

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

Studijski program GEOGRAFIJA

Godina I, Semestar II

Mart, 2020.

(1) – Geološko vrijeme

dr Slobodan Radusinović, naučni saradnik UCG

Predavanja pripremljena na osnovu:

OPŠTA GEOLOGIJA

Autori udžbenika

Prof. dr Nataša Gerzina, vanredni profesor

Prof. dr Ivana Carević, vanredni profesor

Izdavač

Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet, 2019

3. GEOLOŠKO VREME

Relativna starost

Osnovni principi stratigrafije

Stratigrafske klasifikacije

Fosilni ostaci biljaka i životinja

Vrste fosila

Uslovi fosilizacije

Značaj fosila u stratigrafskim korelacijama

Živi svet mora i okeana

Apsolutna starost

Geološka vremenska skala

GEOLOGIJA – TEKTONIKA I ISTORIJSKA GEOLOGIJA

Autorizovana predavanja 2016/2017.

Prof. dr Staniša Ivanović , redovni profesor, Prof. dr Gojko Nikolić , vanredni profesor

Primjeri:

Boni, M., Reddy, S.M., Mondillo, N., Balassone, G., Taylor, R., 2012: A distant magmatic source for Cretaceous karst bauxites of Southern Apennines (Italy), revealed through SHRIMP zircon age dating. Terra Nova, 00, pp. 1–7.

Radusinović, S., 2017: Metalogenija jurskih karstnih boksita rudnih rejona Vojnik-Maganik i Prekornica, Crna Gora. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu. 349 pp.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- UVOD -

Istorijska geologija je fundamentalna geološka disciplina koja se bavi proučavanjem geoloških procesa kroz istoriju Zemlje i rekonstrukcijom njenog razvoja.

Predmet proučavanja je Zemljina kora i sve promjene koje su se na njoj dešavale od momenta njenog obrazovanja, a naročito od pojave *prvih organizama* do danas.

Istorijska geologija ima zadatak da sve promjene koje su se dešavale na Zemlji hronološki sredi i po mogućnosti prouči uzroke i sile koje su ih izazvale. Zato se ona koristi svim iskustvima koje pruža *opšta geologija*.

U prvom redu, istorijska geologija koristi znanja:

- **paleontologije** – nauke o fosilima.
- **paleogeografije** – koja izučava promjene u rasporedu kopna i mora u geološkoj prošlosti.
- **paleoklimatologije** – koja prati klimatska kolebanja u geološkoj prošlosti, jer u zavisnosti od klimatskih prilika egzistiraju određene biljne i životinjske vrste.
- **stratigrafije** - jedne od grana istorijske geologije.

Istorijska geologija određuje *relativnu starost* jednog sloja ili grupe slojeva i jedne faune ili flore.

Jedan od zadataka istorijske geologije je da izvrši rekonstrukciju *fizičkog stanja Zemlje* u svakoj periodi njenog razvitka posebno.

Da bi mogla riješiti postavljene zadatke, istorijska geologija se služi različitim metodama.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

4

- RELATIVNA STAROST -

Određivanje relativne starosti podrazumijeva utvrđivanje redosleda geoloških događaja, odnosno redosled stvaranja geoloških tijela i oblika, bez saznanja o njihovoj egzaktnoj starosti.

Stratigrafija je geološka disciplina koja proučava slojeve stijena, njihove teksture, sastav i međusobne odnose, upoređuje ih na širem prostoru i daje podatke o relativnoj starosti stijena.

Stratigrafska proučavanja vrše se u cilju definisanja zakonitosti pomoću kojih se može dati vremenski slijed formiranja stijena i događaja tokom geološke prošlosti.

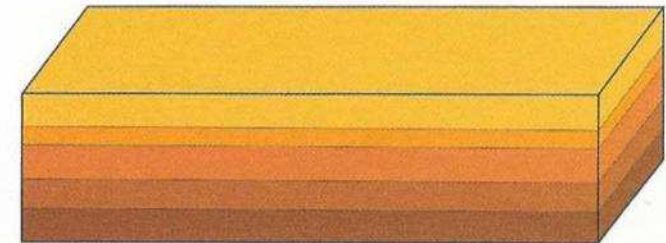
OSNOVNI PRINCIPI STRATIGRAFIJE

Tokom određivanja relativne starosti stijena koriste se **osnovni stratigrafski principi**, koji se mogu primjeniti generalno *samo na sedimentne stijene*:

■ Princip primarne horizontalnosti slojeva –

svi slojevi u sedimentnim stijenama su taloženi horizontalno.

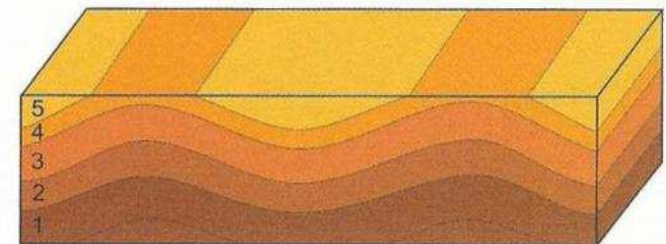
*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*



SLIKA 3.2 Princip primarne horizontalnosti slojeva

■ Princip superpozicije –

svaki je sloj u neporemećenoj sukcesiji slojeva mlađi od slojeva ispod, a stariji od slojeva iznad njega.



SLIKA 3.3 Princip superpozicije

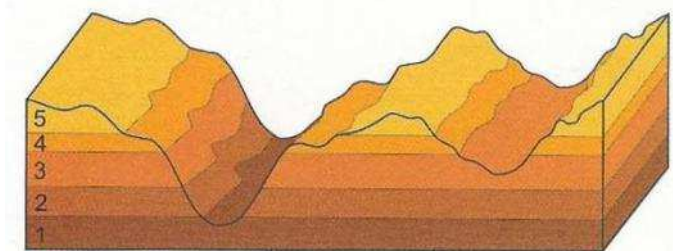
ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

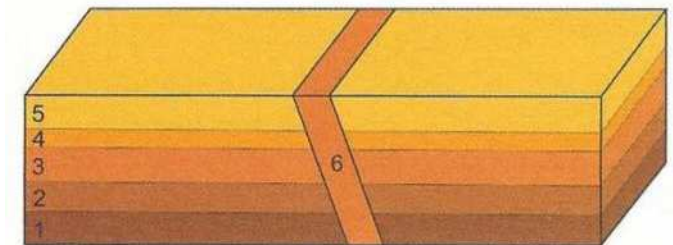
OSNOVNI PRINCIPI STRATIGRAFIJE

- **Princip biološke sukcesije** – životne forme iz određenog doba Zemljine prošlosti tipične su samo za to doba. Stijene formirane u isto doba mogu imati sličnu fosilnu asocijaciju, pa se na osnovu toga utvrđuje koje su stijene starije a koje mlađe.
- **Princip bočnog kontinuiteta** – slojevi sedimentnih stijena se pružaju u svim pravcima, sve dok ne budu potpuno istanjeni na rubu basena u kome su nastali. Primjenjuje se na stijene koje su nakon nastanka razdvojene erozijom.
- **Princip presijecanja** – neporemećena stijena ili struktura (ona koja presijeca) je mlađa, a poremećena struktura ili stijena (ona koja je presječena) je starija.
- **Princip inkluzije** – podrazumijeva da fragmenti jedne stijene koji se nalaze uklopljeni u drugoj stijeni moraju biti stariji od stijene u kojoj se nalaze.

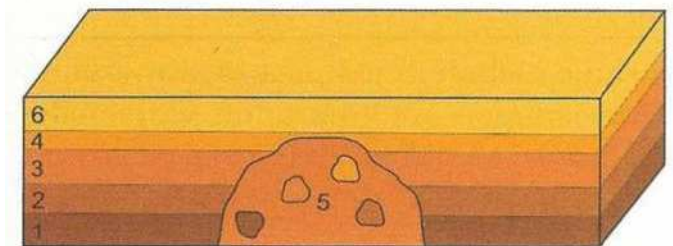
*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*



SLIKA 3.4 Princip bočnog kontinuiteta



SLIKA 3.5 Princip presecanja



SLIKA 3.6 Princip inkluzije

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*

STRATIGRAFSKE KLASIFIKACIJE

Čarls Lajel je sredinom XIX vijeka podijelio naslage kenozoika na pet manjih cjelina, na osnovu razlika u fosilnom sadržaju – početak oblikovanja moderne geološke vremenske skale, prema relativnoj starosti.

Litološke karakteristike stijena – osnov za stratigrafske klasifikacije u početku.

Imena jedinica – po geografskim lokalitetima , plemenima, tipu stijene...

Na osnovu superpozicije određivana je relativna starost stijene, a potom i fosilni sadržaj – osnov za prepoznavanje i na drugim lokalitetima.

Prvobitno opisana karakteristična jedinica naziva se standardni profil ili **stratotip**.

Problem: veliki broj jedinica različitih naziva, kategorija, vremenskih pozicija i trajanja...konfuzno, neprikladno za širu upotrebu.

Sjevernoamerički stratigrafski kodeks početkom XX vijeka – sadrži definicije i nazive iz svih kategorija Stratigrafske klasifikacije.

Međunarodna komisija za stratigrafiju pri **Međunarodnoj uniji geoloških nauka** – ingerencija za definisanje globalnih jedinica *Međunarodne hronostratigrafske skale* na osnovu kojih su određene jedinice *Međunarodne vremenske skale*.

Postavljeni su globalni standardi za prikazivanje istorije Zemlje.

Stratigrafska klasifikacija ima za cilj određivanje sistema pomoću kog se daje vremenski slijed geoloških procesa i nastanka različitih stijena, ujednačeno za čitav prostor Zemlje.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

*Izvor: Opšta geologija.
Gerzina i Carević, 2019*

STRATIGRAFSKE KLASIFIKACIJE

Stijene mogu biti klasifikovane na osnovu različitih karakteristika – svaka od klasifikacija ima svoju nomenklaturu:

- **litostratigrfske jedinice** – bazirane na litološkim karakteristikama stijena;
- **biostratigrfske jedinice** – bazirane na fosilnom sadržaju stijena;
- **alostratigrfske jedinice** – jedinice ograničene jasnim diskontinuitetima i stratigrafskoj sukcesiji;
- **magnetostratigrfske jedinice** – bazirane na intezitetu i orijentaciji remanentnog namagnetisanja stijena;
- **hronostratigrfske jedinice** – bazirane na vremenu formiranja stijena.

Litostratigrafija se bazira na fizičkim osobinama stijena – izdvajanje jedinica moguće tokom terenskog rada.

Osnovna litostratigrafska jedinica je **formacija** – jasne granice prema podini i povlati i može biti prikazana na geološkoj karti.

Formacije su podijeljene na **članove** – karakteristični djelovi formacije.

Mogu biti grupisane u **grupe** i **supergrupe**.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

STRATIGRAFSKE KLASIFIKACIJE

Biostratigrafija – klasifikacija na osnovu fosilnog sadržaja.

Osnovna biostratigrafska jedinica je **biozona** – može biti izdvojena na osnovu jednog *taksona* (klasifikaciona grupa organizama), više taksona, specifičnim morfoloških odlika ili varijacija...

U istim sedimentima može biti izdvojeno više različitih biostratigrafskih jedinica, kod kojih mogu postojati prekidi ili se one mogu preklapati u horizontalnom ili vertikalnom smislu.

Hronostratigrafija – utvrđivanje redosleda i vremena nastanka stijena na određenom prostoru i na Zemlji u cjelini.

Sistematsko organizovanje stijena od kojih je izgrađena Zemljina kora u hronostratigrafske jedinice.

Hronostratigrafske jedinice predstavljaju stijene nastale tokom nekog tačno određenog perioda geološkog vremena.

Ti vremenski intervali određeni su **metodama apsolutne starosti** i predstavljeni su **geohronološkim jedinicama**.

Hronostratigrafske jedinice su globalno najprimjenjivije i najčešće se koriste za komunikaciju među stratigrafima širom svijeta.

Geohronološke jedinice	Hronostratigrafske jedinice
Eon	Enotem
Era	Erotem
Perioda	Sistem
Epoha	Serija
Doba	Kat
Vrijeme	Potkat

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

FOSILNI OSTACI BILJAKA I ŽIVOTINJA

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

Fosili su ostaci ili tragovi života izumrlih biljaka i životinja, sačuvani u sedimentnim stijenama.

- indikatori starosti stijena;
- ključni faktori korelacije stijena slične starosti u različitim oblastima;
- donošenje zaključaka o životnoj sredini u prošlosti.

Paleontologija – interdisciplinarna nauka (**biologija** i **geologija**), bavi se proučavanjem fosila, sa ciljem boljeg razumijevanja i objašnjenja razvoja života na Zemlji tokom geološkog vremena.

VRSTE FOSILA

- **Fragmenti skeleta** – zubi, kosti, ljuštura. Rijetko očuvane kompletne životinje.
- **Kalupi i otisci** – otisci ljuštura organizama nakon njihovog rastvaranja unutar sedimenata.
- **Proces karbonifikacije** – fosilizacija u izrazito sitnozrnim sedimentima zbog istiskivanja tečnih i gasovitih komponenti kada na biljci ostaje samo tanka obloga rezidualnog ugljenika (redukcione sredine, bogate organskom materijom).
- **Fosilni insekti** – iako nježni mogu biti sačuvani u ćilibaru, očvrsloj smoli drveća.
- **Ihnofosili** – tragovi različitih aktivnosti organizama:
 - **tragovi kretanja** – otisci koje životinje ostavljaju u nekonsolidovanom sedimentu,
 - **bioturbacije** – kanali u sedimentu, drvetu ili stijeni koje su napravili organizmi.
 - **koproliti** – ostaci fecesa ili sadržaja gastrointestinalnog trakta životinja.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

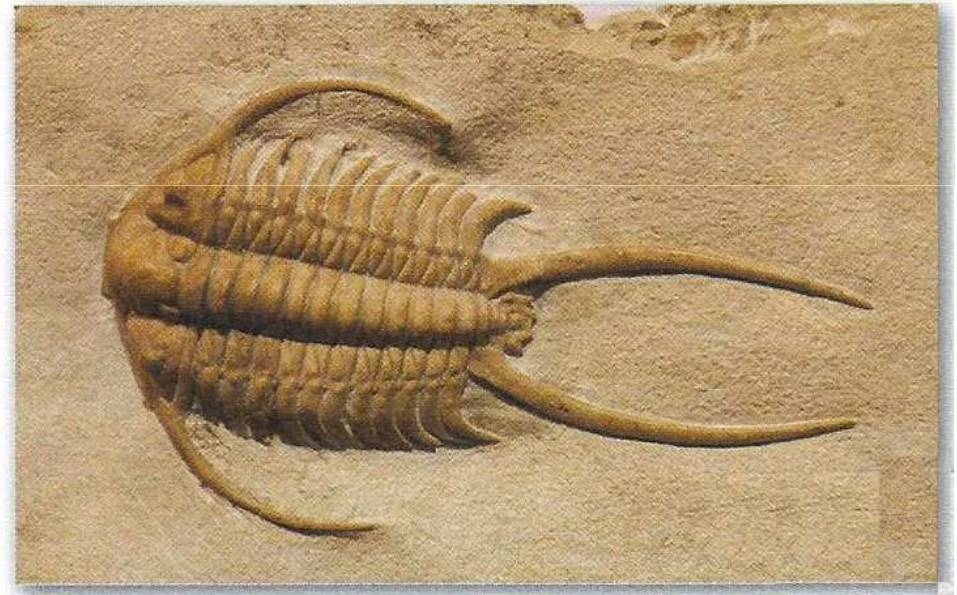
Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

VRSTE FOSILA

■ **Fragmenti skeleta** – zubi, kosti, ljušture. Rijetko očuvane kompletne životinje.



SLIKA 3.9 Fosilni ostatak vilice žirafe
(Foto: EcoPic/Depositphotos)



SLIKA 3.10 Fosil trilobita
(Foto: Alessandro Zocc/Depositphotos)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

VRSTE FOSILA

- **Kalupi i otisci** – otisci ljuštura organizama nakon njihovog rastvaranja unutar sedimenata.



SLIKA 3.11 Otisak (levo) i kalup (desno) amonita
(Foto: 2211438/ Pixabay)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

VRSTE FOSILA

- **Proces karbonifikacije** – fosilizacija u izrazito sitnozrnim sedimentima zbog istiskivanja tečnih i gasovitih komponenti kada na biljci ostaje samo tanka obloga rezidualnog ugljenika (redukcione sredine, bogate organskom materijom).

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019



SLIKA 3.12 Karbonifikovani ostaci flore (Foto: Anamimona Gomez/Pixabay)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

VRSTE FOSILA

- **Fosilni insekti** – iako nježni mogu biti sačuvani u ćilibaru, očvrsloj smoli drveća.



SLIKA 3.13 Četrdeset miliona godina star pauk zarobljen u baltičkom ćilibaru (Foto: Kacpura/Depositphotos)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

VRSTE FOSILA

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

■ **Ihnofosili** – tragovi različitih aktivnosti organizama:

- **tragovi kretanja** – otisci koje životinje ostavljaju u nekonsolidovanom sedimentu,
- **bioturbacije** – kanali u sedimentu, drvetu ili stijeni koje su napravili organizmi.
- **koproliti** – ostaci fecesa ili sadržaja gastrointestinalnog trakta životinja.



SLIKA 3.14 Tragovi kretanja dinosaurusu u donjokrednim peščarima, Kolorado, SAD (Foto: James St. John/Flickr)



SLIKA 3.15 Bioturbacije u ordovicijumskom krečnjaku, Kentaki, SAD (Foto: James St. John/Flickr)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

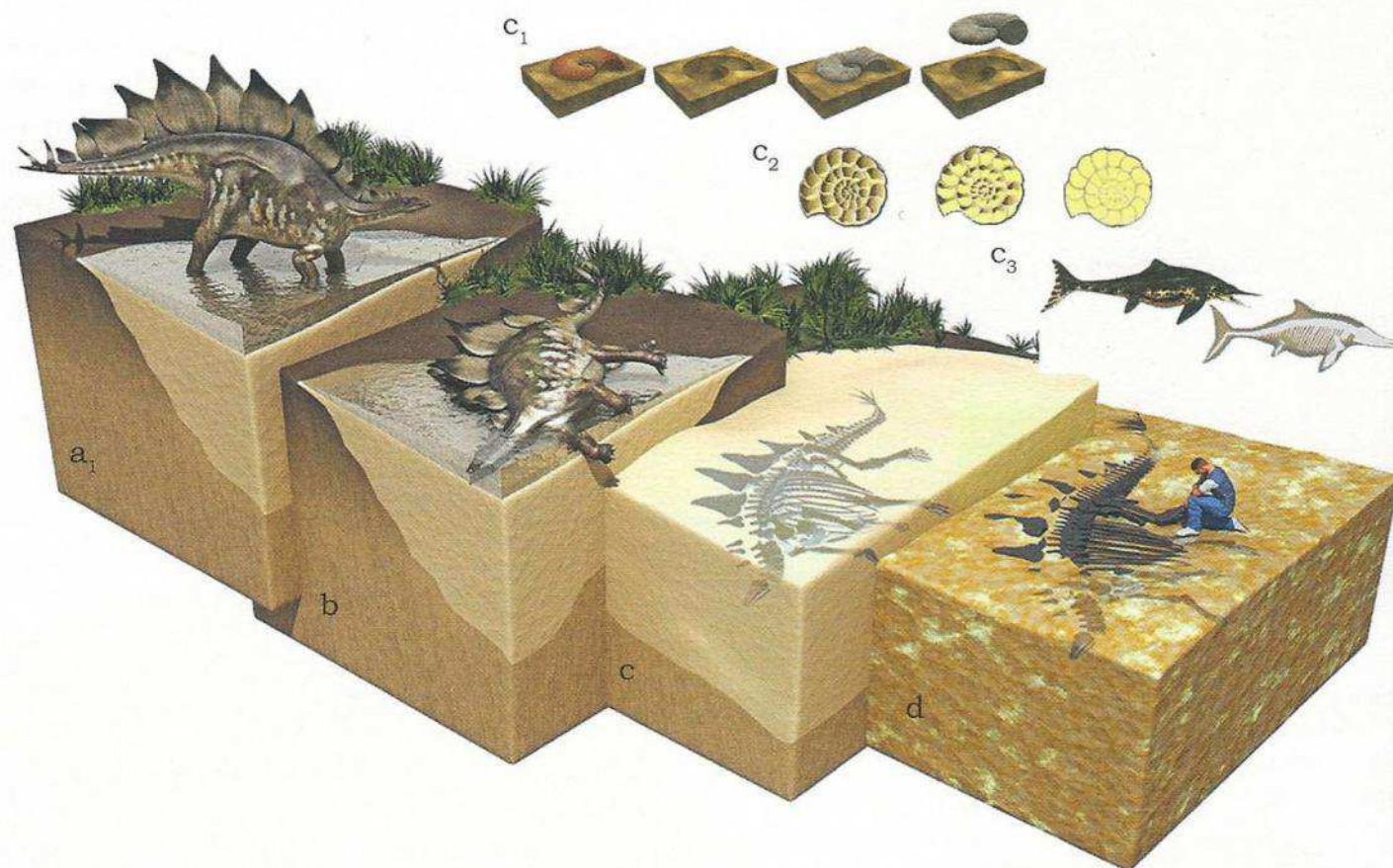
- RELATIVNA STAROST -

USLOVI

FOSILIZACIJE

Fosili najčešće predstavljaju ostatke ljuštura beskičmenjaka, odnosno kostiju i zuba kičmenjaka, koji su nataloženi u oblastima sa intenzivnom sedimentacijom najčešće u marinskim basenima.

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019



SLIKA 3.16 Proces fosilizacije: Nakon uginuća nekog organizma (životinje, biljke...), na primer na obali reke (a), njegovi ostaci polako bivaju pokriveni sedimentima (b). Nakon što su ostaci uginulog organizma potpuno zatrpani, niz bioloških, fizičkih i hemijskih procesa dovodi do potpunog ili delimičnog očuvanja ostataka (c). Ukoliko se ostaci organizma potpuno rastvore ili razlože, ostace udubljenje u sedimentu (otisak) koje može biti zapunjeno sedimentnim materijalom (kalup) (c₁). Šupljine u unutrašnjosti organizma mogu biti ispunjene sedimentom ili kristalima soli koje donosi voda koja prodire u ostatke organizma. Na taj način se mogu očuvati morfološki detalji unutrašnjih organa (c₂). Delovanjem bakterija pri razlaganju organskih ostataka može se formirati tamniji trag koji predstavlja obris mekog tela uginulog organizma (c₃). Ovi i slični procesi omogućavaju očuvanje različitih fosila u stenama milionima godina. Naknadni procesi dovode do ponovne pojave fosila na površini, što ih čini dostupnim paleontološkim proučavanjima (d) (Autor: Muhd Arerez/pngtree.com)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ZNAČAJ FOSILA U STRATIGRAFSKIM KORELACIJAMA

Fosili dokumentuju evoluciju života kroz geološko vrijeme.

Za određene vremenske periode karakteristična je pojava određene grupe fosila: *“doba trilobita”, “doba riba”, “doba reptila”, “doba sisara”...*

Vremenska razdoblja podijeljena su mnogo detaljnije na različite odjeljke, na osnovu prisustva pojedinih specifičnih vrsta karakterističnih za to vrijeme (*trilobita, amonita, foraminifera*).

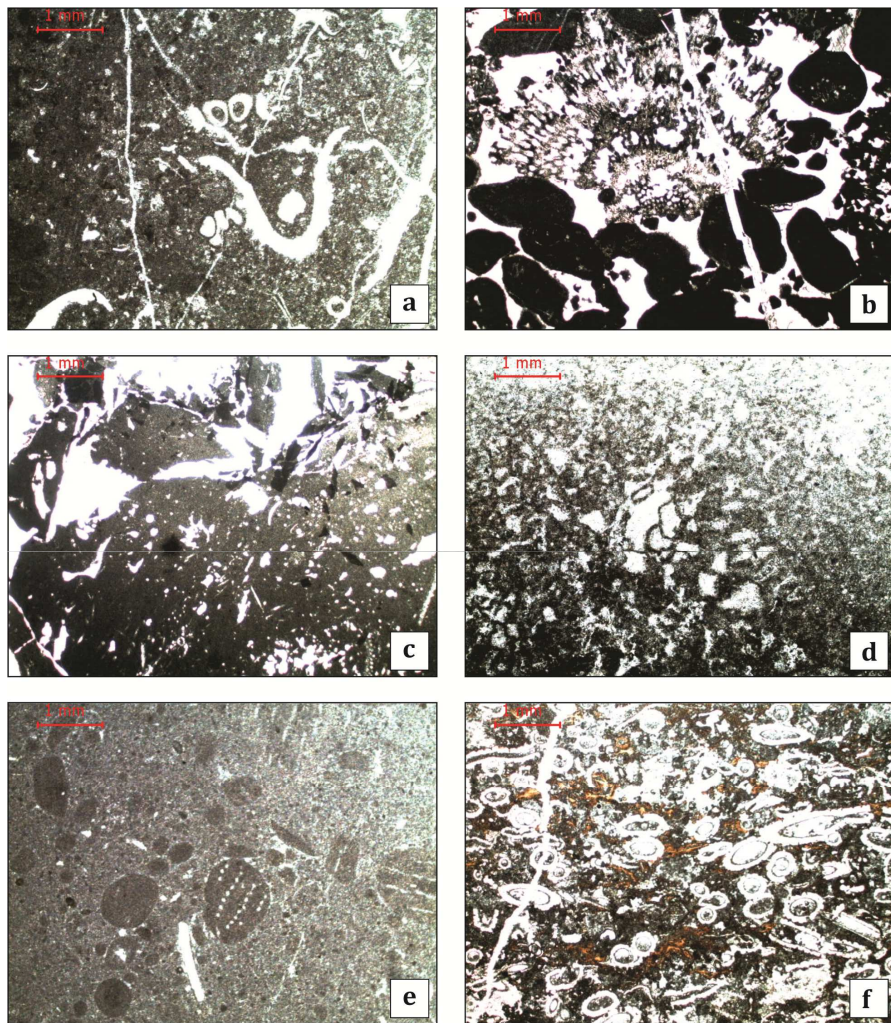
“Karakteristični fosili” ili **“indeks fosili”** – predstavljaju ostatke organizama koji su imali veliko geografsko rasprostranjenje ali tokom veoma kratkog perioda geološkog vremena.

Njihov nalazak omogućavaju korelaciju korelaciju stijena iste starosti na različitim prostorima.

Kada stijene ne sadrže karakteristične fosile, njihova starost se određuje na osnovu **fosilnih asocijacija** – grupe fosila čiji se vremenski rasponi pojavljivanja tokom geološkog vremena preklapaju.

Tada, za starost stijene uzimamo onu starost koja je **zajednička svim fosilima u fosilnoj asocijaciji** pronađenoj u toj stijeni.

- RELATIVNA STAROST -



Sl. 4.8: Krečnjak titona sa *Clypeina jurassica* i *Campbelliella mileši mileši*, uz. P–3B/4a (a); Krečnjak neokoma sa *Cayeuxia piae*, uz. P–3B/11 (b); Krečnjak neokoma sa *Clypeina solkani*, uz. P–3B/12 (c); Bituminozni krečnjak barema sa *Bačinnella irregularis*, uz. P–3B/53 (d); Bituminozni krečnjak barema sa *Favreina salevensis*, uz. P–3B/62 (e); Krečnjak sa *Salpingoporella dinarica* Radoičić, uz. P–3B/106 (f). *Biostratigrafska ispitivanja: Mirković i Milutin (1999). Mikrofotografije: J. Milutin, 2015*

Sl. 4.7 a: Litostratigrafski stub LSS 3: Smrekova gl.–V. Borovnik–Magline–Siljeva glava. Interval 0–470m. *Snimili i analize uradili: D. Čađenović (sedimentologija), N. Radulović (petologija), Z. Ostojić i J. Milutin (paleontologija), S. Radusinović i B. Popović. Obrada rezultata: S. Radusinović*

STRATIGRAFSKA PRIDATNOST		DEBLJINA (m)	LITOLOŠKI SASTAV	OZNAKA UZORKA	TEREŠKA ODREDBA	ORGANске CESTICE, STRUKTURA, TEKSTURA, DINAMIČNE PROMENE	BOJA SEDIMENATA	VRSTE STIJENA	MIKROFOSILNI SADRŽAJ			IZDVOJENE JEDINICE	DEFIZICIONI PROSTORI
GOR. DIOBAS	KENSKI TUN								ALGE	FORAMINIFERE	OSTALO		
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	4343	P-3B/11	G-P	LF-A	SS-C	Oolitni biotrapelsparit						
				440	W	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	440	P-3B/12	W-P	SS-C		Oospirit						
				440	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	420	P-3B/13	G-P	SS-C		Oolitni biotrapelsparit						
				420	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	400	P-3B/14	W-P	SS-C		Biopelmikrospirit						
				400	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	380	P-3B/15	W-P	SS-C		Onkoidni biotrapelmikrospirit						
				380	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	360	P-3B/16	W-P	SS-C		Oospirit						
				360	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	340	P-3B/17	W-P	SS-C		Dolomitni oomikrit						
				340	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	320	P-3B/18	W-P	SS-C		Fenestralni anatski biopelmikrit						
				320	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	300	P-3B/19	W-P	SS-C		Fenestralni anatski biopelmikrit						
				300	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	280	P-3B/20	W-P	SS-C		Oospirit						
				280	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	260	P-3B/21	W-P	SS-C		Dolomitni oomikrit						
				260	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	240	P-3B/22	W-P	SS-C		Fenestralni anatski biopelmikrit						
				240	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	220	P-3B/23	W-P	SS-C		Oospirit						
				220	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	200	P-3B/24	W-P	SS-C		Dolomitni oomikrit						
				200	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	180	P-3B/25	W-P	SS-C		Fenestralni anatski biopelmikrit						
				180	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	160	P-3B/26	W-P	SS-C		Oospirit						
				160	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	140	P-3B/27	W-P	SS-C		Dolomitni oomikrit						
				140	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	120	P-3B/28	W-P	SS-C		Fenestralni anatski biopelmikrit						
				120	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	100	P-3B/29	W-P	SS-C		Oospirit						
				100	P	SS-C							
GORNJA JURA	Kimeridž - Tition	80	P-3B/30	W-P	SS-C		Dolomitni oomikrit						

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ZNAČAJ FOSILA U STRATIGRAFSKIM KORELACIJAMA

Detaljna proučavanja fosila, uz analizu sedimentnih stijena koje ih sadrže, pružaju informacije o nekadašnjoj životnoj sredini – uz upoređenja sa sa karakteristikama i načinom života današnjih organizama.

Primjer: nastanak fosilne školjke u krečnjaku – krečnjak je sedimentna stijena nastala u nekada plitkom moru, jer je to sredina u kojoj i danas školjke žive.

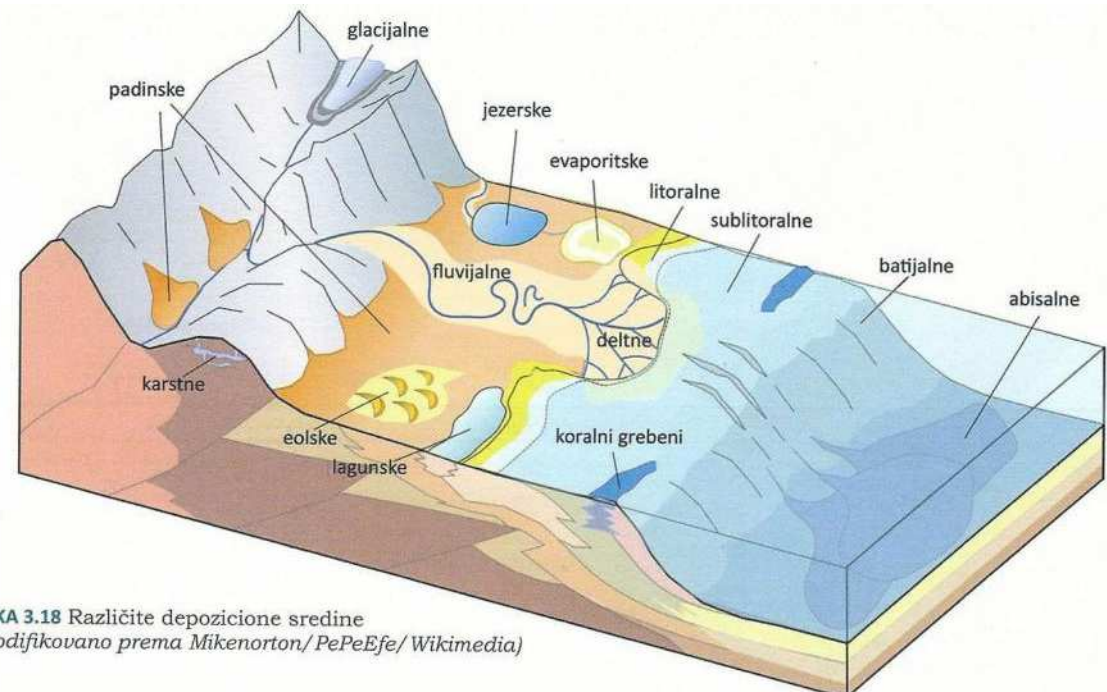
U zavisnosti od debljine ljuštore zaključujemo da li su te školjke živjele u uz obalu ili u dubljim i mirnijim vodama. Tako utvrđujemo približne pozicije obalske linije nekadašnjeg mora ili okeana što je veoma značajno za paleogeografske rekonstrukcije.

Proučene palontološke i litološke karakteristike neke stijene, koje nam ukazuju na uslove depozicije i karakteristike depozicione sredine u kojoj je ta stijena nastala predstavljaju **faciju**.

■ **Kontinentalne (terestičke) facije:** kopnene (glacijalne, pustinjske, pećinske) i slatkovodne (rječne, jezerske, močvarne).

■ **Morske (marinske) facije:** litoralne, sublitoralne, batijalne, abisalne.

■ **Mješovite facije:** lagunske, deltne, estuarske, limanske.



SLIKA 3.18 Različite depozicione sredine
(Modifikovano prema Mikenorton/PePeEfe/Wikimedia)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- RELATIVNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ŽIVI SVIJET MORA I OKEANA

Fosile koje nalazimo uglavnom su vezani za sedimentne stijene koje nastaju u morima i okeanima.

Bentoski organizmi ili **bentos** – organizmi koji žive na dnu:

- ***pričvršćeni za morsko dno*** (morske trave, koralji, morske sase, morski krinovi, sunđerici...)
- ***kreću se po morskom dnu*** (rakovi, puževi, ježevi, morske zvijezde...)

Pelaški organizmi – organizmi koji žive unutar vodenog stuba:

- ***nektonski organizmi*** – slobodno se kreću (ribe, delfini, kitovi, hobotnice, meduze)
- ***planktonski organizmi*** – lebde unutar vodenog stuba, (zooplankton – radiolarije, foraminifere) i fitoplankton (alge, bakterije...)

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- APSOLUTNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

Pronalaskom radioaktivnosti krajem XIX vijeka postalo je moguće određivanje tačnog vremenskog intervala, izraženog u godinama, za koji je vezan određen geološki događaj.

Određivanje apsolutne starosti podrazumijeva preciznije ***utvrđivanje starosti minerala na osnovu radioaktivnosti***.

Radioaktivnost je pojava raspadanja nestabilnih izotopa nekih hemijskih elemenata na atome manjeg atomskog broja, odnosno atomske mase, čime nastaje novi hemijski element:



Svaki radioaktivni element ima svoj karakterističan način i brzinu raspadanja.

Radioaktivnim raspadanjem se postepeno smanjuje količina prvobitnog elementa u stijeni, a povećava količina elementa koji od njega nastaje.

Vrijeme početka raspada nekog elementa, odnosno vrijeme nastanka neke stijene koja sadrži taj radioaktivni element, moguće je odrediti poznavanjem vremena njegovog poluraspada.

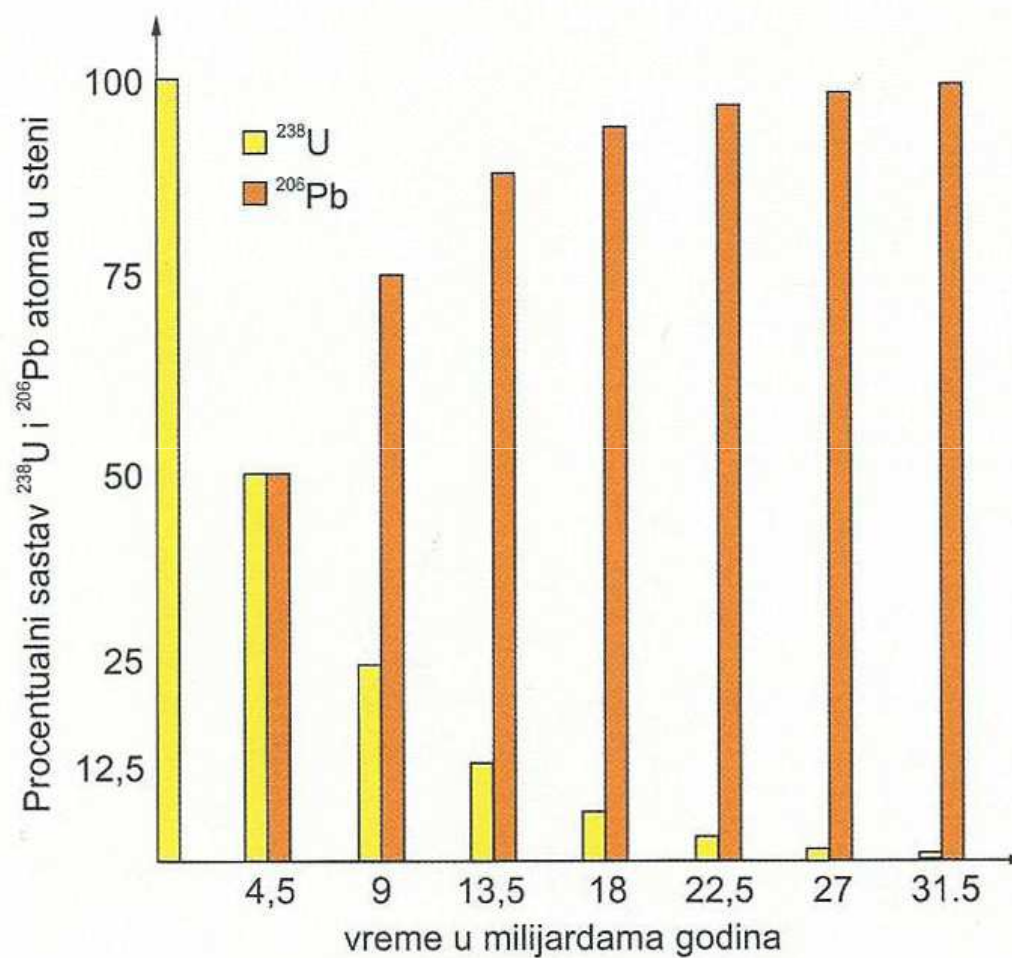
Vrijeme poluraspada je vrijeme koje je potrebno da se prvobitna količina nekog radioaktivnog elementa smanji na pola, odnosno to je trenutak kada se u stijeni nalazi samo polovina prvobitne količine tog elementa.

Metode kojima se danas određuje apsolutna starost su: uran-olovo ($^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ i $^{235}\text{U}/^{206}\text{Pb}$), uran-torijum ($^{235}\text{U}/^{230}\text{Th}$), kalijum-argon ($^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$), rubidijum-stroncijum ($^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$), ugljenik (C^{14}), mjerenje tragova fisije i metoda termoluminiscencije.

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- APSOLUTNA STAROST -

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019



SLIKA 3. 25 Promena odnosa atoma ^{238}U i ^{206}Pb u steni tokom vremena

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- APSOLUTNA STAROST -

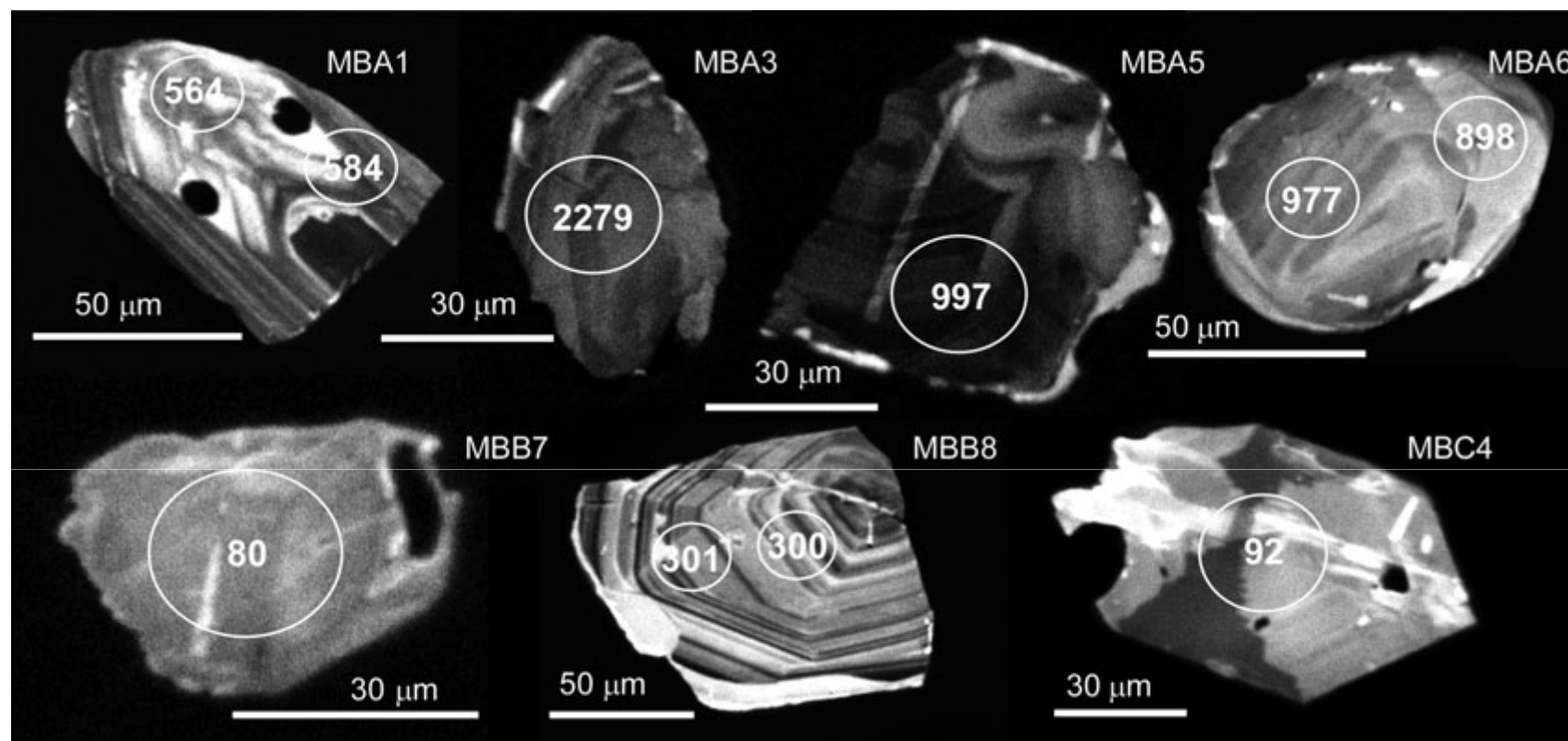
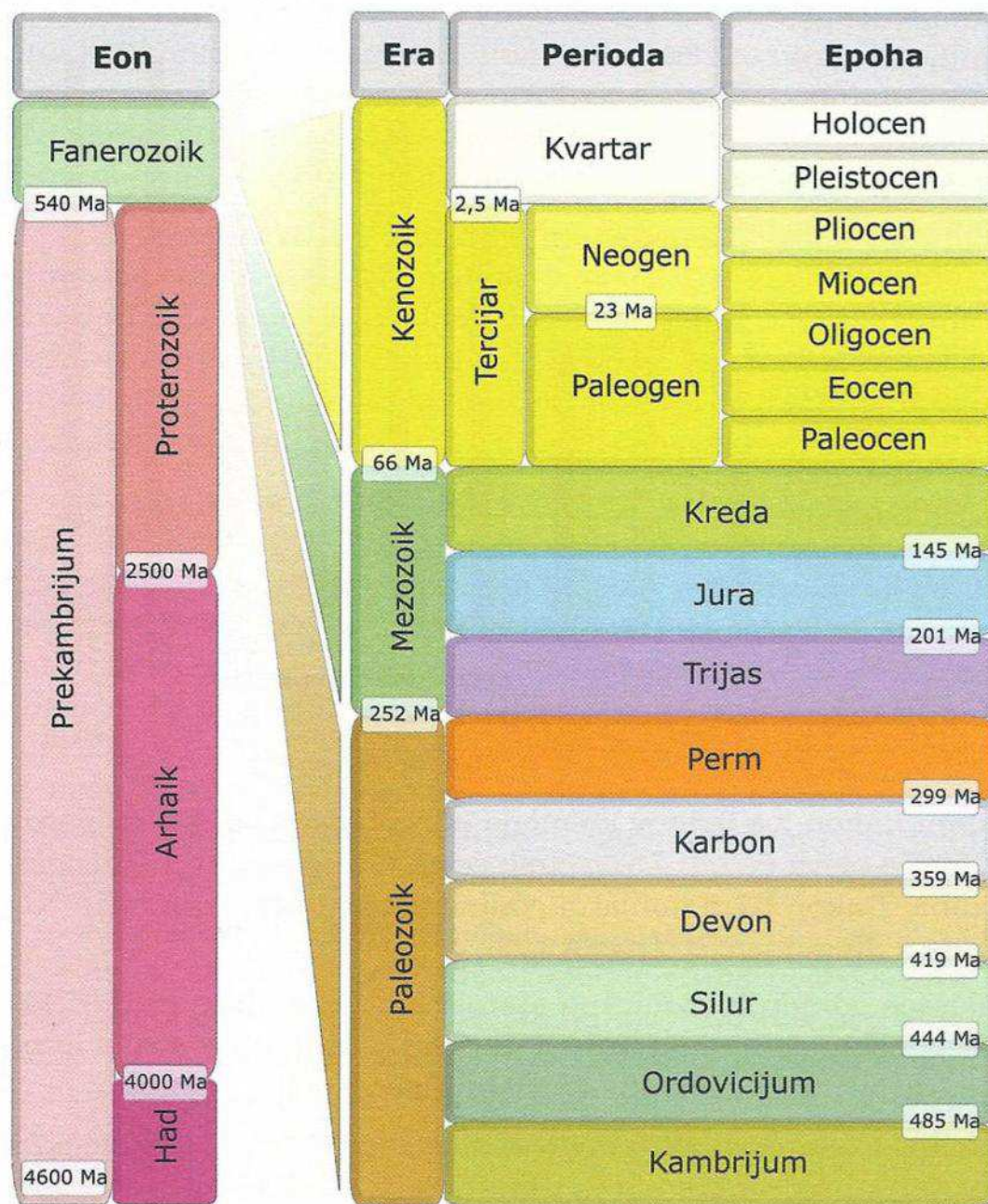


Fig. 2. Panchromatic cathodoluminescence images of representative zircon grains from the Matese Mts. bauxite. White ellipses show the location of SHRIMP analyses with associated numbers giving the age in Ma. Sample numbers (upper right of each grain) and age data are given in Table 1. MBA1, MBA3, MBA5, MBA6 and MBB8 show concentrically zoned grains that are interpreted to represent igneous crystallization. MBA5 shows a more complex internal zoning that cuts across a concentrically zoned core. This texture is interpreted to represent recrystallization of the zircon grain. MBA5, MBA6 and MBB8 also have bright rims that transect igneous growth zones. These are interpreted to be metamorphic rims around older igneous zircon cores. The two young grains (MBB7 and MBC4) show faint concentric zoning. MBC4 also shows sector zoning and a euhedral shape, the latter precluding a detrital origin for this grain.



SLIKA 3.26 Geohronološka skala

Izvor: Opšta geologija. Gerzina i Carević, 2019

ISTORIJSKA GEOLOGIJA

- GEOLOŠKA VREMENSKA SKALA-

Geološka vremenska skala

predstavlja sveukupno vrijeme od postanka Zemlje do danas – 4,6 milijardi godina.

Podijeljena je na: **eone**, eoni na **ere**, ere na **periode**, periode na **epohe**, epohe na **katove**.

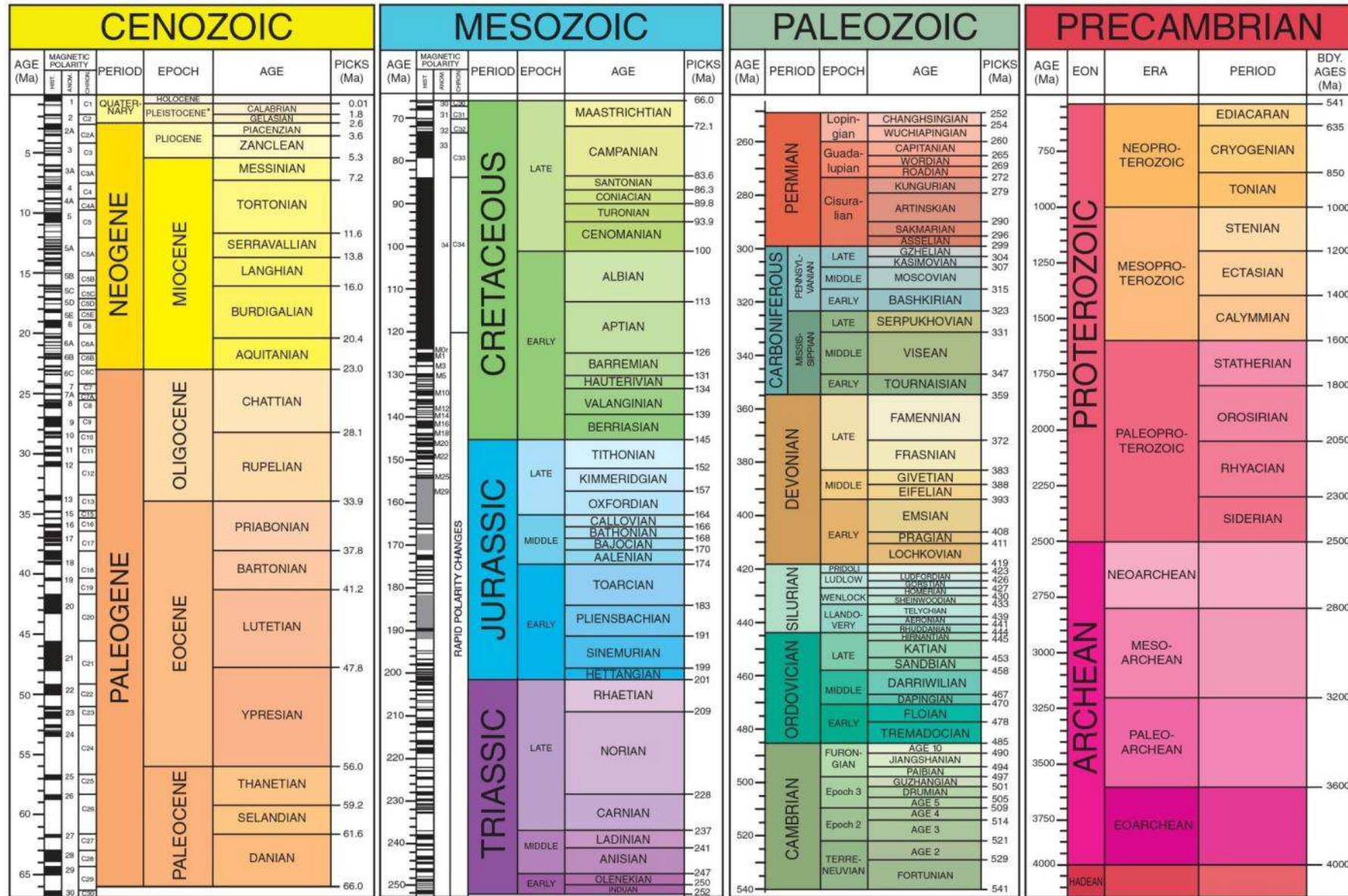
“Prekambrijum” obuhvata tri eona: **had**, **arhaik** i **proterozoik** (sufiks “zoik” označava prisustvo životinjskog svijeta) – vrijeme od nastanka Zemlje do prije 540 Ma, odnosno do pojave “vidljivog života” na Zemlji.

Fanerozoik –poslednji eon u geološkoj istoriji Zemlje traje poslednjih 540 Ma i podijeljen je na tri ere: **paleozoik**, **mezozoik** i **kenozoik**.

Granice između era su obilježene masovnim izumiranjem živog svijeta.

GSA GEOLOGIC TIME SCALE v. 4.0

24



*The Pleistocene is divided into four ages, but only two are shown here. What is shown as Calabrian is actually three ages—Calabrian from 1.8 to 0.78 Ma, Middle from 0.78 to 0.13 Ma, and Late from 0.13 to 0.01 Ma. Walker, J.D., Geissman, J.W., Bowring, S.A., and Babcock, L.E., compilers, 2012, Geologic Time Scale v. 4.0: Geological Society of America, doi: 10.1130/2012.CTS004R3C. ©2012 The Geological Society of America. The Cenozoic, Mesozoic, and Paleozoic are the Eras of the Phanerozoic Eon. Names of units and age boundaries follow the Gradstein et al. (2012) and Cohen et al. (2012) compilations. Age estimates and picks of boundaries are rounded to the nearest whole number (1 Ma) for the pre-Cenomanian, and rounded to one decimal place (100 ka) for the Cenomanian to Pleistocene interval. The numbered epochs and ages of the Cambrian are provisional. REFERENCES CITED Cohen, K.M., Finney, S., and Gibbard, P.L., 2012, International Chronostratigraphic Chart: International Commission on Stratigraphy, www.stratigraphy.org (last accessed May 2012). (Chart reproduced for the 34th International Geological Congress, Brisbane, Australia, 5–10 August 2012.) Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., et al., 2012, The Geologic Time Scale 2012: Boston, USA, Elsevier, DOI: 10.1016/B978-0-444-59425-9.00004-4.