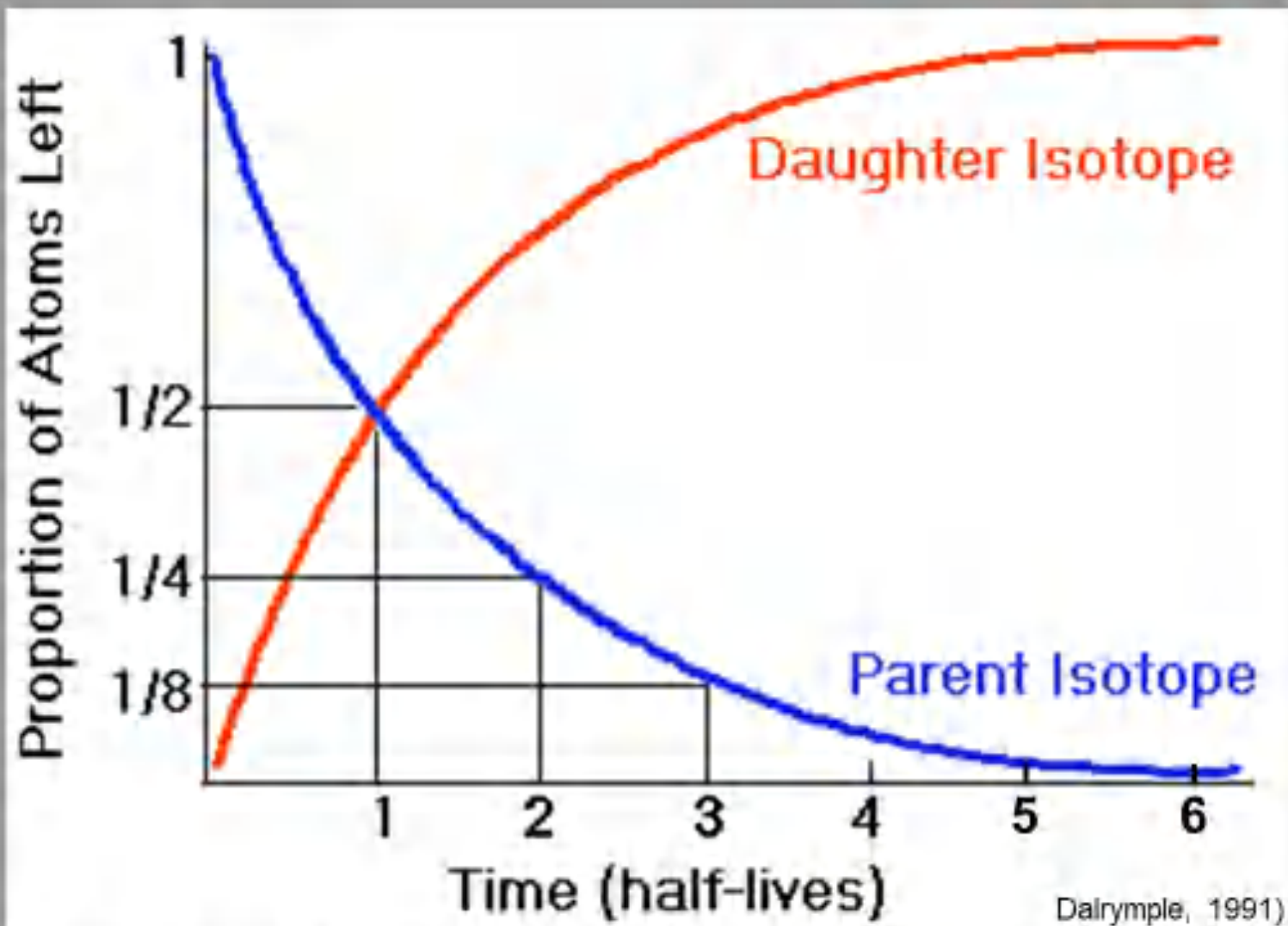
RADIOACTIVE ELEMENTS HAVE A PROVEN
CONSTANT DECAY RATE

RADIOACTIVE ELEMENTS HAVE A PROVEN
CONSTANT HALF-LIFE

NECESSARILY, A DATABLE MATERIAL MUST COME
FROM A CLOSED SYSTEM, CONTAINING BOTH
THE PARENT ISOTOPES AND THEIR DECAY
PRODUCTS

Η ιδέα ότι η ραδιενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο της ηλικίας των γεωλογικών σχηματισμών προτάθηκε για πρώτη φορά το 1905 από έναν Βρετανό φυσικό, Λόρδο Ράδερφορντ.

Το 1907 ο καθηγητής B. B. Boltwood, ένας ραδιοχημικός στο Πανεπιστήμιο του Γέιλ, έκανε πρώτη προσπάθεια δημιουργίας μιας γεωλογικής χρονικής κλίμακας.



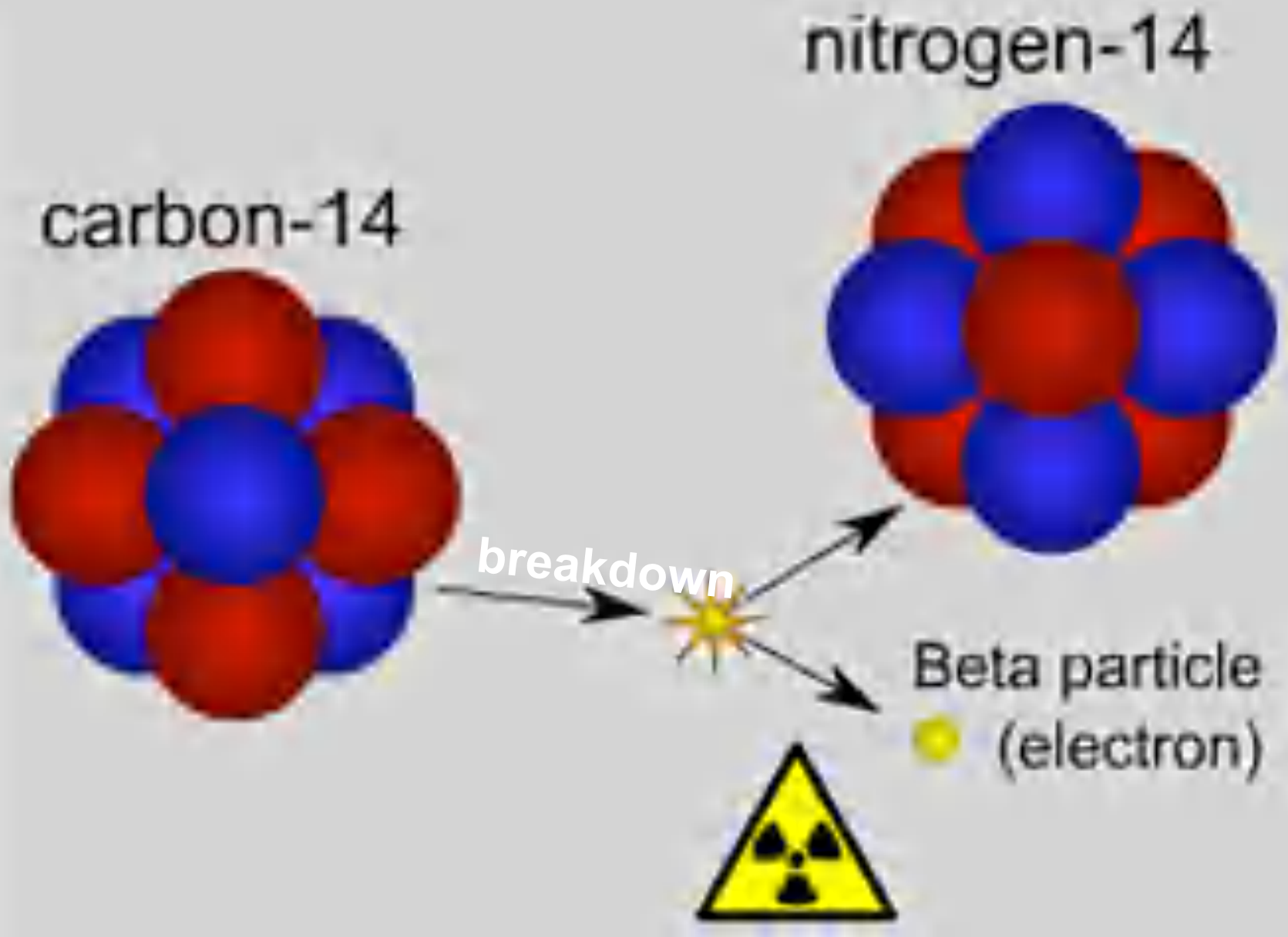
http://www.tulane.edu/~sanelson/eens211/radiometric_dating.htm

RADIOACTIVE DECAY: Parent/daughter relationship.

ΑΝΘΡΑΚΑΣ

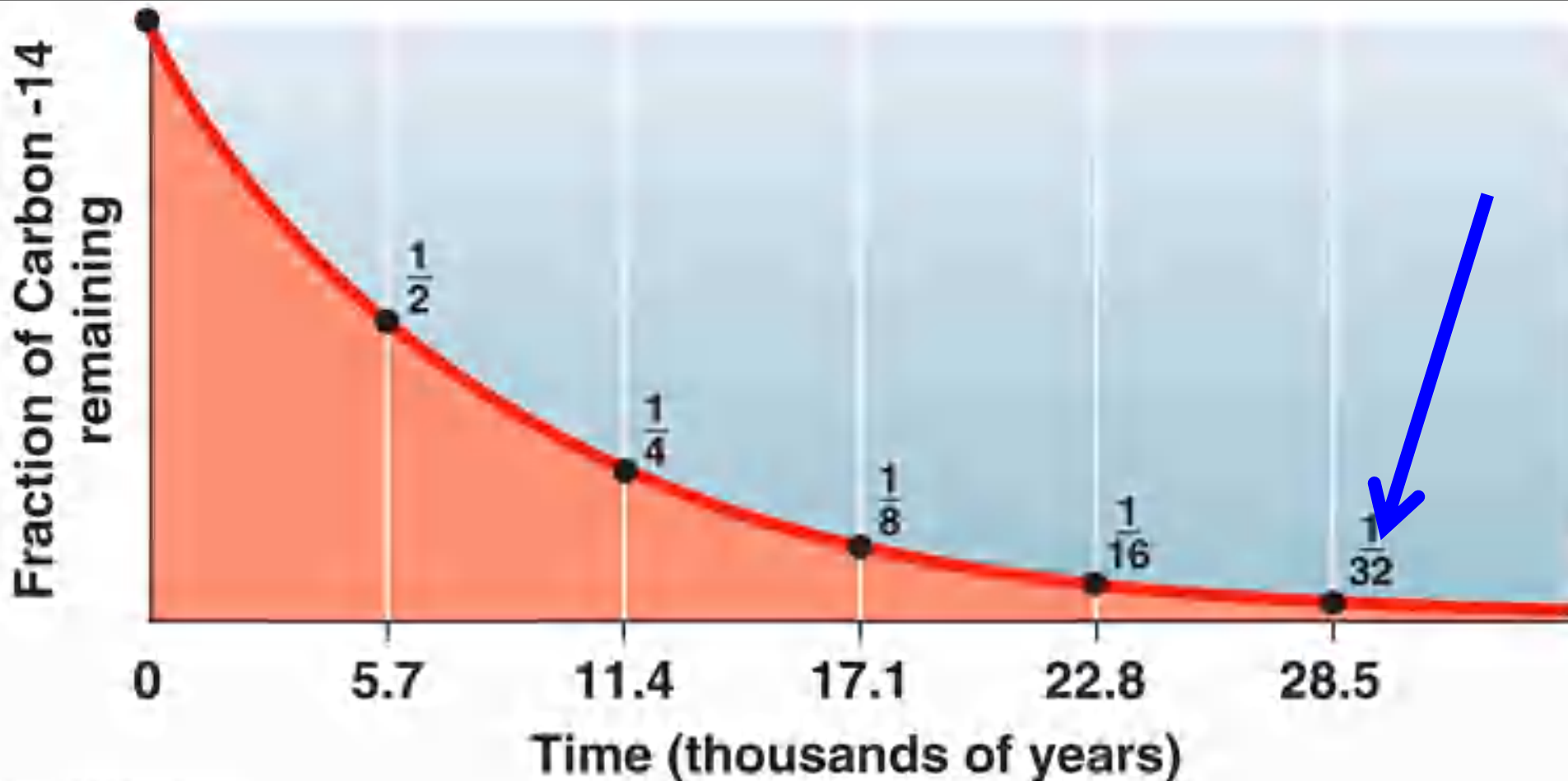
Η πιο γνωστή τεχνική απόλυτης χρονολόγησης είναι η χρονολόγηση με άνθρακα-14. Ωστόσο, αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για υλικά παλαιότερα από περίπου 50.000 χρόνια, γιατί ο χρόνος ημιζωής των ισοτόπων ^{14}C είναι μόνο 5730 χρόνια.

Τα υλικά που μπορούν να χρονολογηθούν είναι κελύφη, οστά, ξύλο, κάρβουνο κλπ.



carbon-14 (also written as ^{14}C) has a half-life of 5,730 years

Carbon



With a half life of 5,730 years, not much time remains after 6 half-lives (1.675% remains)

Parent Isotope	Stable Daughter Product	Currently Accepted Half-Life Values
Uranium-238	Lead-206	4.5 billion years
Uranium-235	Lead-207	704 million years
Thorium-232	Lead-208	14.0 billion years
Rubidium-87	Strontium-87	48.8 billion years
Potassium-40	Argon-40	1.25 billion years
Samarium-147	Neodymium-143	106 billion years
Rhenium-187	Osmium-187	41.2 billion years
Lutetium-176	Hafnium-177	37.1 billion years

MATERIALS USED FOR GEOCHRONOLOGY

Dating method

Materials that can be dated

K/Ar

Hornblende, muscovite, biotite-phlogopite, feldspars, glauconite, whole rock volcanics, some glasses

Rb/Sr

Micas, K-feldspar, cogenic whole rocks that have a dispersion of Rb/Sr ratios; apatite, sphene for initial Sr^{87}/Sr^{86}

Sm/Nd

Pyroxene, plagioclase, garnet, apatite, sphene, other phases, whole rocks with a dispersion of Sm/Nd ratios

Lu/Hf

Much the same as Sm/Nd with zircon for initial Hf isotopic composition; phosphates in euxenic sedimentary rocks.

U/Th/Pb

Zircon, monazite, xenotime, baddeleyite (ZrO_2), sphene, apatite, allanite, pyrochlore, U or Th minerals.

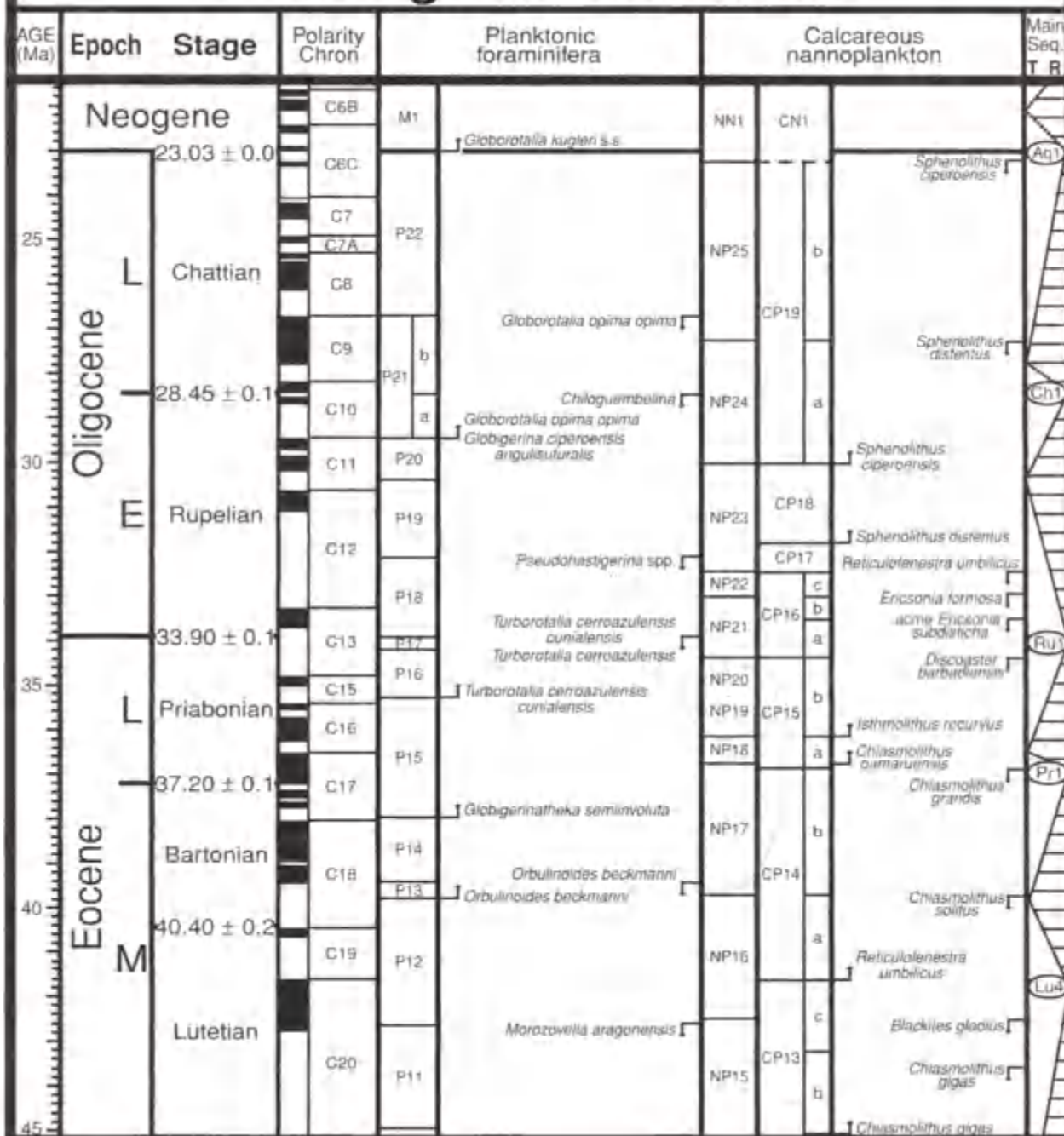
Pb/Pb

Galena or other Pb minerals, K-feldspar, tellurides, carbonates in carbonatites.

^{238}U fission track

Zircon, apatite, sphene, garnet, epidote, volcanic glass.

Paleogene Time Scale



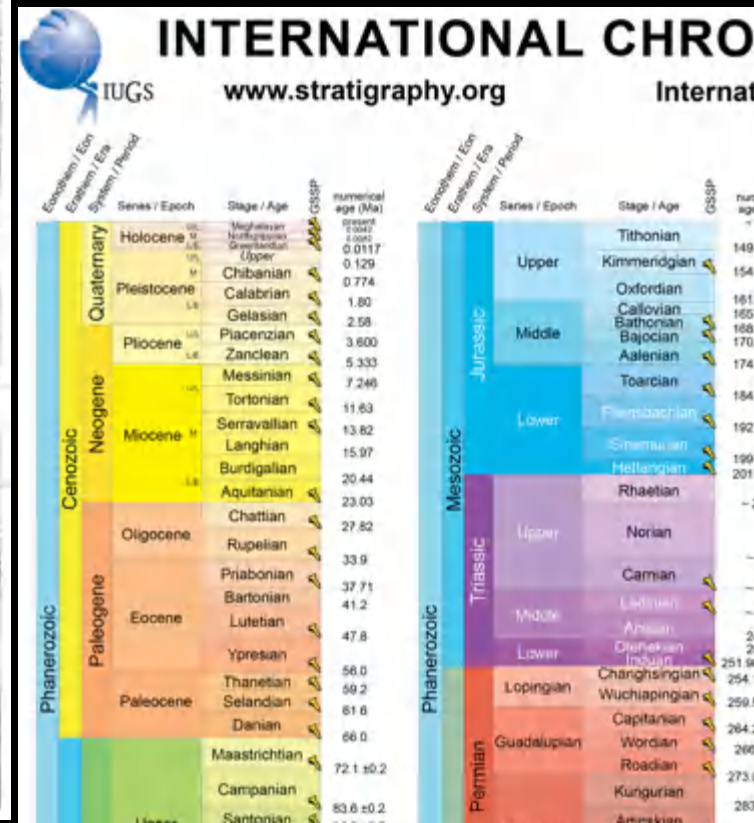
Luterbacher et al., 2004
 in Gradstein et al., 2004,
 Cenozoic Time Scale

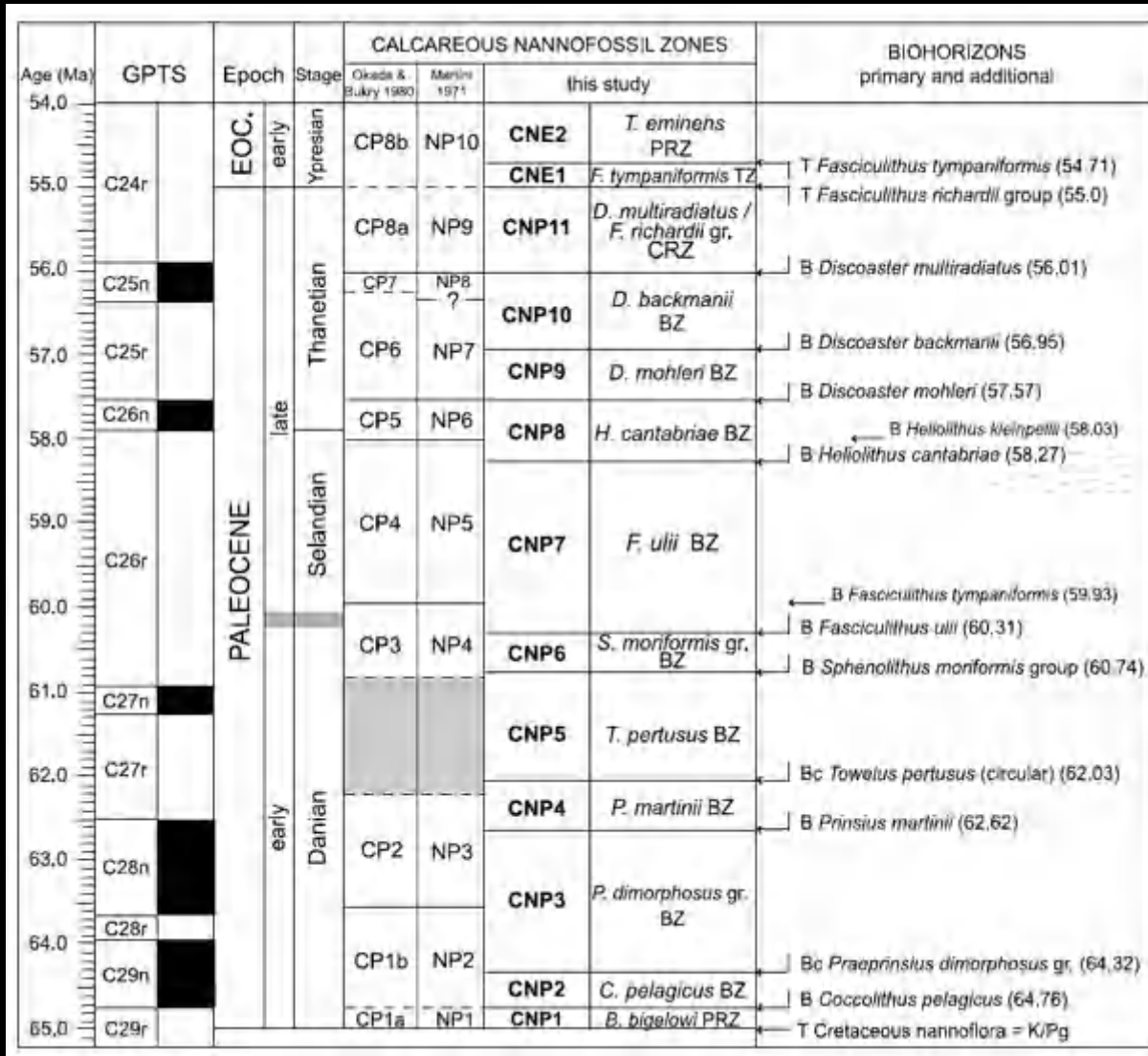
PALEOCENE TIME SCALE

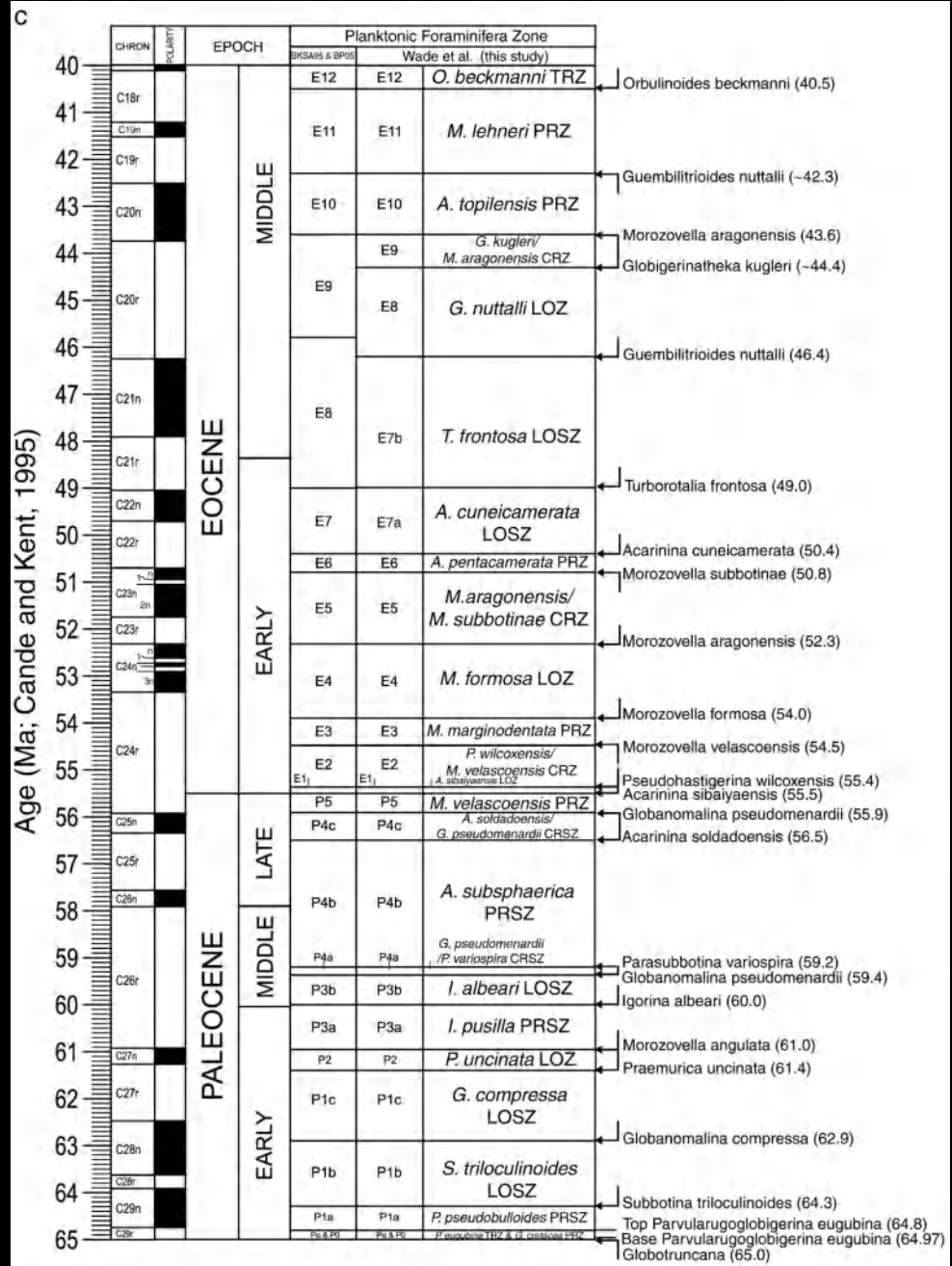
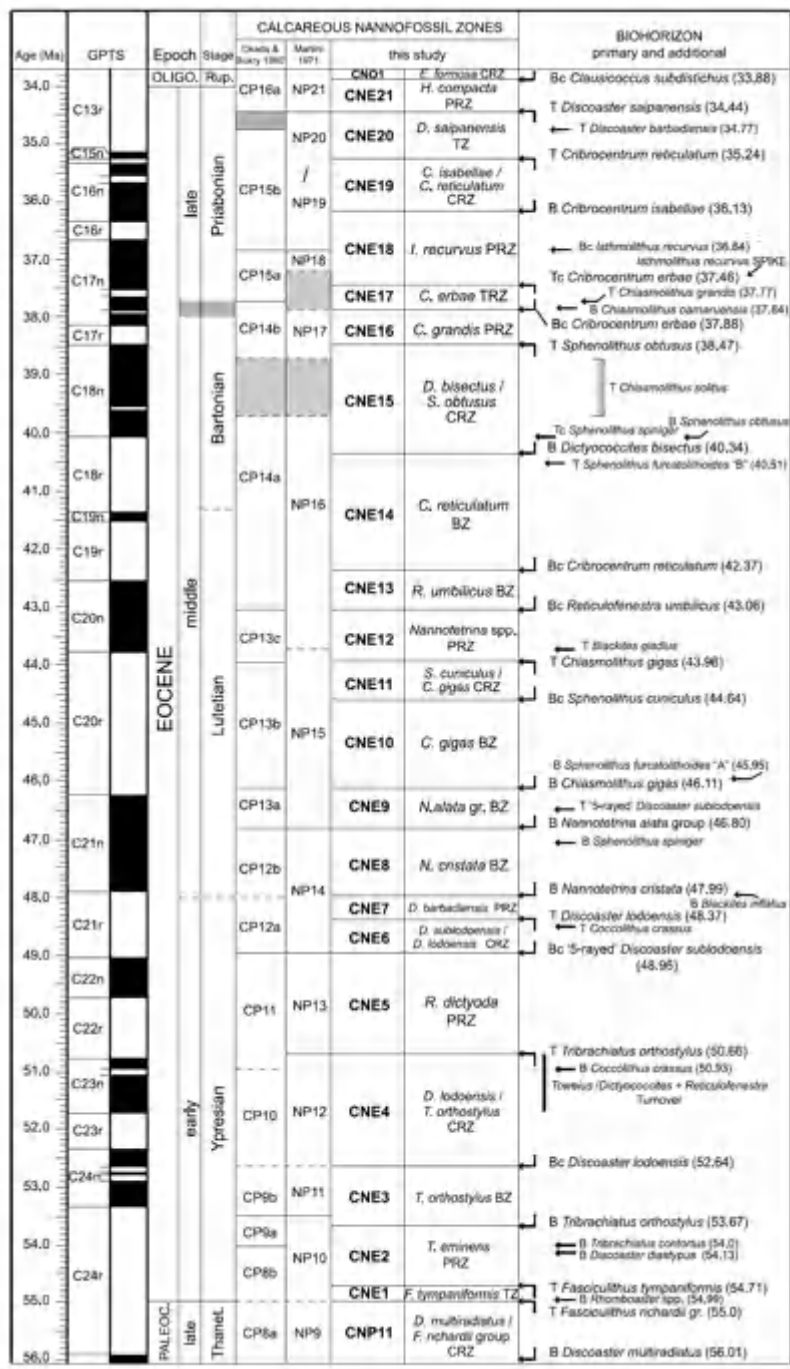
Σελάνδιο (61-58 Ma)
 Δάνιο-Σελάνδιο
 P2/P3 (C27n)
 Βάση Θανέτιου
 (μέσα στην NP6)

TIME (Ma)	CHRONS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTON ZONES		CALCAREOUS NANNOPLANKTON		
					FORAMINIFERA		Martini (1971)	Bukry (1973, 1975)	
					Berggren & Miller (1988)	This Work			
51	C23n		EARLY EOCENE	YPRESIAN	P7		NP12	CP10	
52	C23r								
53	C24n				LATE EOCENE	THANETIAN	c	P6	NP11
54	C24r	b	a	NP10					
55	C24n						a	P5	M. velascoensis PRZ
56	C25n		LATE EOCENE	THANETIAN	c	Ac. soldadoensis/Gl. pseudomenardi CRSZ	NP8	CP7	
57	C25r	b							Ac. subsphaerica - Ac. soldadoensis ISZ
58	C26n				a	Gl. pseudomenardi/ Ac. subsphaerica CRSZ	NP6	CP5	
59	C26r		LATE EOCENE	SELANDIAN	b	Ig. albeari - Gl. pseudomenardi ISZ	NP5	CP4	
60	C27n	a							M. angulata - Ig. albeari ISZ
61	C27r				P2				
62	C28n		EARLY EOCENE	DANIAN	c	Gl. compressa - Pr. inconstans ISZ	NP3	CP2	
63	C28r	b							S. triloculinoides - Gl. compressa ISZ
64	C29n				a	P. eugubina - S. triloculinoides ISZ	NP1	CP1	
65	C29r		CRETACEOUS	MAESTRICHTIAN	Pα & P0				
66	C30n				P. eugubina & G. cretacea				
67	C30r								
68	C31n								

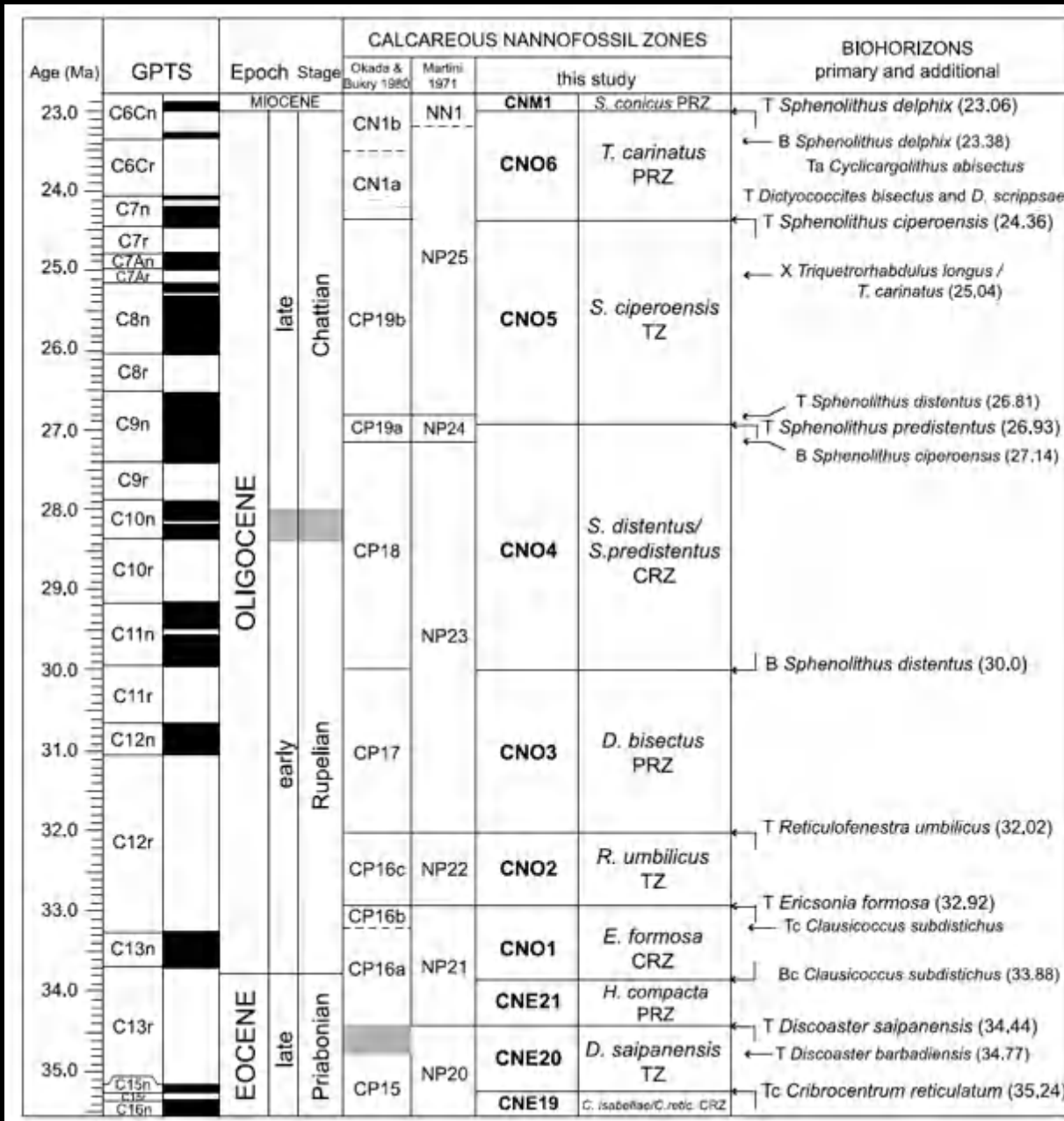
Berggren et al., 1995

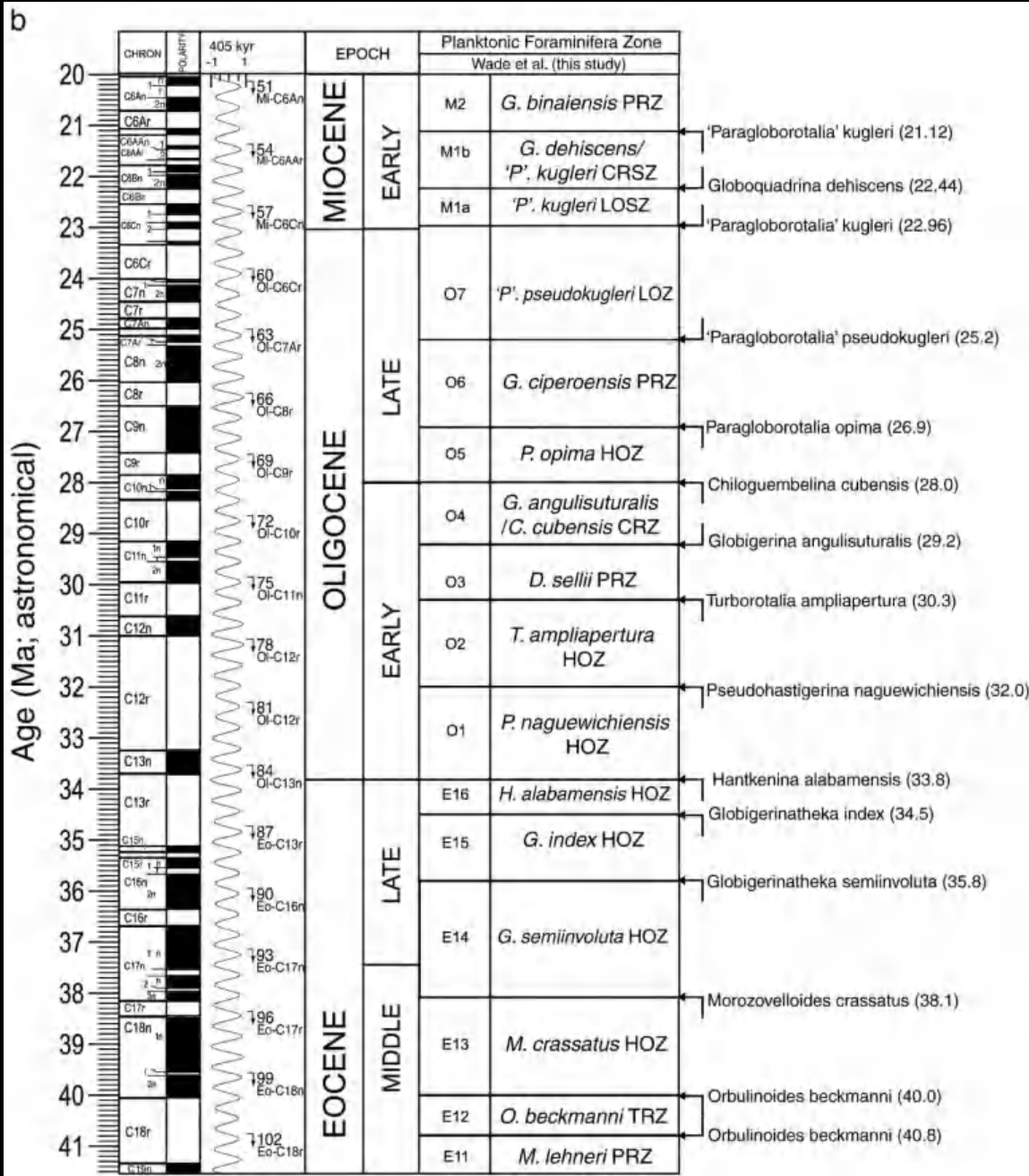






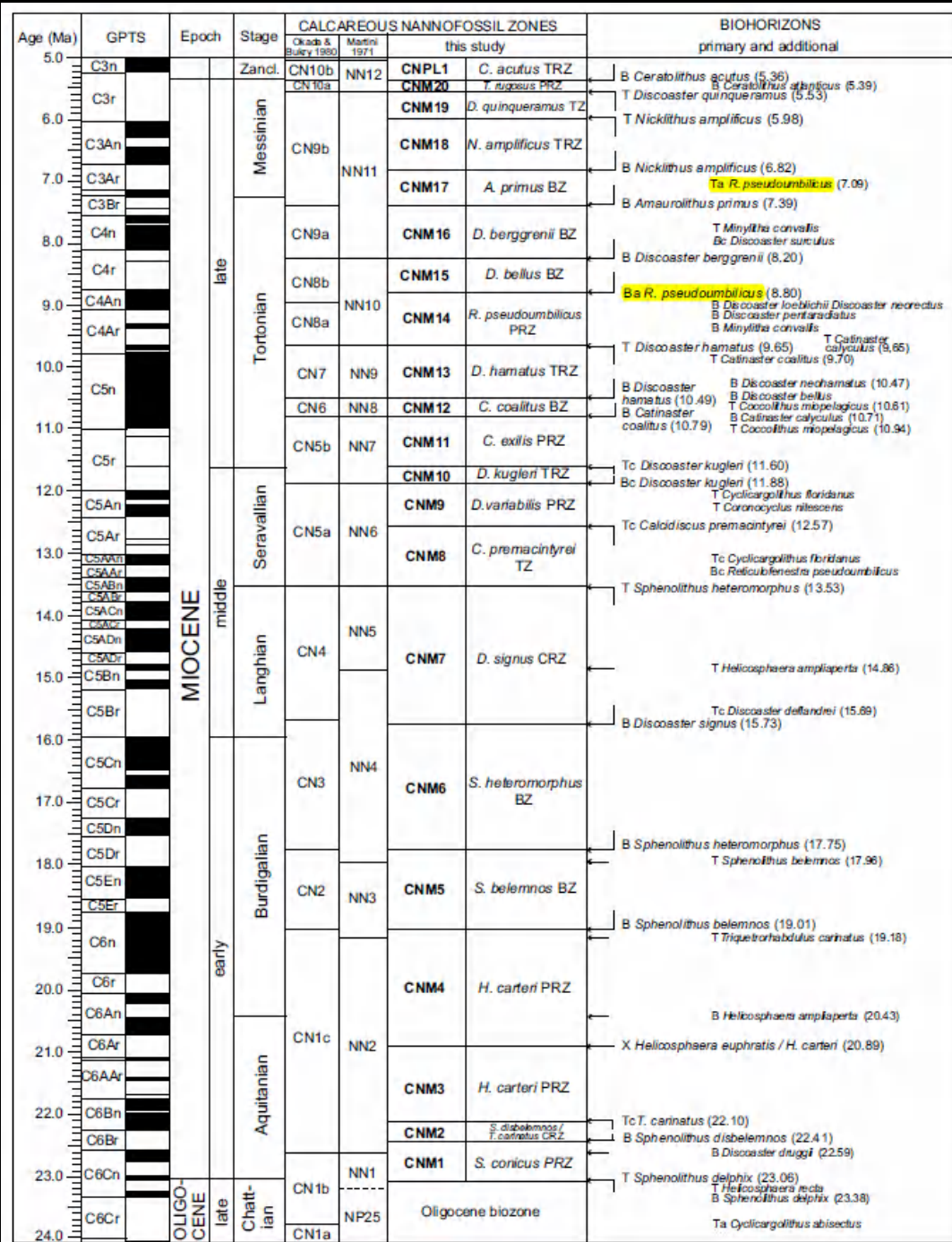
Agnini et al., 2014; Wade et al., 2011



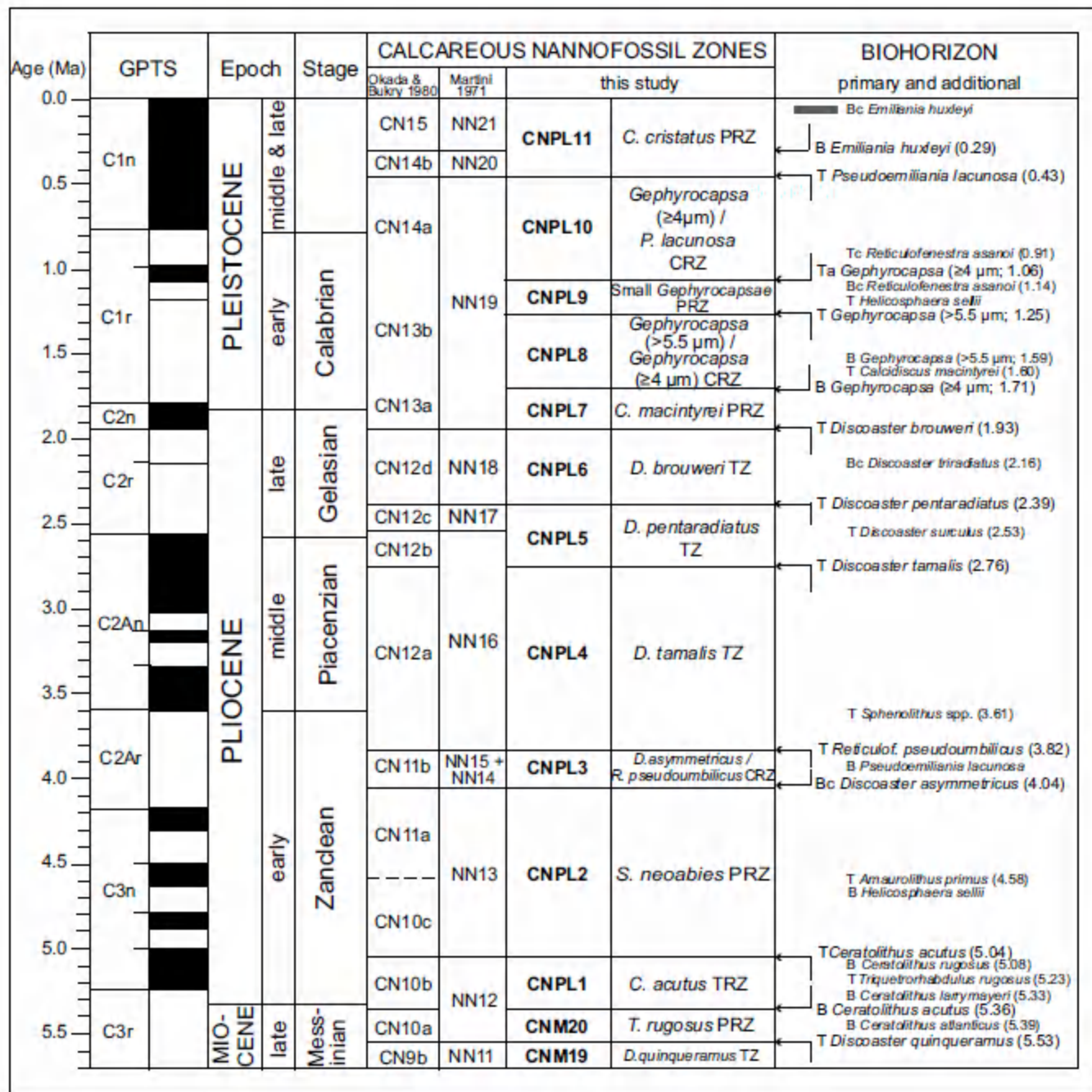


Wade et al., 2011

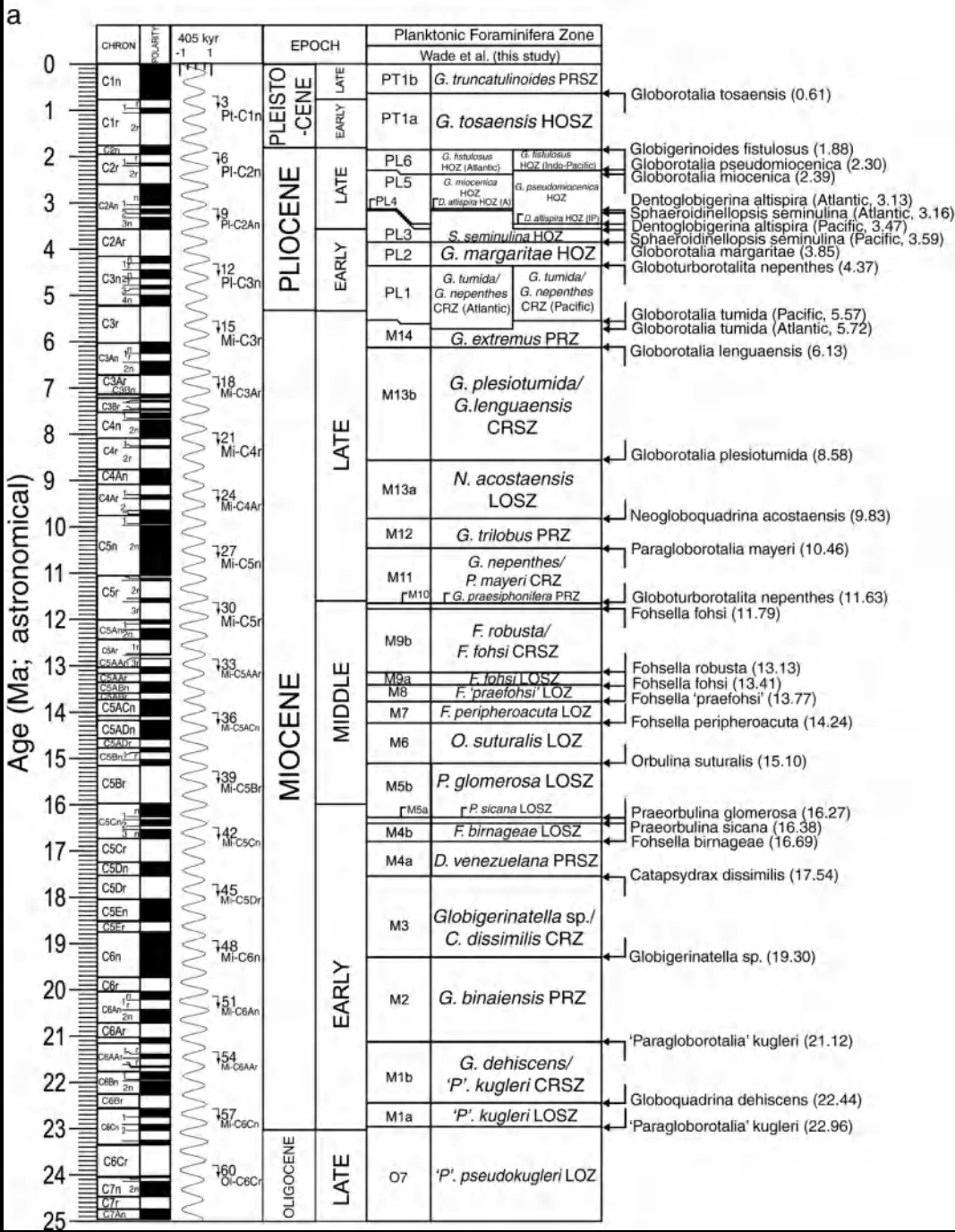
Fig. 3 (continued).



Backman et al., 2012



Backman et al.,
2012

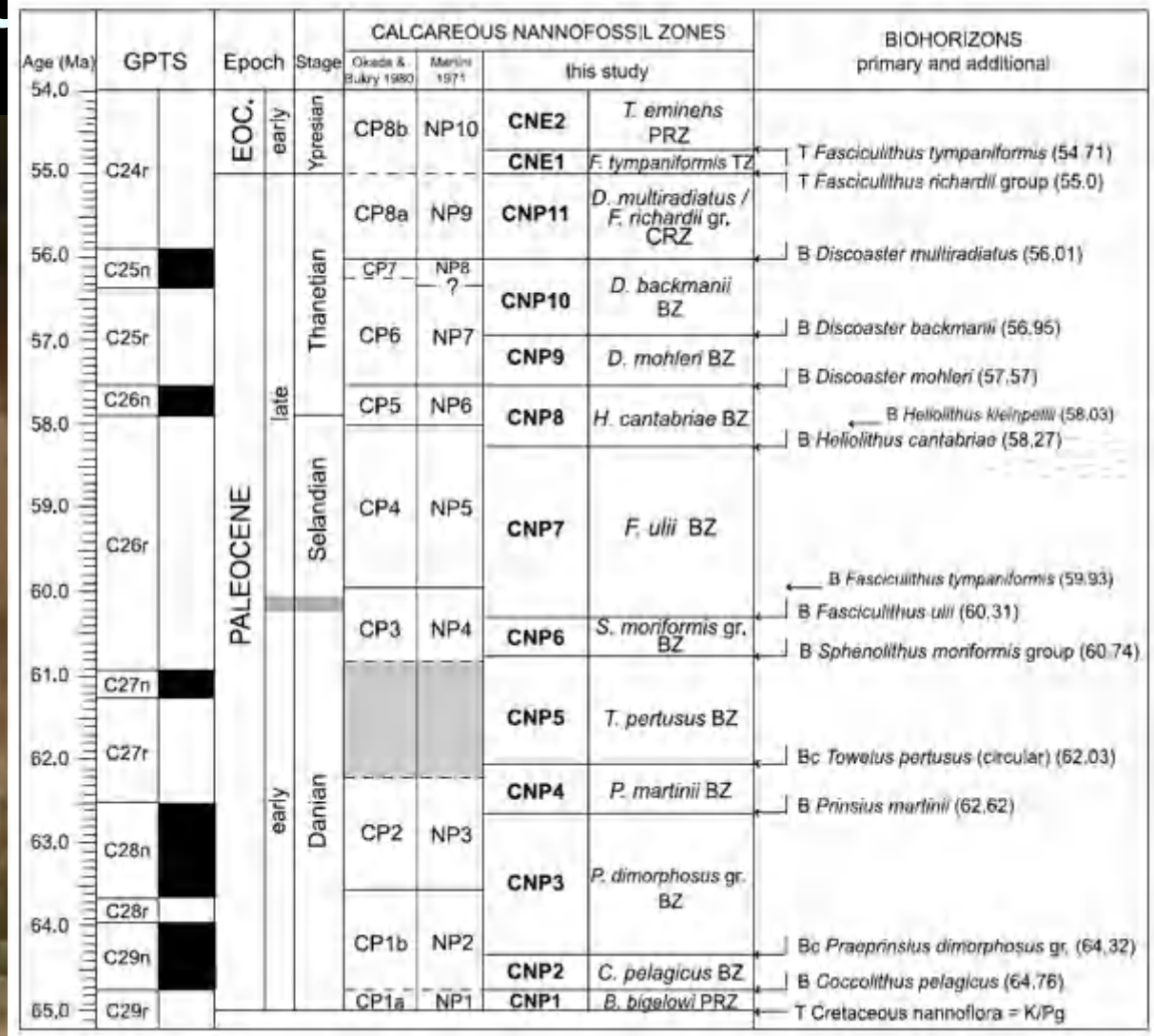


Wade et al., 2011

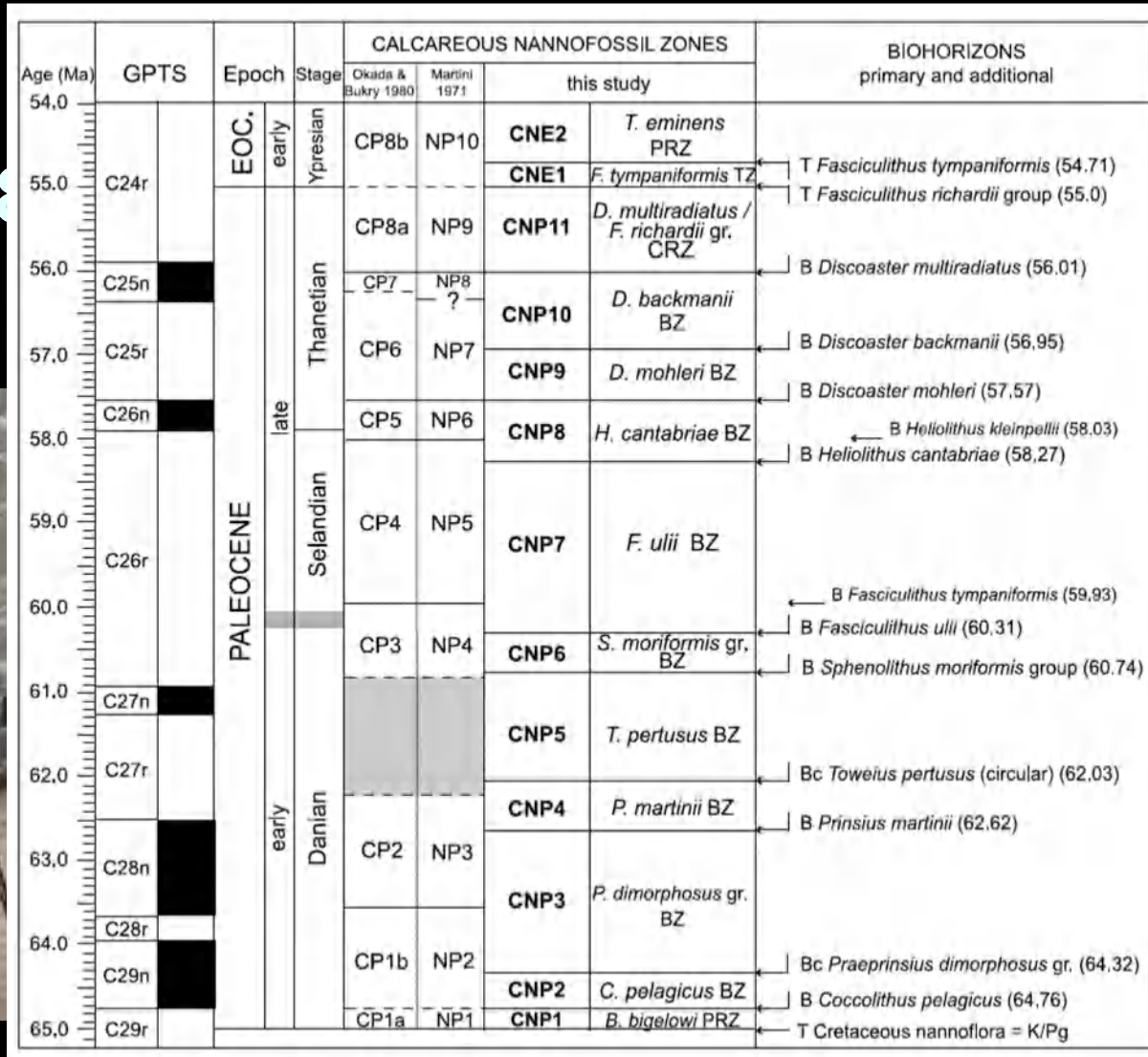
Type	Units	Defined?	True time units?
Litho	Member Formation Group	Rock lithology	No – time transgressive
Bio	Zone Stage	Fossils	Sort of
Chrono	Eon, Era, Period, Epoch, Age	Time	Yes, but how do you measure?
Sequence	System Tract Sequence	Transgression/Regression	No – occur at different places at different times
Cyclo	cycles	Astronomical cycles	Yes, but how do you recognize?
Magneto	Polarity zone	Patterns of magnetic polarity	Sort of – if correlated to isotopic dates

Τομή El Kef, Τυνησία

Βάση Δάνιου – Βάση Παλαιόγενούς



Τομή Zumaya, Ισπανία



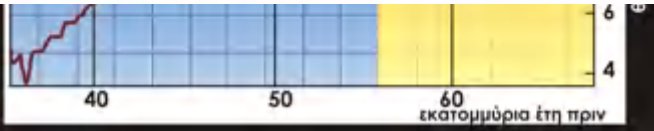
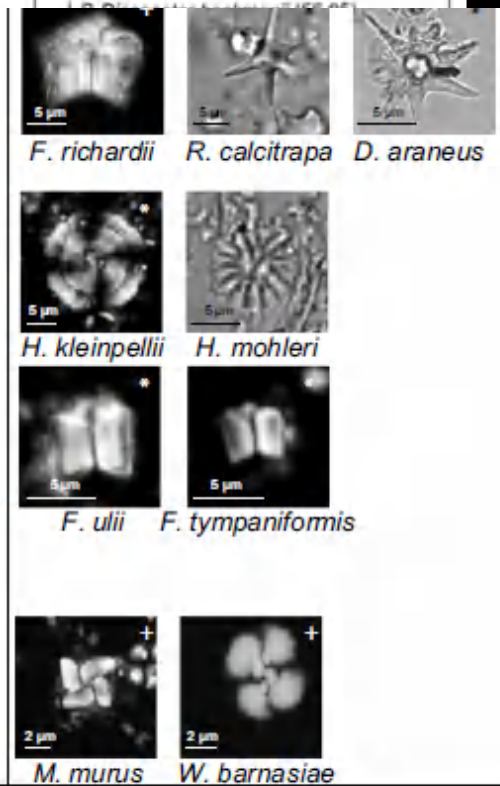
Οριο Παλαιοκαίνου-Ηωκαίνου

- Τοποθετείται στην κορυφή των βιοζωνών NP9/ CP8. Χαρακτηρίζεται από την τελευταία εμφάνιση του γένους *Fasciculithus*



Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CALCAREOUS NANNOFOSSIL ZONES			BIOHORIZONS primary and additional	
				Donda & Bukry 1980	Martin 1971	this study		
54.0		EOC.	early Ypresian	CP8b	NP10	CNE2	<i>T. eminens</i> PRZ	
55.0	C24r					CNE1	<i>F. tympaniformis</i> TZ	T <i>Fasciculithus tympaniformis</i> (54.71) T <i>Fasciculithus richardii</i> group (55.0)
56.0	C25n	Eocene	Danian	CP8a	NP9	CNP11	<i>D. multiradiatus</i> / <i>F. richardii</i> gr. CRZ	B <i>Discoaster multiradiatus</i> (56.01)
				CP7	NP8	CNP10	<i>D. backmanii</i> BZ	

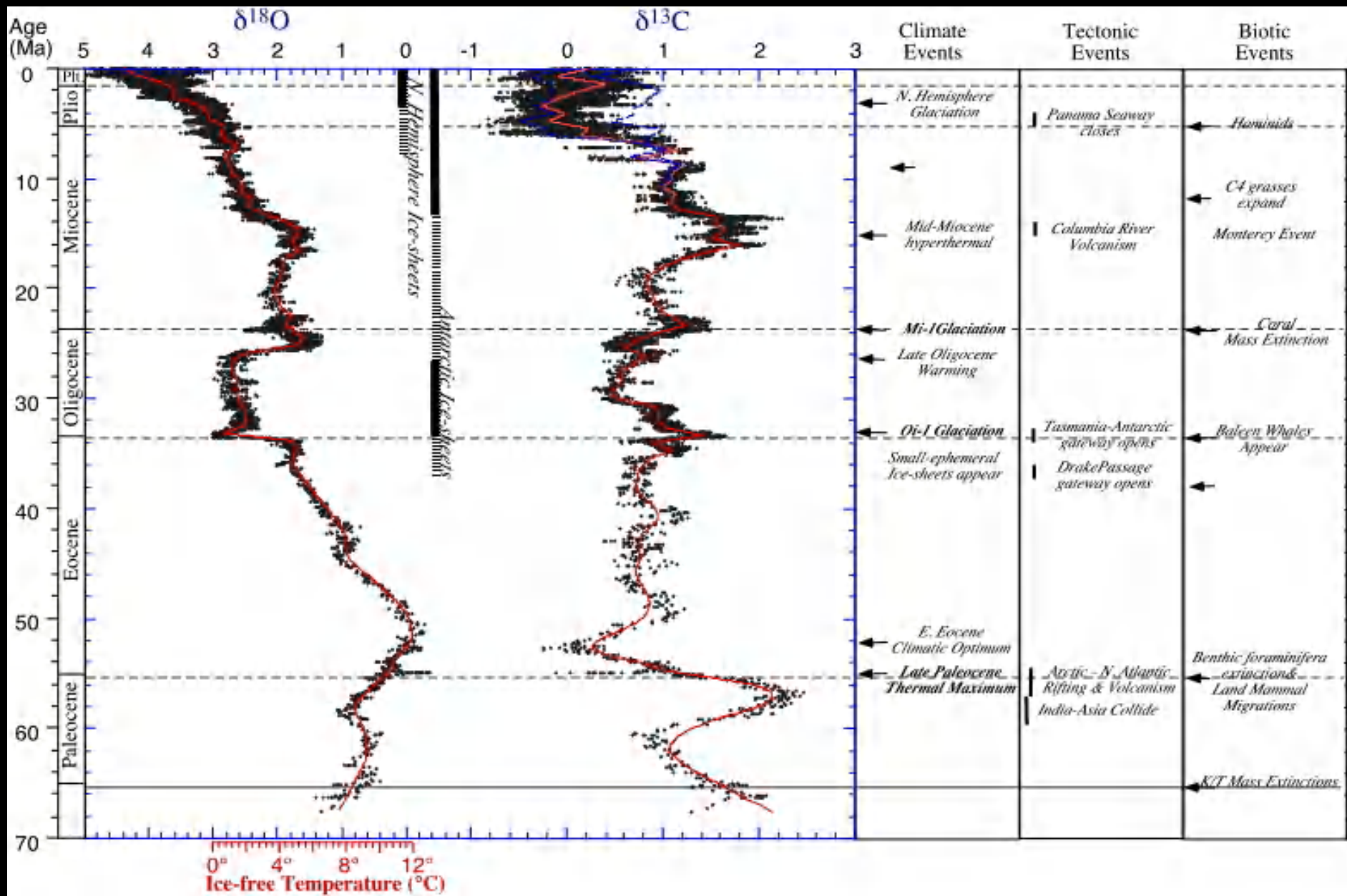
Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CP	NP	Nannofossil Zone	Species	Age (Ma)
53.0	C24n	Paleocene	Thanetian	CP9b	NP11	CNE3	<i>T. orthostylus</i> BZ	53.67
54.0	C24r			CP9a	NP10	CNE2	<i>T. eminens</i> PRZ	54.0
55.0	C24r	Thanetian	NP10	CP8b		CNE1	<i>F. tympaniformis</i> TZ	54.13
55.0				CP8a	NP9	CNP11	<i>D. multiradiatus</i> / <i>F. richardii</i> gr. CRZ	55.0
56.0	C25n			CP7	NP8	CNP10	<i>D. backmanii</i> BZ	56.01
57.0	C25r	Thanetian	NP7	CP6	NP7	CNP9	<i>D. mohleri</i> BZ	57.57
58.0	C26n			CP5	NP6	CNP8	<i>H. cantabriae</i> BZ	58.27
59.0	C26r	Selandian	NP5	CP4	NP5	CNP7	<i>F. ulii</i> BZ	60.31
60.0				CP3	NP4	CNP6	<i>S. moriformis</i> gr. BZ	60.74
61.0	C27n	Danian	NP4			CNP5	<i>T. pertusus</i> BZ	62.03
62.0	C27r					CNP4	<i>P. martinii</i> BZ	62.62
63.0	C28n			CP2	NP3	CNP3	<i>P. dimorphosus</i> BZ	64.32
64.0	C28r	Danian	NP2	CP1b	NP2	CNP2	<i>C. pelagicus</i> BZ	64.76
65.0	C29n			CP1a	NP1	CNP1	<i>E. bigelowi</i> PRZ	K/Pg



Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CP	NP	Nannofossil Zone	Species	Age (Ma)
66	C30n	Cretaceous	Maastrichtian					66
67	C30r							67
68	C31n							68

Τομή Dubabiya, Αίγυπτος όριο Παλαιοκαίνου Ηωκαίνου





- Πριν από 55 εκατομμύρια χρόνια μια απότομη κλιματική μεταβολή (το γεγονός PETM), προκάλεσε τεράστια αναστάτωση στην ωκεάνια και ατμοσφαιρική κυκλοφορία και έγινε η αιτία πλήθους εξαφανίσεων σε θαλάσσιους οργανισμούς αλλά και μεγάλων ανακατατάξεων στις συγκεντρώσεις των χερσαίων θηλαστικών.
- Κατά την διάρκεια του συμβάντος αυτού ο πλανήτης γνώρισε τη μεγαλύτερη και πλέον ακραία παγκόσμια θέρμανση στη γεωλογική του ιστορία. Η επιφανειακή θαλάσσια θερμοκρασία ανέβηκε 5° έως 8°C σε διάστημα μερικών χιλιάδων χρόνων, ενώ στην Αρκτική έφτασε στους ~23°C!
- Οι σχετικές μελέτες των γεωλόγων απέδειξαν ότι όχι μόνο η επιφάνεια του Ανταρκτικού ωκεανού θερμάνθηκε κατά 10 βαθμούς, αλλά ολόκληρη η ωκεάνια υδάτινη στήλη θερμάνθηκε με αποτέλεσμα την καταστροφική μεταβολή της υδάτινης χημείας. Η ισχυρή μείωση της οξυγόνωσης των βαθιών νερών προκάλεσε την εξαφάνιση του 30-40% των βενθονικών τρηματοφόρων των βαθιών νερών.

- Το τι προκάλεσε το γεγονός αυτό πριν από 55 εκατομμύρια χρόνια δεν είναι ξεκάθαρο. Τα περισσότερα δεδομένα συνηγορούν σε έξαρση των ηφαιστειακών εκρήξεων που απελευθέρωσαν γιγατόνους διοξειδίου του άνθρακα ή σε απελευθέρωση παράκτιων αποθεμάτων μεθανίου μετά από τήξη των παγωμένων καλυμμάτων τους εξαιτίας μιας παρατεταμένης θερμής εποχής.
- Η μαζική απελευθέρωση μεθανίου, ενός σημαντικού αερίου του θερμοκηπίου, στον ατμοσφαιρικό και ωκεάνιο ταμιευτήρα, διατάραξε τον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα και οδήγησε τελικά σε μια παγκόσμια θέρμανση χωρίς προηγούμενο. Στην ατμόσφαιρα το μεθάνιο διασπάσθηκε σχηματίζοντας διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο σε συνδυασμό με τη θερμότητα του ήλιου αύξησε επικίνδυνα την παγκόσμια θερμοκρασία.
- Διαλυμένο στους ωκεανούς το πλεονάζον διοξείδιο του άνθρακα αύξησε την οξύτητα του θαλάσσιου νερού προκαλώντας τη διάλυση των ασβεστολιθικών κελυφών των μικροπλαγκτονικών οργανισμών και κατά συνέπεια εμπόδισε την απόθεση βιοκλαστικών ανθρακικών ιζημάτων για ένα διάστημα τουλάχιστον 50.000 χρόνων. Η ολική αποκατάσταση του γήινου οικοσυστήματος σε παγκόσμιο επίπεδο υπολογίζεται ότι διήρκεσε τουλάχιστον 100.000 χρόνια.

Ηώκαινο

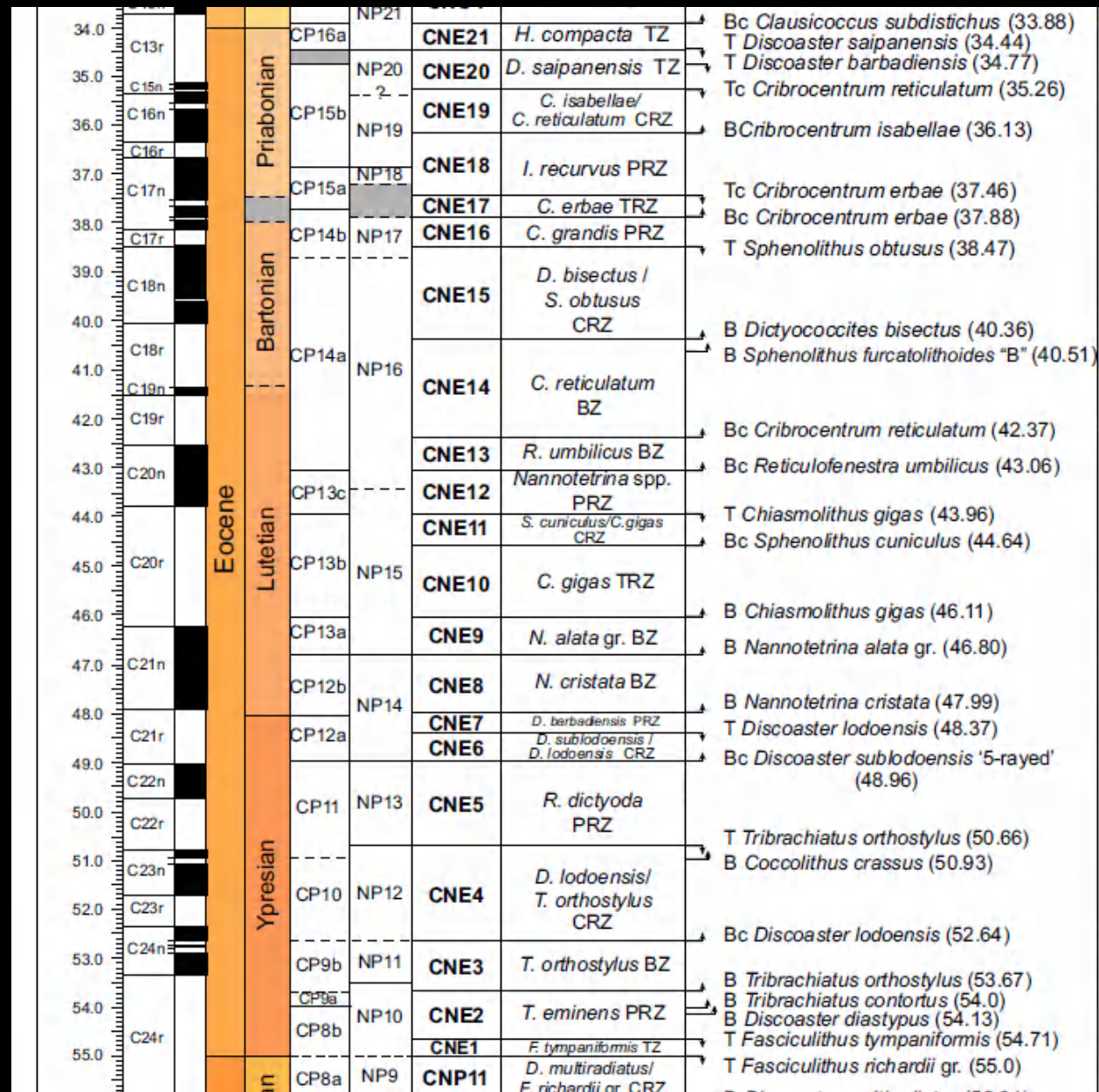
- Στην βάση του Ηωκαίνου εμφανίζεται το γένος *Discoaster* (με σχήμα ροζέττας)



όριο Υπρέσιο/Λουτήσιο
C21r, μέσα στην NP14,
48Ma

Όριο
Λουτήσιο/Μπαρτόνιο,
μέσα στην NP16, C19n,
τελευταία εμφάνιση
Reticulofenestra
reticulata (παλαιότερος
καθορισμός)

Όριο
Μπαρτόνιο/Πριαμπόνιο
NP17/NP18, C17n

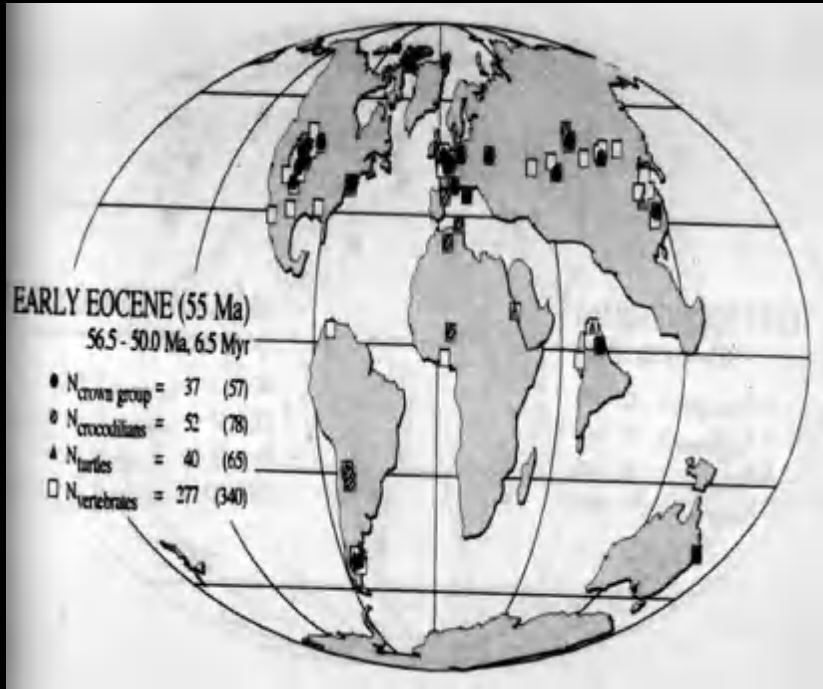


Τομή Fortuna, Ισπανία όριο Υπρεσίου / Λουτησίου

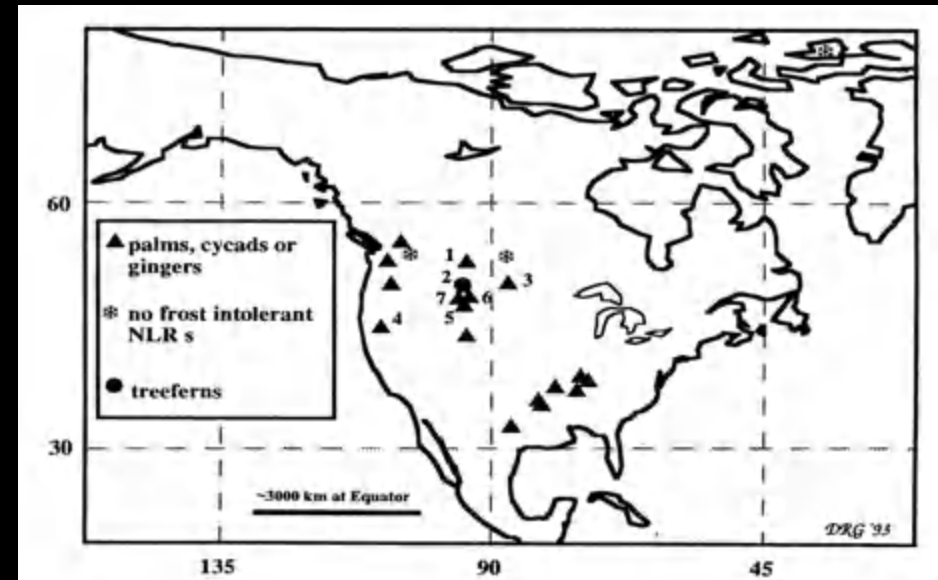


~50 Myr, θερμή περίοδος του Ηωκαίνου

Ευρήματα απολιθωμένων κροκοδείλων
(Markwick 1998)



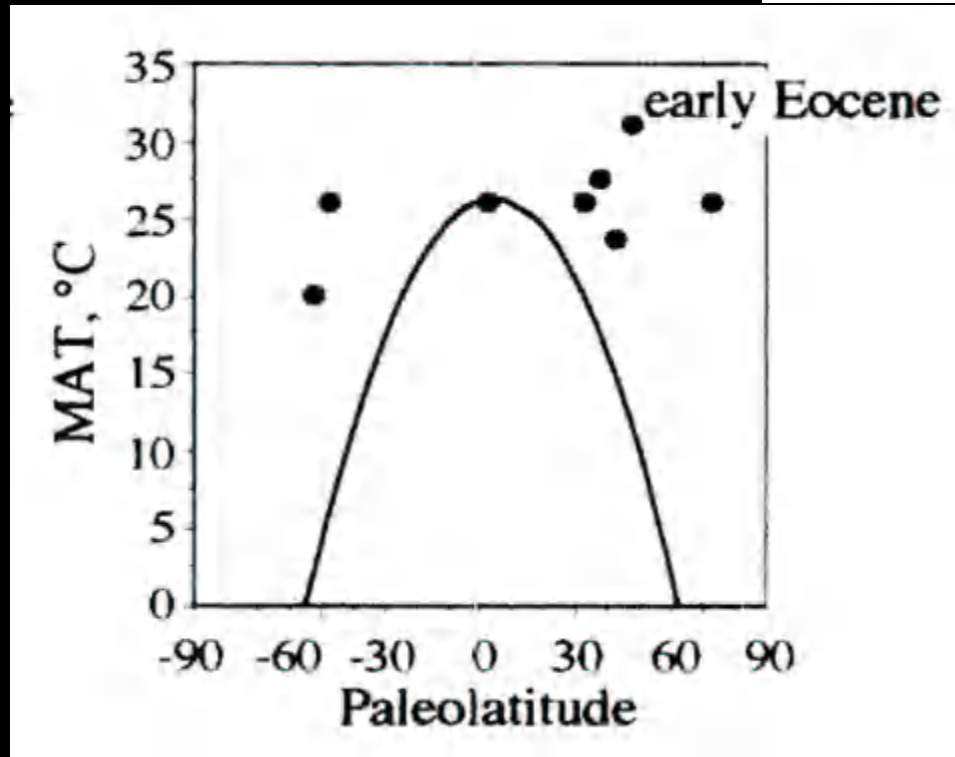
Απολιθωμένα ίχνη φοινίκων
(Wing and Greenwood 1993)



~50 Myr, θερμή περίοδος του Ηωκαίνου



Mean annual temperature

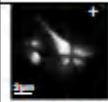
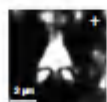
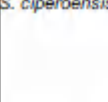


Ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασίας σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος

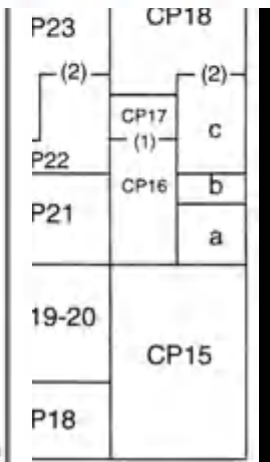
Όριο
Πριαμπονίου/Ρουπ
C13r, τελευταία εμφάνιση
Hantkenina spp.
Μέσα στην NP21

Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CALCAREOUS NANNOFOSSIL ZONES			BIOHORIZON primary and additional
				Okada & Bailey 2000	Martin 1971	the study	
34.0	C13r	OLIGO.	Rup.	CP16a	NP21	CNE21	<i>E. formosa</i> CRZ <i>H. compacta</i> PRZ <i>D. saipanensis</i> TZ <i>T. Discoaster saipanensis</i> (34.44) <i>T. Discoaster barbadiensis</i> (34.77)
35.0					NP20	CNE20	

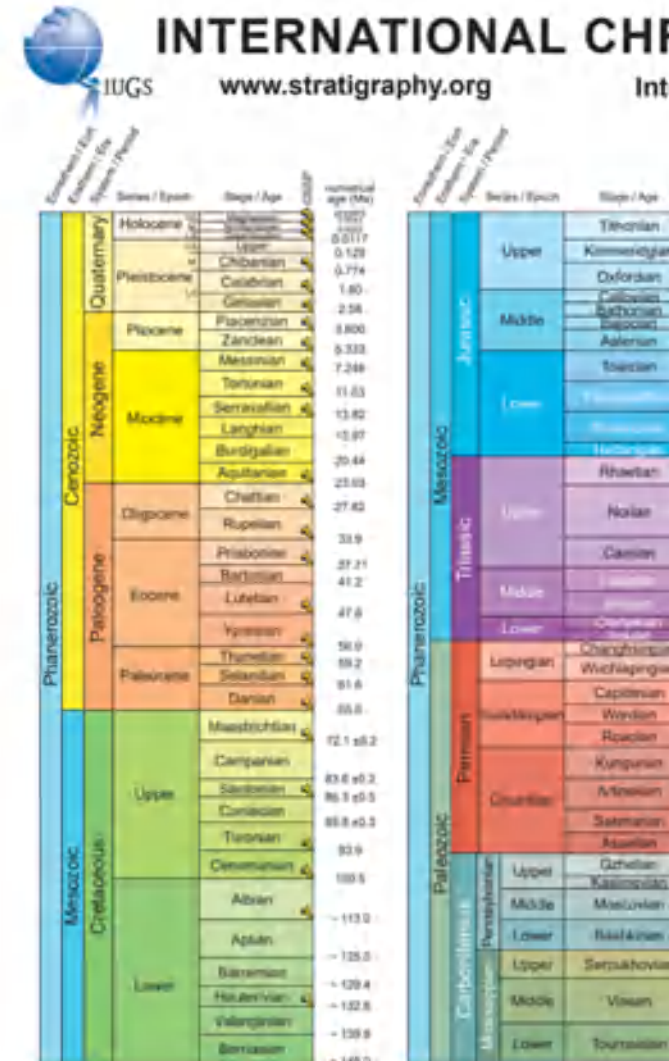
CALCAREOUS NANNOPLANKTON

Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CALCAREOUS NANNOFOSSIL ZONES			BIOHORIZONS	STAGE INDEX-SPECIES
				Okada & Bailey 2000	Martin 1971	Agrini et al. (2014)		
23.0	C6Q	Oligocene	Chattian	CN1b	NN1	CNO6	<i>T. carinatus</i> PRZ	 <i>S. delphix</i>
24.0	C6P			CN1a				<i>T. Sphenolithus delphix</i> (23.06) <i>B. Sphenolithus delphix</i> (23.38)
25.0	C7n	Oligocene	Chattian		NP25	CNO5	<i>S. ciproensis</i> TZ	 <i>S. predistentus</i>
26.0	C6T			C8n	CP19b			
27.0	C8n	Oligocene	Rupelian		NP24	CNO4	<i>S. distentus</i> / <i>S. predistentus</i> CRZ	 <i>S. distentus</i>
28.0	C9n			C9r	CP18			
29.0	C10n	Oligocene	Rupelian		NP23	CNO3	<i>D. bisectus</i> PRZ	<i>B. Sphenolithus distentus</i> (30.0)
30.0	C10r			C11n	CP17			
31.0	C11n	Oligocene	Rupelian		NP22	CNO2	<i>R. umbilicus</i> TZ	<i>T. Ericsonia formosa</i> (32.92)
32.0	C11r			C12n	CP16c	NP22	CNO1	<i>E. formosa</i> CRZ
33.0	C12n	Oligocene	Rupelian		NP21	CNE21	<i>H. compacta</i> TZ	
34.0	C12r			C13n	CP16b	NP21		
35.0	C13n	Oligocene	Rupelian		NP20	CNE20	<i>D. saipanensis</i> TZ	
36.0	C13r			C13r	CP16a	NP20		

Age (Ma)	GPTS	Epoch	Stage	CALCAREOUS NANNOFOSSIL ZONES			BIOHORIZONS	
				Okada & Bailey 2000	Martin 1971	the study		
43.0	C20n	Eocene	middle			CNE13	<i>R. umbilicus</i> BZ	<i>Bc. Reticulofenestra umbilicus</i> (43.06)
44.0	C20r				OP13c		CNE12	<i>Nannoletina</i> spp. PRZ
45.0	C20r	Eocene	Lutealan		NP15	CNE11	<i>S. curvulus</i> / <i>C. gigas</i> CRZ	<i>T. Chiasmolithus gigas</i> (43.96)
46.0	C21n			CP13b			CNE10	<i>C. gigas</i> BZ
47.0	C21n	Eocene	Lutealan		NP14	CNE9	<i>N. alata</i> gr. BZ	<i>B. Sphenolithus furcatoroides</i> 'A' (45.95) <i>B. Chiasmolithus gigas</i> (46.11)
48.0	C21r			CP13a			CNE8	<i>N. cristata</i> BZ
49.0	C22n	Eocene	Lutealan		NP14	CNE7	<i>D. barbadiensis</i> PRZ	<i>B. Nannoletina cristata</i> (47.99) <i>B. Blackites inflatus</i>
49.0	C22n			CP12a			CNE5	<i>D. subdistichus</i> / <i>D. lobatulus</i> CRZ
49.0	C22n	Eocene	Lutealan					<i>Bc. '5-rayed' Discoaster subdistichus</i> (48.96)



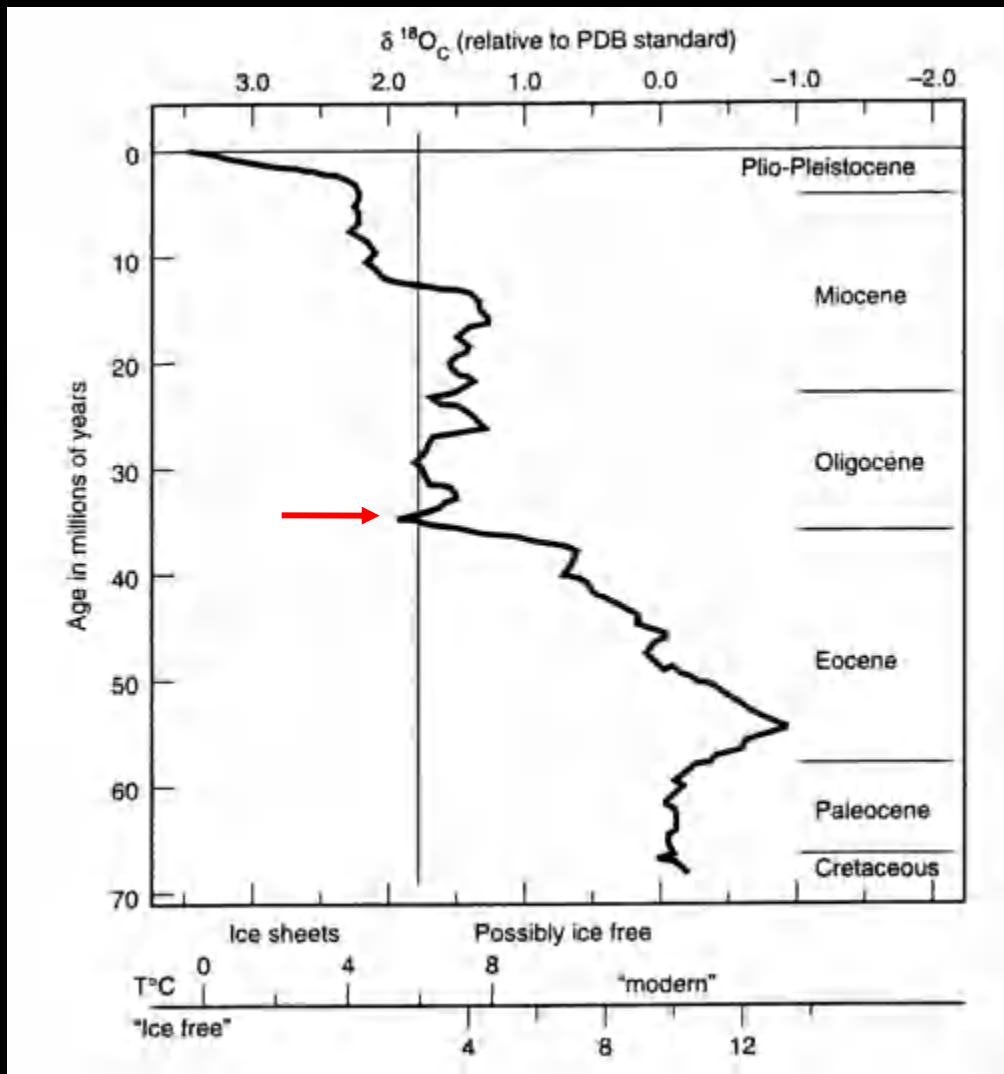
Τομή Massigniano Ιταλία όριο Ηωκαίνου / Ολιγοκαίνου (Πριαμπόνιο/Ρουπ)



Οριο Ηωκαίνου - Ολιγοκαίνου

- Τοποθετείται στην κορυφή της βιοζώνης NP20/ CP15 και καθορίζεται από την τελευταία εμφάνιση ειδών του γένους *Discoaster*, σχήματος ροζέτας (*Discoaster barbadiensis*, *D. saipanensis*)



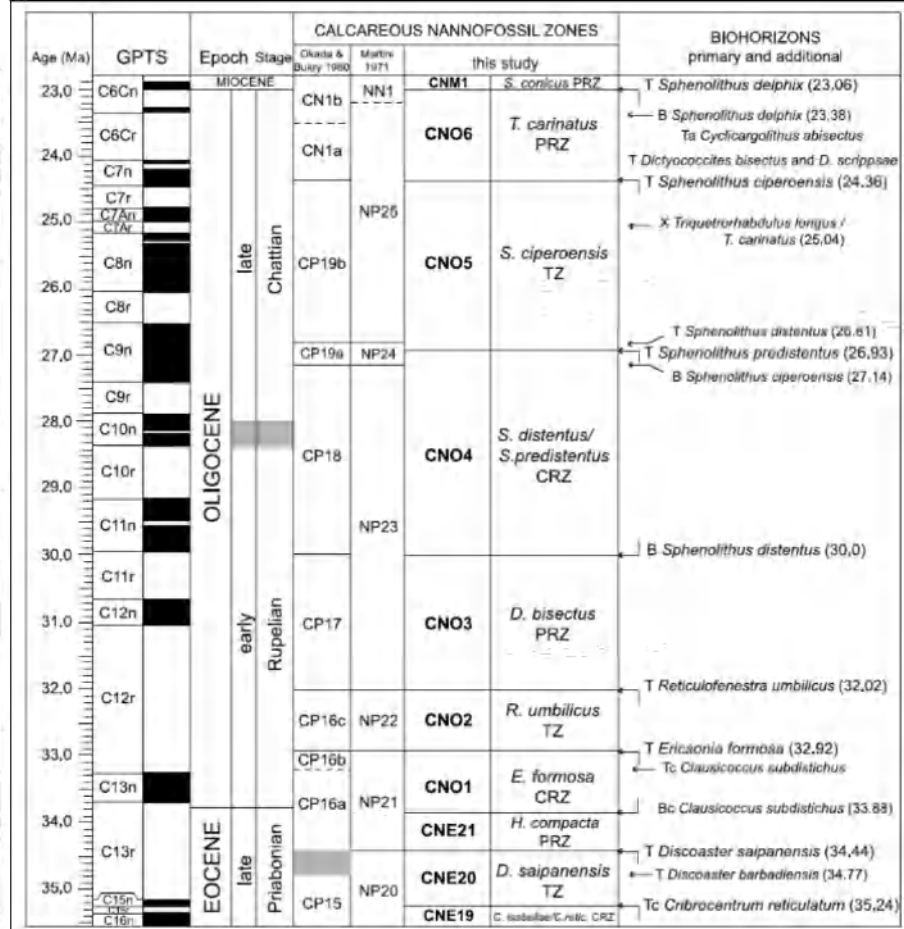
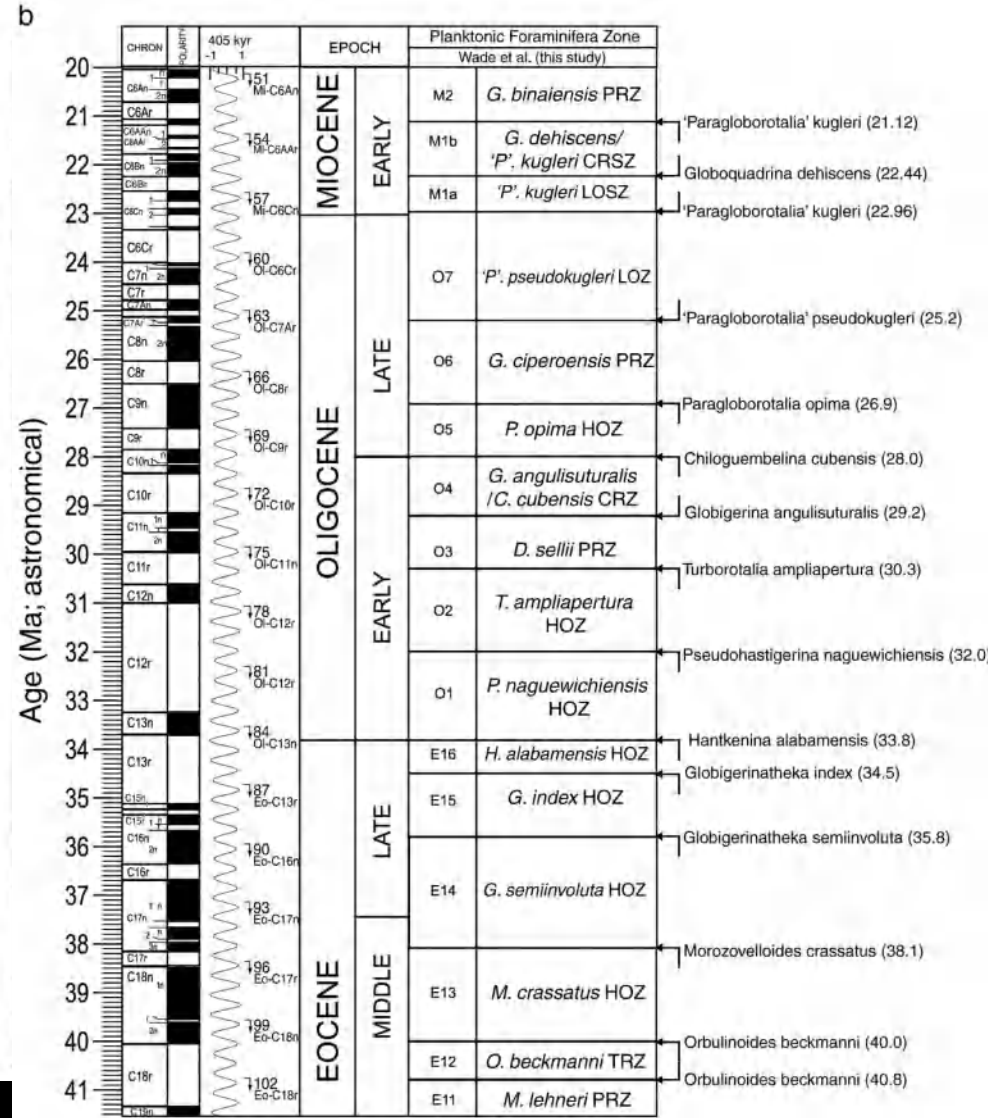


Μακροχρόνιο Αρχείο Ισοτόπων οξυγόνου

Έναρξη σχηματισμού
παγετωδών καλυμμάτων
στην Ανταρκτική πριν από
35 Ma, σχετιζόμενη με την
διάνοιξη μεταξύ Ανταρκτικής
και Ν. Αμερικής

From K. K. Turekian, *Global Environmental Change*, 1996

OLIGOCENE TIME SCALE



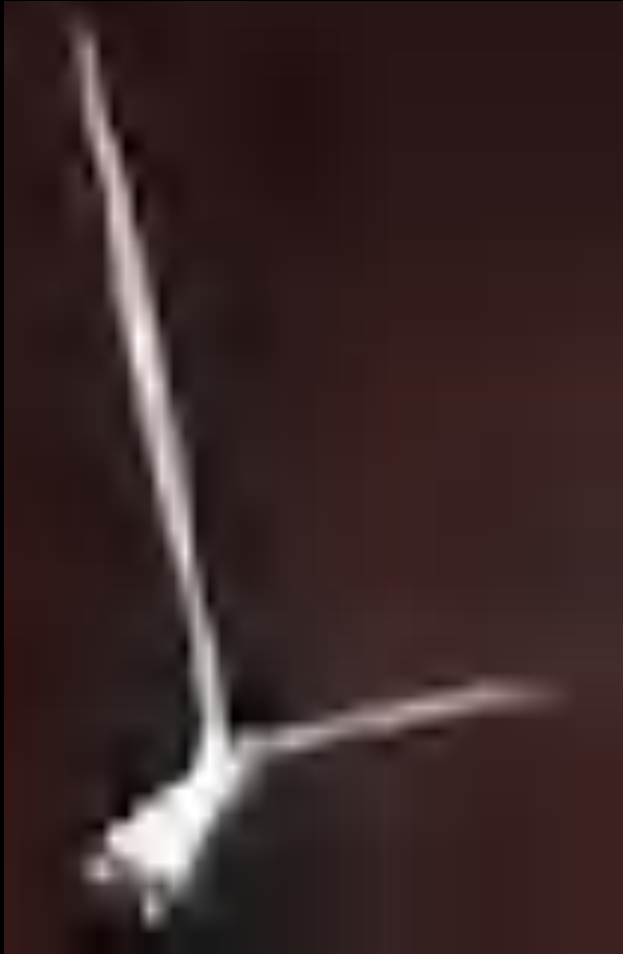
Berggren et al., 1995

(continued)

Τομή Monte Cagnero όριο Ρουπέλιο/Σάττιο

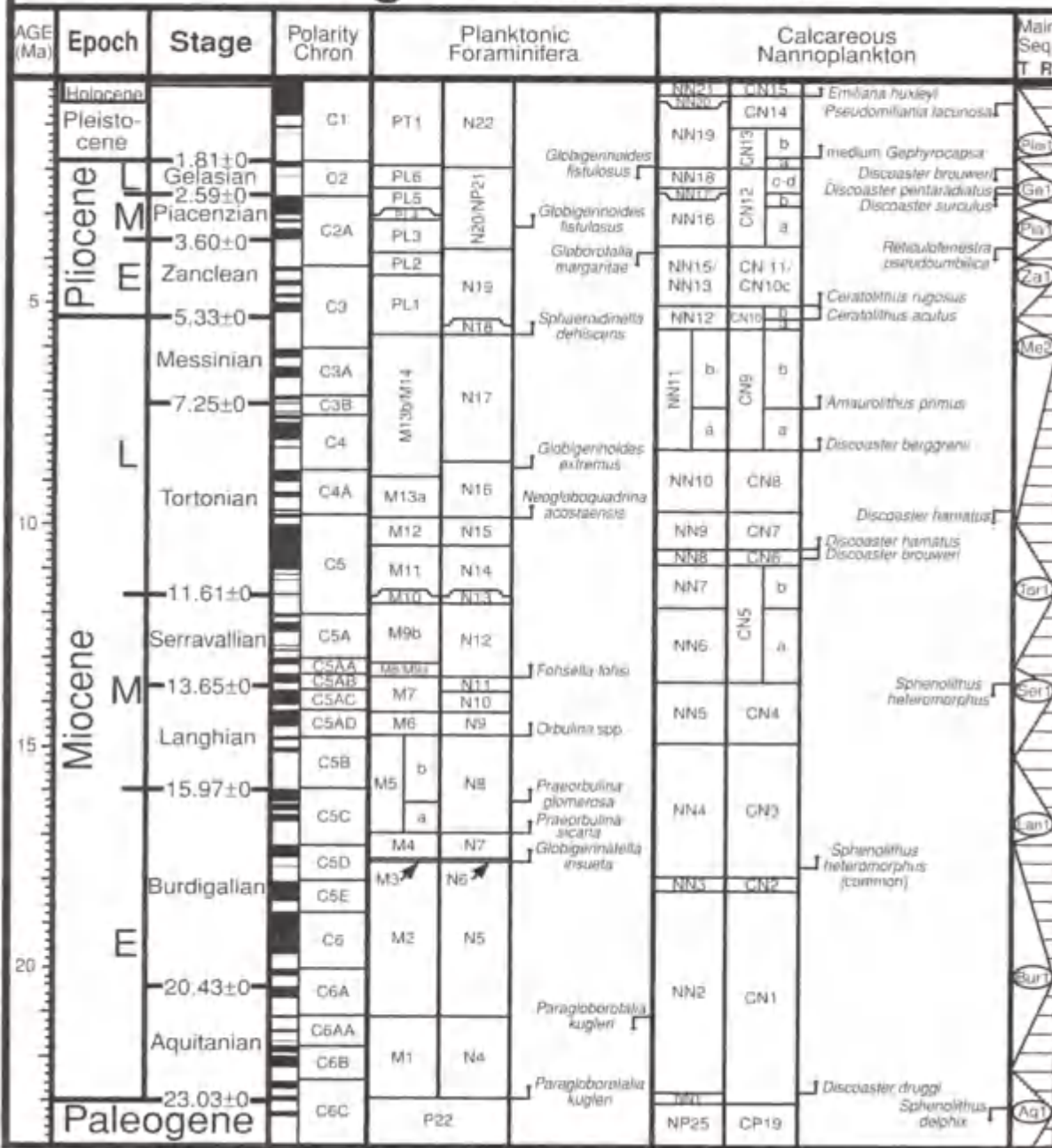


Ολιγόκαινο



- Χαρακτηρίζεται από σχετικά χαμηλή ποικιλία. Οι βιοζώνες του Ολιγοκαίνου προσδιορίζονται κυρίως από είδη του γένους *Sphenolithus*

Neogene Time Scale



Lourens et al., 2004 in
Gradstein et al, 2004,
Cenozoic Time Scale

MIDDLE-LATE MIOCENE TIME SCALE

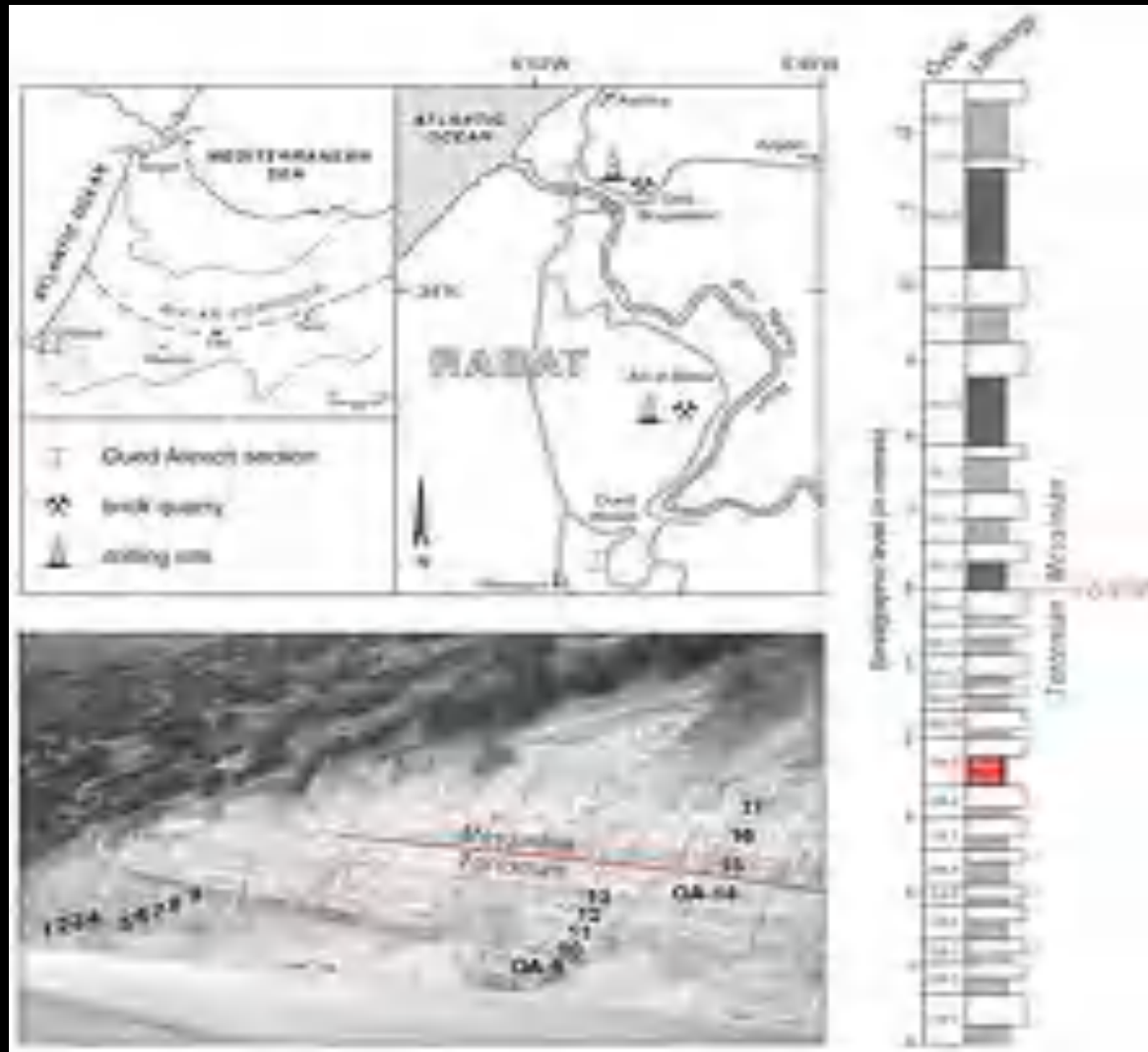
TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTONIC FORAMINIFERA					CALCAREOUS NANNOPLANKTON							
					(SUB)TROPICAL			TRANSITIONAL		(SUB)ANTARCTIC	Martini (1971)		Bukry (1973, 1975)				
					Berggren (this work)			Berggren and others (1983a); this work		Berggren (1992)							
5	C2r C3n C3r		MIOCENE	EARLY	ZANCLIAN	PL1	b a	<i>Gt. cibacensis</i> - <i>Gib. nepenthes</i> ISZ <i>Gt. tumida</i> - <i>Gt. cibacensis</i> IRZ	<i>Gt. tumida</i> - <i>Gib. nepenthes</i> IZ	N19 N18	<i>Gt. puncticulata</i> IZ <i>Gt. sphericomiozea</i> IZ	AN 7	<i>Neogloboquadrina pachyderma</i> TRZ	NN14 NN13 NN12	CN10	c b a	
6	C3An C3Ar					MESSINIAN	M14		<i>Gt. linguaensis</i> - <i>Gt. tumida</i> IZ		N17			Mt10	<i>Gt. conomiozea</i> / <i>Gt. mediterranea</i> - <i>Gt. sphericomiozea</i> IZ		NN11
7	C3Br C4n C4r		LATE	TORTONIAN	M13	b	<i>Gd. extremus</i> / <i>Gt. plesiotumida</i> - <i>Gt. linguaensis</i> ISZ		N16	Mt9	<i>N. mayeri</i> - <i>Gt. conomiozea</i> IZ	AN 6	<i>Gt. scitula</i> PRZ	NN10	CN8	b a	
8	C4An C4Ar					a	<i>N. acostaensis</i> - <i>Gd. extremus</i> / <i>Gt. plesiotumida</i> ISZ		N15		Mt8			<i>Gib. nepenthes</i> / <i>M. mayeri</i> Conc. RZ		NN9a	NN9 a-b
9	C5n C5r					MIDDLE	SERRAVALLIAN	M12		<i>N. mayeri</i> - <i>N. acostaensis</i> IZ		N14	Mt7	<i>Gt. peripheroronda</i> - <i>Gib. nepenthes</i> IZ	AN 5	<i>N. nymphe</i> TRZ	NN9b
10	C5An C5Ar		M11		<i>Gib. nepenthes</i> / <i>N. mayeri</i> Conc. RZ				N13		Mt6	<i>Orb. suturalis</i> / <i>Gt. peripheroronda</i> Conc. RZ		NN6			CN5
11	C5Ar C5ADn		M10	b a	<i>Gt. f. robusta</i> - <i>Gib. nepenthes</i> IZ <i>Gt. f. robusta</i> Tok RZ <i>Gt. f. lobata</i> Lin Z <i>Gt. f. lobata</i> - <i>Gt. f. robusta</i> IZ				N12 N11		Mt5	<i>Pr. glomerosa</i> - <i>O. suturalis</i> ISZ					
12	C5ADn C5Br		M9		<i>Gt. peripheroacuta</i> Lin. Z				N10		Mt6		AN 4	<i>Gt. miozea</i> PRZ	NN5	CN4	
13	C5ADn C5Br		LANGHIAN	M6		<i>O. sutur.</i> - <i>Gt. peripher.</i> IZ		N9					NN4	CN3			
14	C5ADn C5Br				M5	b	<i>Pr. glomerosa</i> - <i>O. suturalis</i> ISZ	<i>Pr. sicana</i> - <i>O. suturalis</i> IZ	N8	Mt5	b	<i>Pr. glomerosa</i> - <i>O. suturalis</i> ISZ					

Μειόκαινο

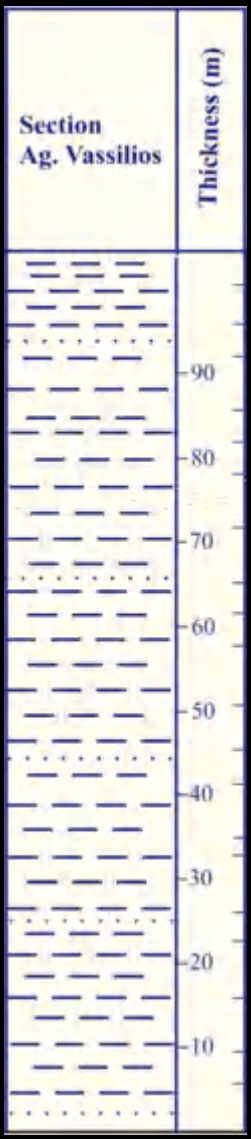
- Η βιοστρωματογραφική υποδιαίρεση του Μειοκαίνου βασίζεται κυρίως σε είδη του γένους *Discoaster* σχήματος αστεριού.



Τομή Qued, Μαρόκο όριο Τορτονίου/Μεσσηνίου



Materials and Methods



Ag. Vassilios section in the southwestern part of Lefkas Island, about 400 m in thickness, is located on the eastern slope of a N-S running valley and consists of fine grained clayey and marly sediments with some sandy intercalations, assigned to the atypical flysch marly deposits of Paxos unit.

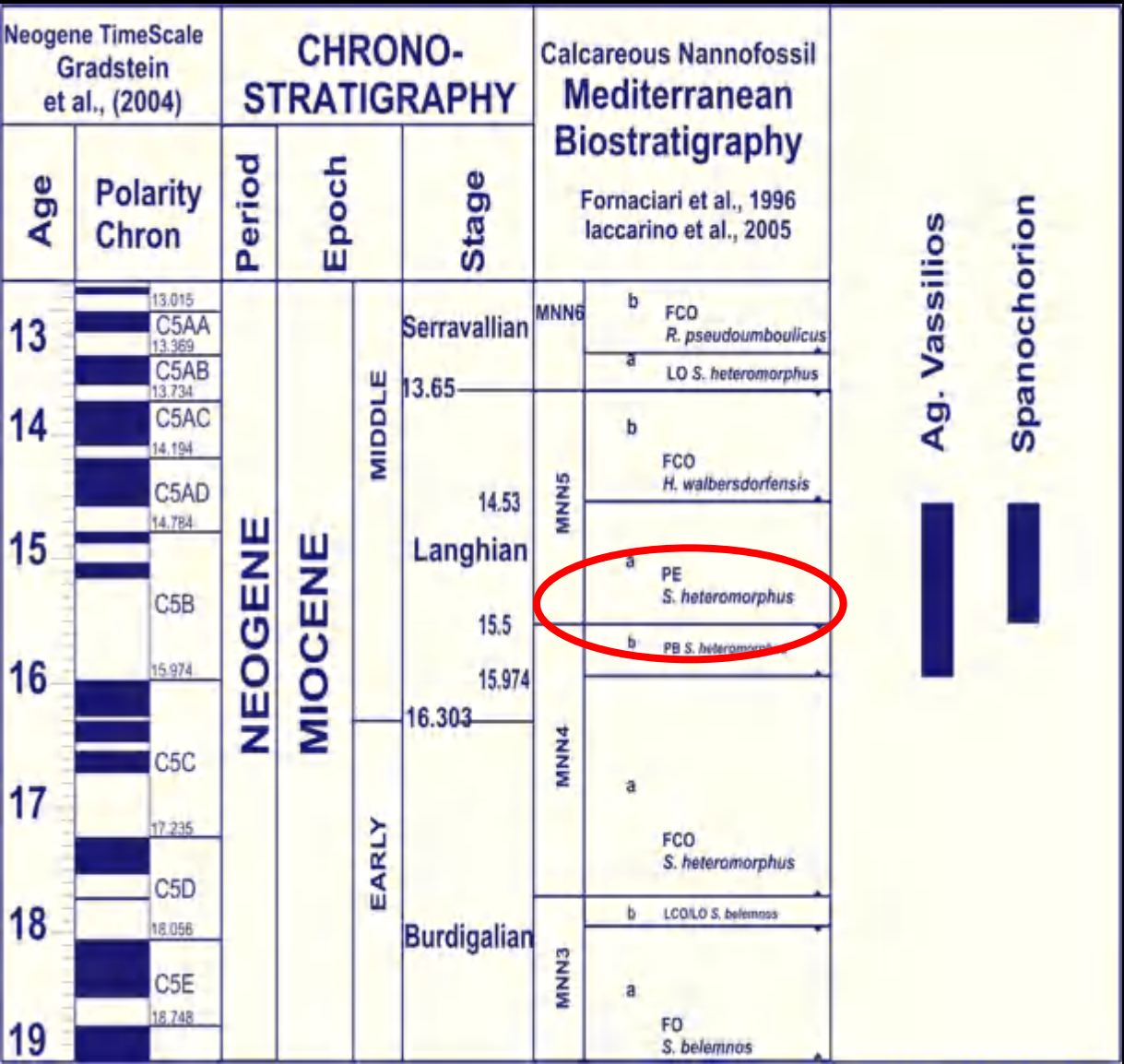
Results Ag. Vassilios section

The absence of *S. heteromorphus* at the lower part along with the contemporaneous absence of *H. ampliaperta* and *H. walbersdorfensis* indicates the interval of absence or strong reduction of *S. heteromorphus* that has been determined as *Sphenolithus heteromorphus* Paracme Zone MNN4b.

The rest part of the section displays abundant-common *S. heteromorphus* but no trace of *H. walbersdorfensis*, allowing the recognition of *Sphenolithus heteromorphus*-*Helicosphaera walbersdorfensis* Interval Subzone MNN5a.

Age	Section Ag. Vassilios	Thickness (m)	Samples	CALCAREOUS NANNOFOSSILS												
				Biozones	<i>C. miopelagicus</i>	<i>C. pelagicus</i>	<i>C. floridanus</i>	<i>D. variabilis</i>	<i>D. exilis</i>	<i>D. adamanteus</i>	<i>H. carteri</i>	<i>H. intermedia</i>	<i>H. walbersdorfensis</i>	<i>S. heteromorphus</i>	<i>S. moriformis</i>	<i>Rhabdosphaera</i> spp.
MIDDLE MIOCENE (LANGHIAN)			Av20		R	C					R	R		C	A	
			Av19		P	C	C	P	C		C			C	C	
		90	Av18		R	R					R	R		A	A	
			Av17		C	P	C	R	C	P	C			A	A	
		80	Av16	MNN5a			C	C		P	R	P		A	A	R
			Av15		R	P	R	R	R	R	C	R		A	C	R
		70	Av14		R					P	C	P	P	A	A	
			Av13		R	R	C	C	C	R	C			C	C	P
		60	Av12			R				P	R			C	A	
			Av11			C	C				R	R		R	A	P
		50	Av10	PE <i>S. heteromorphus</i>	R		R	R	R	R	R	P		P	A	R
			Av9		C		C	C	C		C				C	
		40	Av8		R		R	R	R	R	R	R			C	R
			Av7			R		C		R	C	R			C	P
		30	Av6	MNN4b		R	R	R			R	R			C	
			Av5			R	R							P	C	R
		20	Av4		C	R		C		R	C	P			A	
			Av3		C		R				R	R			C	
		10	Av2		R		R	R			R	R			C	P
			Av1			R	P	R			C				A	

Biostratigraphic results



Ag. Vassilios

Spanochorion

Ag. Vassilios section is dated between 15.974 Ma (PB *S. heteromorphus*, and 14.53 Ma (FCO *H. walbersdorfensis*)

The Paracme End (PE) of *S. heteromorphus* at 15.5 Ma, is located at approximately 55m from the base of the section

PLIOCENE-PLEISTOCENE TIME SCALE

TIME (Ma)	CHRONOS	POLARITY	EPOCH	AGE	PLANKTONIC FORAMINIFERA		CALCAREOUS NANNOPLANKTON					
					Berggren (1973, 1977a, this work)		Martini (1971)	Bukry (1973, 1975)				
					ATLANTIC	INDO-PACIFIC						
1	C1n	[Black]	PLEISTOCENE	LATE	PT1	b	Gt. truncatulinoides PRZ	N23	NN21	CN15		
				MIDDLE					a	Gd. fistulosus - Gt. tosaensis ISZ	NN20	CN14
	EARLY	CALABRIAN	Gd. fistulosus - Gt. truncatulinoides IZ	NN19	CN13	a	b					
						2		C2n	[Black]	LATE	PIACENZIAN	GELASIAN
	C2r	[Black]	PL5	D. altispira - Gt. miocenica IZ	D. altispira - Gt. pseudomiocenica IZ		NN17					
						3		C2An	[Black]	PL4	D. altispira - Gt. pseudomiocenica IZ	NN16
	C2Ar	[Black]	EARLY	ZANCLEAN	PL2		Glb. nepenthes - Gt. margaritae IZ					
						5		C3n	[Black]	LATE	MESS.	M14
	C3r	[Black]	PL1	b	Gt. cibaoensis - Glb. nepenthes ISZ		NN13					
						4		C2Ar	[Black]	EARLY	ZANCLEAN	PL1
3	C2An	[Black]	LATE	PIACENZIAN	GELASIAN		PL3					
						2		C2r	[Black]	LATE	PIACENZIAN	GELASIAN
1	C1r	[Black]	PLEISTOCENE	EARLY	CALABRIAN		PT1					
						0		C1n	[Black]	PLEISTOCENE	LATE	PIACENZIAN
0	C3An.1n	[Black]	MIOCENE	LATE	MESS.		M14					

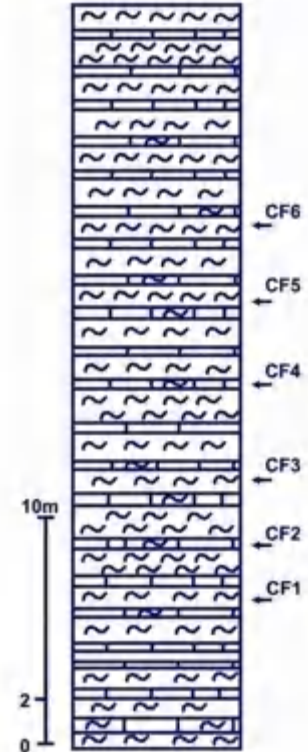
Berggren et al., 1995

Materials and Methods

Livadi section



Livadi section



Livadi section comprises marly limestones and marls located on the northeastern part of Paliki peninsula, north of the city of Lixouri.

The exposed sediments correspond to the Trubi limestones above the Messinian evaporites.

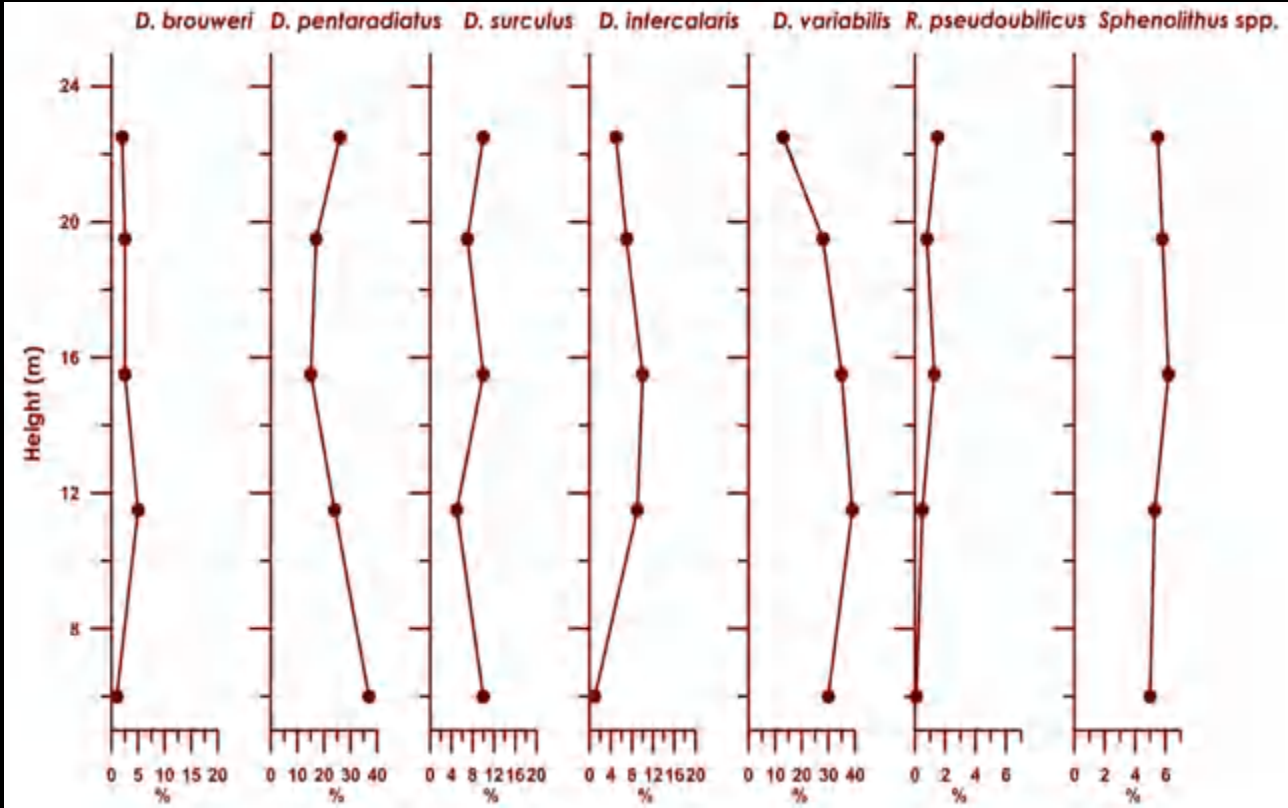
Livadi section biostratigraphy



Planktonic foraminifera are abundant throughout the section and dominated by *Sphaeroidinellopsis* spp.



The nannoflora assemblage of Livadi section is marked by the presence of *Sphenolithus* spp. and several discoasterid species along with the moderate presence of *Amaurolithus* spp. and *Reticulofenestra pseudoumbilicus*.



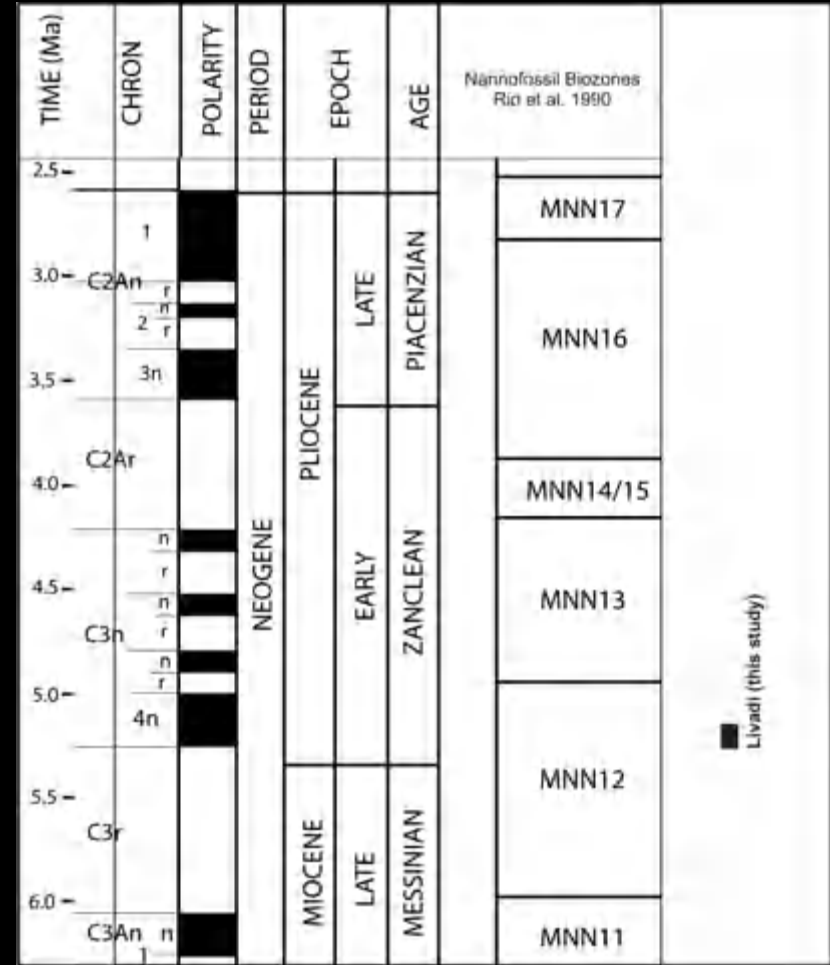
Livadi section biostratigraphy

Biostratigraphic correlation with the nannofossil biozone MNN12.

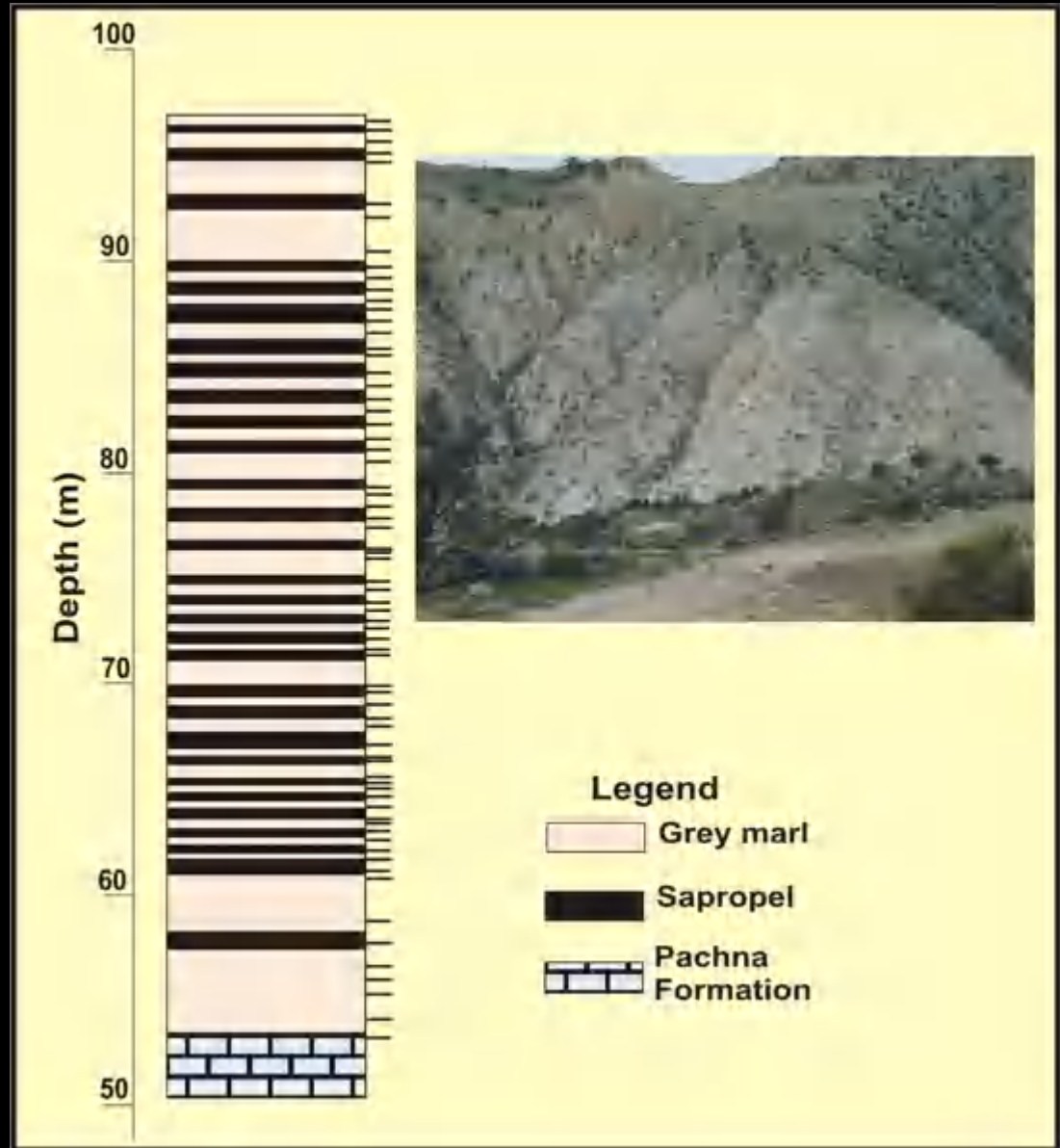
The relatively abundant specimens of planktonic foraminiferal species *Sphaeroidinellopsis* spp., is assumed to correspond to the *Sphaeroidinellopsis* acme within MPL1 biozone.

Livadi outcrops are more precisely assigned just below the *R. pseudoumbilicus* Paracme Beginning (PB).

Therefore they are of Early Zanclean age, ranging between 5.30-5.21 Ma.



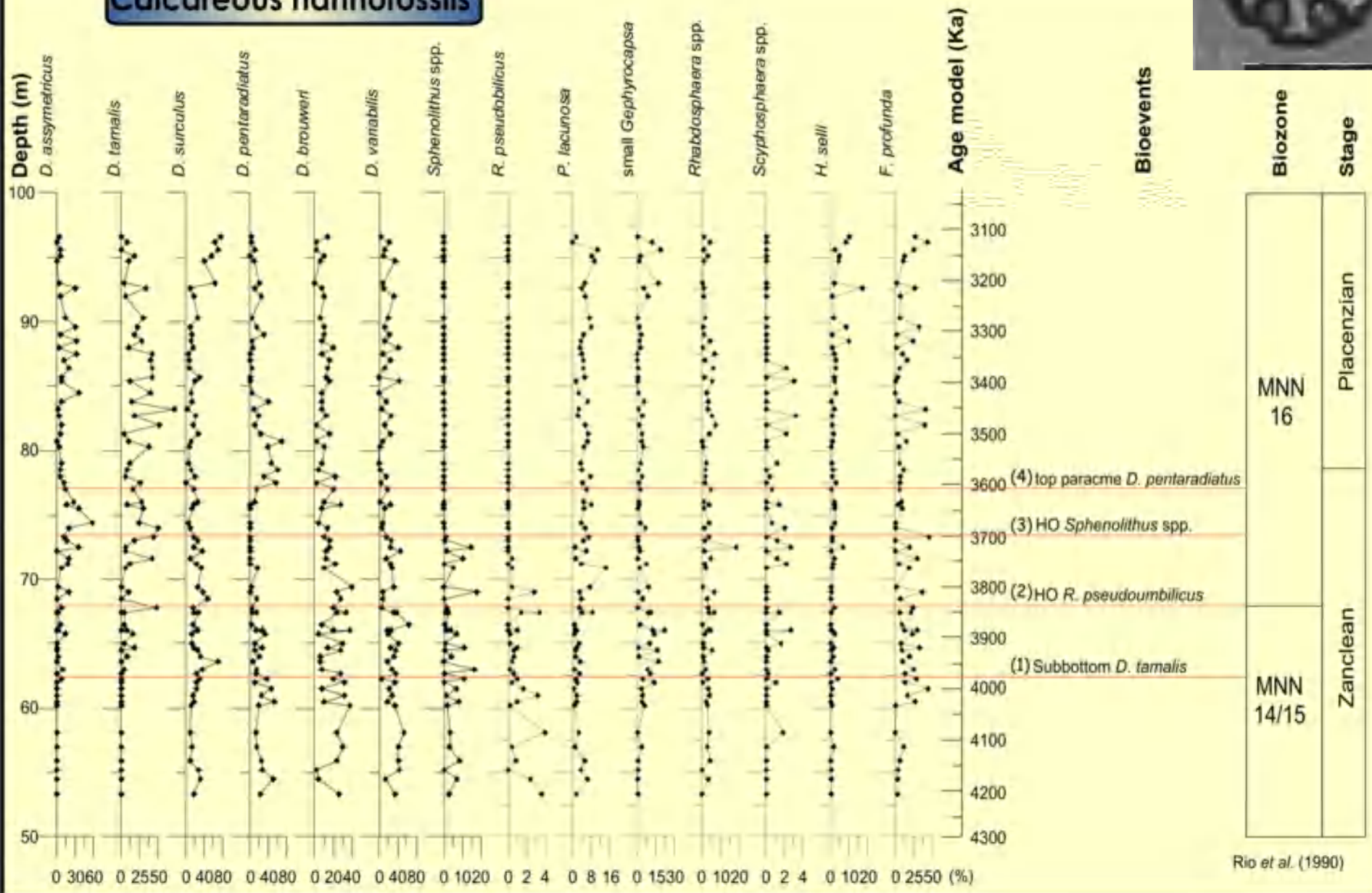
Lithology



Results calcareous nannofossils



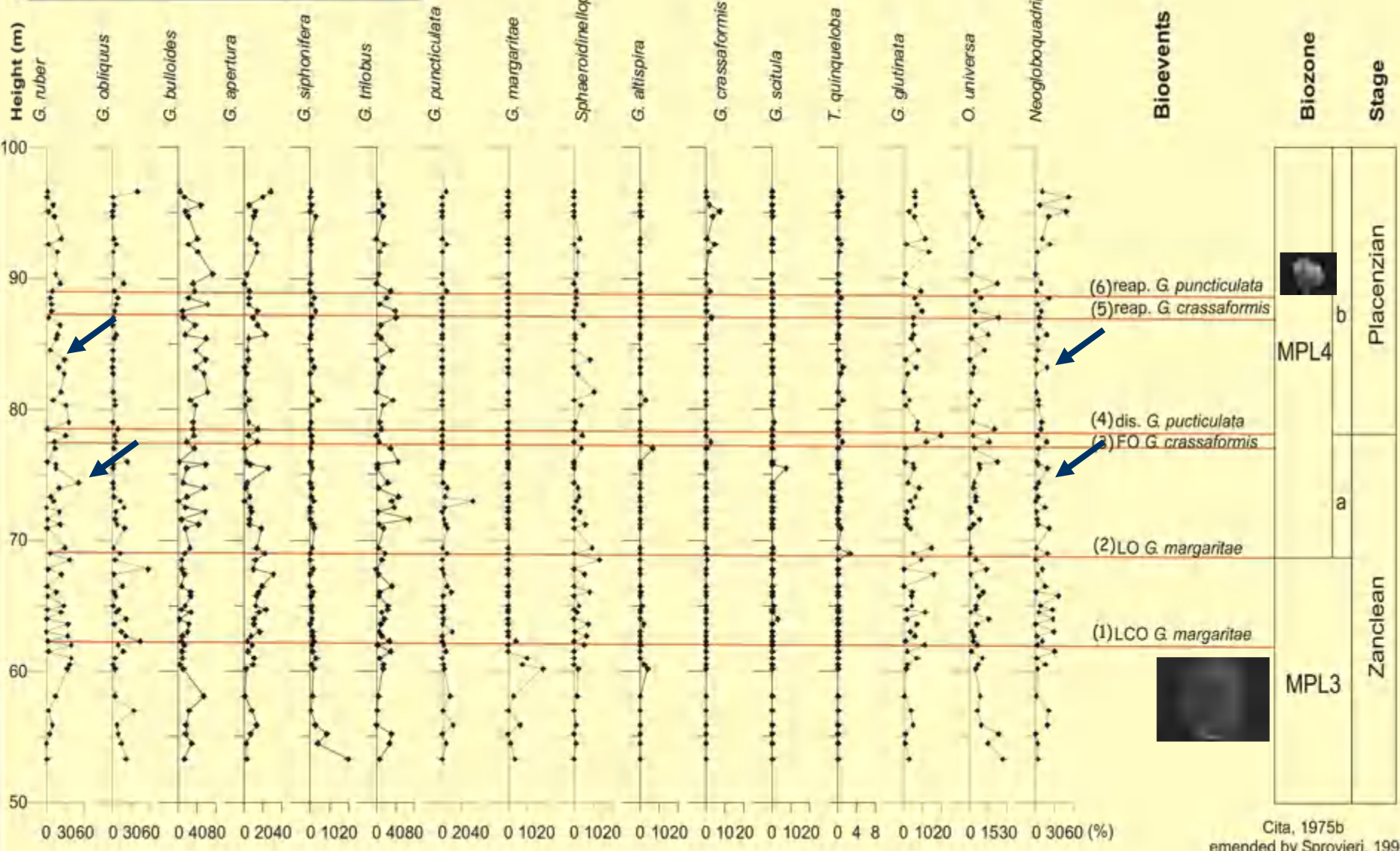
Calcareous nannofossils



Results planktonic foraminifera



Planktonic foraminifera



Cita, 1975b
emended by Sprovieri, 1992

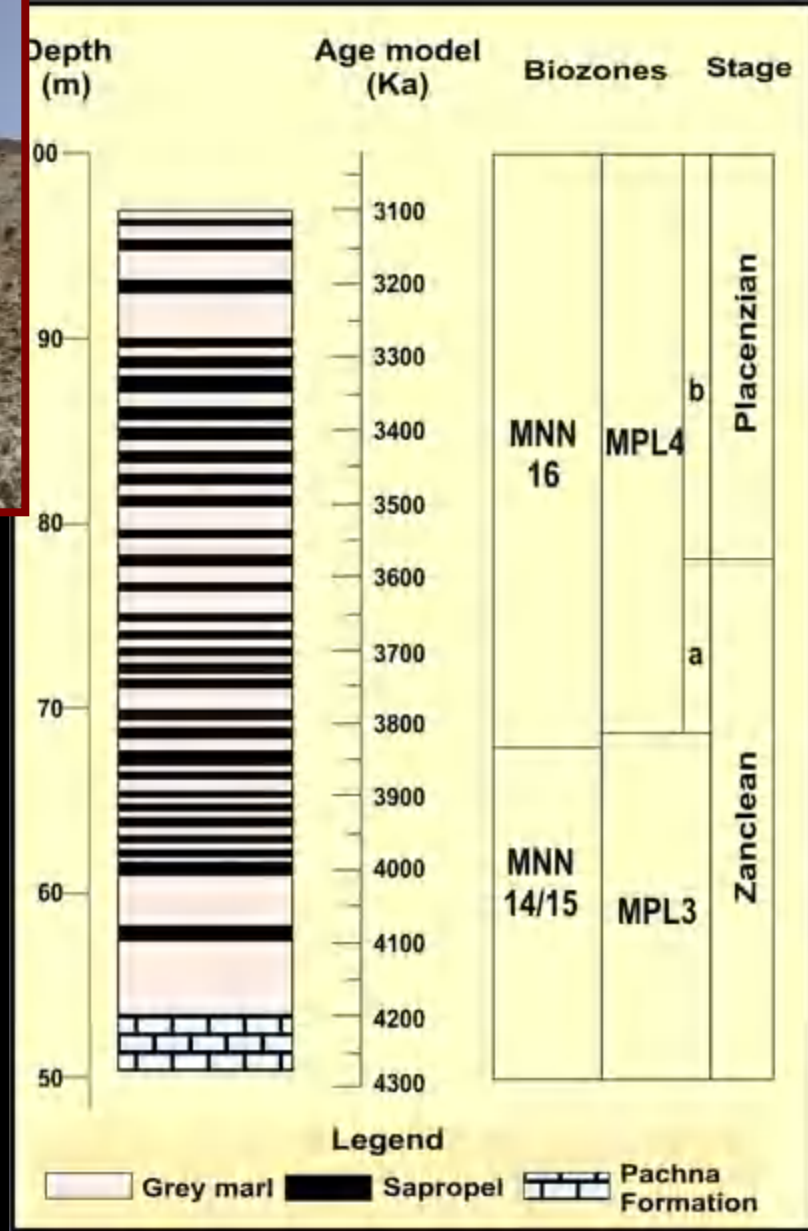
Biostratigraphy

Highest Occurrence of *R. pseudumbilicus* suggests the presence of NN14/15-NN16 nannofossil biozone boundary dated at 3.84 Ma.



Additionally the defined planktonic foraminiferal MPL3-MPL4a and MPL4a-MPL4b zone boundaries point to ages between 3.81 and 3.57 Ma, in Pissouri South section.

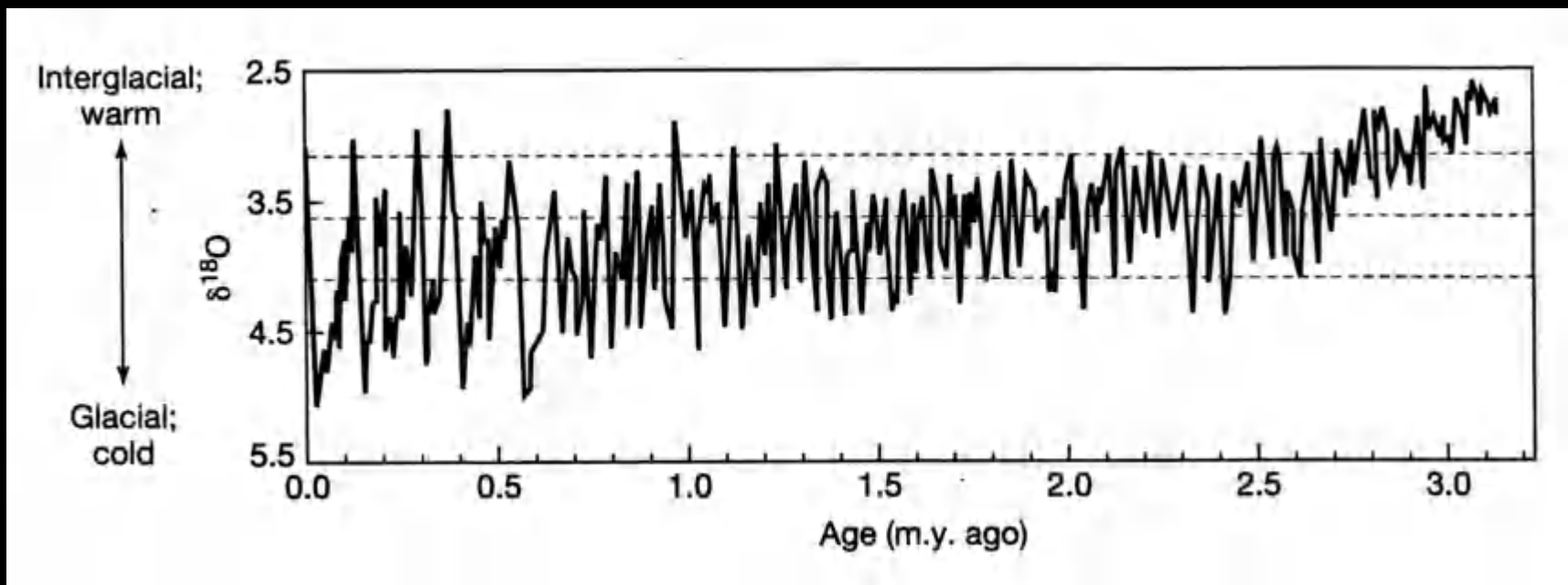
Zanclean/Piacenzian boundary (3.6 Ma) is placed at 22.5m from the base of the section, considering *Discoaster pentaradiatus* top paracme (3.61 Ma) and *Globorotalia crassaformis* first influx (3.6 Ma) bioevents.



Monte San Nicola βάση Γελάσιου GSSP

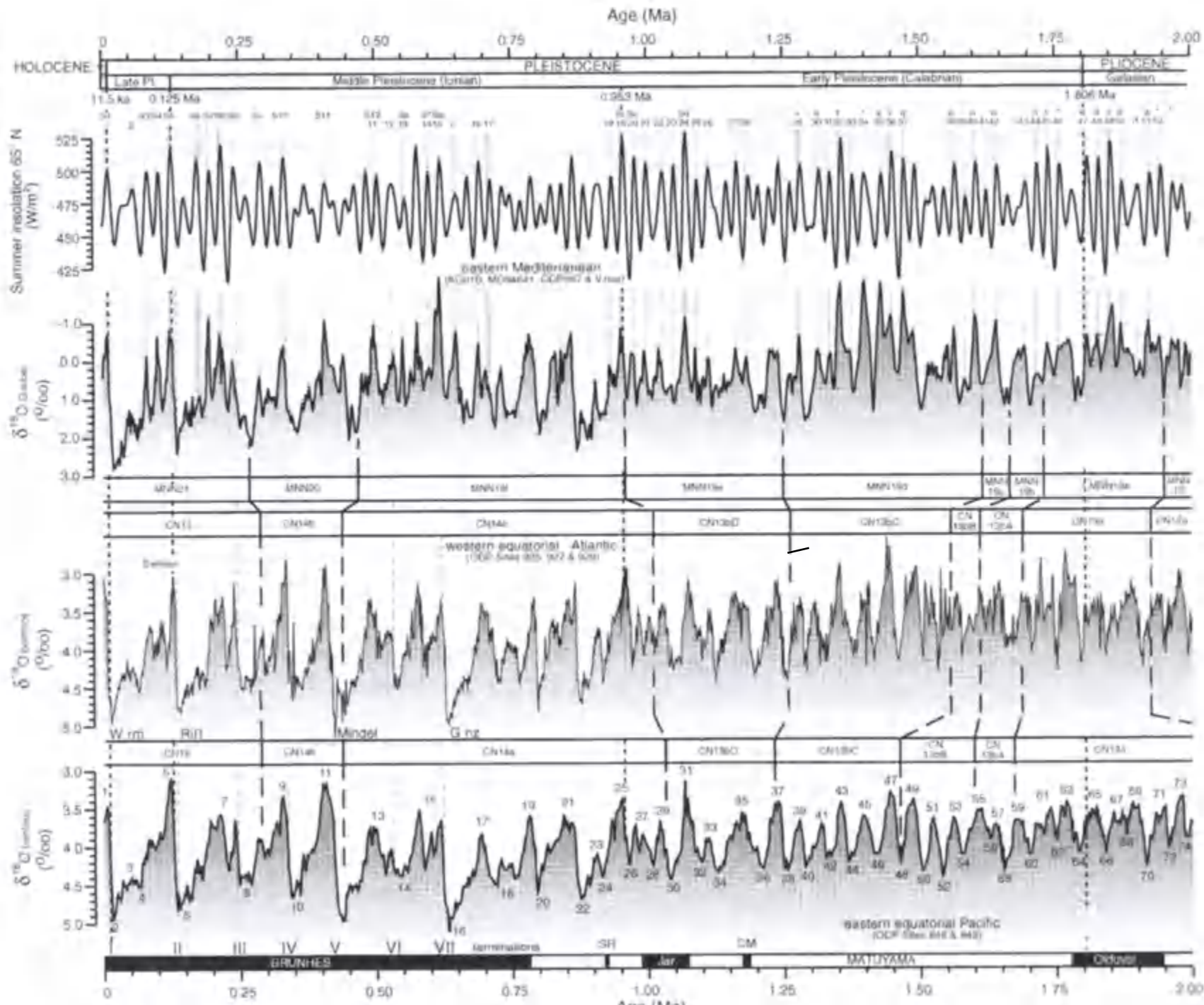


Τα ισότοπα Ο κατά τα τελευταία 3 m.y.

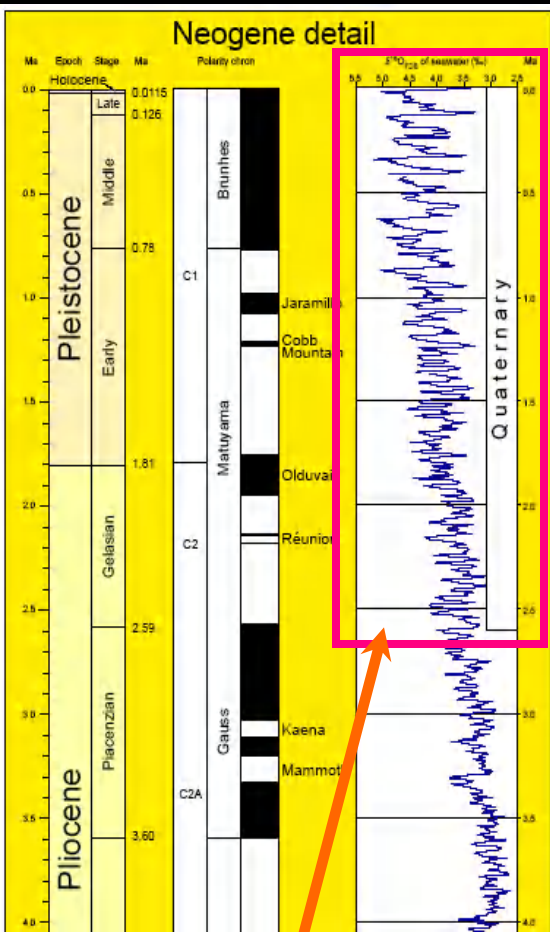


Kump et al., *The Earth System*, Fig. 14-4

- Η κλιματική ψύχρανση **επιταχύνθηκε** κατά τα τελευταία 3 m.y.
- Η κυκλικότητα άλλαξε πριν από 0.8-0.9 Ma
 - 41,000 yrs πριν
 - 100,000 yrs μετά



Κλασικό Τεταρτογενές <=> Παγετώδεις Εποχές



■ 2.6 Ma = έναρξη των κυριότερων πρόσφατων κλιματικών μεταβολών στο Βόρειο Ημισφαίριο

- ◆ παγετώδη καλύμματα μέχρι το μέσο της Αμερικανικής ηπείρου
- ◆ εντυπωσιακές αποθέσεις loess στην Κίνα
- ◆ παγετώδεις φάσεις και αντίστοιχες πανίδες στην Ευρώπη
- ◆ Μεταβολή της ωκεάνιας κυκλοφορίας
- ◆ ο άνθρωπος κατασκευάζει εργαλεία

Πλειστόκαινο = αντιπροσωπεύει ψύχρανση στο Νεογενές της Μεσογείου

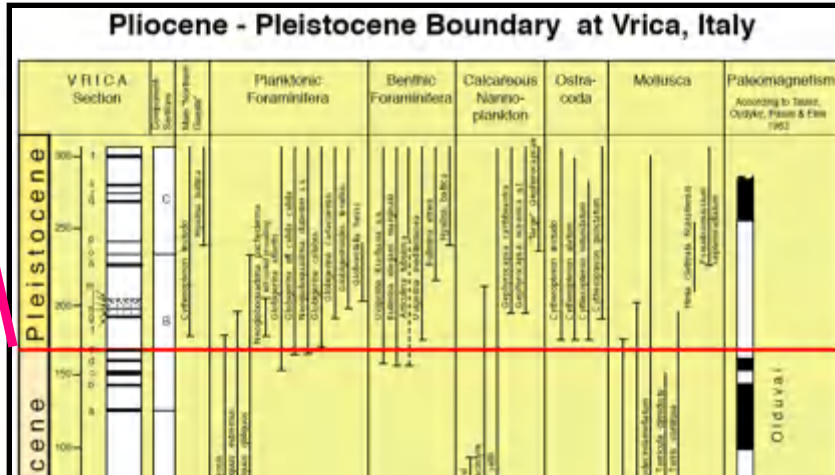


GSSP = Vrica, Italy = 1.8 Ma



- Συστάσεις της Επιτροπής που ορίστηκε για τον καθορισμό του ορίου Πλειοκαίνου / Πλειστοκαινού (1/9/1948):
- Ό καθορισμός του ορίου Πλειοκαίνου-Πλειστοκαινού (Τριτογενές-Τεταρτογενές) πρέπει να βασίζεται σε αλλαγές στην θαλάσσια πανίδα, ειδικά στις κλασικές εμφανίσεις της Ιταλίας.
- .. Για την άρση των υπαρχουσών αμφιβολιών, το κατώτερο Πλειστόκαινο πρέπει να περιλαμβάνει στη βάση του τον τυπικό θαλάσσιο σχηματισμό του Καλαβρίου και τον ισοδύναμο χερσαίο του Βιλλαφραγκίου.
- ... το όριο πρέπει να τοποθετηθεί στον ορίζοντα με τις πρώτες ενδείξεις κλιματικής ψύχρανσης, σε ακολουθίες του Νεογενούς της Ιταλίας.

eonthem	eon	erathem	era	system	period	series	epoch	stage	age	GSSP		
Phanerozoic	Cenozoic	Neogene	Neogene	Holocene	Holocene	Holocene	Holocene	Upper	0.0115	↗		
								Middle	0.126	↗		
								Lower	0.781	↗		
				Pliocene	Pliocene	Pliocene	Pliocene	Gelasian	1.806	↗		
								Piacenzian	2.588	↗		
								Zanclean	3.600	↗		
								Messinian	5.332	↗		
								Tortonian	7.246	↗		
				Miocene	Miocene	Miocene	Miocene	Serravallian	11.608	↗		
								Langhian	13.65	↗		
								Burdigalian	15.97	↗		
								Aquitanian	20.43	↗		
									23.03	↗		
										↗		
		Paleogene	Paleogene	Oligocene	Oligocene	Chattian	28.4 ± 0.1	↗				
						Rupelian	33.9 ± 0.1	↗				
				Eocene	Eocene	Eocene	Eocene	Priabonian	37.2 ± 0.1	↗		
								Bartonian	40.4 ± 0.2	↗		
								Lutetian	48.6 ± 0.2	↗		
								Ypresian	55.8 ± 0.2	↗		
								Thanetian	58.7 ± 0.2	↗		
				Paleocene	Paleocene	Paleocene	Paleocene	Selandian	61.7 ± 0.2	↗		
								Danian	65.5 ± 0.3	↗		
										↗		
		Mesozoic	Cretaceous	Cretaceous	Cretaceous	Upper	Upper	Upper	Upper	Maastrichtian	70.6 ± 0.6	↗
										Campanian	83.5 ± 0.7	↗
										Santonian	85.8 ± 0.7	↗
Coniacian	89.3 ± 1.0									↗		
Turonian	93.5 ± 0.8									↗		
Lower	Lower					Lower	Lower	Cenomanian	99.6 ± 0.9	↗		
								Albian	112.0 ± 1.0	↗		
								Aptian	125.0 ± 1.0	↗		
								Barronian	130.0 ± 1.5	↗		
								Hauterivian	136.4 ± 2.0	↗		
Valanginian	140.2 ± 3.0	↗										
Berriasian	145.5 ± 4.0	↗										

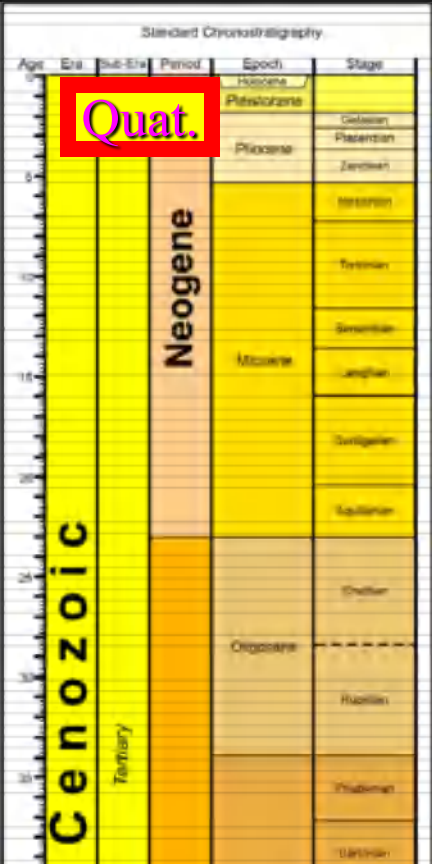


“The Pliocene/Pleistocene Boundary is between units of Series rank. ... Neither the Working Group nor the Subcommittee makes any recommendation on the status of Neogene and Quaternary, which is a separate issue.”

-- R.P. Suggate (25 May, 1984), “*Proposal for the Definition of the Pliocene/Pleistocene Boundary*” for IUGS ratification

“The subject of defining the Boundary between the Pliocene and Pleistocene was isolated from other more or less related problems, such as the pending definition of the Calabrian, and the status of the Quaternary within the chronostratigraphic scale.”

-- E. Aguirre and G. Pasini (1985, *Episodes* 8: 116), “*The Pliocene-Pleistocene Boundary*”



Ποιο είναι τελικά το πρόβλημα του Τεταρτογενούς

1. Καθορισμός (διάρκεια, βάση)

1.8, 2.6 or 2.7 Ma; GSSSP

2. Πιθανή ιεράρχηση στη διεθνή γεωλογική κλίμακα

(A) Quaternary is a "non-hierarchical unit" (but formally defined as Gelasian (2.6 Ma) to Present, and included on all graphics of international Cenozoic subdivisions)

AGE (Ma)	Era	Period	Epoch	Stage	AGE (Ma)		
0	CENOZOIC	Neogene	Holocene	Late			
0			Pleistocene	Late		Middle	
				Early		1.8	
				1.8		2.6	
0			Pliocene	L		Gelasian	2.6
				E		Piacenzian	3.6
5			Miocene	E		Zanclean	5.3
7.3				Messinian			

(B) Quaternary is a sub-Period (proposed by Brad Pillans, INQUA)

CENOZOIC							
AGE (Ma)	Period	Epoch	Stage	AGE (Ma)			
0	CENOZOIC	Neogene	Holocene	Late			
0			Quaternary	Pleistocene		Late	Middle
						Early	1.8
						1.8	2.6
0			Pliocene	L		Gelasian	2.6
				E		Piacenzian	3.6
5			Miocene	E		Zanclean	5.3
7.3				Messinian			

(C) Quaternary is a Period (offset from base-Pleistocene Epoch)

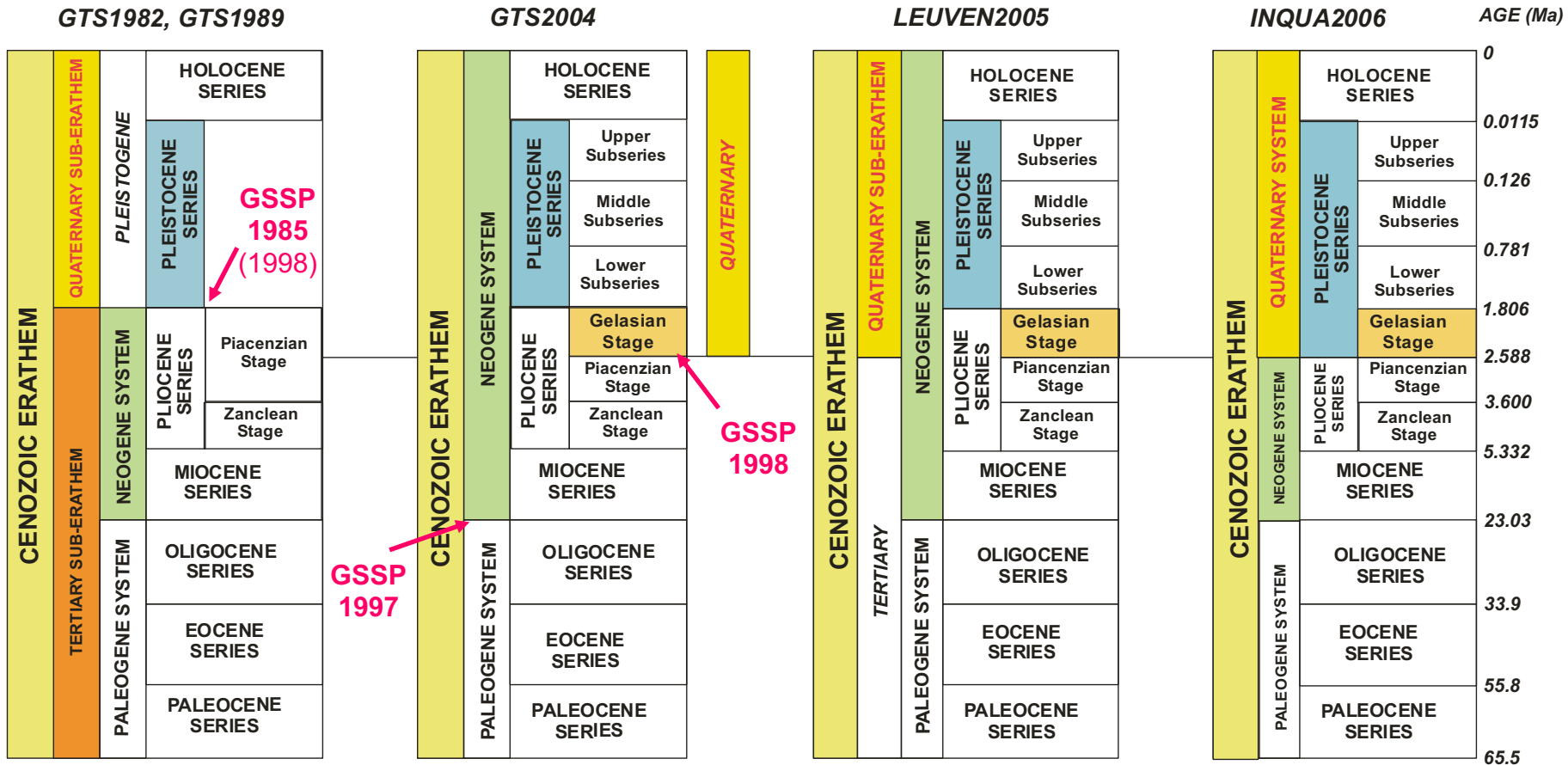
CENOZOIC							
AGE (Ma)	Period	Epoch	Stage	AGE (Ma)			
0	CENOZOIC	Neogene	Holocene	Late			
0			Quaternary	Pleistocene		Late	Middle
						Early	1.8
						1.8	2.6
0			Pliocene	L		Gelasian	2.6
				E		Piacenzian	3.6
5			Miocene	E		Zanclean	5.3
7.3				Messinian			

(D) Quaternary is a Sub-Era (proposed by INQUA Exec. and Aubry et al.)

CENOZOIC							
AGE (Ma)	Sub-Era	Period	Epoch	Stage	AGE (Ma)		
0	CENOZOIC	Neogene	Holocene	Late			
0			Quaternary	Pleistocene		Late	Middle
						Early	1.8
						1.8	2.6
0			Pliocene	L		Gelasian	2.6
				E		Piacenzian	3.6
5			Miocene	E		Zanclean	5.3
7.3				Messinian			

ΧΡΟΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΥ

Η Ιστορία





INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC CHART

International Commission on Stratigraphy



Epoch	Eon	Era	System	Series	Stage	Age	GSSP		
Phanerozoic	Eon	Era	System	Quaternary*	Holocene				
					Pleistocene	Upper	0.0118		
						Middle	0.126		
						Lower	0.781		
					Pliocene	Gelasian	1.806		
						Piacenzian	2.588		
				Zanclean		3.600			
				Neogene	Messinian	7.246			
						Tortonian	7.246		
					Miocene	Serravalian	11.808		
						Langhian	13.65		
						Burdigalian	15.97		
					Aquitanian	20.43			
					Paleogene	Oligocene	Chattian	28.4 ± 0.1	
							Rupelian	33.9 ± 0.1	
							Priabonian	37.2 ± 0.1	
						Eocene	Barfollan	40.4 ± 0.2	
				Lutetian			48.6 ± 0.2		
				Ypresian			55.8 ± 0.2		
				Paleocene		Thanetian	58.7 ± 0.2		
						Selandian	61.7 ± 0.2		
Danian	65.5 ± 0.3								
Maastichtian	70.6 ± 0.6								
Campanian	83.5 ± 0.7								
Santonian	85.8 ± 0.7								
Cretaceous	Upper	Coniacian	89.3 ± 1.0						
		Turonian	93.5 ± 0.8						
		Cenomanian	99.6 ± 0.9						
		Albian	112.0 ± 1.0						
		Aptian	125.0 ± 1.0						
	Lower	Benuefian	130.0 ± 1.5						
		Hauterivian	136.4 ± 2.0						
		Valanginian	140.2 ± 3.0						
		Berriasian	145.5 ± 4.0						

Epoch	Eon	Era	System	Series	Stage	Age	GSSP	
Phanerozoic	Eon	Era	System	Jurassic	Tithonian	145.5 ± 4.0		
					Upper	Kimmeridgian	150.8 ± 4.0	
						Oxfordian	155.7 ± 4.0	
						Callovian	161.2 ± 4.0	
					Middle	Bathonian	164.7 ± 4.0	
						Bajocian	167.7 ± 3.5	
				Aalenian		171.6 ± 3.0		
				Toarcian		175.6 ± 2.0		
				Phoenician		183.0 ± 1.5		
				Sinemurian		189.6 ± 1.5		
				Lower	Hettangian	196.5 ± 1.0		
					Rhaetian	199.6 ± 0.6		
					Nonian	203.6 ± 1.5		
					Carnian	216.5 ± 2.0		
					Ladinian	228.0 ± 2.0		
					Anisian	237.0 ± 2.0		
				Triassic	Upper	Densian	245.0 ± 1.5	
						Induan	249.7 ± 0.7	
						Changhsingian	251.0 ± 0.4	
				Permian	Lopingian	Wuchiapingian	253.8 ± 0.7	
						Guadalupian	260.4 ± 0.7	
Wardian	265.8 ± 0.7							
Lower	Roadian	268.0 ± 0.7						
	Artinskian	270.6 ± 0.7						
	Asselian	275.6 ± 0.7						
Carboniferous	Pennsylvanian	Upper	Stephanian	284.4 ± 0.7				
			Sakreburiian	294.6 ± 0.8				
		Lower	Asselian	299.0 ± 0.8				
			Gzhelian	303.9 ± 0.9				
			Kasimovian	306.5 ± 1.0				
	Mississippian	Middle	Moscowian	311.7 ± 1.1				
			Bashkirian	318.1 ± 1.3				
		Lower	Serpukhovian	326.4 ± 1.6				
			Visean	345.3 ± 2.1				
			Tournaisian	359.2 ± 2.5				

Epoch	Eon	Era	System	Series	Stage	Age	GSSP	
Phanerozoic	Eon	Era	System	Devonian	Famennian	359.2 ± 2.5		
					Upper	Frasnian	374.5 ± 2.6	
						Givetian	385.3 ± 2.6	
						Eifelian	391.6 ± 2.7	
					Middle	Emsian	397.5 ± 2.7	
						Pragian	407.0 ± 2.8	
				Lochkovian		411.2 ± 2.8		
				Pridoli		416.0 ± 2.8		
				Ludlow		418.7 ± 2.7		
				Goretian		421.3 ± 2.6		
				Silurian	Wenlock	Homerian	422.9 ± 2.5	
						Sherwoodian	426.2 ± 2.4	
					Llandovery	Telychian	428.2 ± 2.3	
						Aeronian	436.0 ± 1.9	
					Upper	Rhuddanian	439.0 ± 1.8	
						Hirnantian	443.7 ± 1.5	
				Ordovician	Lower	Stage 6	445.6 ± 1.5	
						Stage 5	455.8 ± 1.6	
						Stage 4	460.9 ± 1.6	
					Middle	Stage 3	468.1 ± 1.6	
						Stage 2	471.8 ± 1.6	
Tremadocian	478.6 ± 1.7							
Cambrian	Furongian	Stage 10	488.3 ± 1.7					
		Stage 9	- 492.0 *					
		Paibian	- 496.0 *					
	Series 3	Stage 7	501.0 ± 2.0					
		Stage 6	- 503.0 *					
		Stage 5	- 508.5 *					
Series 2	Stage 4	- 510.0 *						
	Stage 3	- 517.0 *						
	Stage 2	- 521.0 *						
Series 1	Stage 1	- 534.6 *						
	Stage 1	542.0 ± 1.0						

This chart was drafted by Gabi Ogg. Intra Cambrian unit ages with * are informal, and awaiting ratified definitions.

Copyright © 2006 International Commission on Stratigraphy

Epoch	Eon	Era	System	Series	Age	GSSP		
Precambrian	Eon	Era	System	Proterozoic	Ediacaran	542		
					Neo-proterozoic	Cryogenian	~630	
						Tonian	850	
				Meso-proterozoic	Stenian	1000		
					Ectasian	1200		
					Calymenian	1400		
					Statherian	1600		
				Paleo-proterozoic	Chroonian	1800		
					Rhyacian	2050		
					Siderian	2300		
				Archean	Neoproterozoic	Siderian	2500	
						Mesoarchean	2800	
						Paleoarchean	3200	
				Hadaean	Archean	Lower limit is not defined	3600	

Subdivisions of the global geologic record are formally defined by their lower boundary. Each unit of the Phanerozoic (~542 Ma to Present) and the base of the Ediacaran are defined by a basal Global Standard Section and Point (GSSP), whereas Precambrian units are formally subdivided by absolute age (Global Standard Stratigraphic Age, GSSA). Details of each GSSP are posted on the ICS website (www.stratigraphy.org).

International chronostratigraphic units, rank names and formal status are approved by the International Commission on Stratigraphy (ICS) and ratified by the International Union of Geological Sciences (IUGS).

Numerical ages of the unit boundaries in the Phanerozoic are subject to revision. Some stages within the Ordovician and Cambrian will be formally named upon international agreement on their GSSP limits. Most sub-Series boundaries (e.g., Middle and Upper Aptian) are not formally defined.

Colors are according to the Commission for the Geological Map of the World (www.cgmw.org).

The listed numerical ages are from 'A Geologic Time Scale 2004', by F.M. Gradstein, J.G. Ogg, A.G. Smith, et al. (2004, Cambridge University Press).

* proposed by ICS

ΧΡΟΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΥ

Η Ιστορία

a) Harland *et al.* (1982, 1990)

ERA	SUB-ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Quaternary	(Pleistogene)	Holocene
			Pleistocene
	Tertiary	Neogene	Pliocene
			Miocene
			Oligocene
	Paleogene		Eocene
Paleocene			

b) Palmer (1983)
Salvador (1994)

ERA	PERIOD & SUBPERIOD	EPOCH	
Cenozoic	Quaternary	Holocene	
		Pleistocene	
	Tertiary	Neogene	Pliocene
			Miocene
			Oligocene
	Paleogene		Eocene
Paleocene			

c) Cowie & Bassett (1989), Remane (2000)

ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Quaternary	Holocene
		Pleistocene
	Neogene	Pliocene
		Miocene
		Oligocene
	Paleogene	
Paleocene		

d) Gradstein *et al.* (2004)

ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Neogene	Holocene
		Pleistocene
	Neogene	Pliocene
		Miocene
		Oligocene
	Paleogene	
Paleocene		

1.8 Ma base 'Calabrian' Stage
(Vrica GSSP)

e) Aubry *et al.* (2005)

ERA	SUB-ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Quaternary	Neogene	Holocene
			Pleistocene
	Tertiary	Neogene	Pliocene
			Miocene
			Oligocene
	Paleogene		Eocene
Paleocene			

f) Ogg & Pillans (2008)

ERA	SUB-ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Quaternary	Neogene	Holocene
			Pleistocene
	Tertiary (informal)	Neogene	Pliocene
			Miocene
			Oligocene
	Paleogene		Eocene
Paleocene			

g) Head *et al.* (2008a,b)
Walker & Geissman (2009)

ERA	PERIOD & SUBPERIOD	EPOCH	
Cenozoic	Quaternary	Holocene	
		Pleistocene	
	Tertiary	Neogene	Pliocene
			Miocene
			Oligocene
	Paleogene		Eocene
Paleocene			

h) Current IUGS ratified (2009)

ERA	PERIOD	EPOCH
Cenozoic	Quaternary	Holocene
		Pleistocene
	Neogene	Pliocene
		Miocene
		Oligocene
	Paleogene	
Paleocene		

2.6 Ma base 'Cenozoic' Stage
(Monte San Nicola GSSP)

1.8 Ma base 'Calabrian' Stage
(Vrica GSSP)

ΧΡΟΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΥ

Η Ιστορία

Current IUGS ratified (2009)

Era	Period	Epoch & Subepoch	Age	Age (Ma)	GSSP	
Cenozoic	Quaternary	Holocene				
		Pleistocene	'L'	'Tarantian'	0.012	▲ Vrica, Calabria, Italy
			'M'	'Ionian'	0.126	
			'E'	'Calabrian'	0.781	
				Gelasian	1.808	
	Neogene	Pliocene	Piacenzian	2.588	▲	
			Zanclean	3.600	▲	
		Miocene	Messinian	5.332	▲	
			Tortonian	7.246	▲	
			Serravalian	11.608	▲	
			Langhian	13.65		
			Burdigalian	15.97		
				20.43		
				23.03	▲	
		Paleogene	Oligocene	Chatian	28.4	
				Rupelian	33.9	▲
			Eocene	Priabonian	37.2	
				Bartonian	40.4	
	Lutetian			48.6		
	Ypresian			55.8	▲	
	Paleocene		Thanetian	58.7		
			Selandian	61.7		
			Danian	65.5	▲	
						▲ El Kef, Tunisia

▲ Monte San Nicola, Sicily, Italy

ΧΡΟΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΑΝΩΤ. ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΥ

Το Ολόκαινο

	Series / Epoch	Stage / Age	GSSP	numerical age (Ma)
Primary	Holocene	Meghalayan	⚡	present
		Northgrippian		0.0042
		Greenlandian		0.00833
		<i>Upper</i>		0.0117
		<i>Middle</i>		0.126
				0.781
		Calabrian	⚡	1.80
		Gelasian	⚡	2.58
		Piacenzian	⚡	3.600
		Zanclean	⚡	



Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years v. 2022a

