

Veliko izumiranje dinosaura

Kabinetskom obradom literaturnih podataka prikupljene su hipoteze o pomoru mezozojskih gmizavaca. Prikazana je evolucija dinosaura, položaj kontinenata, klima i vegetacija. Prikupljeno je sedam hipoteza o izumiranju dinosaura. Analizom svih tumačenja za najprihvatljiviju je izdvojena hipoteza o sudaru meteora i Zemlje.

U geološkoj istoriji Zemlje postojao je izvestan broj masovnih izumiranja organskog sveta. Jedno od tih izumiranja bilo je krajem krede (pre 65 miliona godina) kada su među ostalima izumrli dinosauri. Postoji više tumačenja ovog događaja koja su do sada uglavom objavljena pojedinačno u studijama i u časopisima *Nature* i *Science*. Cilj rada je da se kroz prikaz što više hipoteza o izumiranju dinosaura, analiziraju njihove prednosti i nedostaci, kako bi se ukazalo na najprihvatljiviju.

Istraživanje je realizovano u Istraživačkoj stanici Petnica u okviru letnjeg seminara geologije u drugoj polovini avgusta 1995. godine. Rad je izveden kabinetskom obradom prikupljenih literaturnih podataka. Rezultati su podeljeni u tri dela. U prvom delu prikazana je evolucija dinosaura, u drugom je ukratko opisan tadašnji položaj kontinenata, klima i vegetacija, dok treći sadrži prikupljene hipoteze do kojih se došlo obradom literaturnih podataka.

Rezultati

Evolucija dinosaura

Dinosauri su kopneni gmizavci koji su živeli u mezozoiku. Naziv Dinosauria (strašni gušteri) ovim životinjama dao je oksfordski profesor Richard Owen (Richard Owen). To su životinje ogromnog rasta, poneki dugi 30 m, visoki 12 m, sa zadnjim udovima jačim od prednjih. Prvi dinosauri

Dubravka Bogdanović (1977), Beograd, Bulevar AVNOJ-a 209/6, učenica 3. razreda IX gimnazije „Mihailo Petrović - Alas” u Beogradu

su se pojavili početkom trijasa (šema u prilogu). Njihov zajenički predak je Tekodont. Od njega su evolucijom nastali sledeći redovi: dva reda DINOSAURIA (Saurischia i Ornithischia), CROCODILIA (krokodili), PTEROSAURIA (krilati gušteri), ICHTIOSAURIA (ribe-gušteri) i PLESIOSAURIA (bliski gušterima). U okviru reda SAURISCHIA (gušterolikih dinosaura) izdvojile su se tri familije:

jedna mesojeda: TERAPODI (rodovi: *Celofizis*, *Megalosaurus*, *Kompsognatus*, *Alosaurus*, *Ornitomimus*, *Albertosaurus*, *Deinonih*, *Stenonihosaurus*, *Daspletosaurus*, *Spinosaurus*, *Dromiceonim*, *Tiranosaurus*);

dve biljojeda: PROTOZAUROPODI (rod: *Anhisaurus*) i SAUROPODI (rodovi: *Melanosaurus*, *Cetiosaurus*, *Brahiosaurus*, *Brontosaurus*, *Euhelopus*).

ORNITHISCHIA (pticoliki dinosauri) vode poreklo od Fabrozaura. U njih se ubrajaju biljojedi familija:

STEGOSAURI (rod: *Stegosaurus*);

ORNITOPODI (rodovi: *Laosaurus*, *Stegosaurus*, *Tenontosaurus*, *Tescelosaurus*, *Gipsilofodon*, *Parksosaurus* *Iguanodon*, *Edmontosaurus*, *Parazavrolof*);

ANKILOSAURI (rodovi: *Skelidosaurus*, *Zavropelta*, *Euplocefalus*);

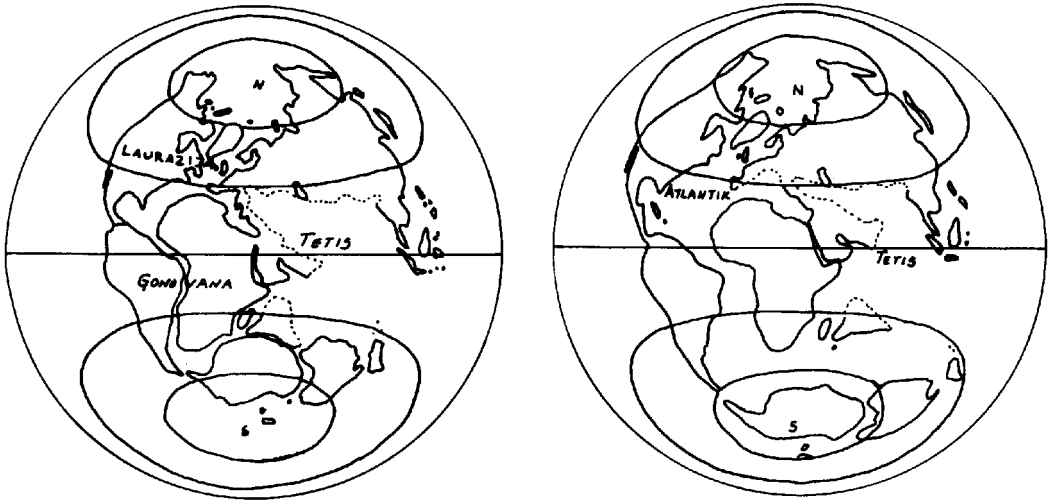
CERATOPSI (rodovi: *Psitakosaurus*, *Stirakosaurus*, *Hasmosaurus*, *Triceratops*, *Letoceratops*).

Analizirajući šemu u prilogu može se uočiti da su najveće razviće dostigli u kredi. Najkrupniji dinosauri bili su *Brontosaurus* (dug 27 m) i *Brahiosaurus* (dug 24 m). Za najstrašnijeg se može smatrati *Stenonychosaurus inequalis*. Njegova velika moždana duplja, sposobnost stereovida i posuvraćeni palac ukazuju na to da se mogao razviti u vrstu inteligentnijih stvorenja.

Mezozoik

Položaj kontinenata

U mladem paleozoiku formirala se Pangeja 2. Krajem paleozoika Pangeja 2 je počela da se razara na Lauraziju i Gondvanu. Lauraziju su činile Severna Amerika i Evroazija, a Gondvanu: Južna Amerika, Afrika, Indija, Antartik i Australija. Položaj kontinenata u mezozoiku je bio južniji od današnjeg. Tokom mezozoika postojala je manje više neprekidna kontinentalna ploča koja se prostirala od jednog do drugog pola. Sredinom jure počelo je formiranje Atlantskog okeana, a Severna i Južna Amerika su počele da se odvajaju (slika 1).



Krajem jure i početkom krede kontinenti koji su činili Gondvanu počeli su da se odvajaju osim Australije i Antartika (slika 2). Razaranje nekadašnje Pangeje 2 traje i dan danas.

Klima i vegetacija

Tokom poslednjih sto miliona godina klima je pokazala sklonost ka zahlađenju. Zahlađenje je počelo u mezozoiku, tačnije početkom jure. Tokom trijasa klima je uglavnom bila topla. Početkom jure mogu se uočiti klimatski pojasevi koji su krajem krede bili jasnije izraženi. U vreme kada su živeli dinosauri bila je raznolika vegetacija. Neke od biljnih grupa koje su tada rasle su prečice, rastavići, šume cikadeje, semene paprati, koje postaju ređe pa ih smenjuju sekvoja, ginko i četinari.

Teorije o izumiranju dinosaura

Dinosauri su izumrli krajem mastritskog i početkom danskog kata što je utvrđeno analizom pronađenih fosila. Prvi fosilni ostatak dinosaura iskopala je žena Gideon Mantela 1822. godine. To su bili komad butne kosti i nekoliko ogromnih zuba *Iguanodona*. Analizirajući zube Mantelova je nagovestila da su to zubi nekog gmizavca biljojeda jer je krunica bila izlizana i ravna. Ubrzo su pronađeni fosilni ostaci i drugih vrsta dinosaura. Daljim istraživanjima utvrđeno je da se fosili dinosaura ne javljaju u stena mlađim od krednih što je naučnike navelo da zaključe da su te velike životinje izumrle.

Jedna od prvih hipoteza bila je Darwinova. On je smatrao da su dinosauri izumrli u borbi za opstanak protiv suparnika. Međutim, dinosauri

*Slika 1
Položaj kontinentata
u kasnoj juri (pre
160 miliona godina)
i kasnoj kredi (pre
80 miliona godina).
(Smith 1981: 401)*

*Figure 1
Palaeocontinental
maps for late
Jurassic (for 160 Ma
ago) and late
Cretaceous (for 80
Ma ago)*

su bili najkrupnije životinje u to vreme i nisu imale protivnika ni približno svojoj veličini.

Hemičar Toni Svejn (Tony Swain) je 1974. godine objavio svoju hipotezu pod naslovom „Hladnokrvno ubistvo u periodu krede”. On misli da je neka hemijska supstanca, koju su tadašnje biljke sintetizovale odstranile biljojede, koji čine jednu od familija dinosaura. Nasuprot njegovom tumačenju jedna grupa naučnika je smatrala da je pomor dinosaura nastao usled gladi. Istraživanjem naučnici su ustanovili da je krajem krede izumro jedan deo fitoplanktona. Oni čine osnovu lanca ishrane u vodi i time bi se mogao dokazati pomor morskih gmizavaca, ali ne i kopnenih.

Neke hipoteze zasnivaju se na ideji da je do izumiranja došlo usled promene klime. Međutim, paleontolozi nisu mogli da na osnovu fosilnih ostataka utvrde da li su dinosauri bili toplokrvne ili hladnokrvne životinje, a time ni do kakvih klimatskih promena je došlo.

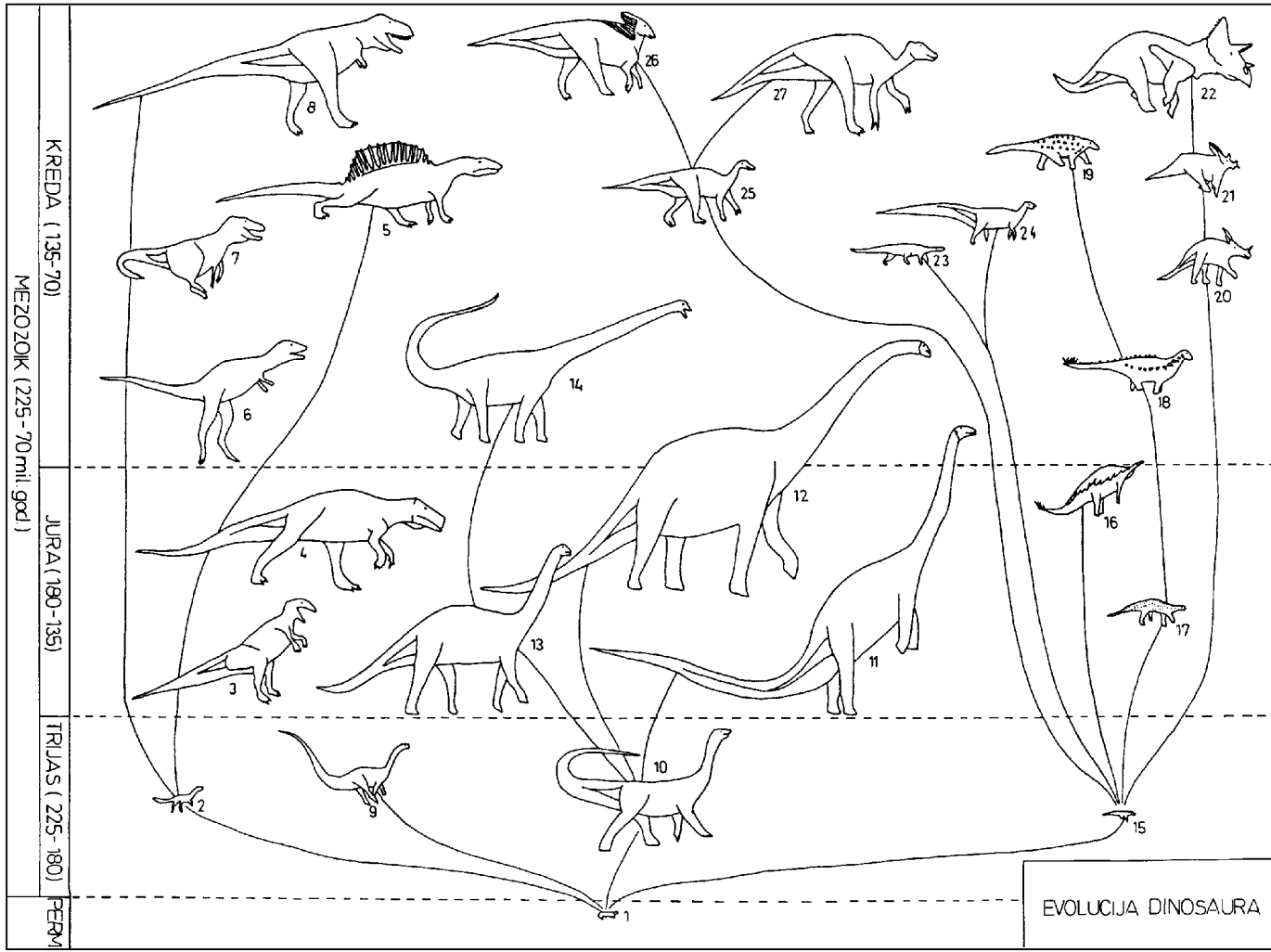
Erl Kaufman (Earl Kauffman) nije podržavao ni jedno od ovih tumačenja. On je smatrao da su dinosauri postepeno izumrli. Njihovo izumiranje objasnio je smanjenjem količine kiseonika u vodama mora i okeana što je bilo povezano sa promenom klime. Do smanjenja količine kiseonika po Erlu Kaufmanu došlo je usled prodiranja mora tokom mastrihtskog kata. Ovo je štetno uticalo na mnogobrojnu tropsku faunu koja je rasla na dnu plitkih mora. U ovom periodu po Kaufmanu počeo je pomor dinosaura koji je dostigao vrhunac krajem mastrihtskog kata jer su se tada mora povukla, pa je klima postala hladnija. Paleontolozi nisu prihvatili ovu hipotezu. Zanimalo ih je zašto bi prodiranje i povlačenje mora dovelo do katastrofe i kako bi to uticalo na dinosaure koji su živeli u unutrašnjosti kontinenata, koji nisu mogli da znaju za to.

Grupa američkih naučnika na čelu sa dr. Džekom Hornerom (Jack Horner) izdvojila je genetski materijal iz kosti dinosaura. Prve analize ukazuju na to da su potomci dinosaura ptice. Potpuna analiza nije završena, ali ako se pretpostavka da su se dinosauri transformisali u ptice pokaže tačnom znači da dinosauri nisu nestali. Međutim, sve je ovo više u domenu fantazije.

Analizirajući hemijski sastav graničnog sloja gline između krede i tercijara naučnici su ustanovili anomaliju iridijuma. Alvarezova (Luis Alvarez) grupa naučnika iz Berklija pronašla je da iridijuma u glinenom sloju ima deset puta više nego u krečnjacima ispod i iznad ovog sloja. Ova anomalija bi se mogla objasniti sporom sedimentacijom kojom je nastao granični sloj gline. Međutim, da je spora sedimentacija uzrok anomalije iridijuma bila bi isto toliko velika anomalija i drugih elemenata. Alvarezov tim je analizirajući još 27 elemenata (Na, Al ...) ustanovio da se koncentracija tih elemenata povećala dva puta u odnosu na sloj krečnjaka ispod i iznad graničnog sloja gline. Ovim je dokazano da se izuzetno sporom sedimentacijom ne može objasniti anomalija iridijuma. Daljim istraživanjima Luis Alvarez je došao do zaključka da je iridijum došao iz kosmosa,

Grafički prikaz evolucije dinosaura

Red	Familija	Rod (dužina, težina)	broj
		<i>Hesmatosaurus</i> (1.5 m, 25 kg)	1
S A U R I S C H I A	<i>Terapodi</i>	<i>Celofizis</i> (2.7 m, 30 kg)	2
		<i>Megalosaurus</i> (9 m, 900 kg)	3
		<i>Alozaurus</i> (15 m, 750 kg)	4
		<i>Spinosaurus</i> (13.5 m, 6500 kg)	5
		<i>Albertosaurus</i> (18 m, 2700 kg)	6
		<i>Daspletosaurus</i> (9 m, 3200 kg)	7
		<i>Tiranosaurus</i> (15 m, 9000 kg)	8
		<i>Anhisaurus</i> (2.1 m, 27 kg)	9
	<i>Zauropodi</i>	<i>Melanosaurus</i> (12 m, 1800 kg)	10
		<i>Brontosaurus</i> (27 m, 31000 kg)	11
		<i>Brahiosaurus</i> (24 m, 50000 kg)	12
		<i>Cetiosaurus</i> (13.5 m, 9000 kg)	13
		<i>Euhelopus</i> (18 m, 23000 kg)	14
			<i>Fabrosaurus</i> (1.5 m, 25 kg)
O R N I T H I S C H I A	<i>Stegosaur</i>	<i>Stegosaurus</i> (6 m, 3200 kg)	16
	<i>Ankilosauri</i>	<i>Skelidosaurus</i> (3.6 m, 130 kg)	17
		<i>Zavropelta</i> (5.4 m, 3200 kg)	18
		<i>Euplocefalus</i> (5.4 m, 2700 kg)	19
	<i>Ceratopsi</i>	<i>Stirakosaurus</i> (5.4 m, 3600 kg)	20
		<i>Hasmosaurus</i> (5.1 m, 3600 kg)	21
		<i>Triceratops</i> (10.5 m, 9000 kg)	22
	<i>Ornitopodi</i>	<i>Tescelosaurus</i> (4.5 m, 250 kg)	23
		<i>Tenontosaurus</i> (7.5 m, 900 kg)	24
		<i>Iguanodon</i> (7.5 m, 2300 kg)	25
		<i>Parazavrolof</i> (9 m, 4500 kg)	26
		<i>Edmontosaurus</i> (12 m, 5500 kg)	27



KREDA (135-70)

MEZOZOK (225-70 mil. god.)

JURA (180-135)

TRIJAS (225-180)

PERM

EVOLUCIJA DINOSAURA

a za mogući izvor javila mu se ideja o supernovi. Alvarez je smatrao da bi se hipoteza supernove mogla prihvatiti ako bi se u sloju gline našao plutonijum Pu-244, koji bi s obzirom na svoje osobine trebao nastati pri eksploziji supernove. Dva naučnika iz Alvarezove grupe Helen Mičel (Helen Michel) i Frenk Asaro (Frank Asaro) ustanovili su da u glinenom sloju nema plutonijuma Pu-244, čime je pobijena teorija supernove. Pošto je ovo tumačenje odbačeno poreklo iridijuma moglo se objasniti hipotezom komete ili hipotezom asteroida.

Dejl Rasel (Dale Russel) je maja 1981. godine organizovao jednu od četiri konferencije radi razmatranja problema pomora krajem krede. Na konferenciji je bilo izloženo više scenarija. Većina učesnika konferencije je otišla sa ubedenjem da je udar meteorita izazvao katastrofu, ali se nisu mogli složiti u pogledu scenarija. Alvarezova grupa je iznela upečatljiv scenario kome bi se mogao dati naziv „tama u podne”. Oni su smatrali da je meteorit od 10 km u prečniku udario u Zemlju pre 65 miliona godina. Kao posledica udara delići stena su u obliku prašine bili izbačeni u stratosferu i tako izazvali tamu. U nastaloj tami došlo je do zaustavljanja fotosinteze što je uticalo na prekid lanca ishrane u samoj osnovi. Anomaliju iridijuma su objasnili postepenim padanjem prašine na Zemlju tokom nekoliko sledećih godina. Međutim, privremena tama od nekoliko meseci se ne može uzeti kao uzrok pomora. Morale su postojati druge dugotrajnije promene. Daljim istraživanjima naučnici su ustanovili koje su se posledice mogle javiti pri sudaru meteorita sa Zemljom i kako bi uticale na životinje i biljke (npr. smanjenje ugljenika-13 u površinskim delovima mora i okeana, pojave kiselih kiša). Tako na primer u provinciji Honan (Kina) otkriveno je jaje dinosaura iz kojeg su izdvojeni delovi gena. Vođa istraživanja je bio profesor Čeng Džalijan. Prva proučavanja su pokazala da su u jajetu pronađeni tragovi oboljenja što vodi zaključku da su dinosauri izumrli od bolesti. Bolest su objasnili kao posledica sudara meteora i Zemlje.

Dejvid Raup (David Raup) i Džon Sepkoski (John Sepkoski) su napisali članak u kome tvrde da se na Zemlji dešavaju velike katastrofe svakih 26 miliona godina. Ričard Miler (Richard Muller) je, pročitavši taj članak, u razgovoru sa Luisom Alvarezom izmislio model da bi ga ubedio da se tako nešto može dogoditi. On je pretpostavio da postoji zvezda pratilja koja kruži oko Sunca. Svakih 26 miliona godina ona se približi i delujući na asteroide izaziva njihove sudare sa Zemljom. U daljim istraživanjima Alvarezova grupa je podstaknuta ovim modelom proučavala vreme nastanka velikih kratera na Zemlji. Obradom podataka Ričard Miler i Volter Alvarez (Walter Alvarez) su uočili da postoji pravilnost u istoriji pojavljivanja tih kratera. Sledeći korak u njihovom istraživanju bio je pronalaženje zvezde pratilje koju su nazvali Nemezis. Međutim, pronalaženje Nemezisa nije bilo lako kako je izgledalo u početku. Alvarezova grupa do danas nije uspeła da pronađe tajnu zvezdu Nemezis.

Zaključak

U toku istraživanja prikupljeno je sedam tumačenja o pomoru dinosaura. Neke hipoteze su manje, neke više prihvatljive. Od svega navedenog vidi se da se veliki broj naučnika bavio problematikom izumiranja mezozojskih gmizavaca. Najprihvatljivija je teorija o sudaru meteorita i Zemlje. Iako uzrok sudara nije otkriven i scenario nije utvrđen sve je više dokaza koji učvršćuju ovo tumačenje. Tako je nedavno na poluostrvu Jukatan otkriven krater meteorita za koji se sumnja da je mesto udara meteorita krajem krede.

Zahvalnost: Pri realizaciji ovog rada veliku pomoć su mi pružili Dr Nenad Banjac, diplomirani inženjer geologije, docent Rudarsko-geološkog fakulteta u Beogradu i Radisav Golubović, diplomirani inženjer geologije i rukovodilac programa geologije u Istraživačkoj stanici Petnici. Ovom prilikom im se najiskrenije zahvaljujem.

Literatura

- [1] Vud P., Va_ek L., Hæmbl i n D. D\$,., Leonard D\$. N. 1977. *@i zn® do _el oveka*. Moskva: Mi r.
- [2] Smith D. G. 1981. *The Cambridge Encyclopedia of Earth Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Attenborough D. 1986. *Život na Zemlji*. Zagreb: Prosveta.
- [4] Grubić A. 1991. *Geološki razvoj Zemlje*. Petničke sveske 20. Valjevo: Istraživačka stanica Petnica.
- [5] Hsi K. J. 1994. *Da li je bilo smaka sveta*. Beograd: Srpska književna zadruga.
- [6] Grujić R. 1994. Saga o dinosaurima (ciklus), *Galaksija*, 246-49.
- [7] Miler R. 1995. *Nemezis zvezda smrti*. Beograd: Beletra.

Dubravka Bogdanović

The Great Dying Out of Dinosaurs

By the cabinet data processing hypothesis about dying mesozoic s reptiles were collected. Evolution of Dinosaurs, position of continents, climate and vegetation was shown. Seven hypotheses about dying of Dinosaurs were collected. By analysis of all interpretations it was concluded that the most acceptable hypothesis is hypothesis about crash between meteorite and Eart.

