

KONODONTI – priče velikih izumrtij v Zemljini zgodovini

Tea Kolar-Jurkovšek
Bogdan Jurkovšek

Prirodoslovni muzej, 16. januar 2020













ŽIVI IN ODMRLI ORGANIZMI NA MORSKEM DNU

LIVING AND DEAD ORGANISMS ON THE SEA FLOOR

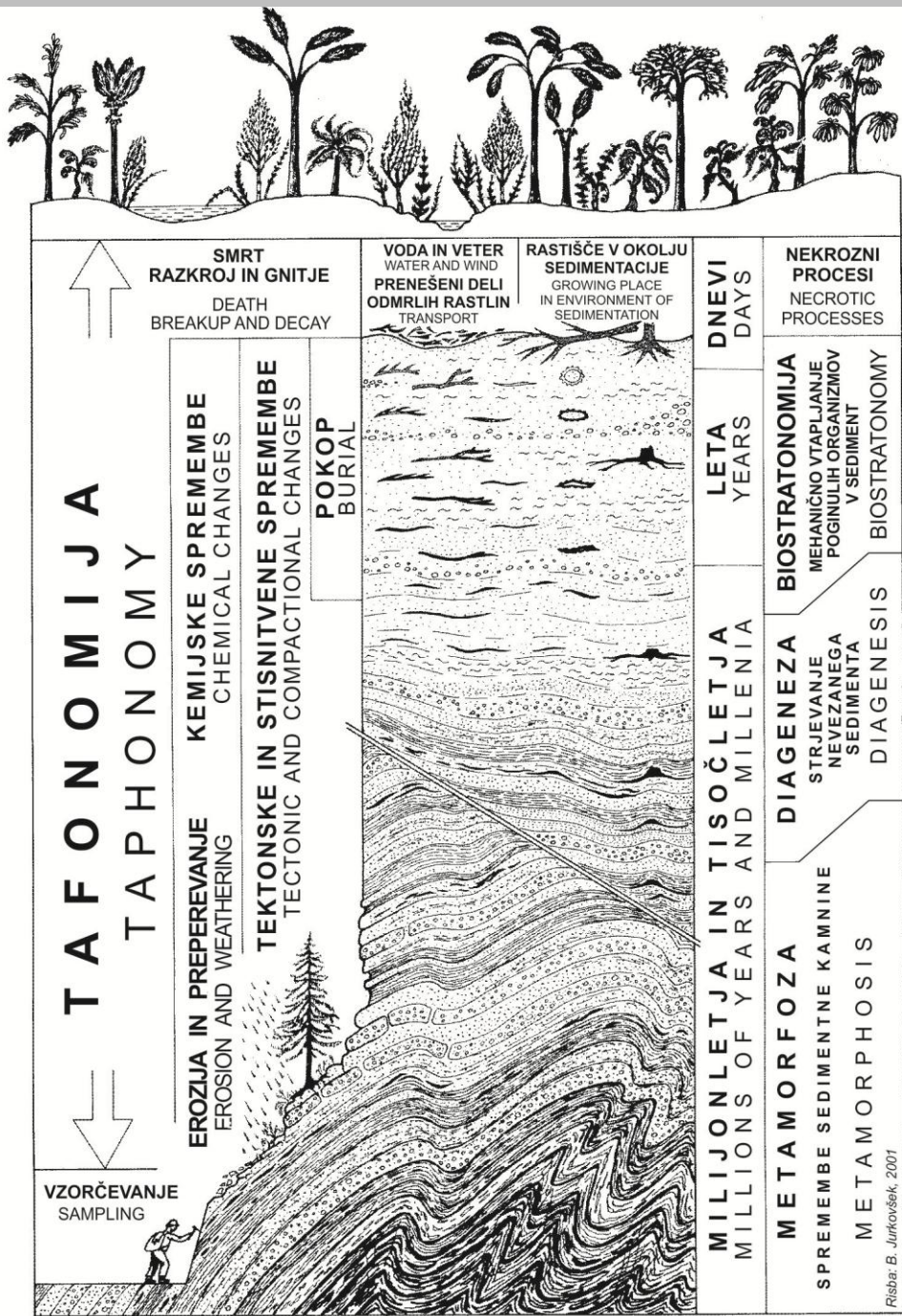
SKELETNI DELI POGINULIH MEHKUŽCEV SO POKOPANI V USEDLINO

SKELETAL PARTS OF DEAD MOLLUSKS BURIED IN SEDIMENT

USEDLINA SE POSTOPOMA SPREMINJA V KAMNINO, SKELETNI DELI MEHKUŽCEV SE PETRIFICIRAJO

SEDIMENT IS TRANSFORMING INTO ROCK, SKELETAL PARTS OF MOLLUSKS ARE PETRIFIED

FOSILI V KAMNINI
FOSSILS IN ROCK



TAFONOMIJA
TAPHONOMY

SMRT RAZKROJ IN GNITJE
DEATH
BREAKUP AND DECAY

VODA IN VETER
WATER AND WIND
PRENEŠENI DELI
ODMRLIH RASTLIN
TRANSPORT

RASTIŠČE V OKOLJU
SEDIMENTACIJE
GROWING PLACE
IN ENVIRONMENT OF
SEDIMENTATION

DNEVI
DAYS

NEKROZNI PROCESI
NECROTIC
PROCESSES

KEMIJSKE SPREMEMBE
CHEMICAL CHANGES

TEKTONSKE IN STISNITVENE SPREMEMBE
TECTONIC AND COMPACTIONAL CHANGES

POKOP
BURIAL

LETA
YEARS

BIOSTRATONOMIJA
MEHANIČNO VTPALJANJE
POGINULIH ORGANIZMOV
V SEDIMENT
BIOSTRATONOMY

MILIJONLETJA IN TISOČLETJA
MILLIONS OF YEARS AND MILLENNIA

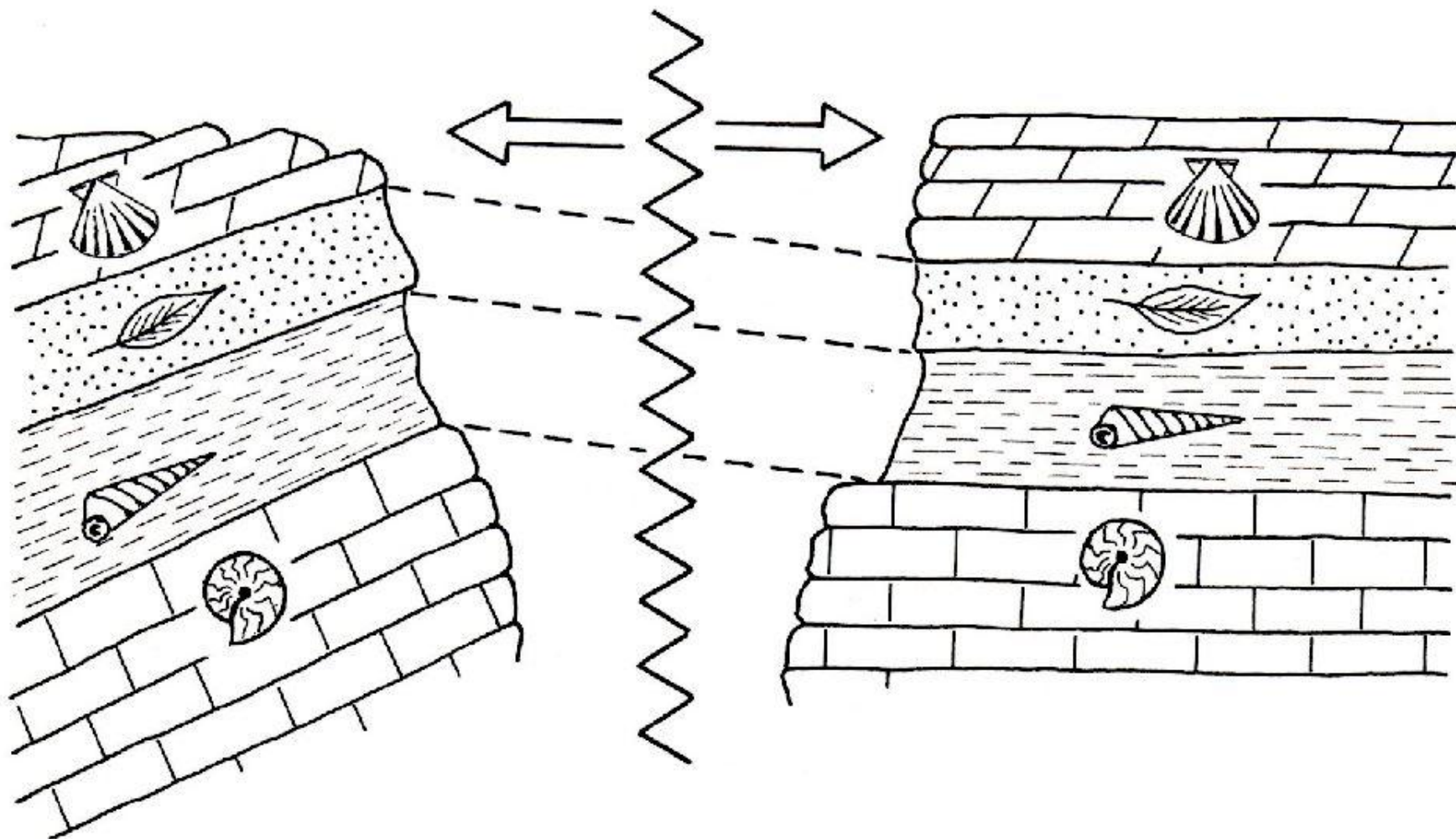
DIAGENEZA
STRUJEVANJE
NEVEZANEGA
SEDIMENTA
DIAGENESIS

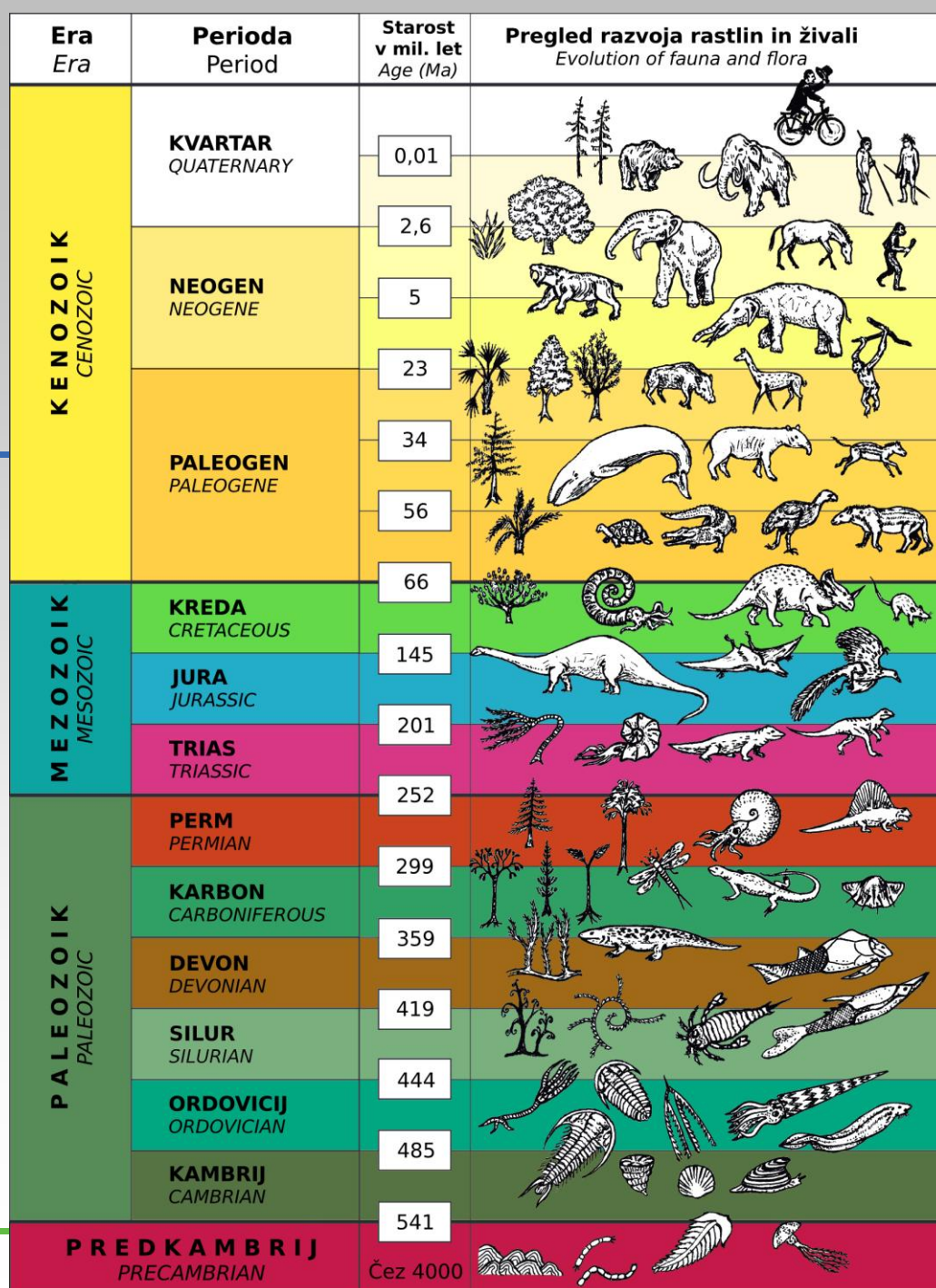
ERODIJA IN PREPEREVANJE
EROSION AND WEATHERING

VZORČEVANJE
SAMPLING

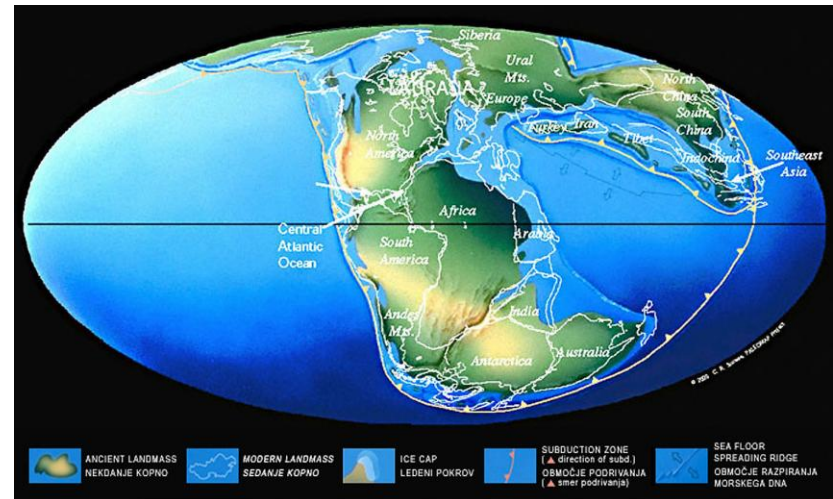
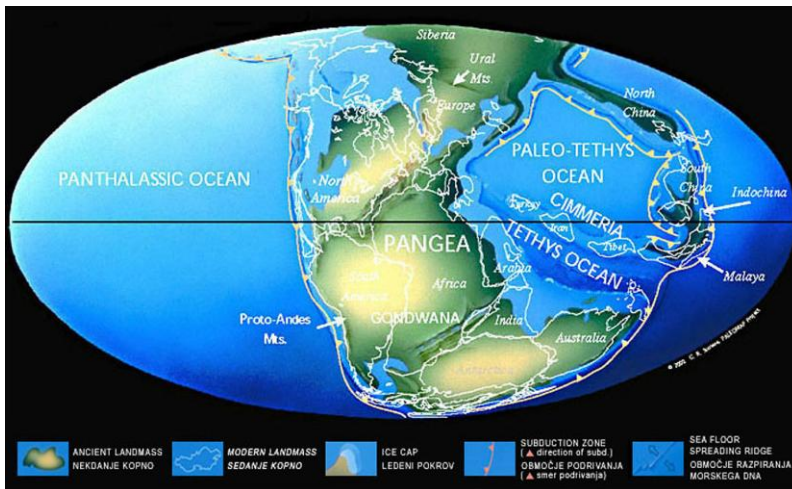
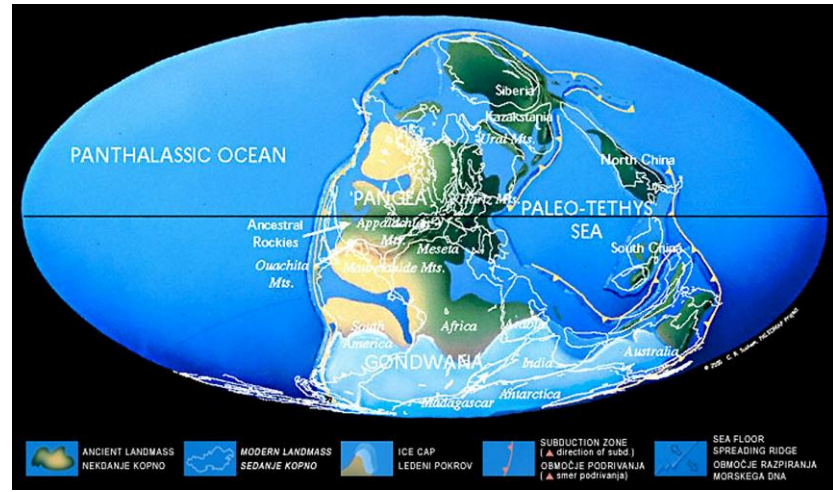
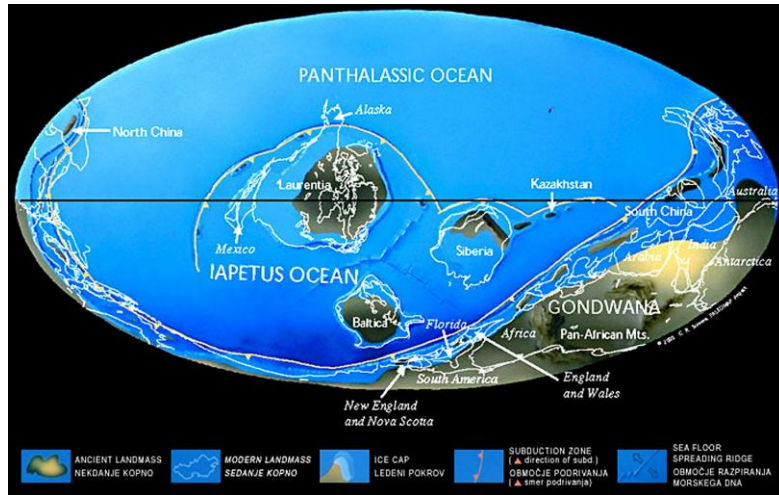
METAMORFOZA
SPREMEMBE SEDIMENTNE KAMNINE
METAMORPHOSIS

Razdalja več kilometrov
Distance of several kilometres





Paleokarte sveta v kambriju (500 mil. let), poznem karbonu (310 mil. let), starejšem triasu (253 mil. let) in zgodnji juri (190 mil. let)



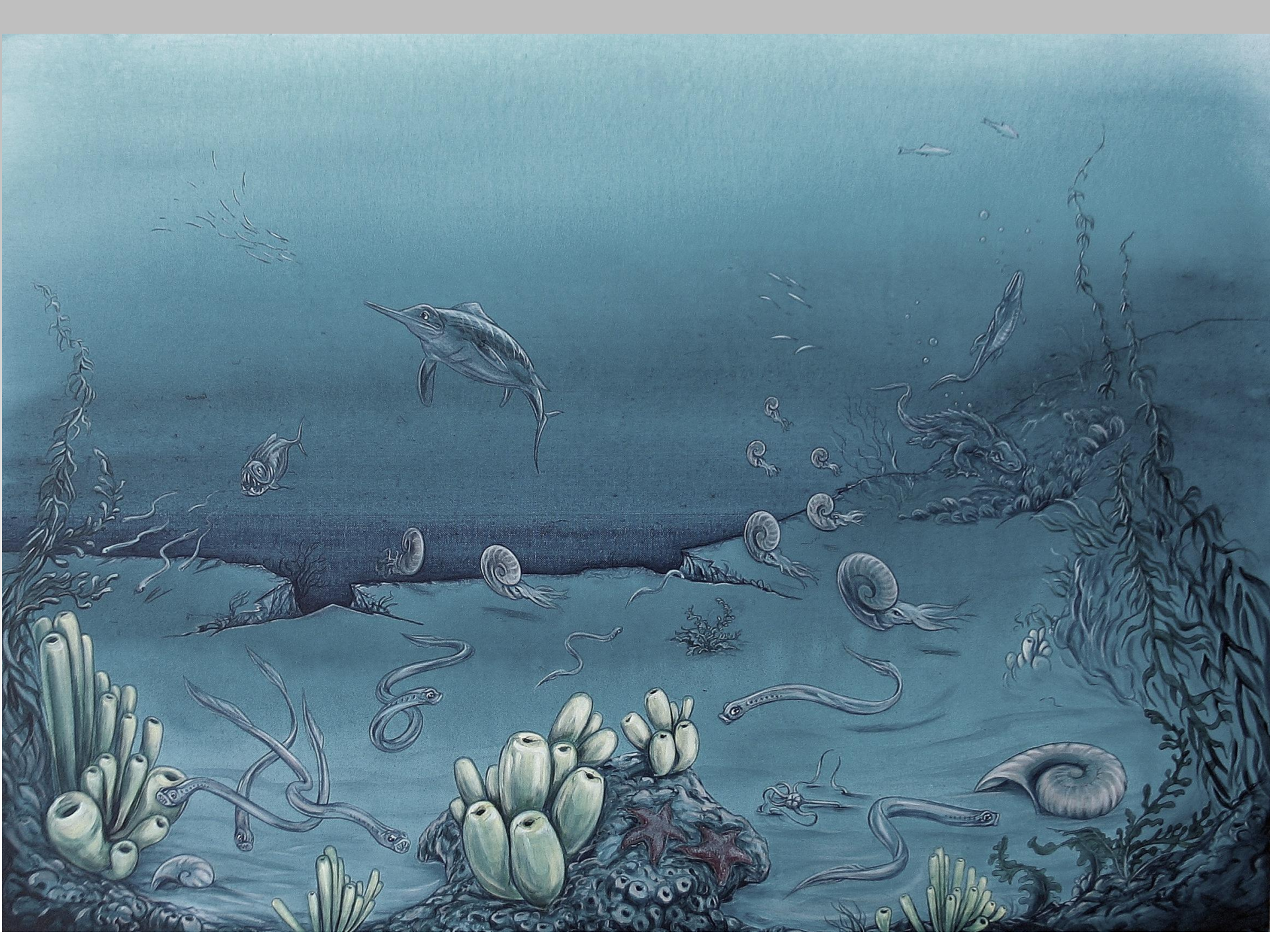




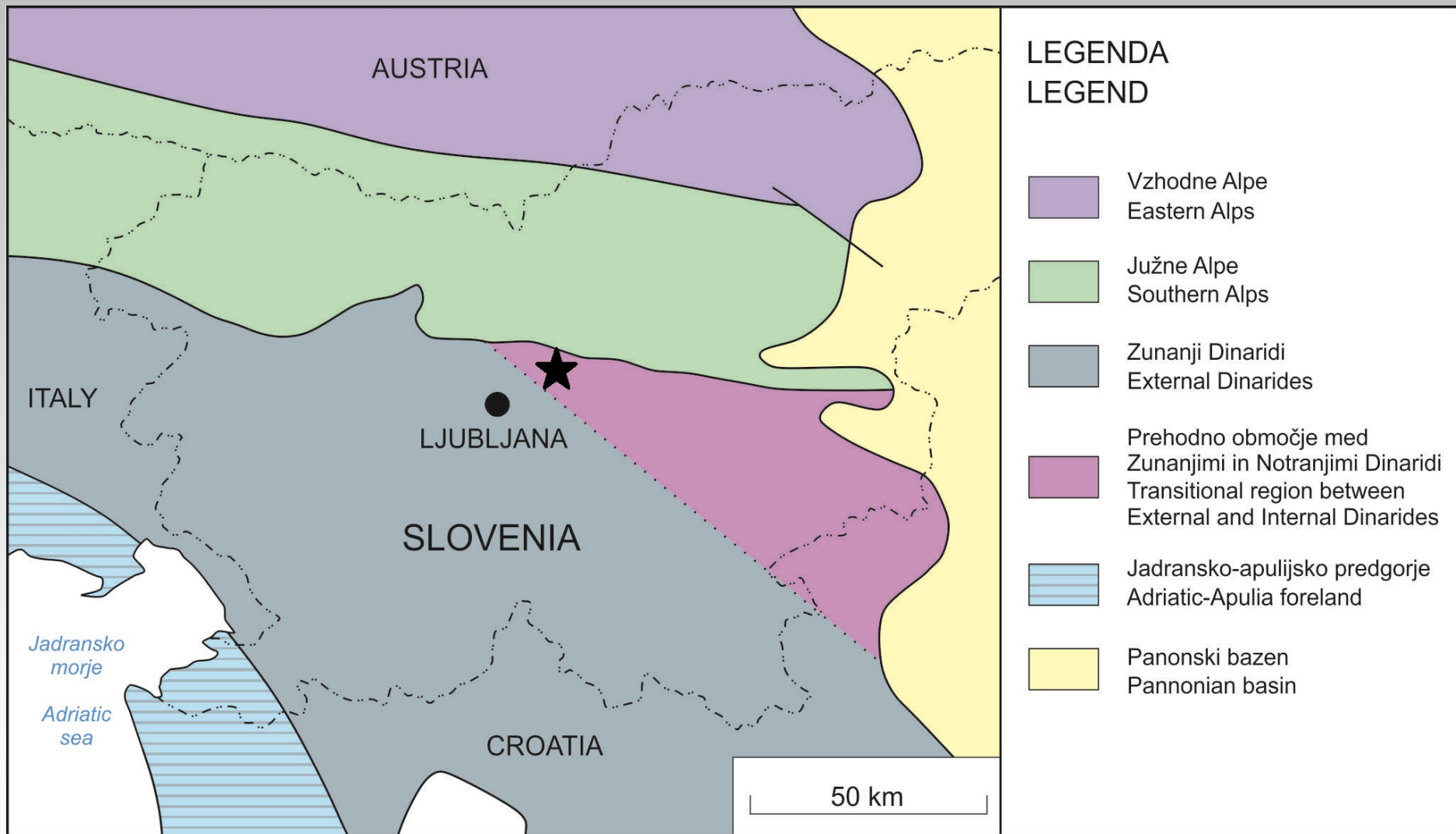


BJ 2322



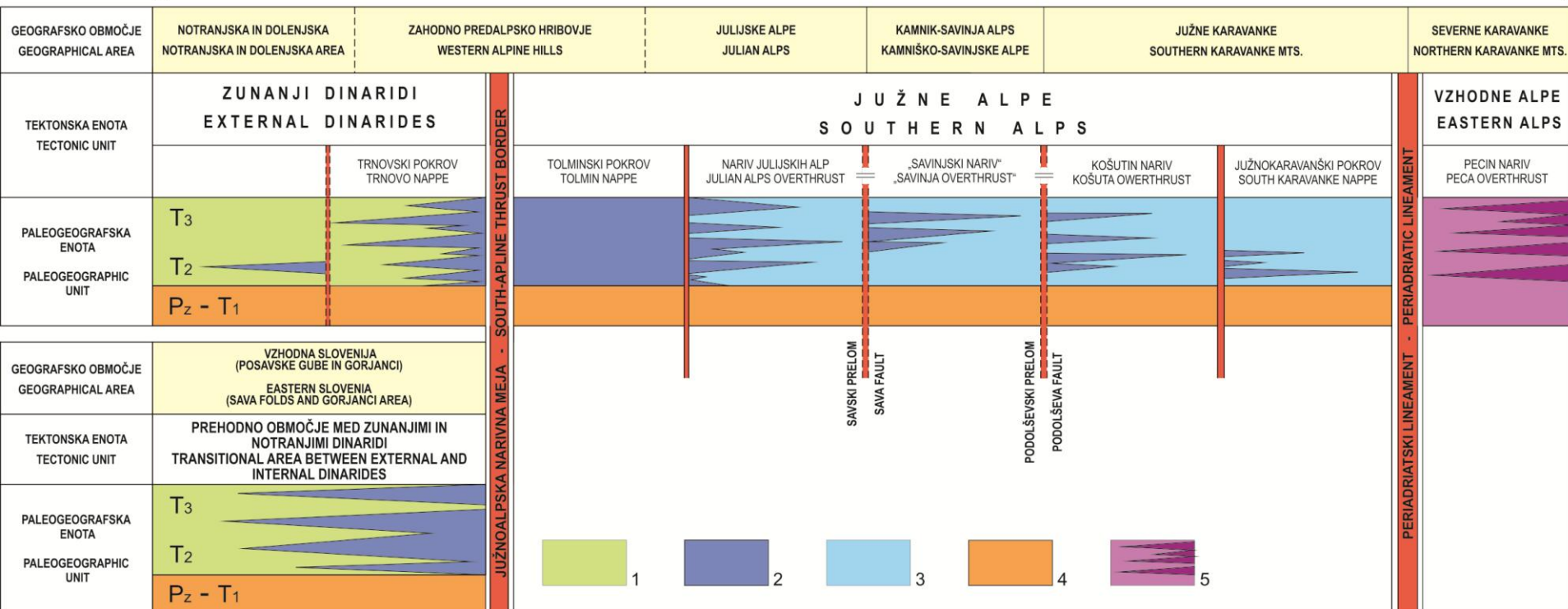


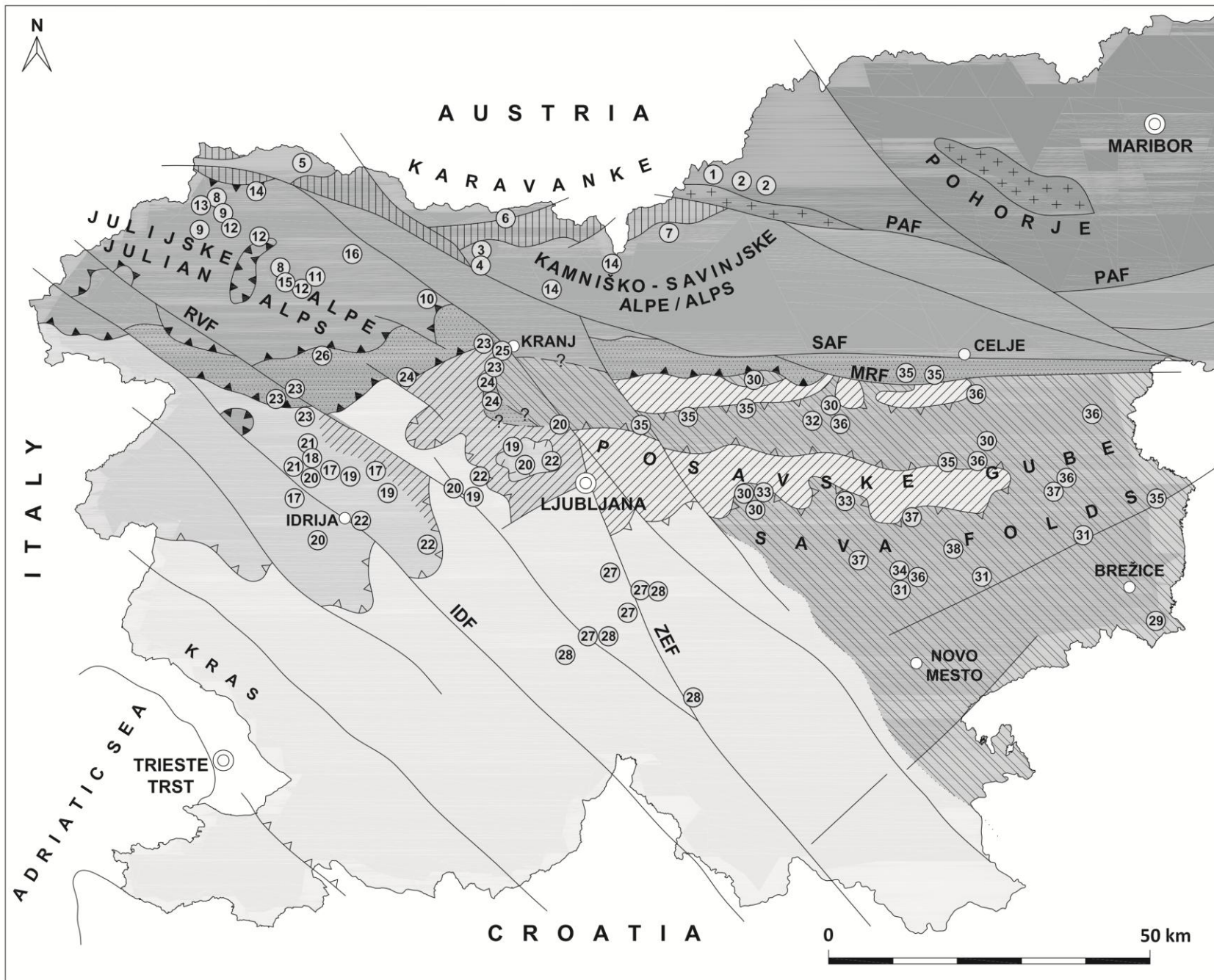




S

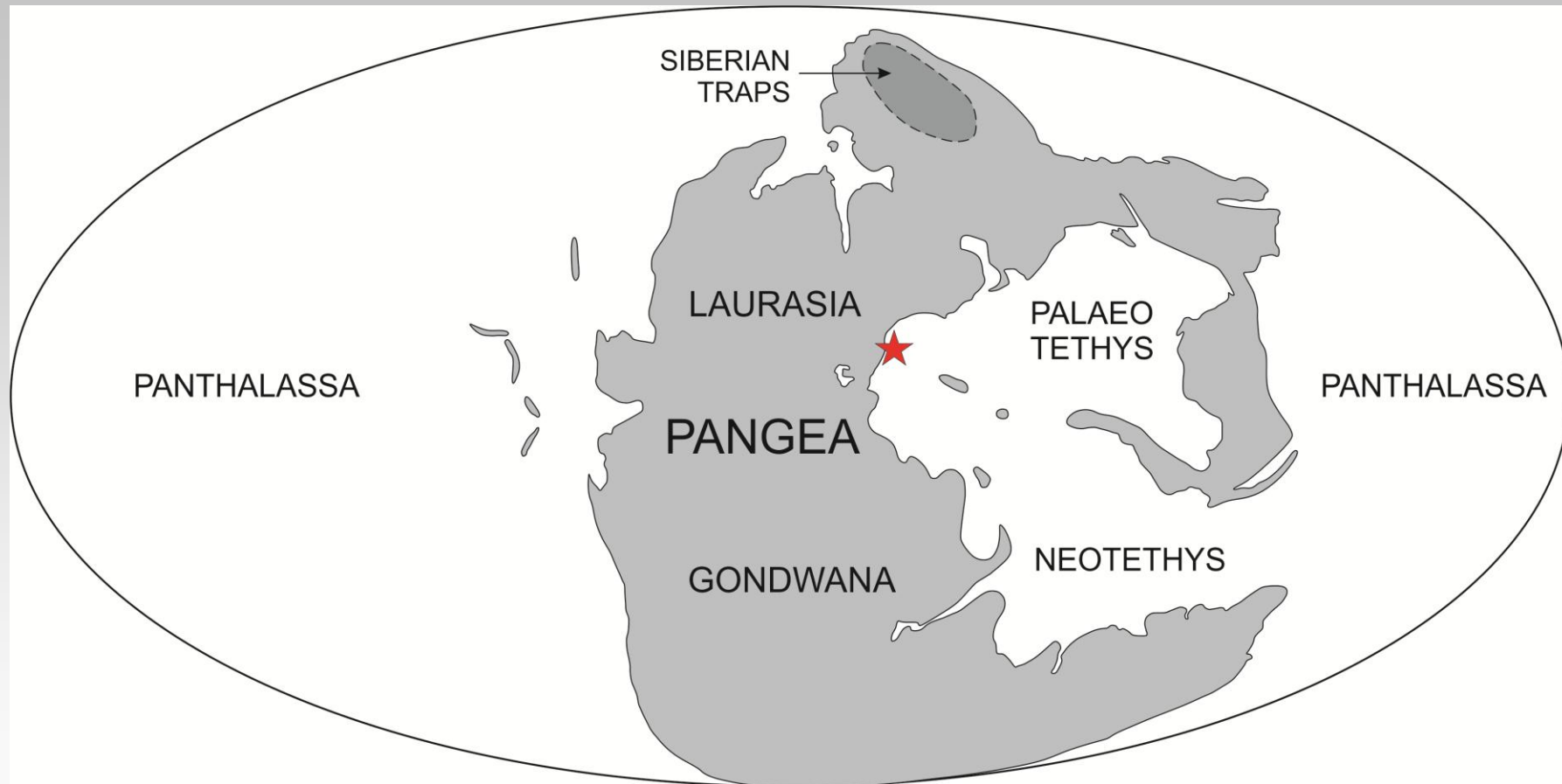
N





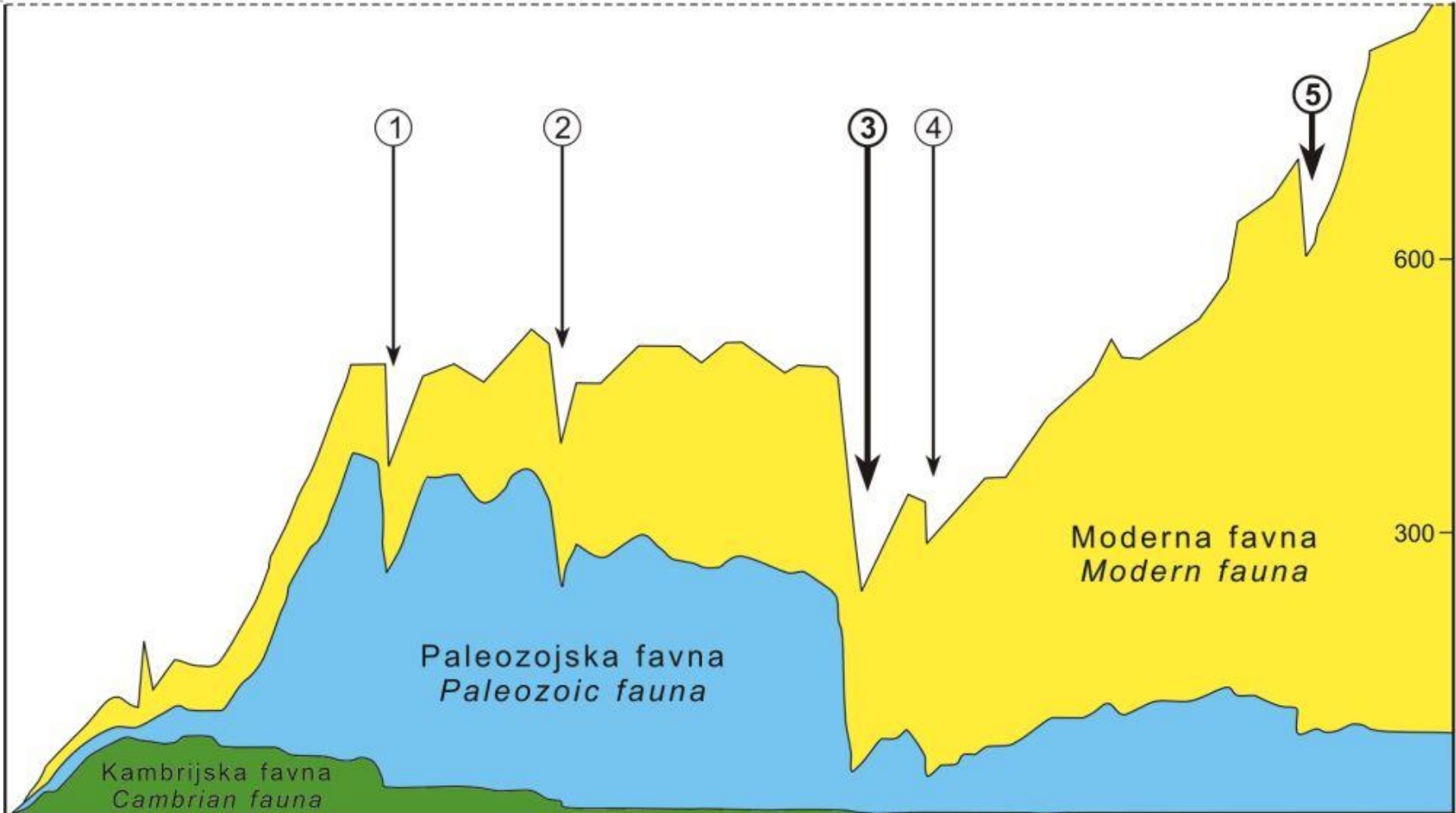
- 1. [Solid grey box]
 - 2. [Grey box with four '+' symbols]
 - 3. [Solid grey box]
 - 4. [Grey box with vertical hatching]
 - 5. [Grey box with stippled pattern]
 - 6. [Light grey box]
 - 7. [Grey box with diagonal hatching (top-left to bottom-right)]
 - 8. [Solid grey box]
 - 9. [Grey box with diagonal hatching (top-right to bottom-left)]
 - 10. [Grey box with diagonal hatching (bottom-left to top-right)]
 - 11. [Blank white box]
 - 12. [Line with three upward-pointing triangles]
 - 13. [Line with three downward-pointing triangles]
 - 14. [Line with three vertical tick marks]
 - 15. [Circle with the number 20 inside]
- A
- B
- C
- D





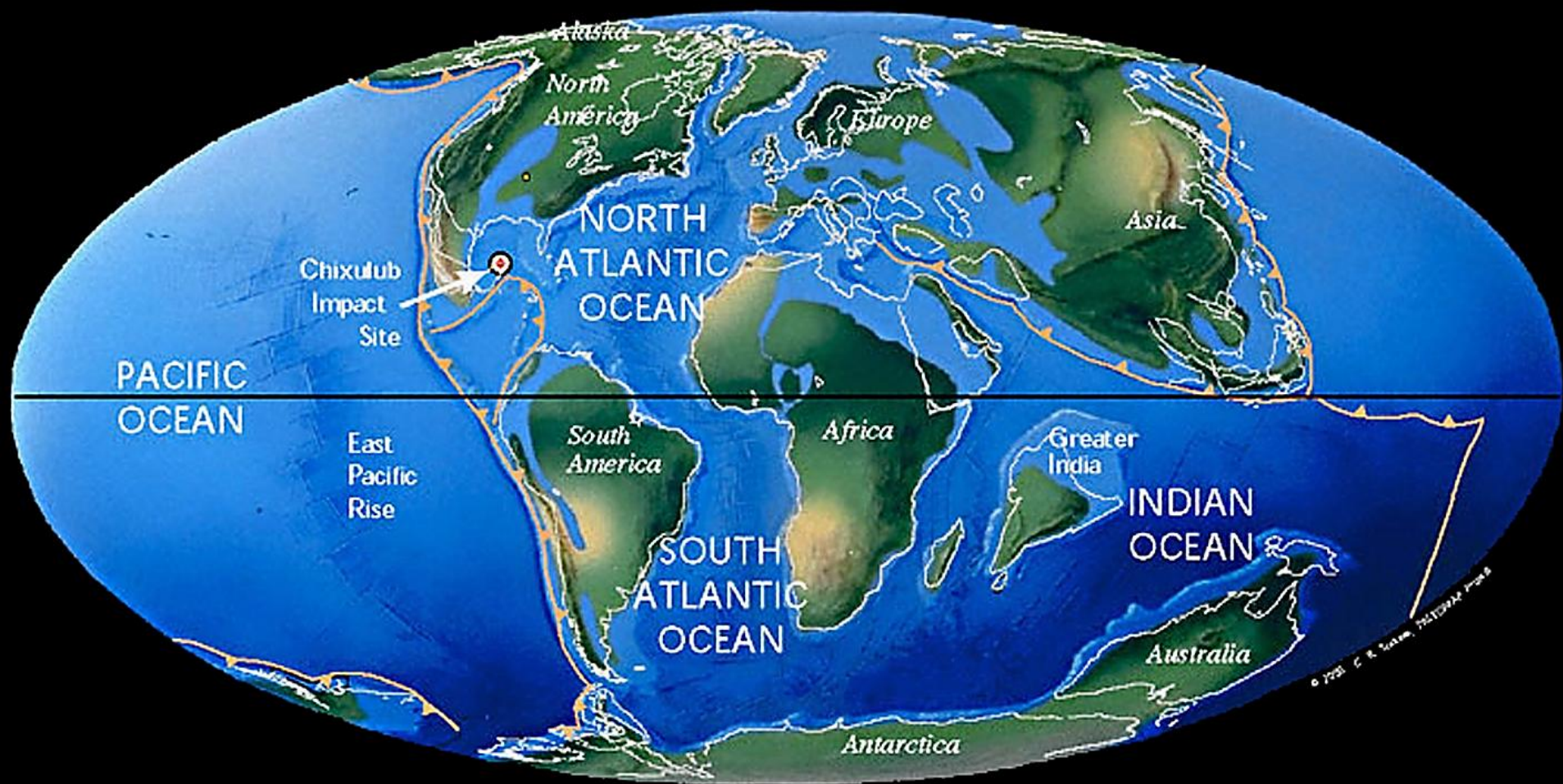


(Približno število danes znanih družin morskih živali)
 (Approximate number of marine animal families recognized today) 1900



Število družin - Number of families

Kambrij Cambrian	Ordovicij Ordovician	Silur Silur.	Devon Devonian	Karbon Carbonifer.	Perm Permian	Trias Triassic	Jura Jurassic	Kreda Cretaceous	Terciar Tertiary
541 Mil.let Ma. Paleozoik - Paleozoic						252 Mil.l. Ma. Mezozoik - Mesozoic			66 Mil.l. Ma. Kenozoik Cenozoic



© 1998 C. R. Scotese, PALEOMAP PROJ.

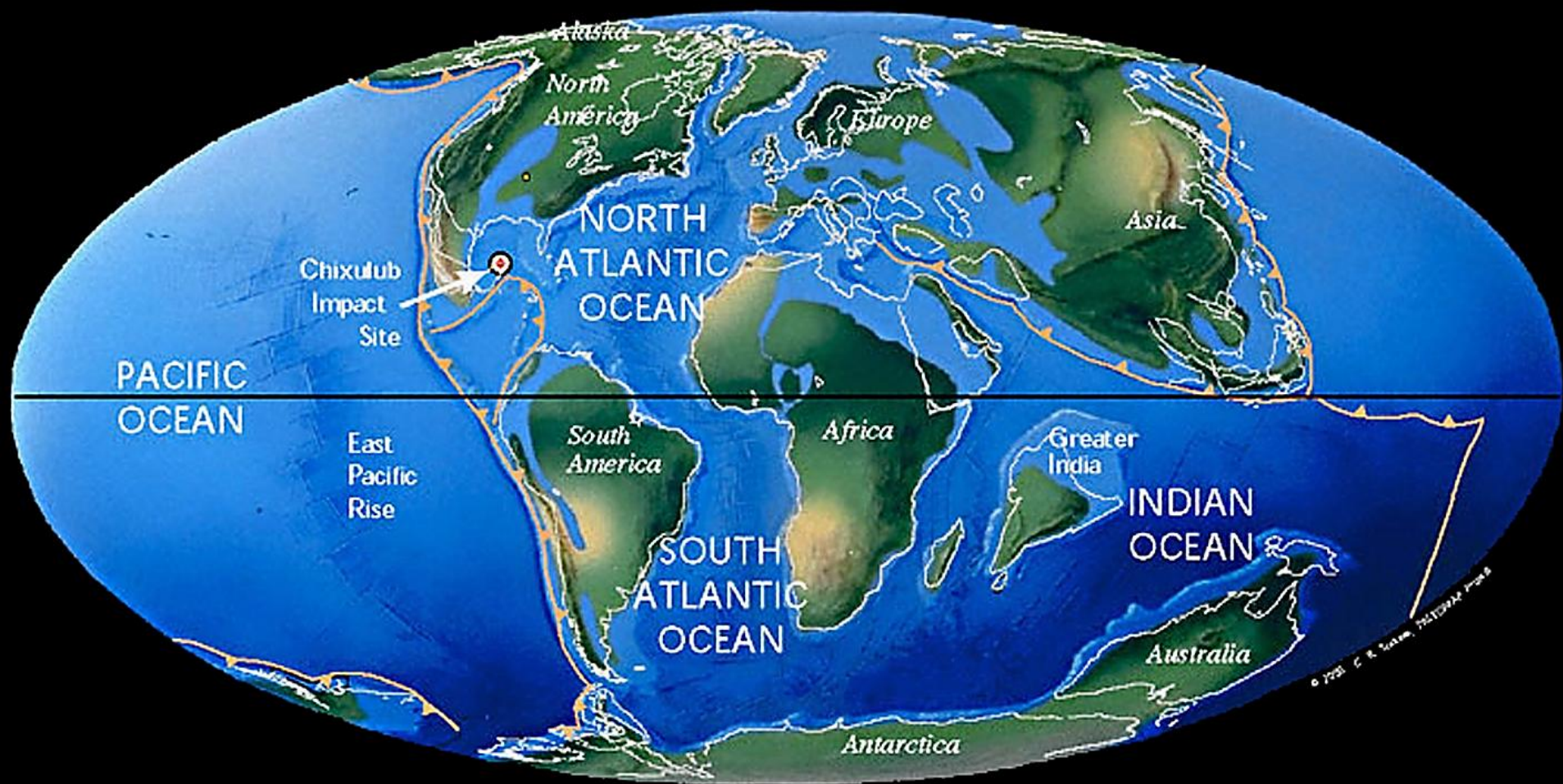
- | | | | | |
|---|--|--|---|--|
|  <p>ANCIENT LANDMASS
NEKDANJE KOPNO</p> |  <p>MODERN LANDMASS
SEDANJE KOPNO</p> |  <p>ICE CAP
LEDENI POKROV</p> |  <p>SUBDUCTION ZONE
(▲ direction of subd.)
OBMOČJE PODRIVANJA
(▲ smer podiranja)</p> |  <p>SEA FLOOR
SPREADING RIDGE
OBMOČJE RAZPIRANJA
MORSKEGA DNA</p> |
|---|--|--|---|--|



DON
DAVIS







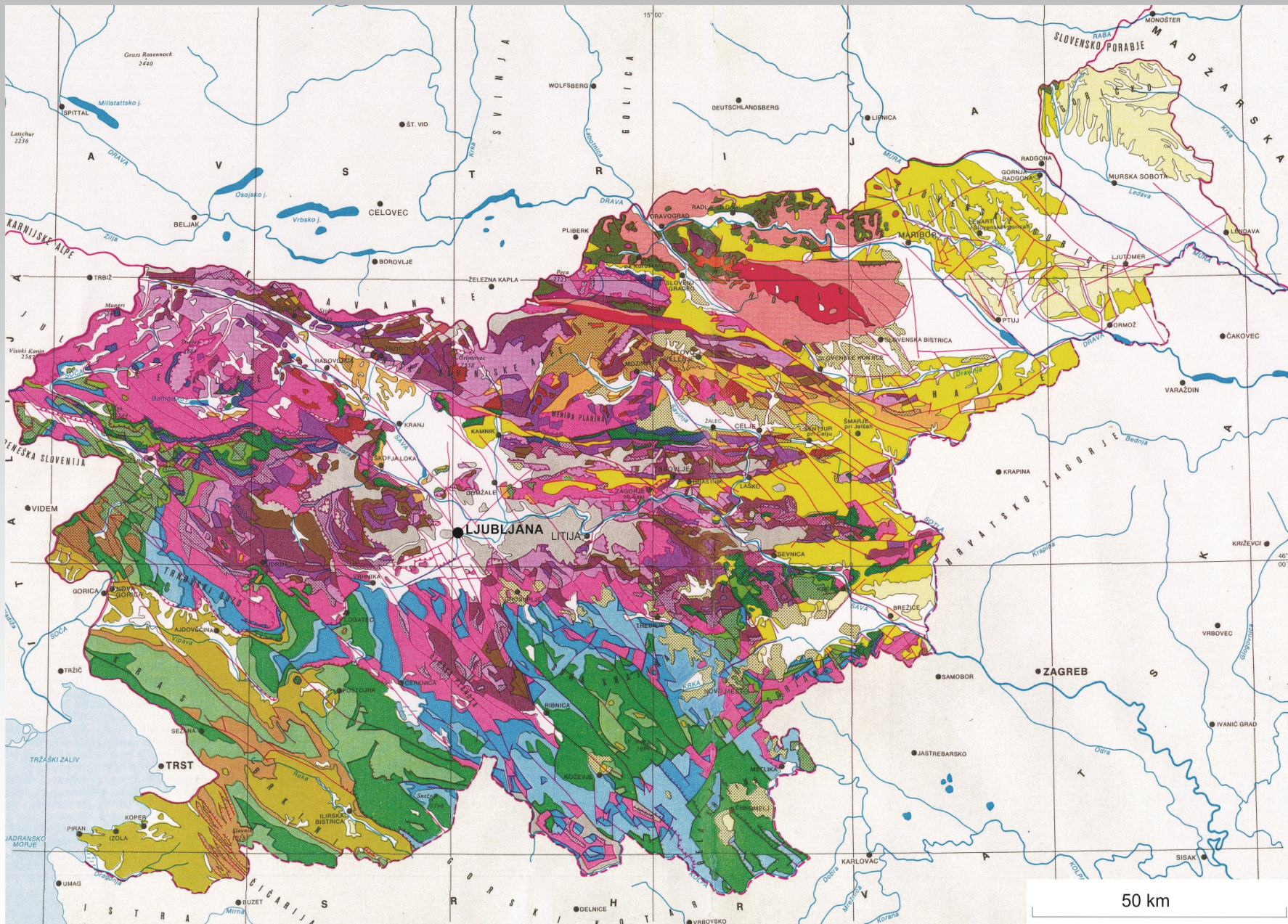
ANCIENT LANDMASS
NEKDANJE KOPNO

MODERN LANDMASS
SEDANJE KOPNO

ICE CAP
LEDENI POKROV

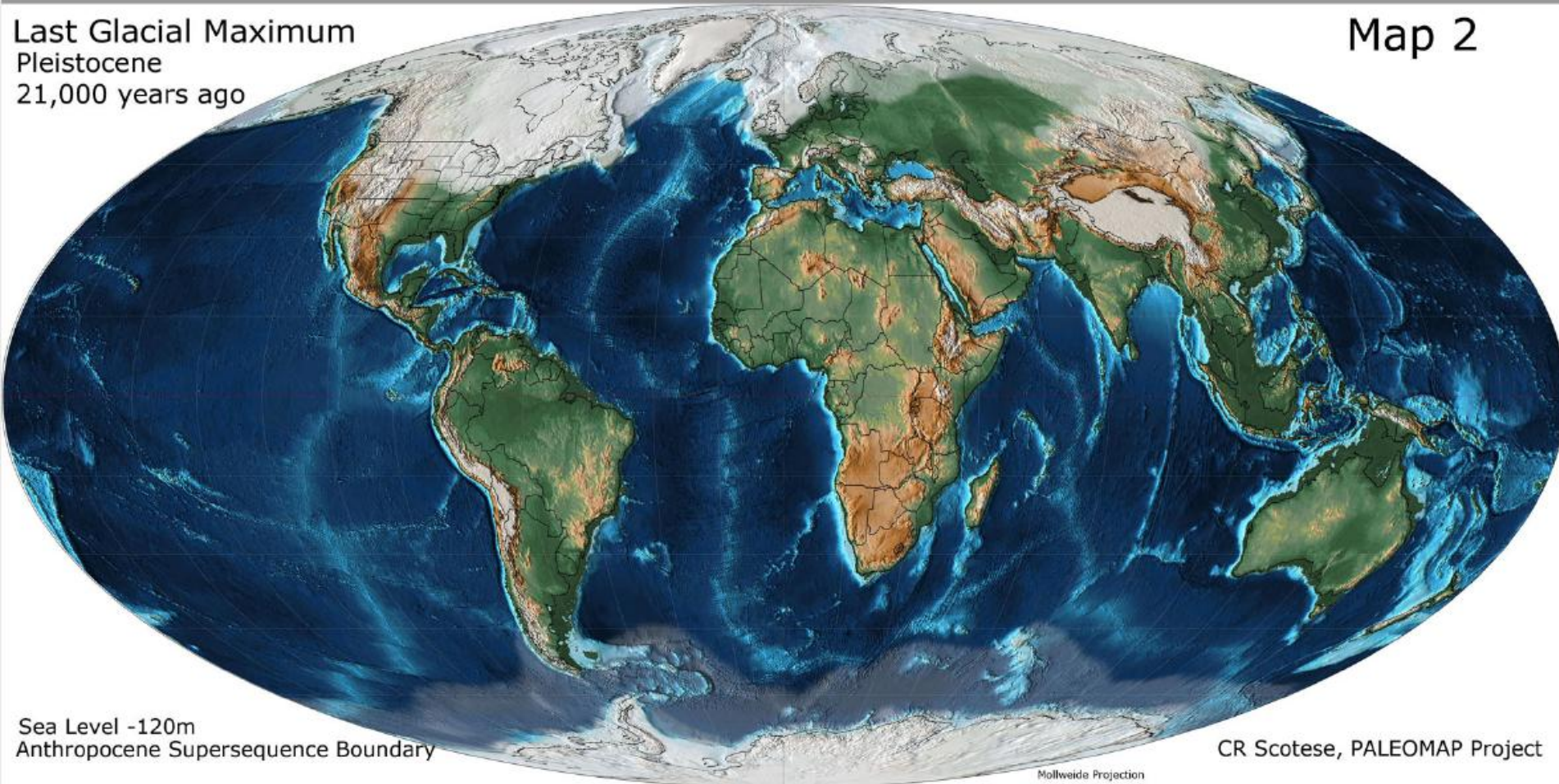
SUBDUCTION ZONE
(▲ direction of subd.)
OBMOČJE PODRIVANJA
(▲ smer podiranja)

SEA FLOOR
SPREADING RIDGE
OBMOČJE RAZPIRANJA
MORSKEGA DNA



Last Glacial Maximum
Pleistocene
21,000 years ago

Map 2

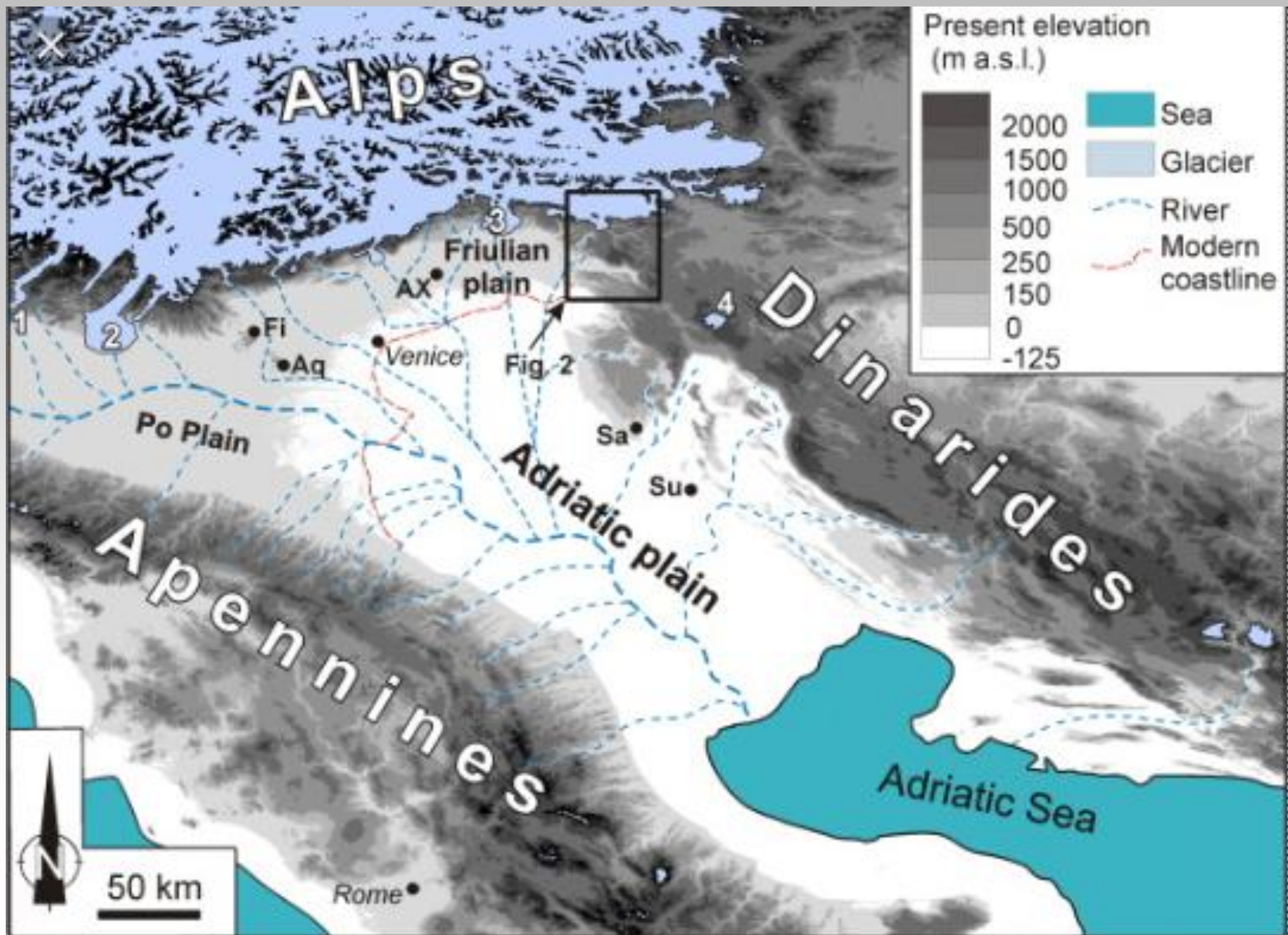


Sea Level -120m
Anthropocene Supersequence Boundary

CR Scotese, PALEOMAP Project

Mollweide Projection

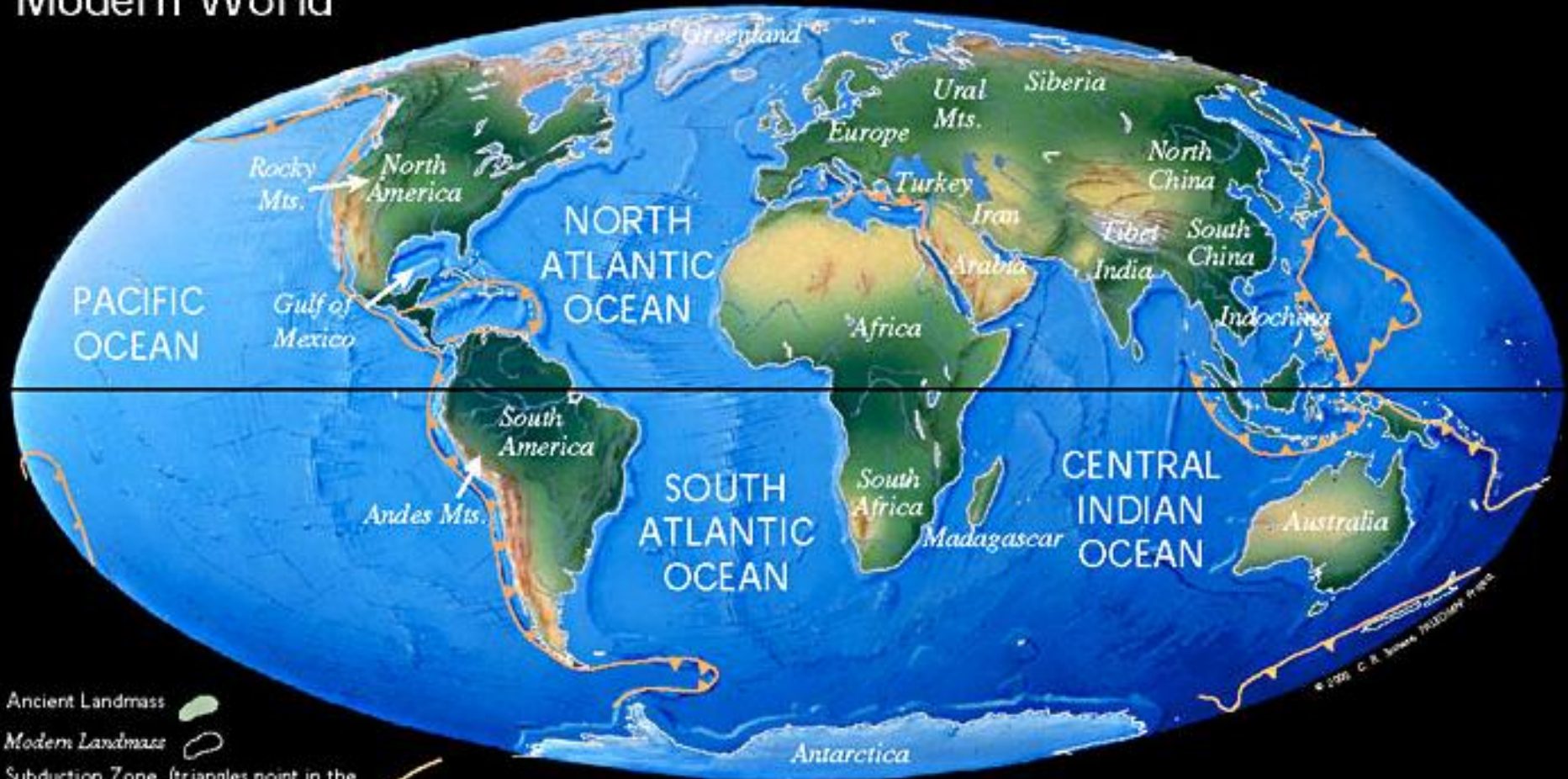




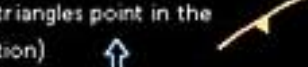







Modern World



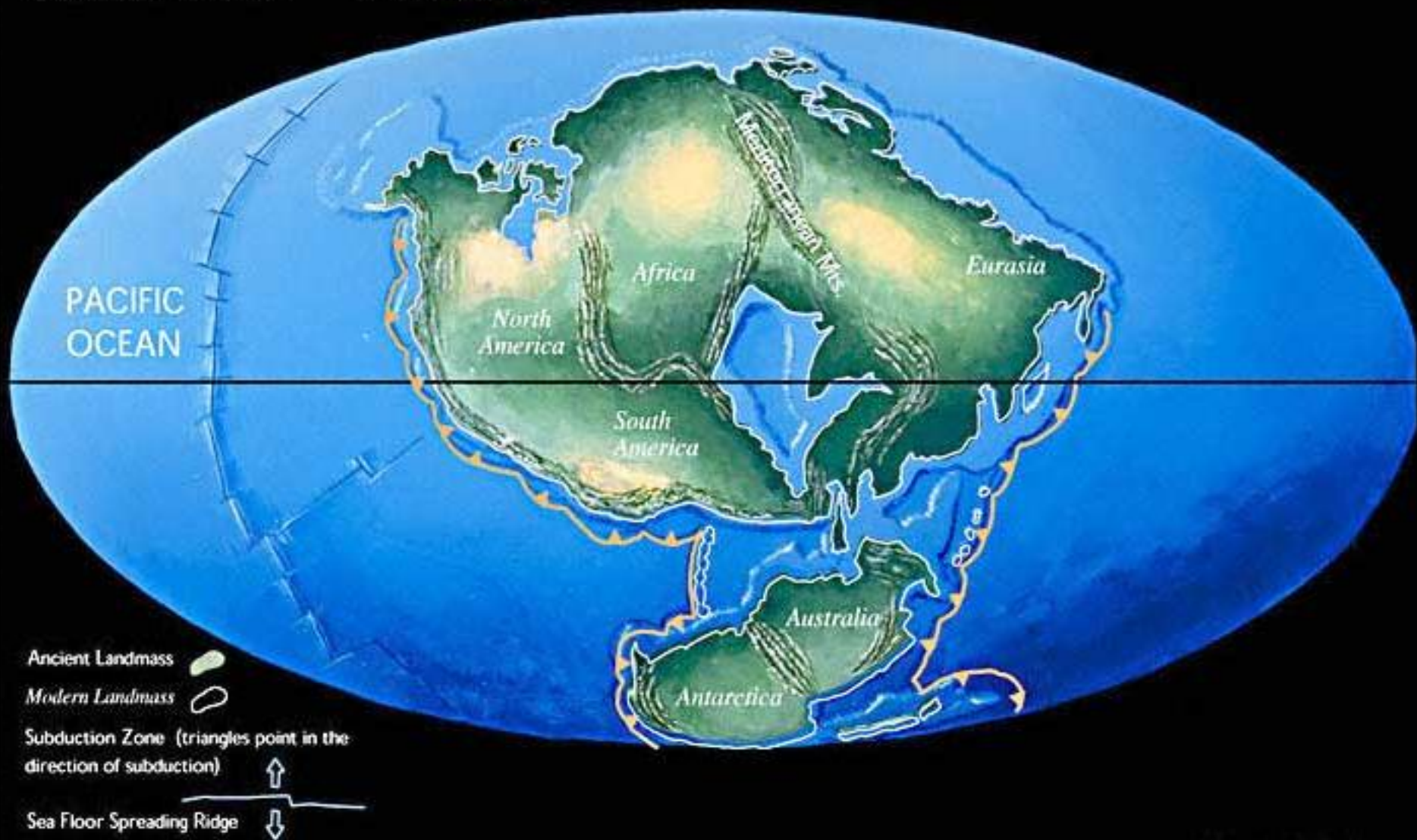
- Ancient Landmass 
- Modern Landmass 
- Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction) 
- Sea Floor Spreading Ridge 

© 1995 C. R. Scotese, Prentice-Hall, Inc.

Future World + 50 Ma

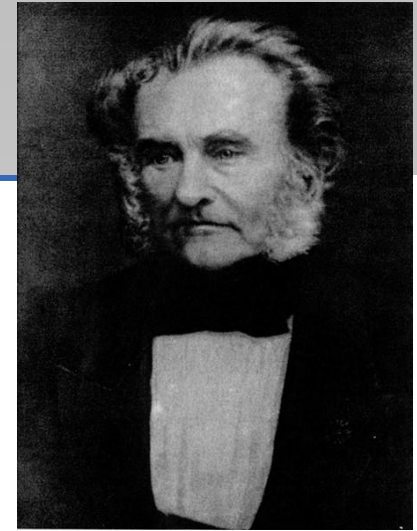


Future World + 250 Ma



Kaj so konodonti?

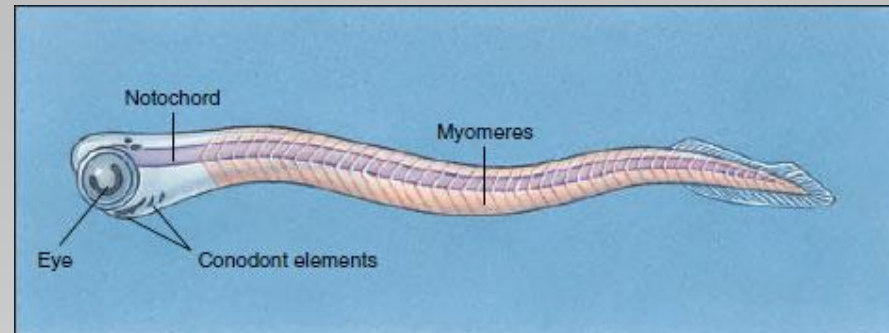
Izvor besede konodonti: grško: kōnos – stožec, dont – zob.
Konodonti so izumrli vretenčarji, ki spominjalo na jegulje,
razvrščeni v samostojen razred Conodonta.
Pogosto se pojavljajo posamezni elementi.
Poznavanje njihovih mehkih tkiv je razmeroma skromno.
Odkritje celotne živali: premik v študiju te skupine.



Christian Heinrich Pander
1794 - 1865



Konodontna žival



Doslej poznamo le malo število fosilnih odtisov živali s konodonti, nekatere so bile podobne so bile jegulji.

Organizmi so bili dolgi od enega centimetra, do velikanskega rodu *Promissum*, s 40 cm v dolžino.

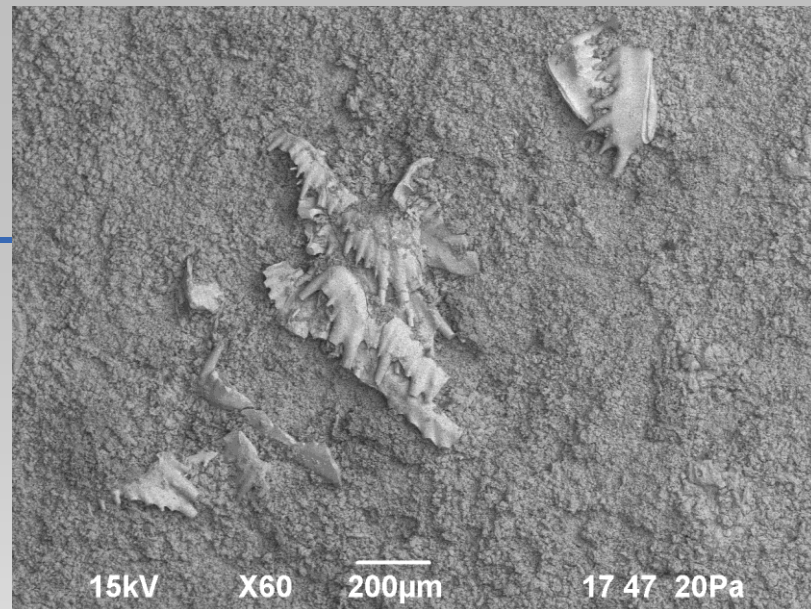
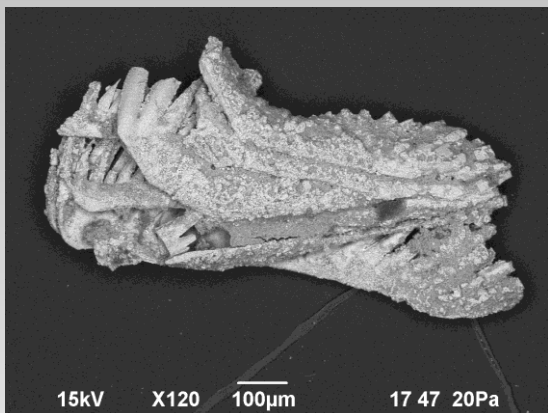
Sedaj je splošno znano, da so imele živali s konodonti velike oči, plavuti, mišice in hrbtno struno.

V glavi so imele aparat:

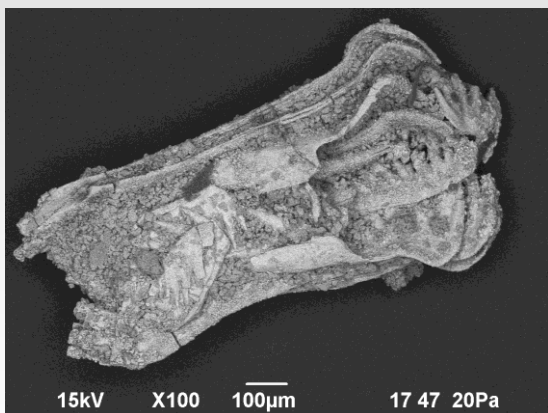
- dvostransko (bilateralno) simetričen,
- sestavljen iz elementov (do 15, redkeje 19),
- služil je za hranjenje in je bil bistveno drugačen kot čeljusti modernih živali.



Trije tipi konodontnih združb:



**Na površini
(bedding plane assemblages)**



Skupki (clusters)

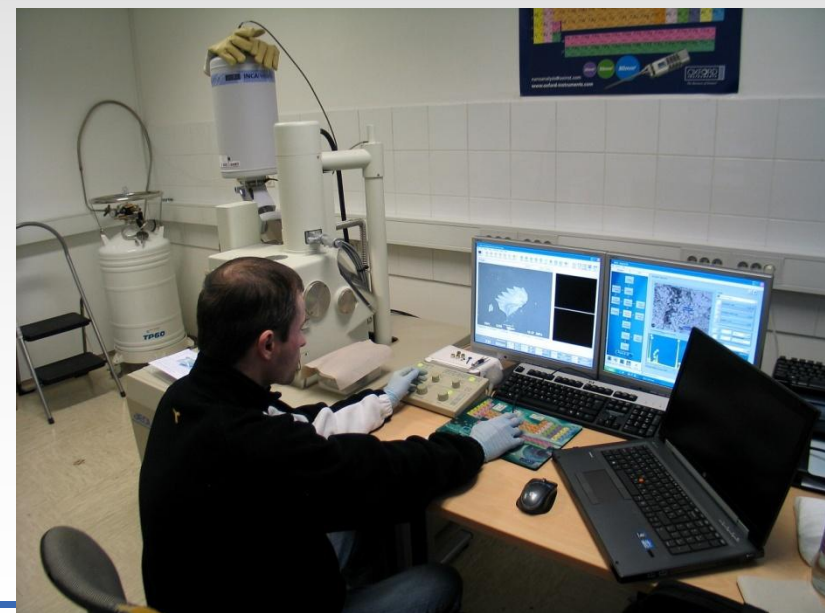
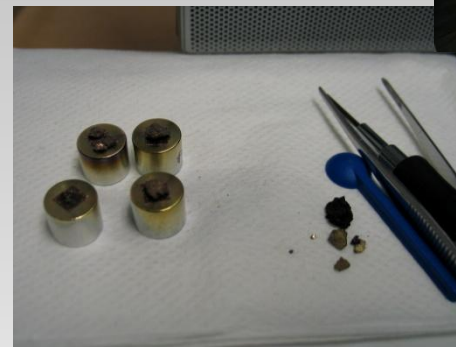
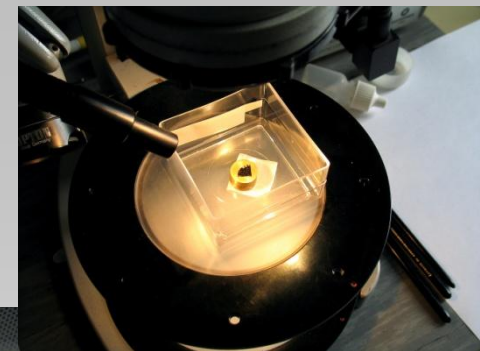


Izolirani elementi

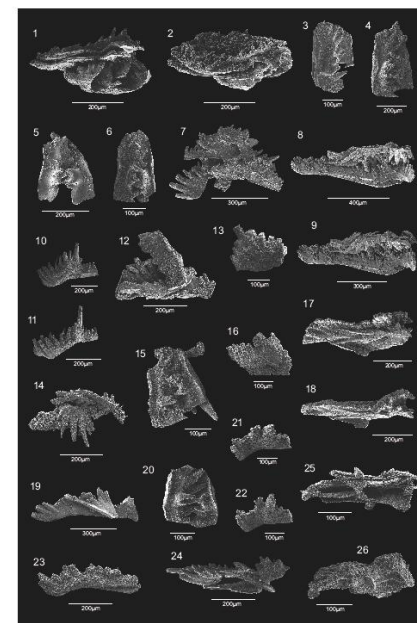
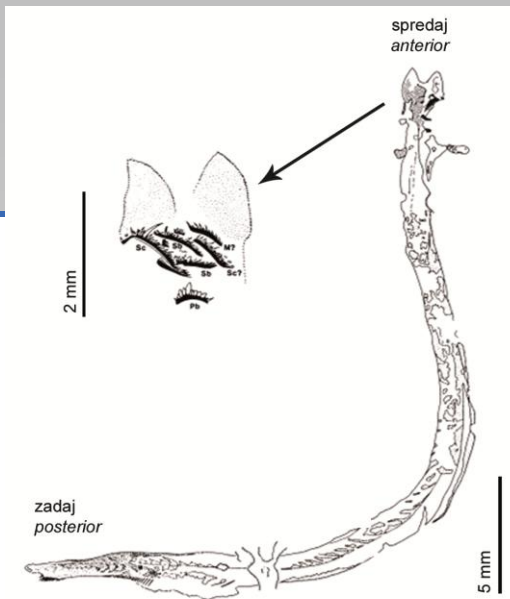
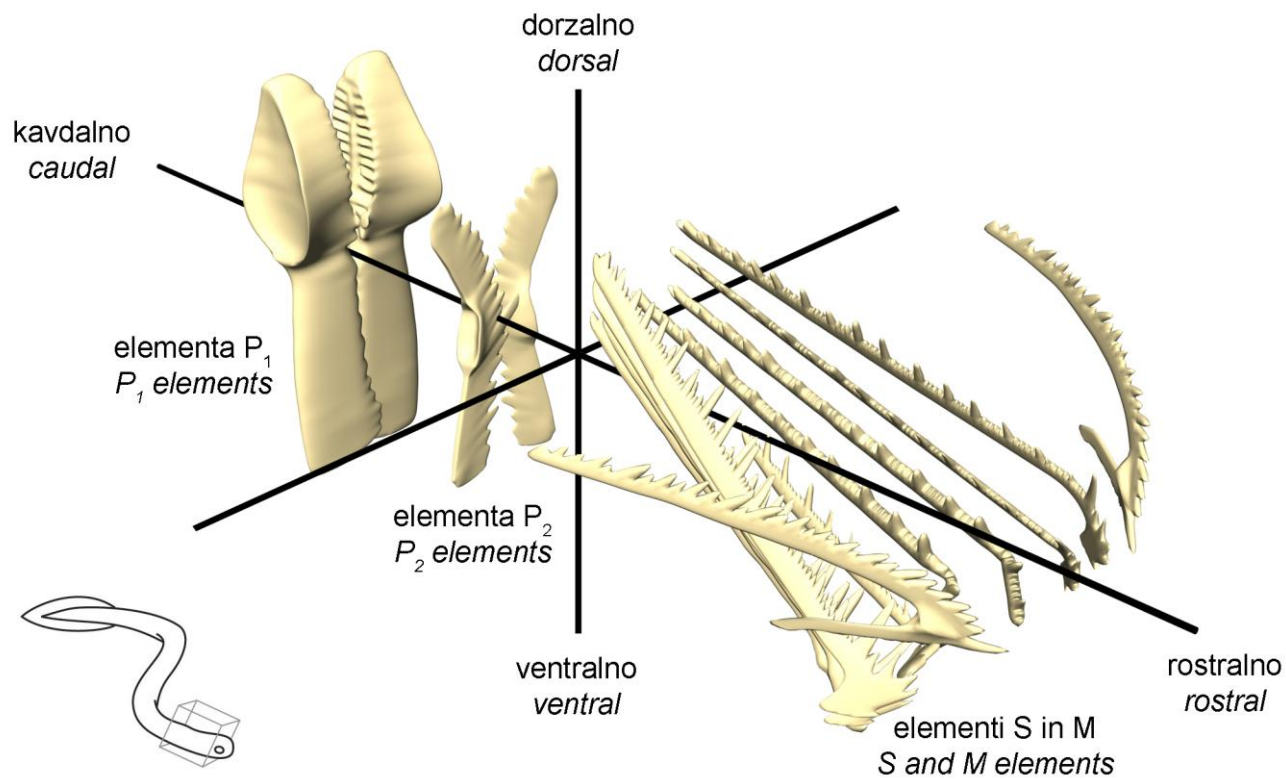
Priprava vzorcev



Zbiranje in SEM mikroskopija



Konodontna žival



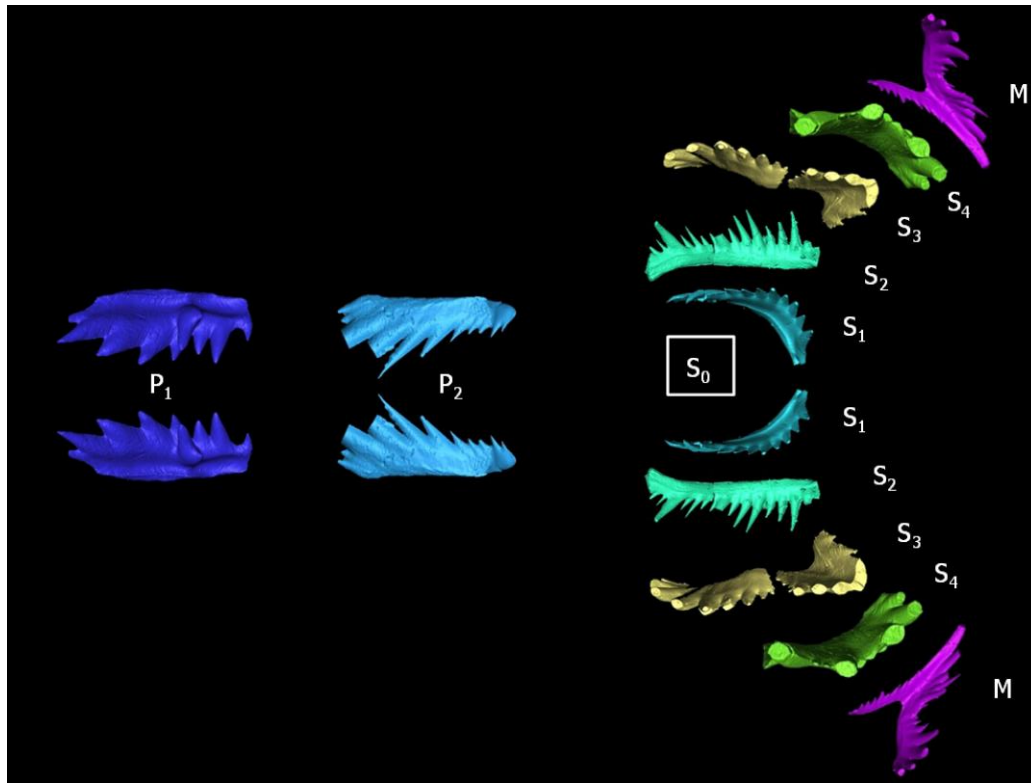
Rentgenska mikrotomografija

Analize konodontnih klastrov so bile napravljene na sinhrotronu z rentgensko tomografsko mikroskopijo (srXTM) - Paul Scherrer Institute, Villingen, Švica.

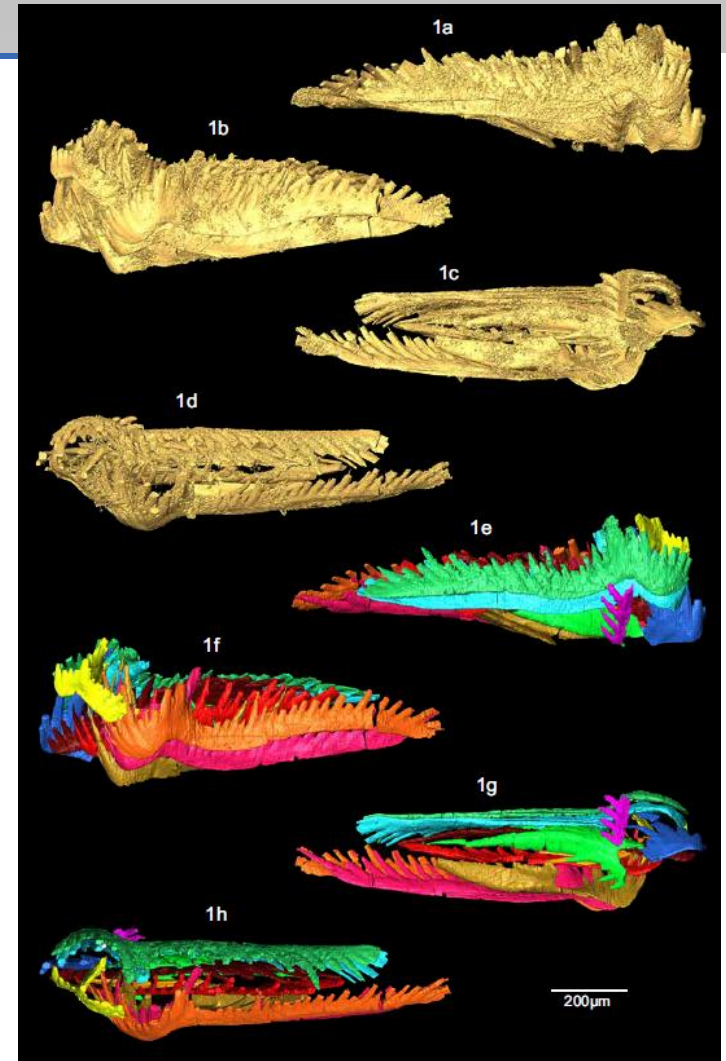


Rekonstrukcija konodontnega aparata s pomočjo tomografske mikroskopije v sinhrotronu

Pseudofurnishius murcianus van den Boogaard
srednji trias, Slovenija

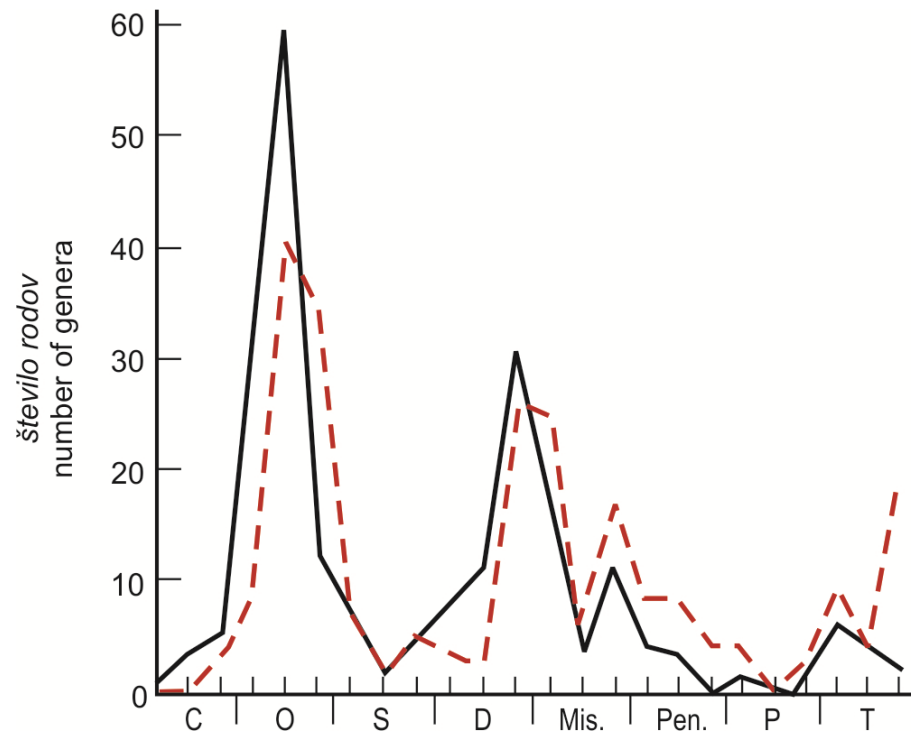


3D modeli klastra skeniran na SRXTM
površinski model primerka klastra
segmentirani 3-D modeli iz rekonstr. tomogr. p.



KONODONTI

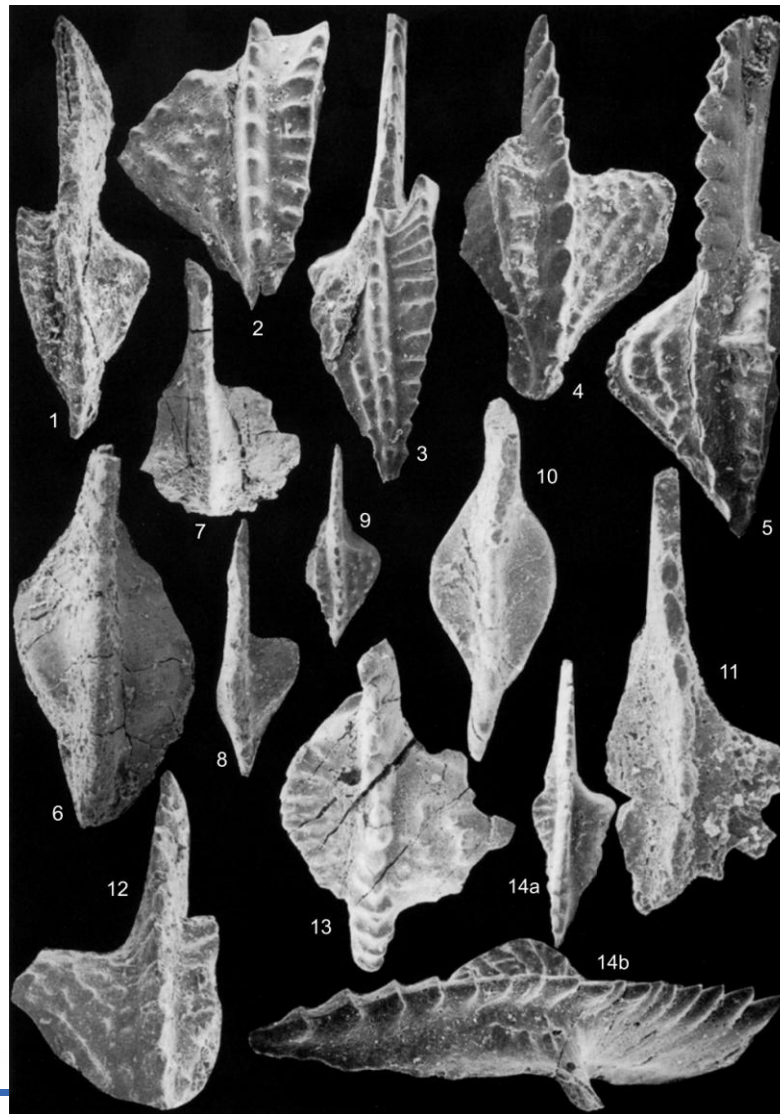
Eonotem/Eon	Eratem/Era Erathem/Era	Sistem/Perioda System/Period	Starost (milijon let) Age (Ma) Ogg. 2016
FANEROZOIK - PHANEROZOIC	MEZOZOIK MESOZOIC	Trias <i>Triassic</i>	251.9
		Perm <i>Permian</i>	289.9
	PALEOZOIK - PALEOZOIC	Karbon <i>Carboniferous</i>	358.9
		Devon <i>Devonian</i>	419.2
		Silur <i>Silurian</i>	443.8
		Ordovicij <i>Ordovician</i>	485.4
		Kambrij <i>Cambrian</i>	541.0
		PROTEROZOIK PROTEROZOIC	2500



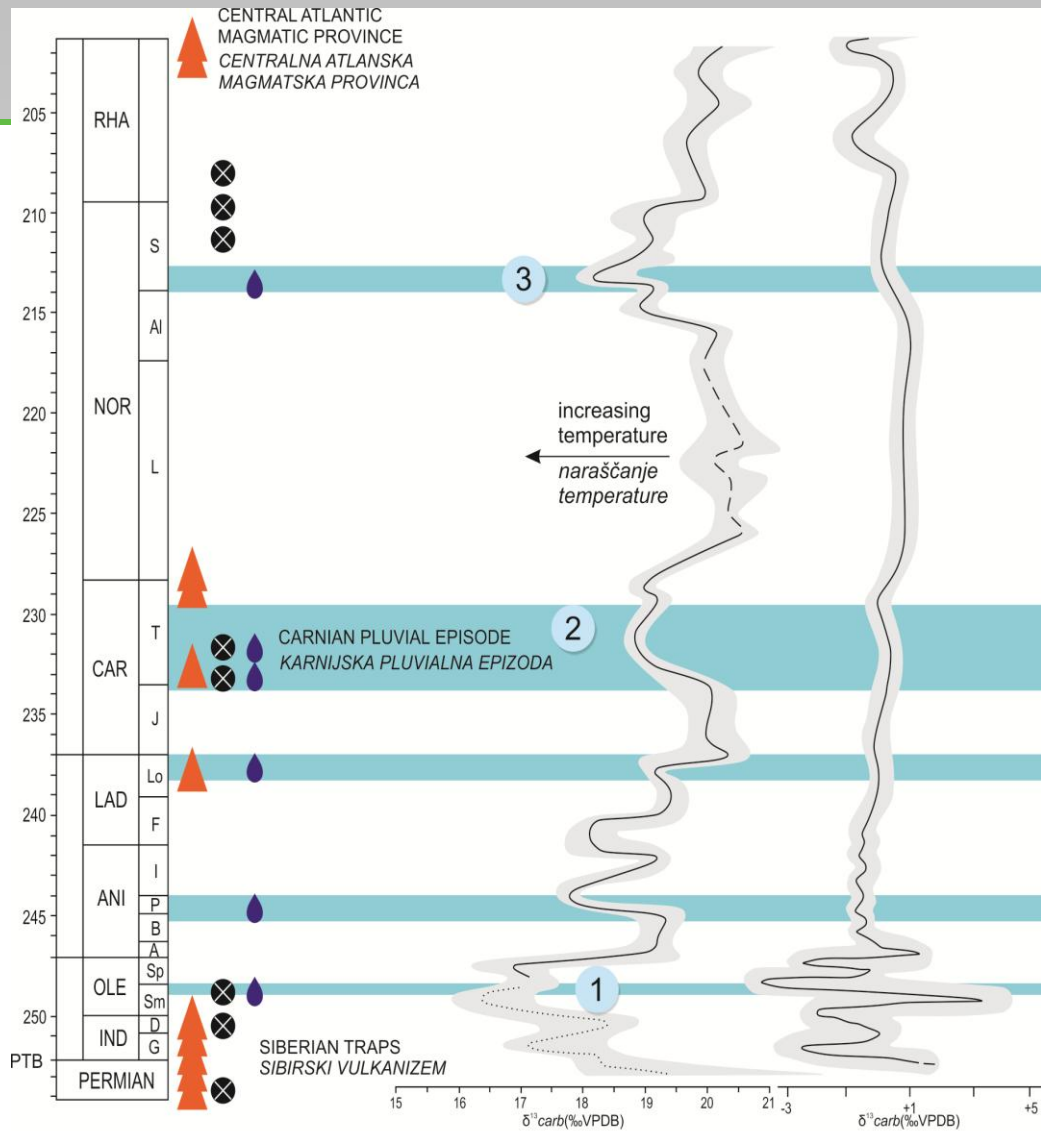
Spodnji devon Mali vrh pri Solčavi



Spodnji karbon Jezerško



Glavni dogodki v triasu (trajanje 51 m.l.)



▲ vulcanism
vulkanizem

⊗ ocean anoxia
ocenska anoksija

💧 humid phase
vlažna faza

Meishan Section, China

GSSP of Permian-Triassic boundary

Changhsingian Stage

GSSP of Wuchiapingian
-Changhsingian boundary

2002 10 12

Raziskave permsko-triasne meje v Sloveniji - profil Lukač (Žiri)



PROFIL LUKAČ: PERMSKO-TRIASNA MEJA

V času med starim in srednjim zemeljskim vekom je bila večina kopnih mas še združena v enotno nadelcino Pangea v obliki črke C, ki je obsegala približno četrtino Zemljine površine. Pangeo je obdajal ocean Panthalasa, v njen notranji del pa se je globoko zajedel ocean Paleotetida. V plitvem morju zahodnega dela Paleotetide so nastajale kamnine profila Lukač, v katerem je bila prvič na prostoru celotnih Dinaridov s fosili, po mednarodno veljavnih kriterijih, dokazana meja med starim in srednjim zemeljskim vekom.

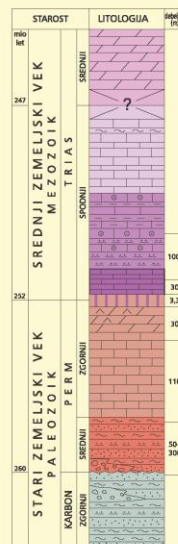
Ob koncu starega zemeljskega veka, pred 252 milijoni leti, je prišlo na celotnem planetu do velikih klimatskih sprememb zaradi povečanja vulkanske dejavnosti, vključno z enim največjih izbruhov bazaltne lave v Zemljin zgodovini na območju današnje Sibirije. Na kopnem je nastopilo izrazito suho podnebje, v morju pa spremembe morskih tokov in podmorski izbruh metana, ki so ozažje še dodatno ogreli. Zato se je med permom in triasom zgodilo eno največjih izumiranj v zgodovini Zemlje, v katerem je izginilo kar 70% rodov kopenskih vretenčarjev in od 85 do 96% morskih nevretčenčarskih vrst.

Ta pomembna geološka meja je bila v apnenčevih plasteh profila Lukač določena na osnovi prvega pojava konodontne* vrste *Hindooodus parvus*, ki se ji v prehodnih plasteh med obema eramaema pridruži tudi po Sloveniji imenovana luknjačarka** *Lingulomodosaria slovenica*. V mikroskopskih preparatih apnenca Bellerophonške formacije, ki leži pod prehodnimi plastmi, so bile najdene in opisane tri vrste luknjačark. Ki danes nosijo ime po Lukaču, žireh in Dinaridi: *Globivalvulina luka-chiensis*, *Multidiscus zhiriensis* in *Multidiscus dinaridicus*.

*Konodonti (grško: kónos = stolec, dont = zob) so majhni zobem podobni fosili iz apatita. Prigadali so preprostim vretenčarjem z pogojitnim telesom in so izumrli ob koncu triasa.
**Luknjačarke (foraminiferi) so drobne enocelične, večinoma morske živali, z luknjačasti in več kamric sestavljenimi hišicami, ki se zaradi trdne mineralne sestave v kamninah pogosto ohranijo kot fosili.



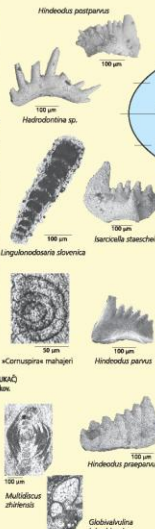
POENOSTAVLJEN LITOSTRATIGRAFSKI STOLPEC PALEOZOJSKIH IN TRIASNIH PLASTI V OKOLICI ŽIRI



KAMNINE



MIKROFOSILI



MLAJŠI PERM 252 m.l.



Paleogeografska karta sveta v času permsko-triasne katastrofe (po Scotese, C.E. 2001: Atlas of Earth History, Volume 1, Paleogeography, PALCAMP Project, Arlington, Texas, 31, 32).
https://www.researchgate.net/publication/25741873_Atlas_of_Earth_History



Prehodne plasti s permsko-triasno mejo (med K in U) v stvaji potoka v profilu Lukač.

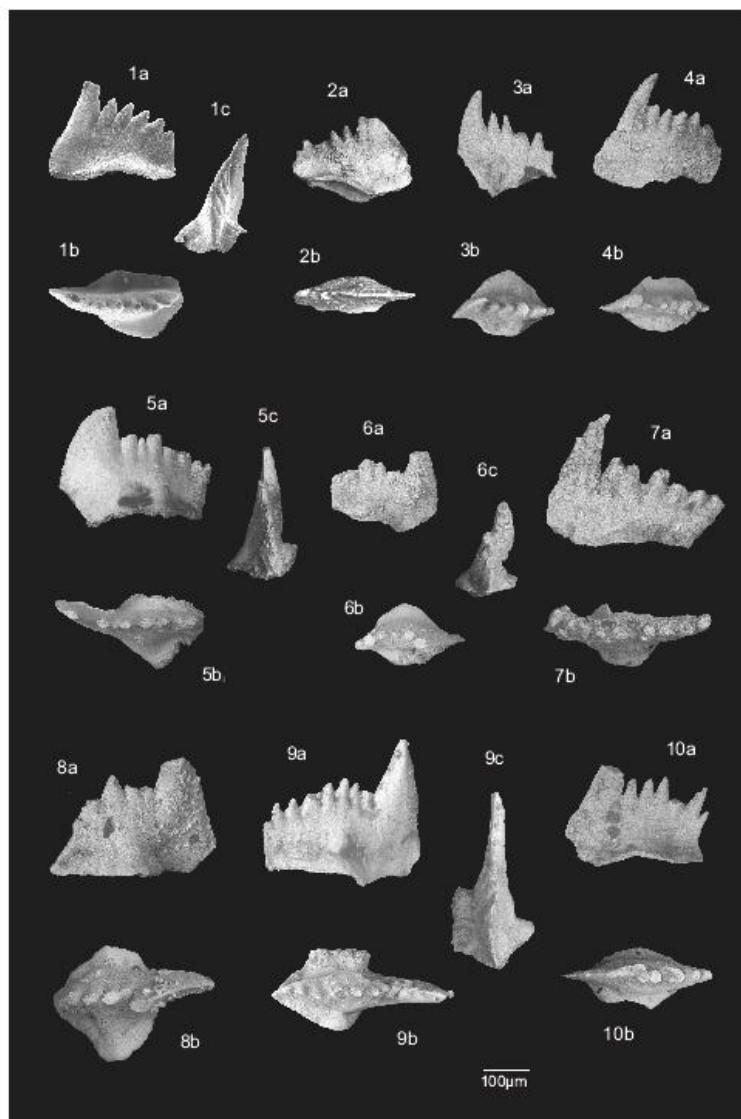
Profil Lukač je zaradi pomembne geološke meje razglašen za naravno vrednoto državnega pomena.
Avtorji raziskave: Tea Kolar-Jurkovec, Bogdan Jurkovec, Galina P. Nestel in Dunja Ajlinovič.

REKONSTRUKCIJA MLAJŠEPERMSKEGA OKOLJA S KONODONTNIMI ŽIVALMI (avtorica Barbara Jurkovec).

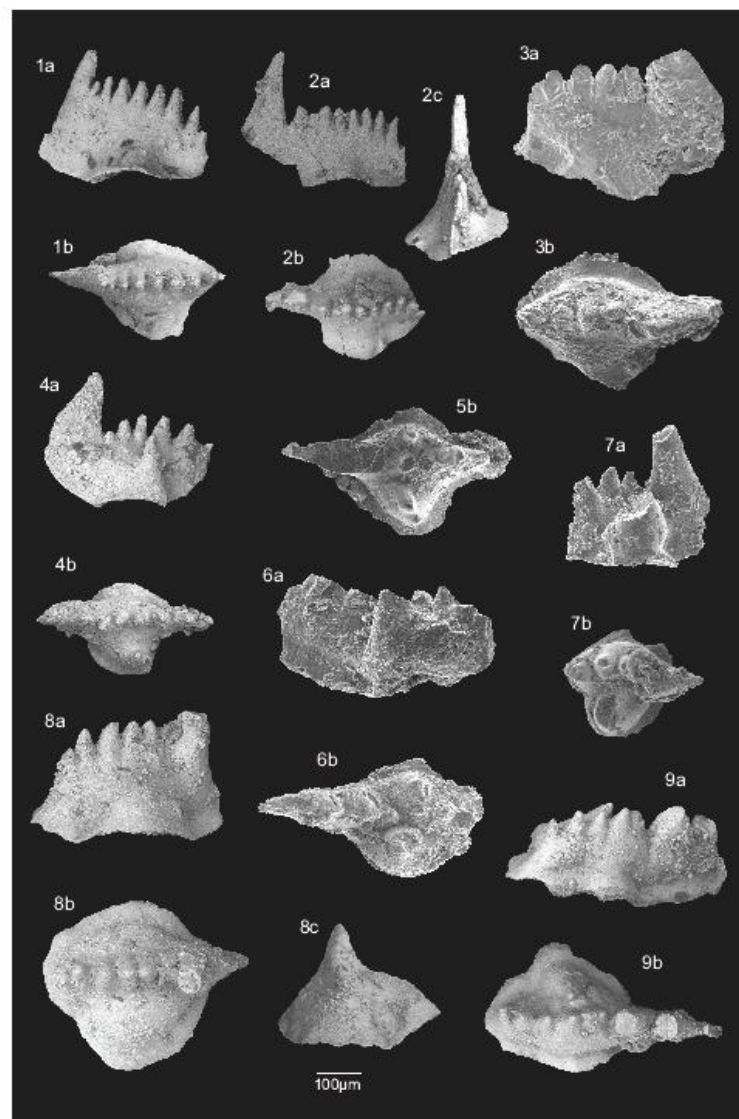


- KONODONTNA ŽIVAL
- AMONIT
- POLE (Bellerophon)
- MORSKA ZVEZDA
- MORSKI PES (Hyboceras)
- ŠKODLIKA
- TRILBIT
- MORSKI JEŽEK
- MORSKA LILJA
- SPIRVA

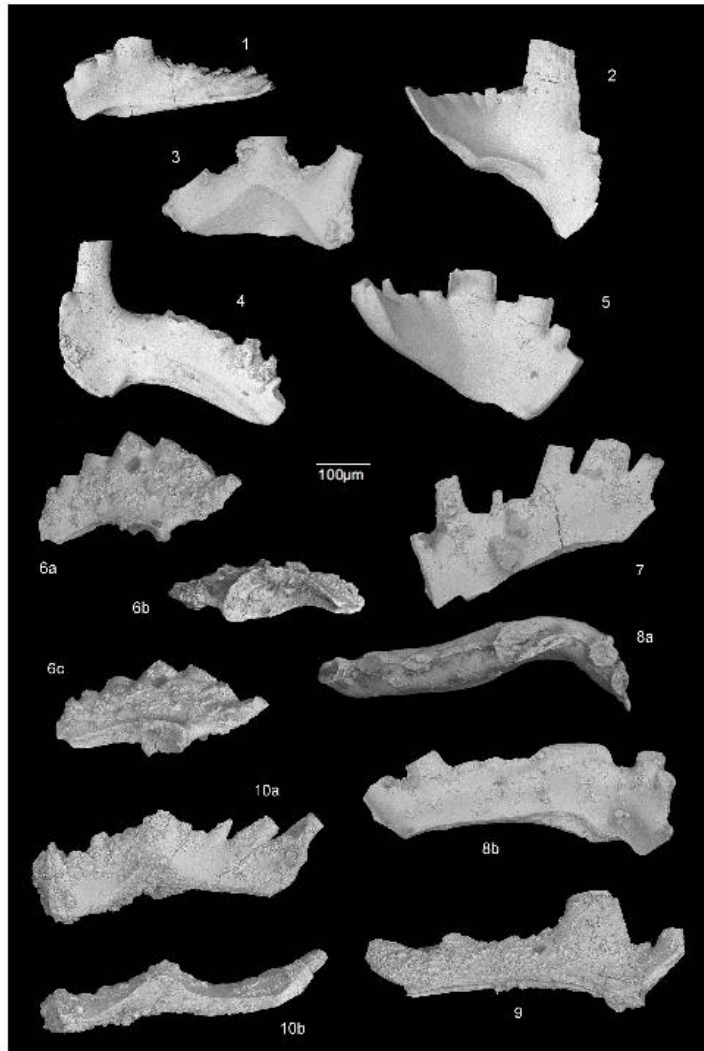
Hindeodus parvus (1, 5, 9)



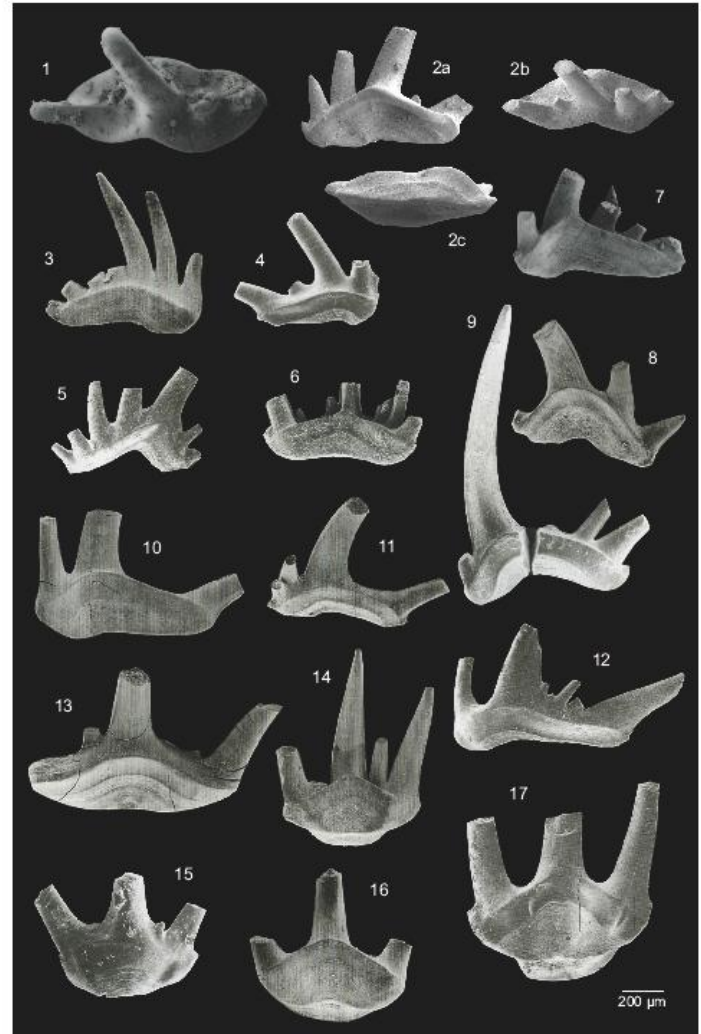
Isarcicella isarcica (5-6)



Elisoniidae (1-8)

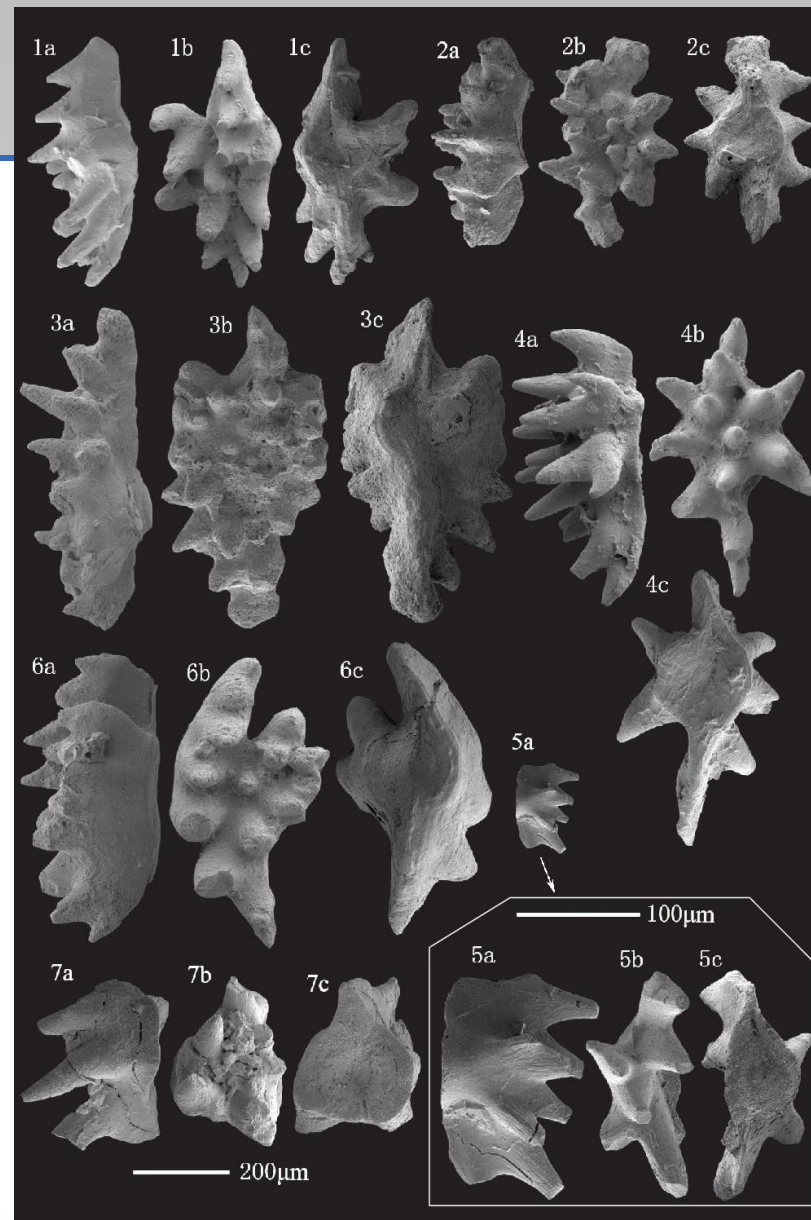
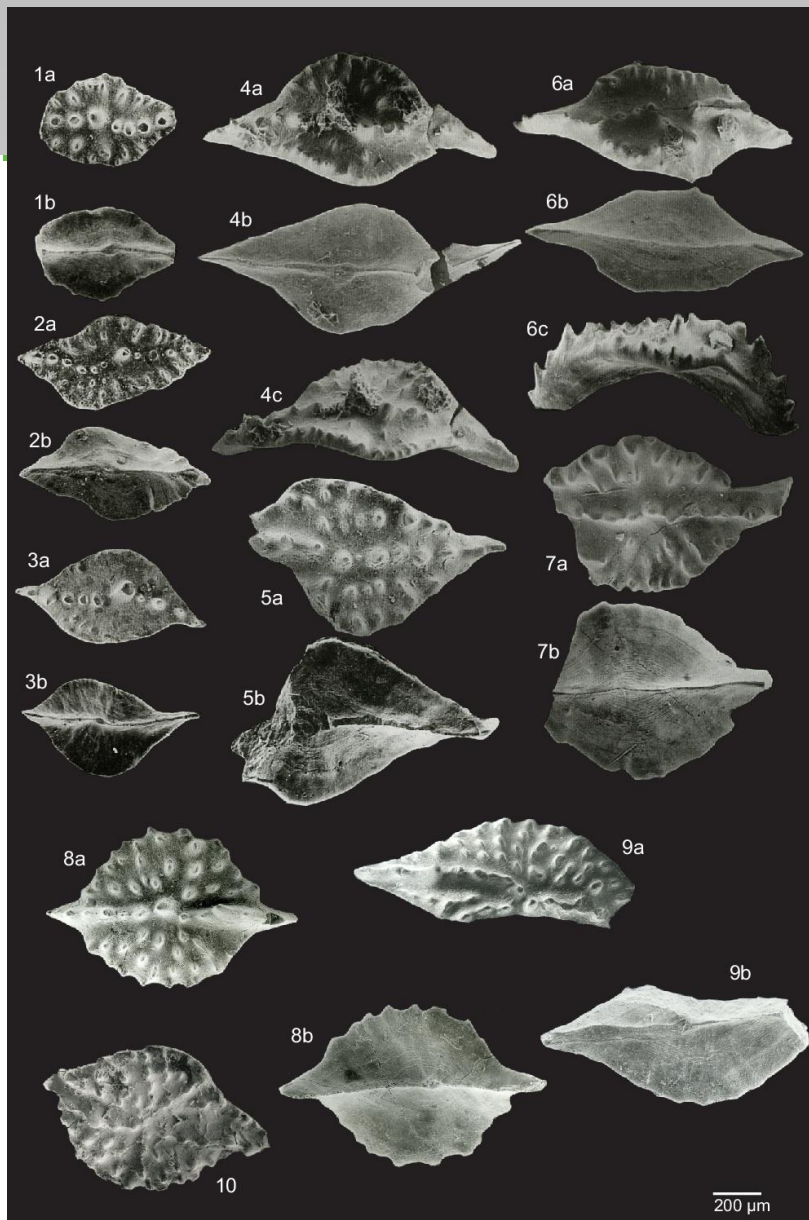


Pachycladina obliqua



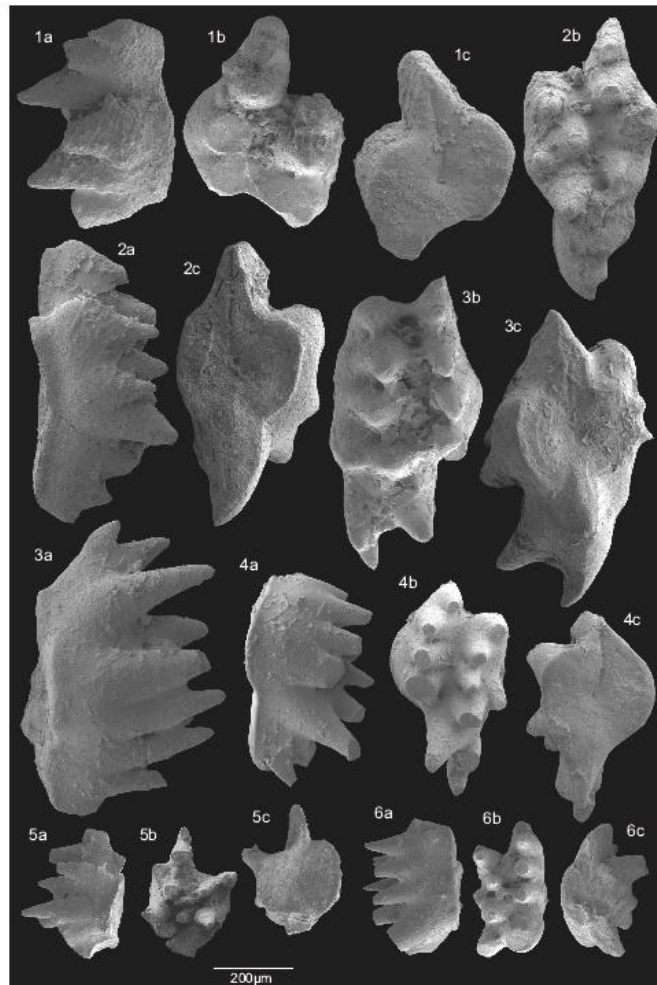
Spodnji trias : *Foliella gardenae*

Platyvillosus regularis



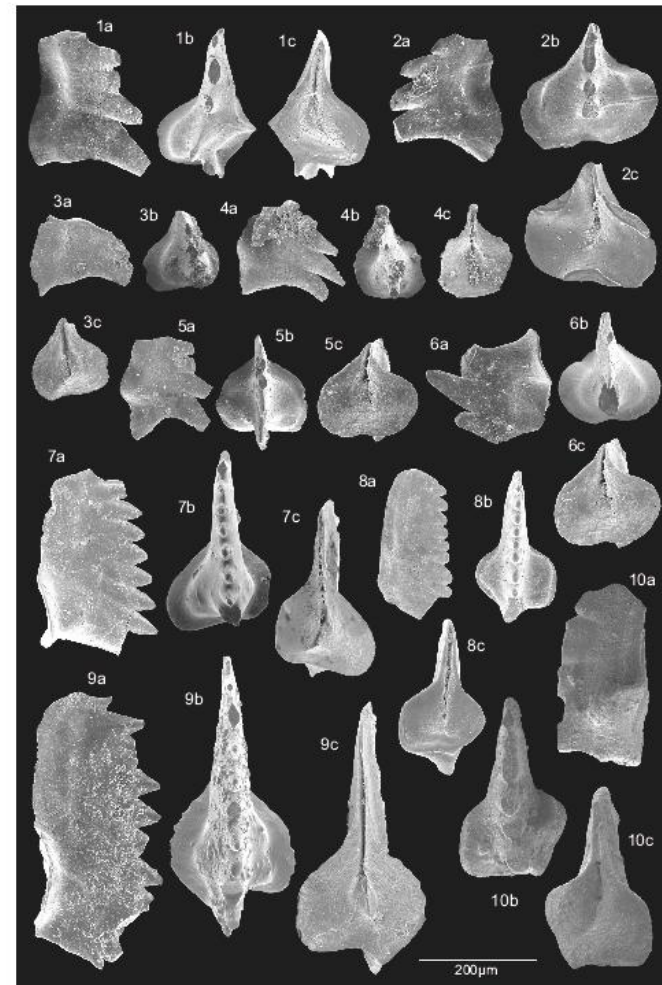
Žiri 28 – sortirnica

Platyvillosus corniger (4 – holotip)



Žiri – Vrsnik 61

Neospathodus planus (5 – holotip)



Srednje- in zgornjetriasne stopnje in podstopnje z amonitno in konodontno conacijo

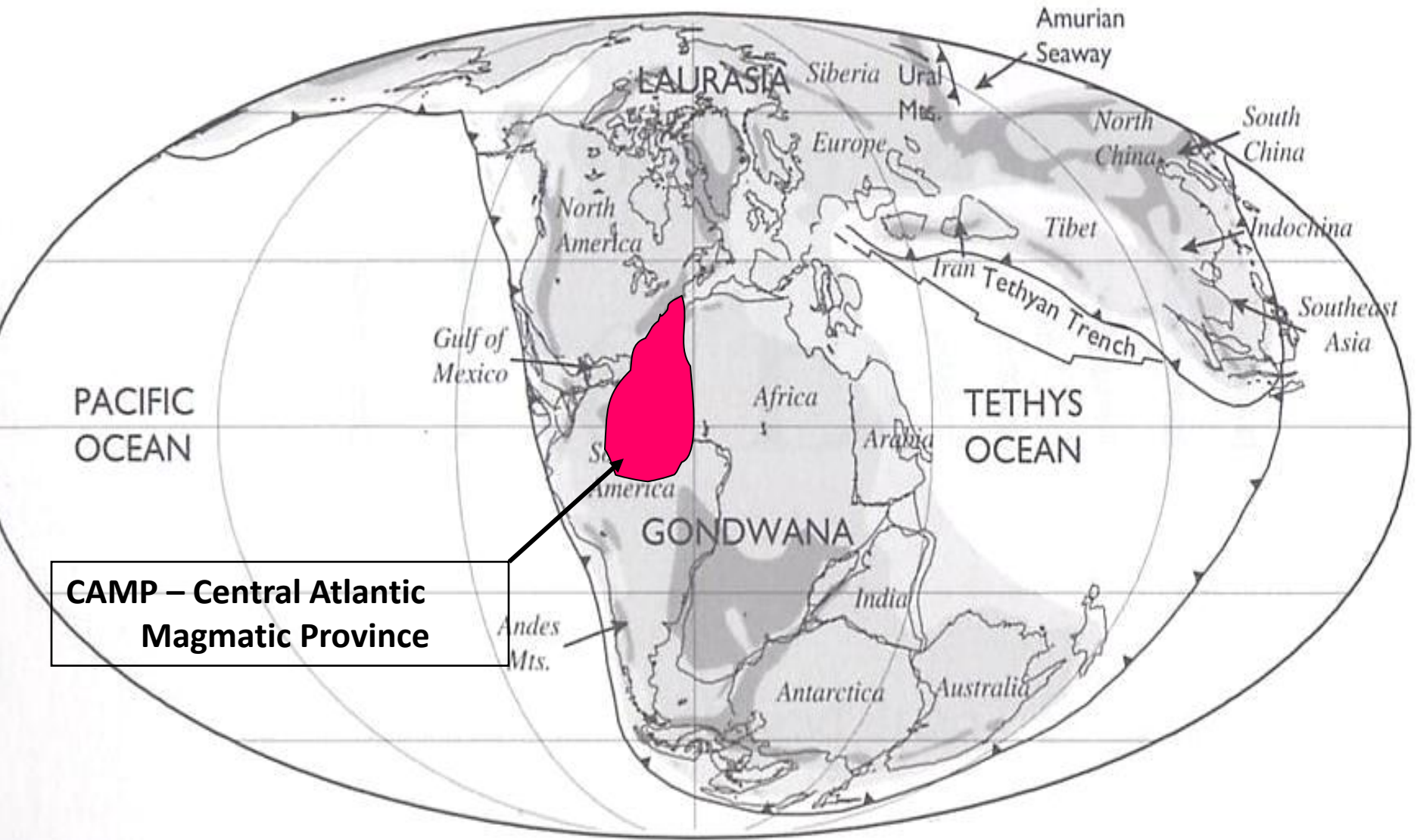
Ogg et al., 2016				Conodont Zones			
AGE (Ma)	Stage	Substage	Tethyan Ammonoid Zones	Tethyan Conodont Zones	Kozur, 2003 Global synthesis	This work Slovenia	
	Camian	Cordevollian	<i>Trachyceras aon</i>	<i>Budurovignathus diebeli-Quadrallela polygnathiformis</i>	<i>Gl. lethylis - P. polygnathiformis</i>	<i>Quadrallela polygnathiformis</i>	
237.0				<i>Daxatina canadensis</i>			
	Ladinian	Longobardian	<i>Frankites rogoledanus</i>	<i>Budurovignathus n. sp.</i> (Kozur)	<i>Budurovignathus supralongobarica</i>		<i>Pseudofurcatus murcianus</i>
238				<i>Protrachyceras neumayri</i>	<i>Budurovignathus mungoensis</i>	<i>Budurovignathus mungoensis</i>	
	Ladinian	Fassanian	<i>Protrachyceras longobardicum</i>				
239				" <i>Eotrachyceras</i> " <i>gredleri</i>	<i>Budurovignathus hungaricus</i>	<i>Budurovignathus hungaricus</i>	<i>Budurovignathus hungaricus</i>
	Ladinian	Fassanian	<i>Protrachyceras margitosum</i>				
240				<i>Eoprotrachyceras curionii</i>	<i>Budurovignathus truempyi</i>	<i>Budurovignathus truempyi</i>	
	Anisian	Illyrian	<i>Nevadites secedensis</i>	<i>Paragondolella? trammeri</i>	<i>Paragondolella? trammeri</i>	<i>Paragondolella? trammeri</i>	
241.5				<i>Reitzites reitzii</i>	<i>Paragondolella? trammeri-Neogondolella aequidentata</i>	<i>Paragondolella? trammeri-Neogondolella aequidentata</i>	
	Anisian	Illyrian	<i>Kellnerites felsoeoersensis</i>	<i>P.? tram. trammeri- P. alpina</i>	<i>P.? trammeri tram- P. alpina</i>		
242				<i>Paraceratites trinodosus</i>	<i>P. alpina - P.? tram. praetrammeri</i>	<i>P. alpina - P.? tram. praetr.</i>	
	Anisian	Pelsonian	<i>Schreyerites binodosus</i>	<i>Neogondolella constricta</i>	<i>Neogondolella constricta</i>	<i>Neogondolella constricta</i>	
243				<i>Balatonites balatonicus</i>	<i>Paragondolella bifurcata</i>	<i>Paragondolella bifurcata</i>	<i>Paragondolella bifurcata</i>
	Anisian	Bithynian	<i>Kocaella</i>	<i>Paragondolella bulgarica (Nicoraella germanica & Nicoraella kockefi s.z.)</i>	<i>Nicoraella germanica</i>	<i>Nicoraella kockefi</i>	
244				<i>Pararochordicus (Nev.)</i>	<i>Paragondolella bulgarica</i>	<i>Nicoraella germanica</i>	
	Anisian	Aegean	<i>Lenotropites caurus (Nev.)</i>				
245				<i>Siberingites multer (Nev.)</i>			
	Anisian	Aegean	<i>Pseudokeysingites guxi (New.)</i>				
246				<i>Neogond. ? regalis</i>	<i>Neogondolella? regalis</i>		
246.8			<i>Ch. timorensis</i>	<i>Ch. timorensis</i>			
247		Early Triassic					

Ogg et al., 2016				Kozur, 2003	Fügo et al., 2018	This work	
AGE (Ma)	Stage	Substage	Ammonoid Zones Tethys	Conodont zones Tethys	Conodont zones Tethys/Western Pacific	Conodont zones Tethys	Conodont zones Slovenia
	Jurassic		<i>Psiloceras spelae</i>				
201.4			<i>Choristoc. marshi</i>	<i>Misikella ultima</i>	<i>Misikella ultima</i>	<i>Niocardolella detrei</i>	un-named zone
	Rhaetian		<i>Vandaltos stuerzenbaumi</i>	<i>Misikella rhaetica</i>		<i>Misikella ultima</i>	<i>Misikella koessenensis</i>
205				<i>Misikella posthemsteini s.s.</i>	<i>Misikella koessenensis</i>		<i>Misikella koessenensis</i>
	Rhaetian		<i>Sagenites reticulatus</i>			<i>Misikella posthemsteini</i>	<i>Misikella posthemsteini</i>
205.8				<i>Misikella posthemsteini s.l.</i>	<i>Misikella posthemsteini</i>		<i>Misikella posthemsteini</i>
	Rhaetian					<i>Misikella posthemsteini</i>	<i>Misikella posthemsteini</i>
209.6							<i>Misikella posthemst.</i>
	Sevastian		<i>Metasibirites spinescenes</i>	<i>Misikella hemsteini-Parv. andrusovi</i>	<i>Misikella hemsteini-Parv. andrusovi</i>	<i>Misikella hemsteini-Parv. andrusovi</i>	<i>Misikella hemsteini-Parv. andrusovi</i>
210			<i>Sagenites quinquepunctatus</i>	<i>Epigondolella bidentata</i>	<i>Mockina bidentata</i>	Subzone 2	<i>Mockina bidentata</i>
	Sevastian		<i>Halorites macer</i>			Subzone 1	<i>Moc. slovakensis</i>
215							<i>Moc. semulata</i>
	Alaunian		<i>Himavites hogarti</i>	<i>Mockina postera</i>	<i>Mockina postera</i>	<i>Mockina postera</i>	<i>Mockina postera</i>
215			<i>Cyrtopl. bicrenatus</i>	<i>Epigondolella spiculata</i>	<i>Moc. spiculata</i>		<i>Mockina spiculata</i>
	Alaunian		<i>Juvavites magnus</i>	<i>Mockina medionorica</i>	<i>Moc. medionorica</i>	<i>Mockina medionorica</i>	<i>Mockina postera</i>
220				<i>Epigondolella triangularis-Norigondolella halfstattensis</i>	<i>Epigondolella triangularis-Norigondolella halfstattensis</i>		<i>Epigondolella triangularis</i>
	Lacian		<i>Malayites paulkei</i>			<i>Epigondolella rigoi - Epigondolella quadrata</i>	
225				<i>Epigondolella quadrata (?)</i>	<i>Epigondolella quadrata</i>		<i>Epigondolella rigoi - Epigondolella quadrata</i>
	Lacian		<i>Guembelites jandianus</i>	<i>Metapolygnathus communisti</i>	<i>Epigondolella orchardi-Norigondolella navicula</i>	<i>Camepigondolella gulloae</i>	<i>Epigondolella rigoi - Epigondolella quadrata</i>
228.5						<i>Metapolygnathus parvus</i>	
	Tuvalian		<i>Anatropites spinosus</i>	<i>Camepigondolella pseudodiebeli</i>	<i>Camepigondolella pseudodiebeli</i>	<i>Metapoly. communisti</i>	<i>Metapoly. communisti</i>
230				<i>Camepig. zoae</i>	<i>Camepigondolella zoae</i>	<i>E. viavoi</i>	<i>E. quadrata</i>
	Tuvalian		<i>Tropies subbullatus</i>	<i>Metapolygnathus carpathicus</i>	<i>P. carpathica</i>	<i>Neocavitella cavilata</i>	<i>Camepigondolella pseudodiebeli</i>
235			<i>Tropies dilleri</i>	<i>P. postinclinata? - P. noah</i>	<i>P. postinclinata - P. polygn.</i>	<i>Metapolygnathus praecomunisti</i>	<i>Neocavitella cavilata</i>
	Julian		<i>Austrotr. austriac.</i>	<i>Gladigondolella lethylidis</i>	<i>Gladigondolella lethylidis</i>	<i>Hayashilella tuvalica</i>	<i>Hayashilella tuvalica</i>
237.0			<i>Trachyceras anonoides</i>	<i>Paragondolella postinclinata</i>	<i>P. polygnathiformis</i>	<i>P. praetinclinata</i>	<i>P. praetinclinata</i>
	Cordevollian		<i>Trachyceras aon</i>	<i>Budurovign. diebeli-Quadrallela polygnathiformis</i>	<i>Budurovign. diebeli- P. polygnathiformis</i>	<i>Mazzaella ceratica</i>	<i>Mazzaella ceratica</i>
237.0			<i>Daxatina canadensis</i>			<i>P. polygnathiformis</i>	<i>P. polygnathiformis</i>



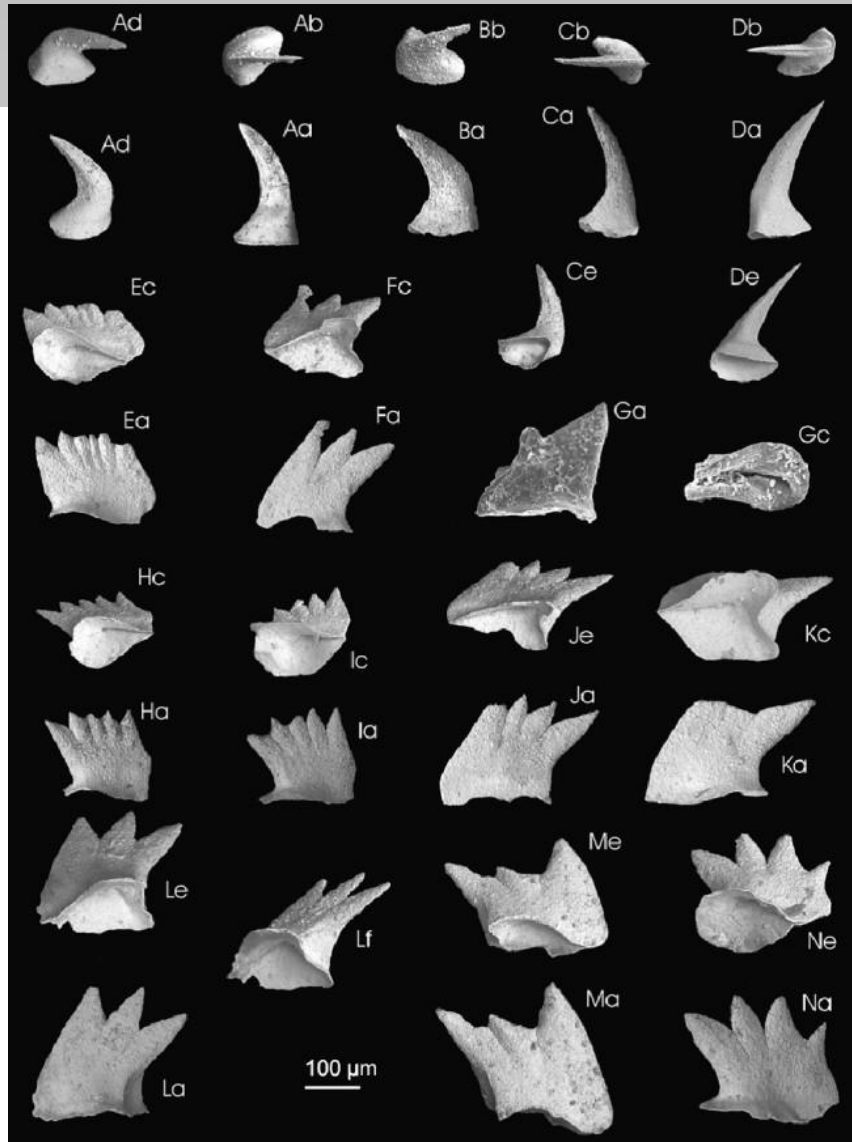
Geozs Geološki zavod Slovenije

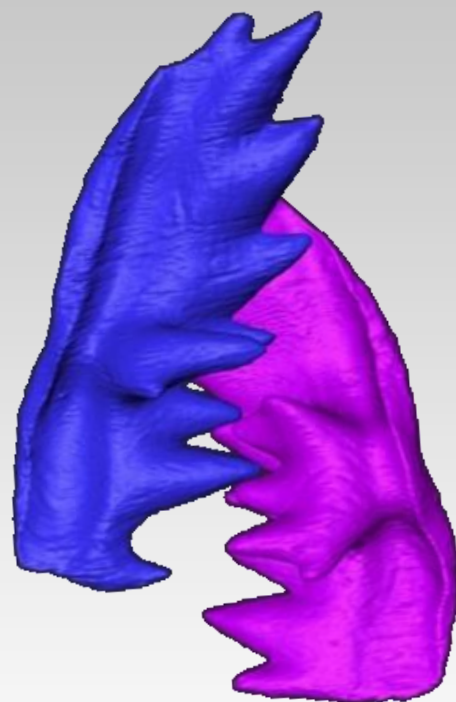
Early Jurassic, 195 Ma Pangean zenith



**CAMP – Central Atlantic
Magmatic Province**

Zgornji trias - Kobla





Hvala za pozornost!