

**UDŽBENICI SVEU ILIŠTA U ZAGREBU**  
**MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS**



**Prof.dr.sc. Damir Buckovi**

**eBook**  
**HISTORIJSKA GEOLOGIJA 2**  
**Mezozoik i Kenozoik**

**Zagreb, 2006.**



**Odlukom Senata Sveučilišta u Zagrebu klasa: 032-01/06-01/32, broj: 380-02/6-06-4, od 14. studenoga 2006., ovom rukopisu odobrava se korištenje naziva *Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu - Manualia universitatis studiorum Zagabiensis***

## PREDGOVOR

eBook ("*elektroni ka knjiga*") Historijska geologija 2 napisana je prema nastavnom planu predmeta Historijska geologija 2 sa preddiplomskog znanstvenog studija Geologije na Prirodoslovno-matemati kom fakultetu Sveu ilišta u Zagrebu. Predstavlja drugi dio vrlo opširne materije Historijske geologije, a koji se odnosi na mezozoik i kenozoik.

Knjiga je nastala zbog potrebe studenata geologije Prirodoslovno-matemati kog fakulteta Sveu ilišta u Zagrebu za objedinjenim udžbenikom na hrvatskom jeziku koji bi na jednom mjestu dao danas opere prihvate spoznaje o razvoju Zemlje i života na Zemljini tijekom mezozoika i kenozoika, a istovremeno i osnovne spoznaje o razvoju današnjeg prostora Republike Hrvatske tijekom tog razdoblja. Ona nije originalno udžbeni ko dijelo, nego je kompilacija recentnih geoloških spoznaja iz nekoliko suvremenih američkih udžbenika, te iz mnogobrojnih znanstvenih radova hrvatskih geologa koji se bave mezozojskom i kenozojskom problematikom prostora Republike Hrvatske. Njena namjera je omoguštiti studentima i svim zainteresiranim ljudima upoznavanje sa glavnim zbivanjima i promjenama kroz koje je prolazila Zemlja od početka mezozoika pa do pojave ovjeka, a i onima iz mezozoika i kenozoika sa današnjeg prostora Republike Hrvatske. Ovdje izloženo gradivo mjestimice i nadilazi nastavni plan iz predmeta Historijska geologija 2, no pri tome ne smatram da su te dodatne dionice teksta suvišne, nego one korisno mogu poslužiti kao dodatna informacija pri spremanju ispita iz komplementarnih predmeta preddiplomskog i/ili diplomskog studija geologije na Prirodoslovno-matemati kom fakultetu Sveu ilišta u Zagrebu.

Naravno, nemam iluzija da je u ovoj knjizi sveobuhvatno i najispravnije prikazan razvoj Zemlje tijekom mezozoika i kenozoika, te razvoj i građa mezozojsko-kenozojskog prostora današnje Republike Hrvatske, no prednost je upravo ovakvih "*elektroni kih knjiga*" mogunost lagano izvedivih i estih nadopuna, dinamikom pojavljivanja novih spoznaja i dostignuti a kako u svjetskoj, tako i u domaćoj znanosti.

Vjerujem da će i zainteresirani studenti srodnih fakulteta Sveu ilišta u Zagrebu ovdje naći niz korisnih informacija i pojašnjenja vezanih za osnove prostorne i vremenske dinamike Zemlje, a s kojom se u manjoj ili većoj mjeri susreće u tijeku svojih studija.

Zahvalnost izražavam stručnim recenzentima Sveu ilišta u Zagrebu:

*dr.sc. Ivanu Blaškoviću, redovitom profesoru u miru Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,  
dr.sc. Zlatanu Bajraktareviću, redovitom profesoru Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,  
dr.sc. Davoru Paveliću, izvanrednom profesoru Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,  
dr.sc. Draženu Balenu, izvanrednom profesoru Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,*

koji su detaljnom analizom i nizom korisnih sugestija umnogome poboljšali prvotni tekst ove knjige. Isto tako, veliku zahvalnost dugujem i akademiku Ivanu Gušiću, redovitom profesoru Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, koji je kao "neformalni" stručni recenzent odvojio dosta vremena za čitanje ovog teksta, te dao prve i temeljne primjedbe i sugestije.

U radu na ovoj knjizi podržavala me nadsjeva da će ona pridonjeti poticanju i unapređenju nastave geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveu ilišta u Zagrebu. Ukoliko to bude samo dijelom ispunjeno, onda sve ovo što slijedi u narednim poglavljima ima svoj pravi smisao.

U Zagrebu, tijekom jeseni 2006.

Autor

# SADRŽAJ

<b>7. FANEROZOIK</b>	<b>6</b>
<b>7.4. Mezozoik</b>	<b>6</b>
<b>7.4.1. Trijas</b>	<b>7</b>
7.4.1.1. Živi svijet trijasa	8
7.4.1.1.1. More	8
7.4.1.1.2. Kopno	9
7.4.1.2. Paleogeografija trijasa	12
7.4.1.2.1. Geodinamski razvoj krških, Vanjskih Dinarida	13
7.4.1.3 Razvoji trijasa	16
7.4.1.3.1. Kontinentalni razvoj trijasa (u Velikoj Britaniji, Rusiji i SAD)	16
7.4.1.3.2. Epikontinentalni (germanski, borealni) razvoj trijasa	17
7.4.1.3.3. Marinski (alpski, tetijski) razvoj trijasa	18
7.4.1.3.3.1. Razvoj trijasa u sjevernim vapnena kim Alpama (Austrija)	18
7.4.1.3.3.2. Razvoj trijasa u južnim vapnena kim Alpama (Austrija, Italija, Slovenija)	19
7.4.1.3.3.3. Razvoj trijasa u Dinaridima	21
<b>7.4.2. Jura</b>	<b>24</b>
7.4.2.1. Živi svijet jure	25
7.4.2.1.1. More	25
7.4.2.1.2. Kopno	27
7.4.2.2. Paleogeografija jure	32
7.4.2.3. Razvoji jure	34
7.4.2.3.1. Epikontinentalni (borealni) razvoj jure	34
7.4.2.3.1.1. Švapsko-frana ki bazen	34
7.4.2.3.1.2. Anglo-pariški bazen	35
7.4.2.3.2. Marinski (alpski, tetijski) razvoj jure	36
7.4.2.3.2.1. Razvoj jure u zapadnim Alpama (Francuska, Italija, Švicarska)	37
7.4.2.3.2.2. Razvoj jure u sjevernim vapnena kim Alpama	38
7.4.2.3.2.3. Razvoj jure u južnim vapnena kim Alpama	38
7.4.2.3.2.4. Razvoj jure u Dinaridima	39
7.4.2.3.2.4.1. Unutrašnji Dinaridi	39
7.4.2.3.2.4.2. Vanjski Dinaridi	41
<b>7.4.3. Kreda</b>	<b>47</b>
7.4.3.1. Živi svijet krede	48
7.4.3.1.1. More	48
7.4.3.1.2. Kopno	50
7.4.3.2. Izumiranje krajem krede	52
7.4.3.2.1. Uzroci izumiranja	52
7.4.3.3. Klima krede	55
7.4.3.4. Paleogeografija krede	57
7.4.3.5. Razvoji krede	59
7.4.3.5.1. Epikontinentalni (borealni) razvoj krede	59
7.4.3.5.2. Marinski (alpski, tetijski) razvoj krede	61
7.4.3.5.2.1. Razvoj krede u zapadnim Alpama	61
7.4.3.5.2.2. Razvoj krede u sjevernim vapnena kim Alpama	61

7.4.3.5.2.3. Razvoj krede u južnim vapnena kim Alpama	61
7.4.3.5.2.4. Razvoj krede u Dinaridima	62
7.4.3.5.2.4.1. Unutrašnji Dinaridi	62
7.4.3.5.2.4.2. Vanjski Dinaridi	63
<b>7.5. Kenozoik</b>	<b>72</b>
<b>7.5.1. Paleogen</b>	<b>73</b>
7.5.1.1. Živi svijet paleogena	73
7.5.1.1.1. More	73
7.5.1.1.2. Kopno	74
7.5.1.2. Paleogeografija i klima paleogena	77
7.5.1.2.1. Paleogeografija paleogena na prostoru Europe	80
7.5.1.3. Razvoj paleogena u Vanjskim Dinaridima	82
7.5.1.4. Paleogenski bazenski prostor Unutrašnjih Dinarida	86
<b>7.5.2. Neogen</b>	<b>88</b>
7.5.2.1. Živi svijet neogena	88
7.5.2.1.1. More	89
7.5.2.1.2. Kopno	89
7.5.2.2. Klima neogena	91
7.5.2.3. Uzroci pleistocenskih glacijacija	95
7.5.2.4. Paleogeografija neogena na prostoru Tethysa	96
7.5.2.5. Razvoj neogena u podruju središnjeg Paratethysa	98
7.5.2.6. Razvoj neogena u podruju Vanjskih Dinarida	101
7.5.2.7. Razvoj neogena u podruju Jadranskog bazena	102
<b>DODATAK: Osnove geološke građe Alpi</b>	<b>104</b>
<b>LITERATURA</b>	<b>106</b>
<b>LITERATURA - DODATAK (Porijeklo slika - izvori)</b>	<b>108</b>
<b>KAZALO</b>	<b>111</b>

## 7. FANEROZOIK

### 7.4. Mezozoik

Kada uzmememo u obzir primitivan život u paleozoiku i gotovo moderan život tijekom kenozoika, mezozoik, u stvari, predstavlja razdoblje "srednjeg života", odnosno srednji stadij u evoluciji života. Zapravo je nakon masovnog permског izumiranja koje je naročito pogodilo marinske zajednice tako da je izumrlo otprilike 90 - 95 posto vrsta marinskih organizama (fusulinidne foraminifere, graptoliti, trilobiti, tetra- i tabulatni koralji, plakodermi, pelikosauri), dok su one koje su preživjele bile znatno reducirane (mekušci, briozoi, brahiopodi, bodljikaši, morski psi).

Mezozojska era dijeli se na tri perioda (tab.10 - *Podjela mezozojske ere*):

<b>KREDA</b>	<b>146 - 65,5 mil. god.</b>
<b>JURA</b>	<b>200 - 146 mil. god.</b>
<b>TRIJAS</b>	<b>251 - 200 mil. god.</b>

tab.10

Po etkom trijasa, superkontinent Pangea poprima svoj konačni izgled i maksimum površine ima upravo po etkom trijasa, da bi se onda od gornjeg trijasa počeo fragmentirati, tako da je prije kraja jure Gondwana ponovno bila odvojena od Laurazije oceanskim prostorom. Tijekom krede ovo fragmentiranje prijašnje Pangee još je više napređovalo i kontinentalni fragmenti su sve više počeli poprimati današnje oblike i raspored.

Nakon masovnog izumiranja s kraja perma, živi svijet postupno se počinje obnavljati. Do kraja trijasa mekušci nanovo doživljavaju procvat (naročito amoniti) i postaju znatno raznovrsniji no što su bili tijekom paleozoika.

Za razliku od paleozojskih, marinski okoliši tijekom mezozoika bili su nastanjeni i morskim gmazovima, te "modernijom" skupinom koralja (Hexacorallia).

Na kopnu, golosjemenjačke, koje su počele prevladavati tijekom perma, nastavile su dominaciju, a sredinom krede počinje se javljati i prve kritosjemenjačke.

U gornjem trijasu javili su se i leteći gmazovi, a krajem jure i prve ptice. Krajem trijasa javili su se i sisavci, ali su tijekom itavog preostalog dijela mezozoika ostali podzemni i malih dimenzija.

Najdramatičniji događaji u kopnenom životu mezozoika bio je nagli i raznovrstan razvoj dinosaura, naročito tijekom jure.

### 7.4.1. Trijas

Naziv trijas ustanovio je 1834. Friedrich August von Alberti, a izведен je iz trodjelne podjele stijenskog kompleksa u Njema koj gdje se, odozdo prema gore, mogu izvojiti:

- 1) Buntsandstein (šareni pješ enjak)
- 2) Muschelkalk (školjkoviti vapnenac)
- 3) Keuper (izvedeno iz köper - šarena tkanina)

Ovakav stijenski razvoj trijasa, me utim, samo je jedan od razvojnih tipova trijasa, a kojeg nazivamo germanski ili epikontinentalni ili borealni (sjeverni) razvoj trijasa. Druga ije je razvijen tzv. alpski ili marinski, odnosno tetijski trijas, no ipak, naziv trijas izведен iz stijenskog razvoja u Njema koj, ostao je u upotrebi, a razvoj alpskog trijasa vremenski se pokušao korelirati sa trodjelnom podjelom germanskog trijasa na slijede i na in (tab.11 - *Podjela trijasa*)

<b>PERIOD</b>	<b>GERMANSKI TRIJAS</b>	<b>ALPSKI TRIJAS</b>	<b>prije sadašnjosti u milijunima godina</b>
<b>TRIJAS</b>	<b>Keuper</b>	Ret Norik Karnik	<b>204 - 200</b> <b>217 - 204</b> <b>228 - 217</b>
	<b>Muschelkalk</b>	Ladinik Anizik	<b>237 - 228</b> <b>245 - 237</b>
	<b>Buntsandstein</b>	Skit = Olenekij Induan	<b>250 - 245</b> <b>251 - 250</b>

**tab.11**

Osim po litologiji (tipovima stijena), odnosno okolišima taloženja, ova dva razvoja imaju još jednu zanimljivu razliku. Naime, dok je germanski trijas taložen na laurazijskom dijelu Pangea-e, alpski je taložen na njenom gondwanskom šelfnom, mjestimice i dubokovodnom, dijelu, da bi se i taj dio tijekom mla ih razdoblja mezozoika zbog kontinentalnih gibanja izdignuo i pripojio sjevernim euroazijskim kontinentalnim prostorima, tj. Europi.

Trijas je bio period tople klime. Najve i dio Pangea-e imao je cijelogodišnju toplu i suhu klimu jer je njena duboka unutrašnjost bila izolirana od hla enja i ovlaživanja iz smjera jako udaljenog oceana. Ipak, mjestimi na prisutnost ugljevitih naslaga i na višim sjevernim i južnim geografskim širinama, kao i prisutnost fosilnih ostataka velikih vodozemaca, ukazuju da je klima na tim prostorima ipak ponekad bila i malo vlažnija (monsuni). Tijekom trijasa nije bilo polarnih

ledenih kapa, a globalna morska razina bila je niska zbog postojanja jedinstvenog kopna (ali s tendencijom postupnog porasta). Granica trijas-jura obilježena je zna ajnim masovnim izumiranjem živog svijeta u moru i na kopnu, tijekom kojeg je samo u morima izumrlo oko 20 % marinskih familija. Ovo masivno izumiranje najvjerojatnije je uzrokovano "zaga enjem" atmosfere velikim koli inama uglji nog i sumpornog dioksida, te aerosolom, a kao posljedica masivnih vulkanskih erupcija bazalta u prostoru Centralno-Atlanske magmatske provincije (CAMP) prilikom pucanja Pangea-e (današnji središnji Brazil, isto na Sjeverna Amerika, zapadna Afrika, Iberija, SZ Francuska).

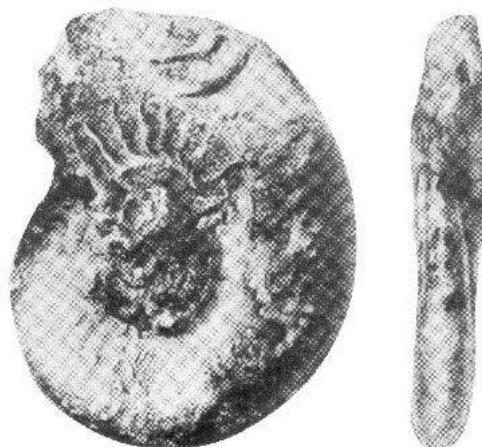
#### 7.4.1.1. Živi svijet trijasa

##### 7.4.1.1.1. More

Unutar marinskog živog svijeta trijasa, najzna ajniji su: 1) Amoniti - smatra se da su permsko izumiranje preživjela samo dva roda amonita, a onda se tijekom donjeg trijasa razvilo oko 100 novih rodova amonita ceratitne suture. Ve ina ih vu e porijeklo od roda *Ophiceras* (sl.137 - *Ophiceras*), a koji se razvio iz gornjopermskog roda *Xenodiscus*.



sl.138



sl.137

2) Školjkaši i puževi - njihovi fosilni ostaci tako er su esti u trijaskim sedimentima, no ipak, njihova raznovrsnost je bila znatno manja nego od amonita. Vrlo je est rod *Claraia* koji se mogao na i u itavom obalnom pojasu Pangea-e, pa ak i u dubokom moru (sl.138 - *Claraia*).  
3) Brahiopodi - relativno su esti u trijaskim sedimentima. Tijekom preostalog dijela mezozoika njihova raznovrsnost opada, a to se nastavlja i tijekom kenozoika, pa su i danas prili no rijetki.

4) Koralji - u srednjem trijasu javlja se i nova skupina; Hexacorallia (sl.139 - Neki heksakoralji trijasa). Oni su u po etku izgraivali male koraljne humke veli ine do najviše 3 metra iznad dna mora i sa samo nekoliko razli itih rodova, da bi do kraja trijasa te kolonije postajale ve e i raznovrsnije rodovima (do 20-ak rodova). Ovi koralji sve do kraja trijasa, odnosno po etka jure, nisu živjeli u simbiozi s algama, a koje su kasnije inkrustrirale njihovu površinu zašti uju i ih time od udaraca valova. Od tada su i koraljni grebeni ve i.  
5) Morski gmazovi - i to najprije

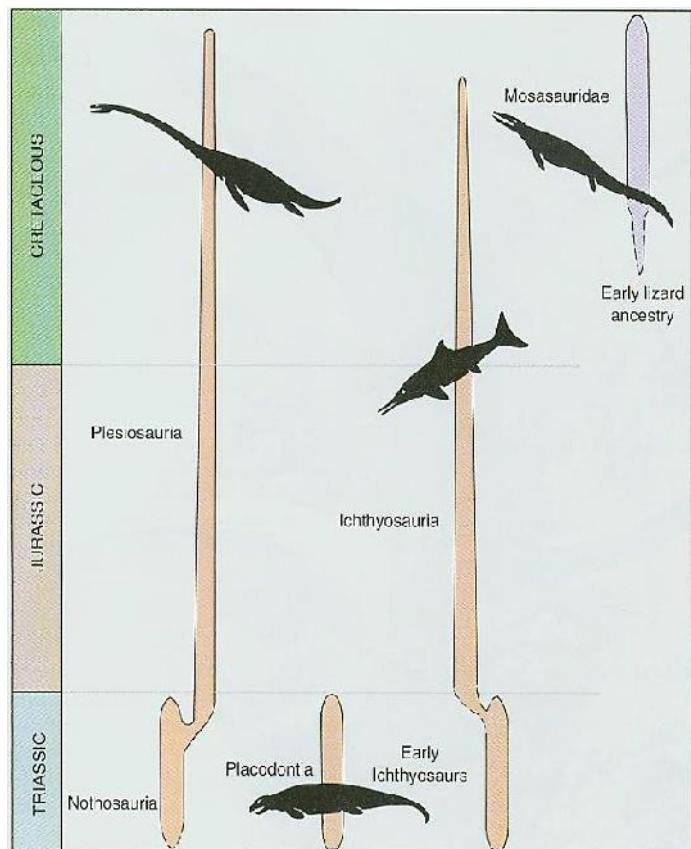


sl.139

predstavnici skupina Placodontia koji su prilično nalikovali današnjim kornjačama, zatim Nothosauria s kratkim nogama gdje su još bili prisutni prsti, dugim vratom, a koji su živjeli i na kopnu i u moru. To su bili prvi gmazovi koji su počeli obitavati i u moru. Oni koji su im uglavnom nalikovali izgledom, osim što nisu imali prste i noge nego peraje, bili su predstavnici skupine Plesiosauria. Oni su bili prevladavajući i marinski gmazovi - predatori tijekom cijelog mezozoika. Prisutni su i predstavnici skupine Ichthyosauria - riboliki gušteri, vanjskinom posve nalik na današnje dupine (i ribe) (sl.140 - *Stratigrafski raspored glavnih grupa morskih gmazova*).

6) Vapnenačke alge - naročito su esti od srednjeg trijasa.

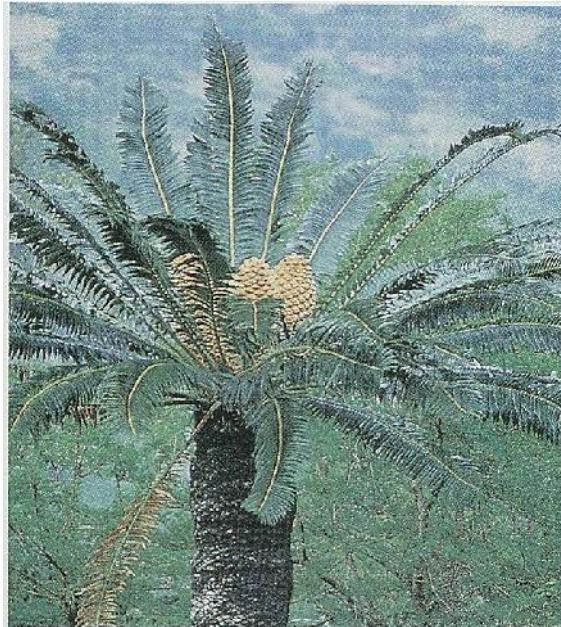
Sve ostale skupine marinskih organizama, kao npr. bodljikaši (ježinci i zvjezde) zamjenjuju paleozojske prevladavajuće krinoide), belemniti, lankonošci bili su znatno rijeđi. Krajem trijasa, kao jedna od posljedica globalnog izumiranja sa granice trijas-jura, nestaju i konodonti, odnosno organizmi koji su ih "sadržavali" (Conodontophorida).



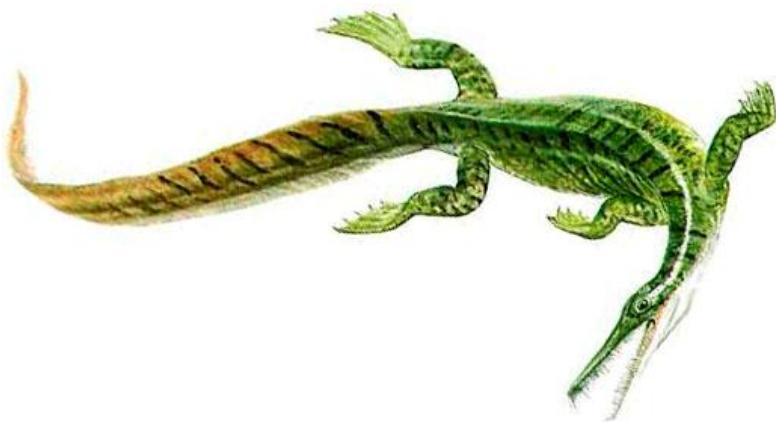
sl.140

#### 7.4.1.1.2. Kopno

Kopneni biljni svijet nije bio bitnije zahvaćen permanskim izumiranjem pa je tako prijelaz iz tipične paleozojske flore paprati u tipičnu mezozojsku floru golosjemenja a zapravo još tijekom perma. U trijasu je ta flora golosjemenja a postala samo još prisutnija. Izdvajaju se skupine Cycadinae (danasa rijetke tropske biljke nalik palmama - sl.141 - *recentna cikadina iz Južne Afrike*), Coniferae (etinjeći) (danasa borovi, smreke, jeleni), Ginkgoinae (danasa npr. *Ginkgo biloba*). Što se kopnenog životinjskog svijeta trijasa tiče, fosilni nalazi su poznati samo iz područja Karroo bazena u Južnoj Africi i s područja Urala. Na prostoru Karroo bazena posebno su esti fosilni nalazi sinapsidnih gmazova (onih s razvijenim samo donjim parom slijepoočnih otvora) (diapsidni: s dva para



sl.141



sl.142

sinapsidnih gmazova iz skupine Therapsida, sli nih sisavcima (diferencirani zubi, noge više vertikalno položene u odnosu na tijelo, vjerojatno toplokrvni), npr. slatkovodni *Mesosaurus* (sl.8 - 142 - *Mesosaurus*). U tim prijelaznim trijasko-permskim naslagama esti su i ostaci biljojeda *Lystrosaurus-a* (sl.143 - *Lystrosaurus*) i mesojeda *Thrinaxodon-a* (sl.144 - *Thrinaxodon*).

Terapsidni gmazovi obnavljaju svoj razvoj u trijasu, a potkraj trijasa iz njih se razvijaju sisavci. Ipak, ti najraniji sisavci nisu se uspjevali ja e razviti zbog istovremenog snažnog razvoja gmazova, pa su bili prevladavaju ih veli ina današnjih ma aka. Niti najraniji trijaski gmazovi nisu bili velikih dimenzija, ali u odnosu na sisavce bili su bitno pokretljiviji.

Ta njihova tadašnja, a i kasnija izrazita pokretljivost vu e porijeklo iz ishodišne skupine iz koje su se razvili svi ostali gmazovi; Thecodontia, iji su predstavnici imali dvonožni na in kretanja (stražnje noge ja e, a prednje slabije) i bili su dužina od 20-tak cm do 1 m (sl.145 - *Hesperosuchus*, sl.146 - *Lagosuchus*), a tek su neki bili i etveronožni (sl.147 - *Rutiodon*).

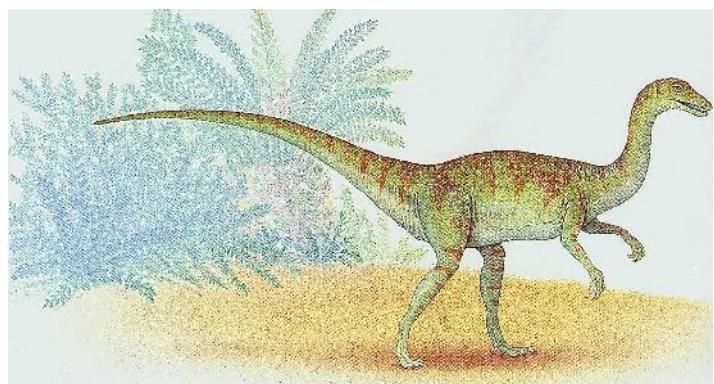
Od tekodonta razvili su se tijekom gornjeg trijasa i "pravi" dinosauri (redovi; Saurischia, sl. 148 - *Coelophysis* i Ornithischia) koji su imali razvijeniju eljust i druga ije gra enu lubanju (diapsidnu; s dva para sljepoo nih otvora, dok tekodonti



sl.144



sl.143



sl.145

sljepoo nih otvora, anapsidni: koji nemaju sljepoo nih otvora). Naslage koje su takvim nalazima najbogatije pripadaju Beaufort seriji. Radi se o kopnenim, rije nim klastitima taloženim tijekom razdoblja srednji perm-donji trijas, uz povremene ingressije mora. Neposredno ispod granice perm-trijas vidljiv je i nagli nestanak velike

ve ine gornjopermskih

sinapsidnih gmazova iz skupine Therapsida, sli nih sisavcima (diferencirani zubi, noge više vertikalno položene u odnosu na tijelo, vjerojatno toplokrvni), npr. slatkovodni *Mesosaurus* (sl.8 - 142 - *Mesosaurus*). U tim prijelaznim trijasko-permskim naslagama esti su i ostaci biljojeda *Lystrosaurus-a* (sl.143 - *Lystrosaurus*) i mesojeda *Thrinaxodon-a* (sl.144 - *Thrinaxodon*).

Terapsidni gmazovi obnavljaju svoj razvoj u trijasu, a potkraj trijasa iz njih se razvijaju sisavci. Ipak, ti najraniji sisavci nisu se uspjevali ja e razviti zbog istovremenog snažnog razvoja gmazova, pa su bili prevladavaju ih veli ina današnjih ma aka. Niti najraniji trijaski gmazovi nisu bili velikih dimenzija, ali u odnosu na sisavce bili su bitno pokretljiviji.

Ta njihova tadašnja, a i kasnija izrazita pokretljivost vu e porijeklo iz ishodišne skupine iz koje su se razvili svi ostali gmazovi; Thecodontia, iji su predstavnici imali dvonožni na in kretanja (stražnje noge ja e, a prednje slabije) i bili su dužina od 20-tak cm do 1 m (sl.145 - *Hesperosuchus*, sl.146 - *Lagosuchus*), a tek su neki bili i etveronožni (sl.147 - *Rutiodon*).

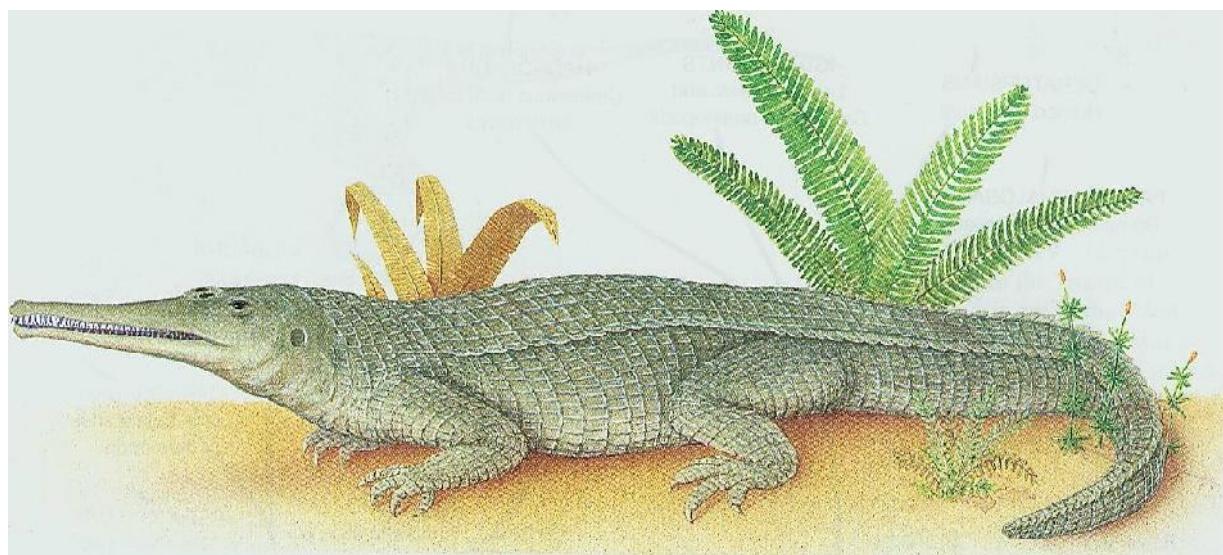
Od tekodonta razvili su se tijekom gornjeg trijasa i "pravi" dinosauri (redovi; Saurischia, sl. 148 - *Coelophysis* i Ornithischia) koji su imali razvijeniju eljust i druga ije gra enu lubanju (diapsidnu; s dva para sljepoo nih otvora, dok tekodonti

nemaju slijepoo nih otvora: anapsidni tip lubanje). Do kraja trijasa ti najprimitivniji dinosauri ve su poprimali dužine i do 6 m.

Od tekodonta u gornjem trijasu razvili su se i predstavnici gmazova iz skupine Crocilia, koji su tijekom cijelog mezozoika bili morski.



sl.146

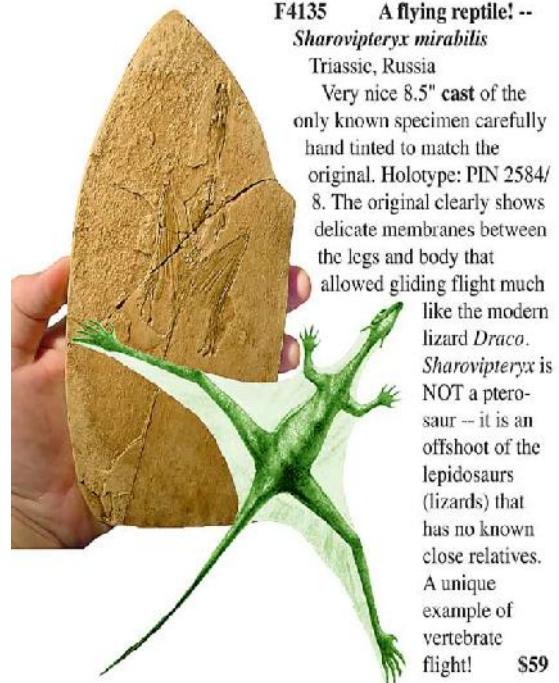


sl.147



sl.148

U gornjem trijasu javili su se i lete i gmazovi skupine Pterosauria šupljih kostiju poput ptica, ali s repom i zubima u eljustima. Javili su se i lete i gušteri skupine Lepidosauria (sl.149 - *Sharovipteryx*).



F4135 A flying reptile! --  
*Sharovipteryx mirabilis*

Triassic, Russia

Very nice 8.5" cast of the only known specimen carefully hand tinted to match the original. Holotype: PIN 2584/8. The original clearly shows delicate membranes between the legs and body that allowed gliding flight much like the modern lizard *Draco*. *Sharovipteryx* is NOT a pterosaur -- it is an offshoot of the lepidosaurs (lizards) that has no known close relatives. A unique example of vertebrate flight! \$59

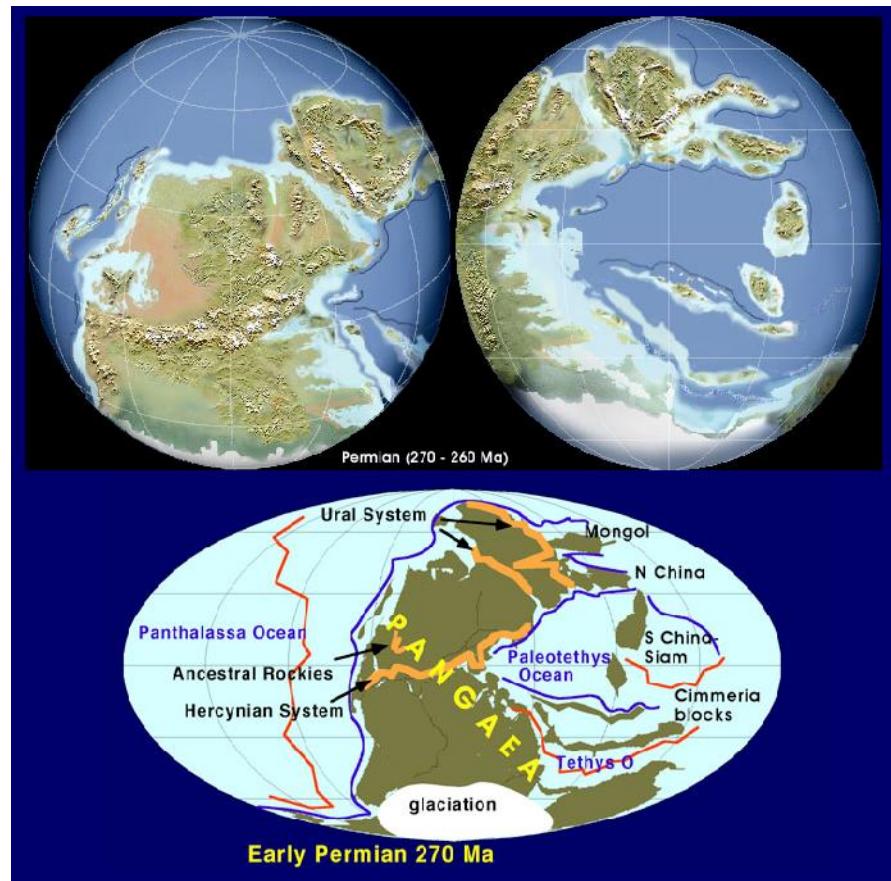
sl.149

#### 7.4.1.2. Paleogeografija trijasa

Tijekom perma i na prijelazu u mezozoik, jedinstveni kontinent Pangea (od gr. kog "sva Zemlja") prostirao se s obje strane ekvatora (sl.150 - *Paleogeografija Zemlje tijekom perma*). Na zapadnoj strani Pangea-e nalazio se ocean Panthalassa, a s njene isto ne strane u nju je kao duboki zaljev zadirao Paleotethys kao dio oceana Panthalassa. Godine 1915. njemački metereolog Alfred Wegener u svom je radu "*On the Origin of Continents and Oceans*" prepostavio da je prije otprilike 200 milijuna godina postojao jedinstveni superkontinent kojeg je nazvao Pangea, a koji se tijekom gornjeg trijasa počeo raspadati, da bi do kraja krede dijelovi Pangea-e bili međusobno potpuno razmaznjeni. Ti fragmenti prijašnje Pangea-e umnogome su nalikovali današnjim kontinentima. Na ideju o postojanju jednog takvog jedinstvenog kontinenta Wegener je došao uočavajući injenice da se isto na obala Južne Amerike može fino uklopiti uz zapadnu obalu Afrike. No u prvi trenutak niti on tako nešto nije bio potpuno uvjeren. Tražio je dodatne dokaze. I našao ih je:

- 1) Naime, prisutnost fosila primitivnog slatkovodnog gmaza *Mesosaurus*-a samo na jednom uskom području isto ne Južne Amerike (južni Brazil) i zapadne južne Afrike, bio je jasan dokaz da je taj prostor nekad bio spojen. Tako er to vrijedi i za nalaze *Lystrosaurus*-a u Africi, Indiji, Antartici, Rusiji i Kini

- 2) Papratnja a *Glossopteris* (i ostava Glossopteris flora) koja je tijekom perma rasla samo u umjerenim do subpolarnim uvjetima na eno je na lokalitetima u Africi, Australiji, Indiji, Južnoj Americi i Antarktici, od kojih su neki danas i u tropskom pojusu. Stoga je bilo jasno da su se nekad morali nalaziti



sl.150

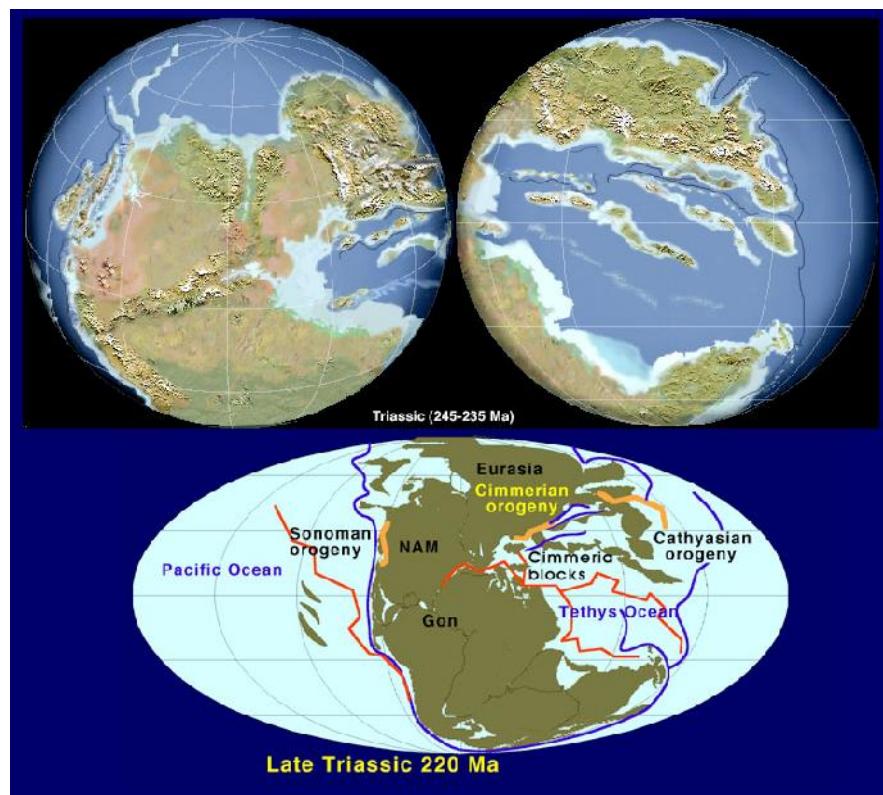
sjedinjeni u umjerenom do subpolarnom klimatskom okružju.

- 3) Postoje sličnosti i u građi terena; npr. Apalači se pružaju prema Newfoundland-u i tada nestaju da bi se istovrsne i istovremene strukture našle i na Grenlandu i sjevernoj Europi.
- 4) Istovremeni (permski) glacijalni sedimenti nađeni su na lokalitetima u južnoj Africi i Južnoj Americi, kao i u Indiji i Australiji, a danas su neki od njih također u tropskom ili subtropskom pojusu.

Ipak, Wegener nije dokuo mehanizam koji je uzrokovao puknuće Pangea-e i razmicanje njenih fragmenata. Prepostavljao je da je možda tomu uzrok privlačna snaga Mjeseca i rotacija Zemlje,ime dolazi do snažnih centrifugalnih sila na njenoj površini. Tek novijim

istraživanjima, koja su bila omogućena istraživanjima oceanskog dna, istraživanjima seizmičke aktivnosti Zemlje, istraživanjima Zemljina magnetskog polja, tijekom druge polovine 20. st., razmicanje kontinentalnih fragmenata Zemlje objašnjava se kroz teoriju o tektonici ploča.

Nekoliko šelfnih karbonatnih dijelova sjeveroistočnog gondwanskog dijela Pangea-e, u gornjem se karbonu riftovanjem odvojilo od kontinenta i "krenulo" prema sjeveroistoku, tj. prema laurazijskom dijelu Pangea-e (prema današnjem Kazahstanu i Kini). Od tih šelfnih fragmenata najznačajniji je bio "arhipelag" tzv. "Cimmeria" blokova (sl.150) iji fragmenti danas izgrađuju Tursku, Iran, Afganistan, Tibet i Maleziju. Riftovanje kojim je bio odvojen arhipelag cimerijskih blokova od šelfnog prostora sjeveroistočne Gondwane naziva se cimerijsko riftovanje i značajno je stoga, jer upravo na tom mjestu unutar Paleotethysa započinje otvaranje Neotethysa (Tethysa), a koji se tijekom trijasa i jure, približavanjem arhipelaga cimerijskih blokova laurazijskom dijelu Pangea-e, sve više i više otvara, zamjenjujući i postupno time oceanski prostor Paleotethysa. Kolizijom arhipelaga cimerijskih blokova sa laurazijskim djelom Pangea-e, dolazi, tijekom jure, do cimerijske orogeneze. Tijekom trijasa, na dnu Tethysa još nije bilo



oceanske kore (još je bio epikontinentalno more)

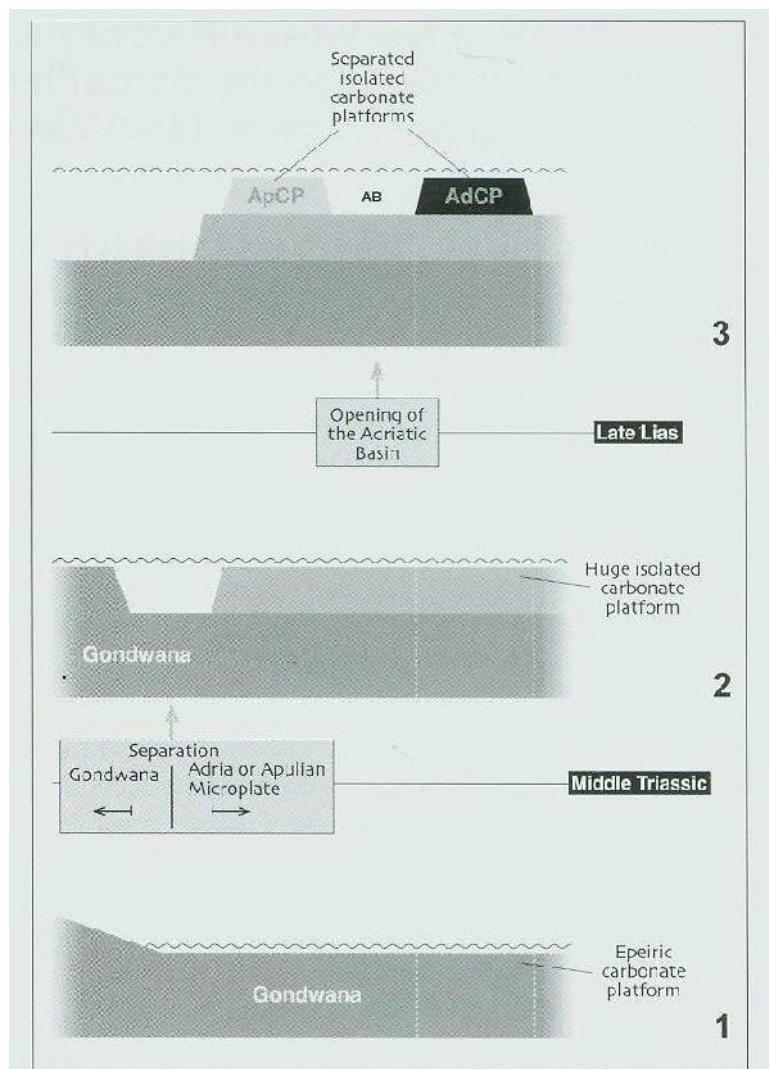
Tijekom gornjeg trijasa, prema zapadu, na kopnu Pangea-e, stvara se postupno novi riftni prostor, te u po etnoj fazi riftovanja nastaju u riftnu dolinu (jarak) postupno zapunjava more nadiru i iz smjera Tethysa (sl.151 - Paleogeografija Zemlje tijekom gornjeg trijasa). U po etnoj fazi, kada je to more još vrlo plitko, a u uvjetima izrazitog isparavanja u tropskom, odnosno, subtropskom prostoru, tu se talože evaporiti (razne soli). Te evaporite danas možemo naći u Maroku i Newfoundland-u. To po etno riftovanje na Pangea-i samo je po etak značajnih zbivanja koje je taj prostor zahvatiti tijekom jure.

#### 7.4.1.2.1. Geodinamski razvoj krških, Vanjskih Dinarida

Na šelfnom prostoru Gondwane do početka srednjeg trijasa, prevladavajuće se odvijalo taloženje siliciklastita, a tek manjim dijelom i karbonata na plitkovodnom platformnom prostoru epiri kog tipa (šelf). Tijekom srednjeg trijasa na ovom je prostoru zbog riftovanja došlo do odvajanja velikog šelfnog fragmenta od Gondwane i taj odvojeni fragment (mikrokontinent)

naziva se Jadranska mikroplo a (sl.152 - Shematski prikaz zbivanja na prostoru sjeveroistočnog dijela gondwanskog šelfa i na Jadranskoj mikroplo i tijekom trijas-a i jure - Veli et al., 2003). Na taj način, unutar prostora Tethysa, u srednjem trijasu formirao se veliki, od kopna izolirani prostor bivšeg šelfa prevladavajući položenje istih karbonata. Tijekom donje jure, a naročito od početka gornjeg dijela donje jure, Jadranska mikroplo je se diferencirala i od tog do tada golemog jedinstvenog prostora nastali su plitkovodni platformni prostori: Jadransko-Dinarski, Apulijski i Apeninski, koji su međusobno bili odvojeni dubokomorskim koritima. Između Jadransko-Dinarske i Apulijске platforme nalazio se Jadransko-Jonski bazen. Istovremeno, dakle od početka gornjeg dijela donje jure, duž sjeveroistočnog rubnog dijela Jadransko-Dinarske platforme zapelo je spuštanje njenog rubnog prostora. Ovo spuštanje bilo je posljedica normalnog rasjedanja u okviru regionalnog riftovanja koje se odvijalo i u ovom (dinaridskom) dijelu prostora Tethysa. Ovim se spuštanjem, tj. produbljanjem rubnog dijela platformnog prostora pregibna (granična) zona platforma-bazen počela pomicati u smjeru današnjeg jugozapada.

Tijekom donje i srednje jure, te i kreda, nastali platformni elementi prijašnje cjelovite Jadranske mikroplo su se ispred Gondwane prema Lauraziji. Polaganjem tonjenje plitkovodnog platformnog prostora Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, koja se tijekom jure i kreda postupno približavala subduksijskom jarku ispred Laurazije, a uz istovremenu izrazitu proizvodnju karbonatnog taloga u plitkomorskim platformnim uvjetima, omogućilo je u tom razdoblju na Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi istaložavanje oko 3.5-5 kilometara plitkovodnih platformnih vapnenaca. Tijekom gornje kreda došlo je do izrazitog približavanja Jadransko-Dinarske platforme Lauraziji, što je na platformi izazvalo diferencijaciju taložnog prostora. Tako, neki njeni dijelovi bivaju emergirani, neki zadržavaju plitkovodne zname, a negdje se formiraju dubokovodni jarki u kojima se talože dubokovodni vapnenci. Na samom kraju kreda najveći dio platforme postaje u potpunosti emergiran, dok samo ponegdje na platformi i dalje u stariji paleogen egzistiraju ili plitkovodni taložni uvjeti, ili pak dubokovodni taložni uvjeti jaraka u kojima se u kontinuitetu gornje kreda-eocen talože dubokovodni vapnenci (npr. tzv. "Dalmatinski jarak"). Zbog nastavka subduksijskog procesa u



sl.152

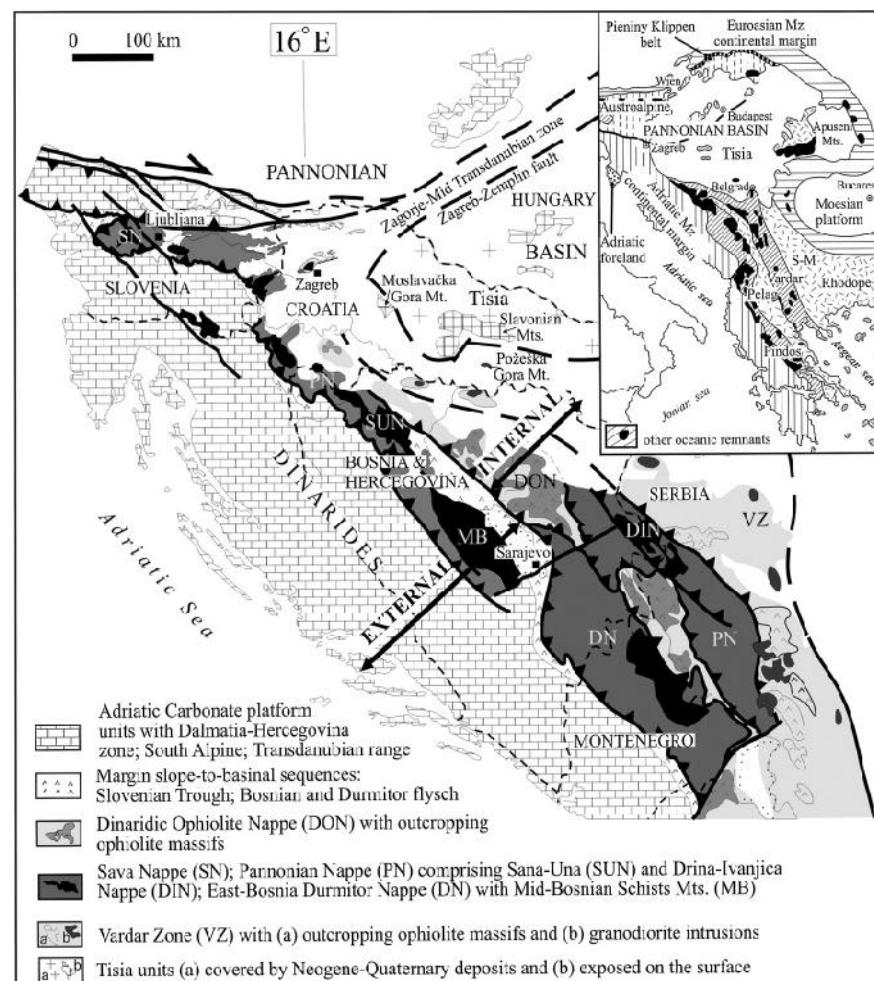
jarku ispred obala Eurazije, emergirani gornjokredni prostor bivše Jadransko-Dinarske karbonatne platforme postupno tone, te biva postupno preplavljan (eocenska transgresija). Time na njemu dolazi do obnove plitkovodnih taložnih uvjeta. S napredovanjem subdukcijskih procesa, tj. zbog sve izrazitijeg približavanja prostora bivše Jadransko-Dinarske karbonatne platforme subdukcijском jarku, tijekom eocena dolazi do diferencijacije taložnog prostora; okoliši mjestimice postaju sve dubljevodniji, a mjestimice dolazi i do izdizanja. S rubova formiranih dubokovodnih jaraka povremeno se "obrušavaju" mutne struje formiraju i na njihovu dnu sedimentnu seriju fliša. Kona nom kolizijom struktura bivše Jadransko-Dinarske karbonatne platforme sa strukturama Eurazije, po evši dakle od mla eg eocena, izdižu se krški Dinaridi. Njihovim postupnim trošenjem tijekom eocen/oligocena, a zasigurno i dijela miocena, formiraju

se klasti ni karbonatni sedimenti - molas. Na dinaridskom prostoru oni djelomice zapunjavaju rubni marinski prostor ondašnjeg Jadranskog bazena koji se prostirao ispred novoizdignutih krških dinarskih planina. Na takav na in od trijasa do kraja paleogena evoluirao je i formirao se današnji strukturno-tektonski sklop krških planina - krških, Vanjskih, Dinarida (sl.153 - *strukturno - tektonski sklop krških, Vanjskih Dinarida i okolnog podru ja* - Palinkaš et al., 2008).

Me utim, postoje i druga ija vi enja razvoja i nastanka strukturno - tektonskog sklopa današnjih krških, Vanjskih Dinarida.

Prema Herak (1986), Dinaridi su nastali interakcijom etriju paleodinamska i paleoambijentalna pojasa koji su se kontinuirano pružali od gr kog Peloponeza do Južnih Alpi. To su bili: Adrijatik (strukture Jadranske karbonatne platforme), Epiadrijatik (strukture nastale u kontinuiranom me uplatformskom labilnom pojusu), Dinarik (izgra en od formacija i struktura uže Dinarske karbonatne platforme) i Supradinarik (strukture koje se sastoje od formacija eudinamskog, tj. "unutrašnjodinarskog", "oceanskog" podru ja zajedno s elementima osnove) (sl.154 - *Tektonska karta Dinarida - Herak, 1986*). Laurazijska kristalinska podru ja hercinske konsolidacije (dijelovi Tisije - Moslava ka gora, Psunj, Papuk, Krndija) koja su grani ila s eudinamskim pojasmom, a djelomi no su bila uklju ena u alpinsku orogenezu Dinarida, nazivaju se pak Paradinarik.

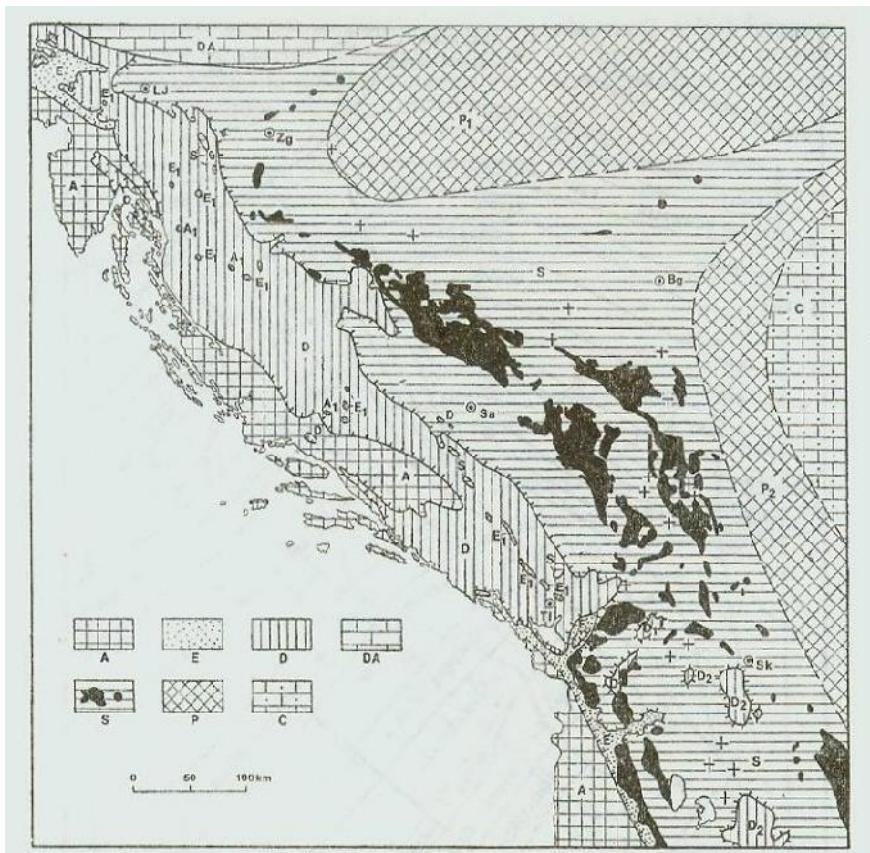
Prema Herak (1986), glavne promjene tijekom alpinske orogeneze na prostoru Dinarida zapo ele su u trijasu dezintegracijom do tada cjelovite platforme i formiranjem interplatformnog



dubokovodnog pojasa Epiadrijatika. U tom je prostoru zatim zbog konvekcijskog strujanja ispod svih pojaseva budu ih Dinarida došlo do procesa subdukcije. U prvo vrijeme nije bilo većeg sužavanja prostora među prisutnim paleoambijentalnim pojasmovima, no kada je njihovo kretanje zbog potiskivanja od strane Gondwane postalo brže od konzumacije u subducijskoj zoni Epiadrijatika, došlo je do njihova međusobnog približavanja uz prisutan stanoviti otpor struktura Paradinarika. To se zabilježilo u kredi, pa se time

moe objasniti diferencijacija gornjokrednog platformnog taložnog prostora Adrijatika. Sve jači otpor u blizini subducijske zone na sjevernom rubu Tethysa uzrokovao je i formiranje nove subducijske zone u međuplatformnom labilnom pojusu, Epiadrijatiku, kada su stoga elementi Epiadrijatika i Adrijatika postupno započeli subducirati pod Dinarik. Taj je proces započeo na prijelazu u paleogen, a s njime je povezana transgresija na Adrijatik. Tako su međusobno bili povezani i superponirani svi pojasevi Dinarida, a djelovanje konvekcijskog strujanja u nastavku alpinske orogeneze izazvalo je stvaranje njihovih kompleksnih navlaka i ljskavih struktura.

Kasnija neotektonска vertikalna gibanja dovela su do probijanja naslaga subduciranog Epiadrijatika i Adrijatika kroz naslage Dinarika, te su se formirala tektonska okna Epiadrijatika i Adrijatika unutar naslage Dinarika. Time se mjestimice danas u oštrom tektonskom kontaktu s plitkomorskim vapnencima Dinarika nalaze taložine iz središnjih i/ili rubnih dijelova subduciranog Epiadrijatika, kao i one plitkomorskog Adrijatika (sl.154).



sl.154

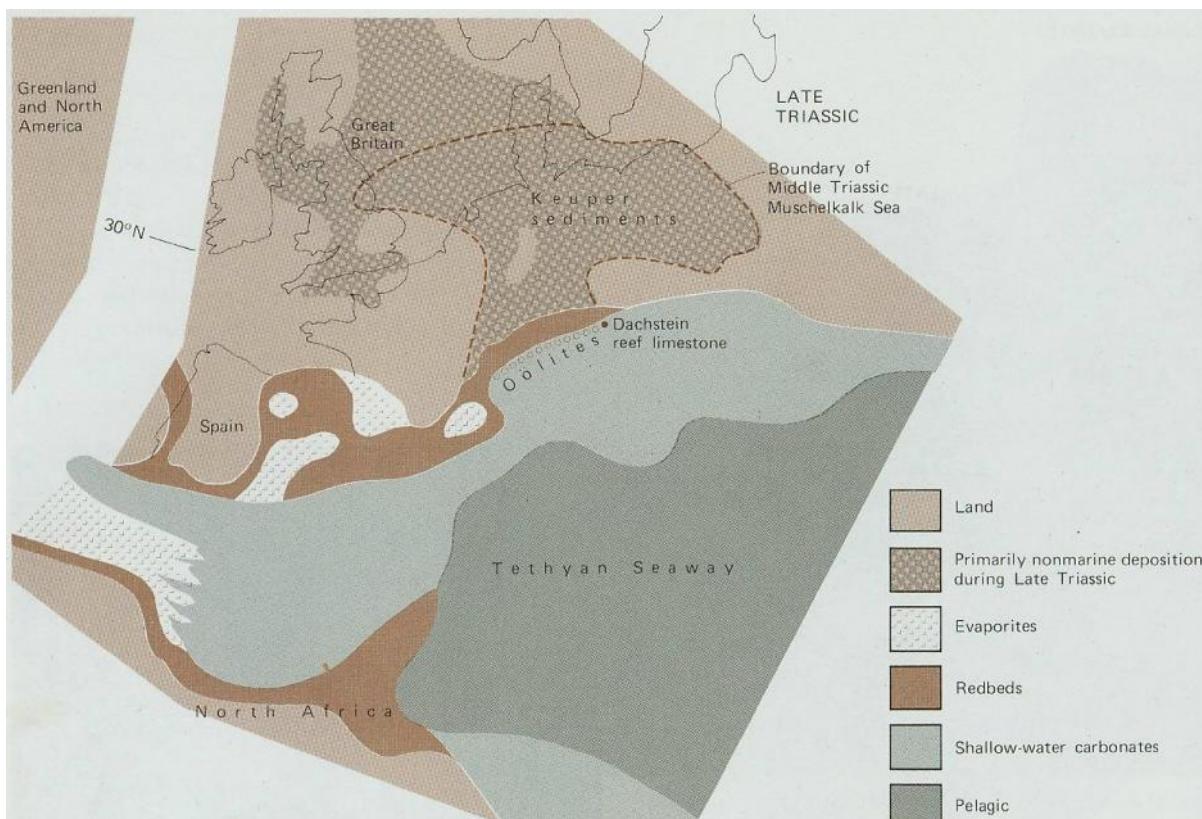
#### 7.4.1.3 Razvoji trijasa

##### 7.4.1.3.1. Kontinentalni razvoj trijasa (u Velikoj Britaniji, Rusiji i SAD)

Još iz gornjeg perma na kontinentalnom prostoru Pangee-taloži se "New Red Sandstone", tj. molasa nastala trošenjem hercina. To su pustinjski sedimenti s teksturama velikih dina, evaporiti i riječni klastiti, što upućuje da su se klimatske prilike menjale od suhih do vlažnih. Ovi prostori Pangee-ti tijekom srednjeg trijasa bili su zahvaljujući jednom manjom transgresijom, a na koju upućuju lokalni prisutni vapnenci.

#### 7.4.1.3.2. Epikontinentalni (germanski, borealni) razvoj trijasa

Tijekom donjeg trijasa, more je iz smjera istoka i jugoistoka, samo povremeno preplavljalovo rubni kopneni prostor Pangea-e na podruju današnje Sjeverne Europe (npr. sjevernu Njemačku) i današnjeg Pirinejskog poluotoka (sl.155 - *Taložni prostor europskog trijasa*), tako da su se na tom prostoru marinski sedimenti izmjenjivali s kopnenim. To je bio na in i vrijeme taloženja "*Bundsandstein naslaga*" (sl.156 - *Korelacija nekih podruja trijasa* - Herak, 1973). Izgra uje ih uglavnom slijed crvenih (od hematita) kopnenih klastita (glina, riječnih kvarcnih pješčenjaka i konglomerata), a u manjoj mjeri vapnenaca i evaporita kao posljedice povremenih marinskih transgresija i isparavanja. Unutar kopnenog dijela ovih naslaga može se naći etinja a *Voltzia heterophylla* i otisci gmaza *Trematosaurus*, a unutar vapnenaca školjkaši *Myophoria costata* i *Myophoria ovata*.



Postupnim prodiranjem Tethysa na zapad, a zbog polaganog odmicanja Gondwane uzrokovanih njegovim otvaranjem, dolazi do preplavljanja znatnog prostora Pangea-e, te se na podruju današnje sjeverne Njemačke talože plitkovodne "*Muschelkalk naslage*" (sl.155 i 156);  
 a) U donjem ih dijelu izgra uju dolomiti i vapnenci sa školjkašom *Myophoria orbicularis*,  
 b) U srednjem, evaporiti i dolomiti ni vapnenci ("*Rauchwacke*" - šupljikavi dolomiti),  
 c) U gornjem, krinoidni vapnenci s *Encrinus liliiformis* i dolomiti ni vapnenci s amonitom *Ceratites nodosus* (unutar gornjeg mušelkalka moguće je pratiti razvojni niz roda *Ceratites*). Uz rubne kopnene dijelove ima i pješčenjaka.

Unutar ovih naslaga može se naći i samo nekoliko fosilno očuvanih vrsta, ali u velikom broju što ukazuje na ne baš povoljne ekološke uvjete koji su tu vladali; ponekad je ovo more bilo izrazito brakično, a ponekad hipersalino na što ukazuje i povremena prisutnost evaporita. Takvim ekstremnim promjenama nije se mogla prilagoditi većina organizama, nego samo neki od njih.



sl.156

Unutar ove serije mogu je na i ostatke plakodontnih gmazova koji su se hranili ribom.

Smanjenje marinskog utjecaja, odnosno povla enje mora tijekom gornjeg trijasa sa sjevernog i centralno-europskog prostora Pangea-e, vidljivo je iz taložnog zapisa "Keuper naslaga" (sl. 155 i 156). Naime, njih izgra uju vapnenci u izmjeni s kopnenim rije nim, delnim i klastitima meanadra (gline, pješ enjaci) koji sadrže ostatke bilja i kopnenih životinja. Vapnenci sadrže ostatke školjkaša *Myophoria kefersteini*, a kopneni klastiti ostatke vodozemca *Metopias* i gmaza *A tosaurus*.

#### 7.4.1.3.3. Marinski (alpski, tetijski) razvoj trijasa

##### 7.4.1.3.3.1. Razvoj trijasa u sjevernim vapnenima Alpama (Austrija)

Donji trijas sjevernoalpskog razvoja ima dosta analogija sa onim iz Buntsandsteina. Pretež tankouslojeni crvenkasti tinj asti verfenski pješ enjaci s estim nalazima otiska školjkaša *Anodontophora fassaënsis*, *Claraia clarai* i puža *Naticella costata*.

U donjem aniziku neki djelovi taložnog prostora zbog normalnog su rasjedanja bili izrazitije produbljeni. Na takvim rubnim plitkomorsko-dubljemorskim dijelovima šelfa formirali su se grebeni, a u njihovom zale u, lagune. Stoga, ovdje postoji taloženje plitkomorskih grebenskih i lagunskih vapnenaca, a ispred grebena padinskih i dubljevodnih vapnenaca.

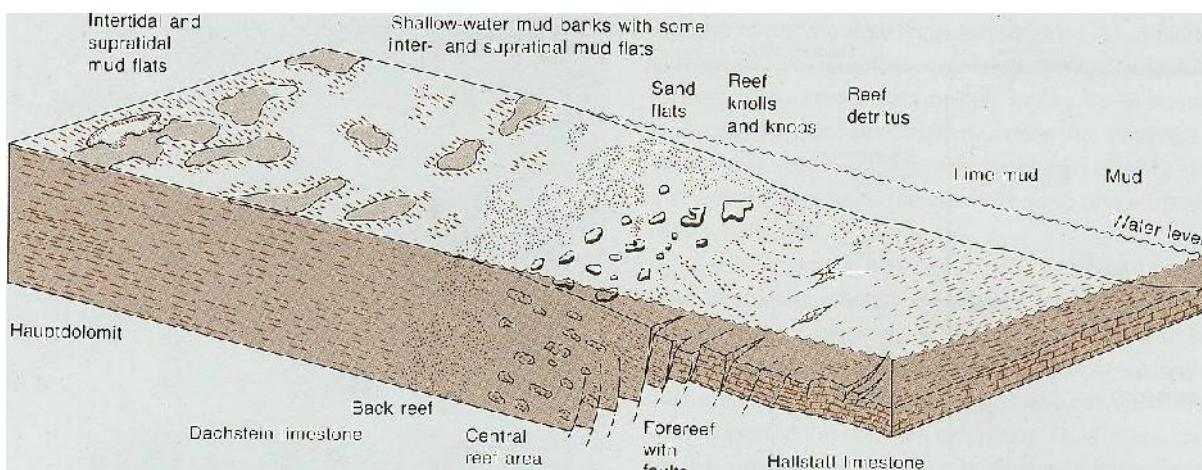
Od školjkaša unutar anizi kih vapnenaca ovog prostora dolazi npr. *Myophoria costata*, od krinoida *Dadocrinus gracilis*, od foraminifera endotiride, glomospire, lagenide, od algi

*Diplopora annulatisima*, a od brahiopoda *Rhynchonella decurtata*.

Sli na je situacija i u gornjem aniziku. esta je foraminifera *Meandrospira dinarica*, a mjestimice ima i dosta amonita; *Ceratites trinodosus*, *Ptychites studeri*, *Sturia sansovinii*. Ti "amonitski", dubljevodni vapnenci nazivaju se "halštatski vapnenci" (Hallstatt, grad u Austriji). I ladinik je vapnena ki s estim algama *Diplopora annulata* i *Teutlosporella herculea*.

Karnik je klasti ni (pješ enjaci), kopneni s nalazima kopnenog bilja: *Equisetites* i *Pterophyllum*, a što, naravno, upu uje na kratkotrajno uspostavljanje kopnenih uvjeta - emergiju.

Norik je ponovno vapnena ki uz sli nu diferencijaciju taložnog prostora kao tijekom

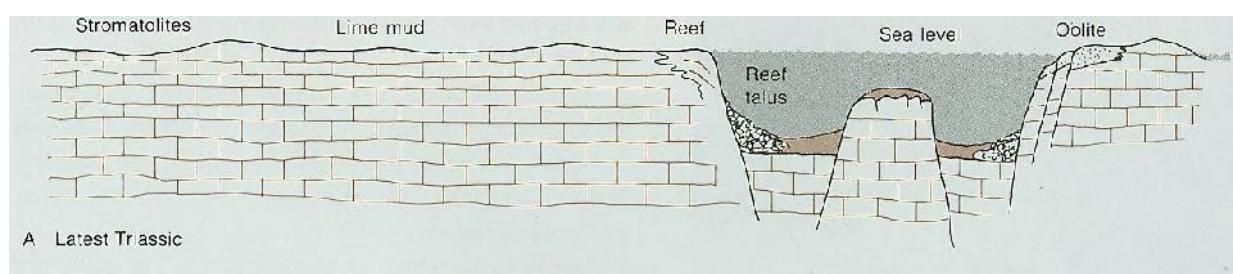


sl.157

anizika i ladinika (sl.157 i 158 - Taložni prostor sjevernoalpskog trijasa). Nori ki plitkomorski vapnenci nazivaju se "dahštajnski vapnenci" (Dachstein - regija u Austriji). U vrlo plitkim marinskim prostorima esto dolazi i do ranodijagenetske dolomitizacije vapnena kih taložina, pa mjestimice na širem prostoru nastaju i dolomiti koji se nazivaju "hauptdolomit", odnosno "glavni dolomit".

Unutar dahštajnskih vapnenaca esti su krupnoljušturni školjkaši neomegalodontidi: *Neomegalodon triqueter*, *Neomegalodon guembeli* i foraminifere iz skupine involutinida: *Triasina hantkeni* i dr.

U retu i nadalje prevladavaju vapnenci i tu je, pored ostalog, zna ajan i nalaz megalodontida *Conchodus infraliassicus* i puža *Worthenia solitaria*.



sl.158

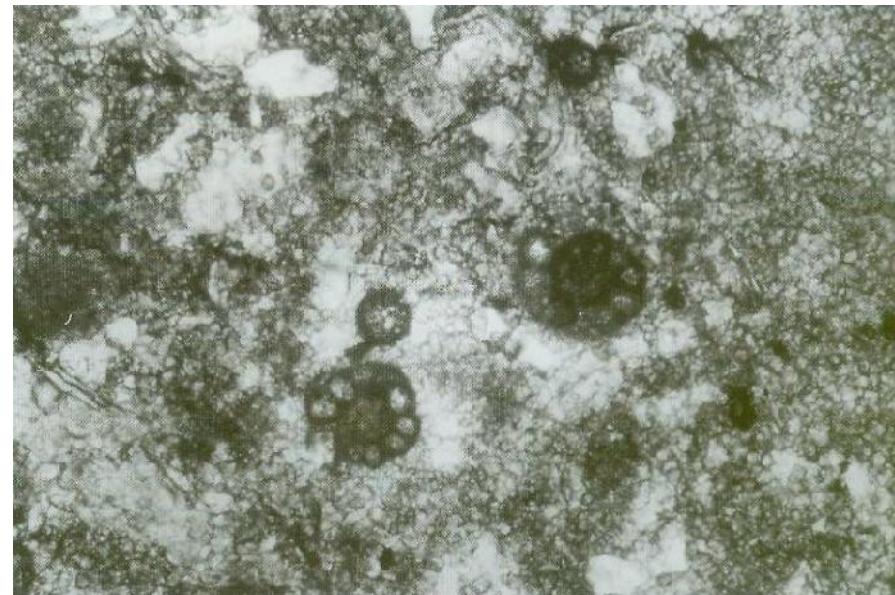
#### 7.4.1.3.3.2. Razvoj trijasa u južnim vapnena kim Alpama (Austrija, Italija, Slovenija)

Razvoj trijasa na prostoru južnih Alpa sli an je onom iz sjevernih. Ipak, postoje neke manje razlike. Tijekom starijeg dijela donjeg trijasa (donji skit) u plitkomorskem prostoru gondwanskog šelfa, taložile su se tzv. "sajske naslage", a u mla em dijelu donjeg trijasa (gornji skit), tzv. "kampilske naslage".

"Sajske naslage" terigenog su porijekla (donešene s kopna) i izgra uju ih pretežito sivi,

crvenkasti tinj asti pješ enjaci bogati razli itim teksturama plitkog, uzburkanog mora (erozijske plohe, kosa slojevitost i dr.). esti su i otisci školjkaša *Claraia clarai*, *Anodontophora fassaënsis*, *Myophoria laevigata*, *Myophoria ovata* i dr.

Unutar "kampilskih naslaga" udio terigene (pješ enja ke) komponente opada, a postupno po inje prevladavati udio karbonatne (marinske) komponente, te ih izgra uju pjeskoviti vapnenci i dolomiti, a esto ima i lapora. To upu uje na postupno sve izrazitije udaljavanje ovog prostora od obalne linije, tj. mesta unosa terigene komponente s Gondwane tijekom mla eg dijela donjeg trijasa (zbog transgresije na Gondwanu tijekom otvaranja Tethysa). Unutar ovih naslaga esti su mnogobrojni ostaci puževa *Naticella*



sl.159

*costata* i *Turbo rectecostatus*, foraminifera *Meandrospira pusilla* (sl.159 - *Meandrospira pusilla* - pove anje 360x), razni školjkaši, te amoniti *Tirolites*, *Ceratites* i *Dinarites*. Tako er, este su i mnogobrojne plitkovodne sedimentne strukture.

Unutar vapnena hih naslaga anizika i ladinika, a na temelju karakteristi nog fosilnog sadržaja, mogu e je razlikovati i nekoliko biostratigrafiskih zona:

anizik:

1) *Gracilis-zona*, gra ena od tankoplo astih vapnenaca s ostacima stapki krinoida *Dadocrinus gracilis*,

2) *Decurtata-zona*, od laporovitih vapnenaca s brahiopodom *Rhynchonella decurtata*,

3) *Trinodosus-zona*, od tamnih vapnenaca s amonitom *Ceratites trinodosus*,

Sve ove tri vapnena ke zone mjestimice su zamjenjene dolomitima ladinik:

1) *Reitzi-zona*, od vapnenaca s uloćima rožnjaka, a u gornjem dijelu s crvenim i zelenim tufovima s amonitom *Protrachyceras reitzi*,

2) *Lommeli-zona*, od tankoplo astih vapnenaca, tufiti nih pješ enjaka i tufova sa školjkašom *Daonella lommeli*,

3) *Aon-zona*, od laporan s nešto tufova s amonitom *Trachyceras aon*.

Sve ove tri vapnena ke zone tako er su mjestimice zamjenjene dolomitima.

Terigeni utjecaj kopna koji se ve zapaža i unutar *Aon-zone*, izrazito je vidljiv u karniku koji je pretežito klasti an. Te nalage karakteristi no su razvijene kod Rabelja (Raibl - grad u sjeverozapadnoj Italiji), pa ih stoga i nazivamo "rabeljske naslage". Sastoje se iz tamnih laporan i vapnenaca s ostacima konifere *Voltzia heterophylla*, amonitom *Trachyceras aonoides* i školjkašom *Myophoria kefersteini*. U karniku takodjer ima i dolomita, djelomice i vapnenaca, a koji u noriku i retu u potpunosti prevladavaju.

#### 7.4.1.3.3.3. Razvoj trijasa u Dinaridima

Taložna zbivanja na dijelu gondwanskog šelfa koji danas pripada Dinaridima, umnogome su tijekom donjeg trijasa nalikovala onima iz južnih Alpa. Naslage donjeg trijasa prisutne su na mnogim dinaridskim lokalitetima, npr. na području Gorskog kotara, na području Svilaje (Sutina-Zelovo), na području Velebita, Žumberka, Medvednice, Kalnika, itd. Kao i na prostoru južnih Alpa, izgrađuju ih "sajske" i "kampilske" naslage (vidi predhodno poglavlje).

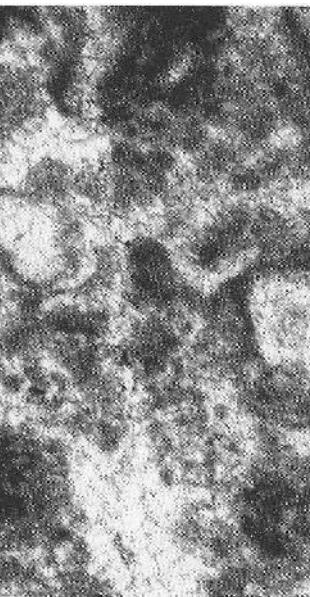
Srednji trijas Dinarida karakteriziran je izrazitom diferencijacijom okoliša i sedimentata, a što

je bilo uzrokovano tektonskim pokretima na prostoru Jadranske mikroploje. Formirani su različiti okoliši taloženja u kojima su se taložili različiti facijesi. Tako, unutar srednjotrijaskih naslaga mogu se izdvojiti etiri različiti facijesa:

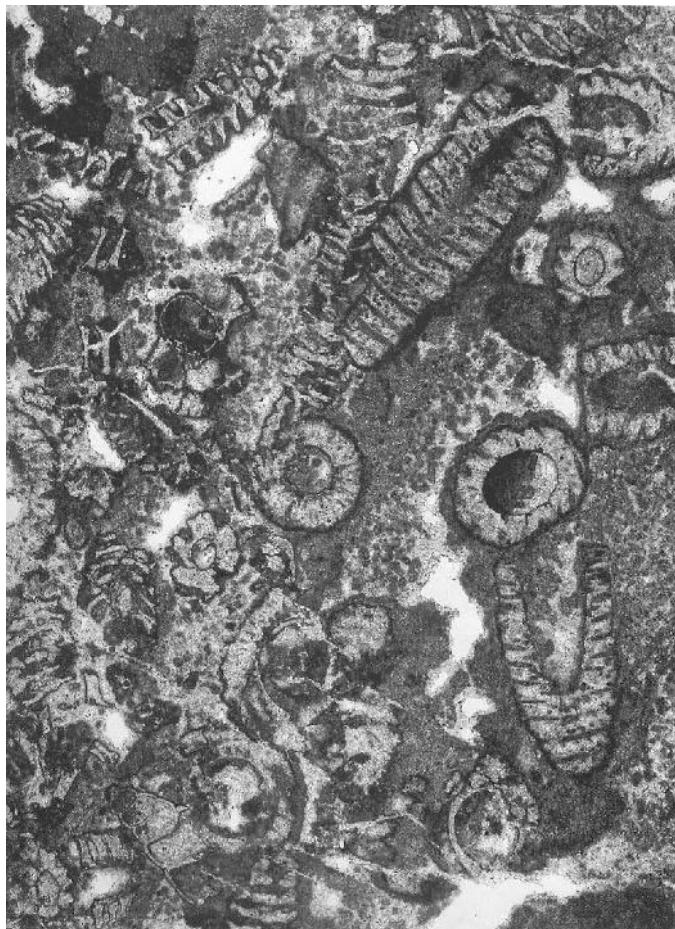
1) Facijes plitkomorskih vapnenaca i dolomita ("diploporni vapnenci"); tipično razvijen na prostorima Like i Velebita. U aniziku s algama *Diplopora annulatisima*, *Diplopora hexaster*, *Teutloporella tabulata* i *Macroporella alpina*, foraminiferom *Meandrospira dinarica* (sl.160 - *Meandrospira dinarica* - povećanje 140x), a u ladiniku s algama *Diplopora annulata* (sl.161 - *Diplopora annulata* - povećanje 10x), *Diplopora annulatisima* i *Teutloporella herculea*.

2) Facijes crvenih cefalopodnih vapnenaca; sadrže mnogobrojne amonite. U aniziju cefalopodnim vapnencima dolaze npr. *Ptychites oppeli*, *Ceratites trinodosus*, *Sturia sansovinii* i dr., a u ladiniku (npr. na Greguri bregu kod Samobora) *Gymnites uhligi*, *Protrachyceras curionii*, *Monophyllites wengensis*, *Sturia semistriata* i dr.

3) Vulkanogeno-sedimentni facijesi; javlja se unutar aniziju ko-ladinih plitkomorskih vapnenaca i dolomita. Ukazuje na riftovanje prostora



sl.160



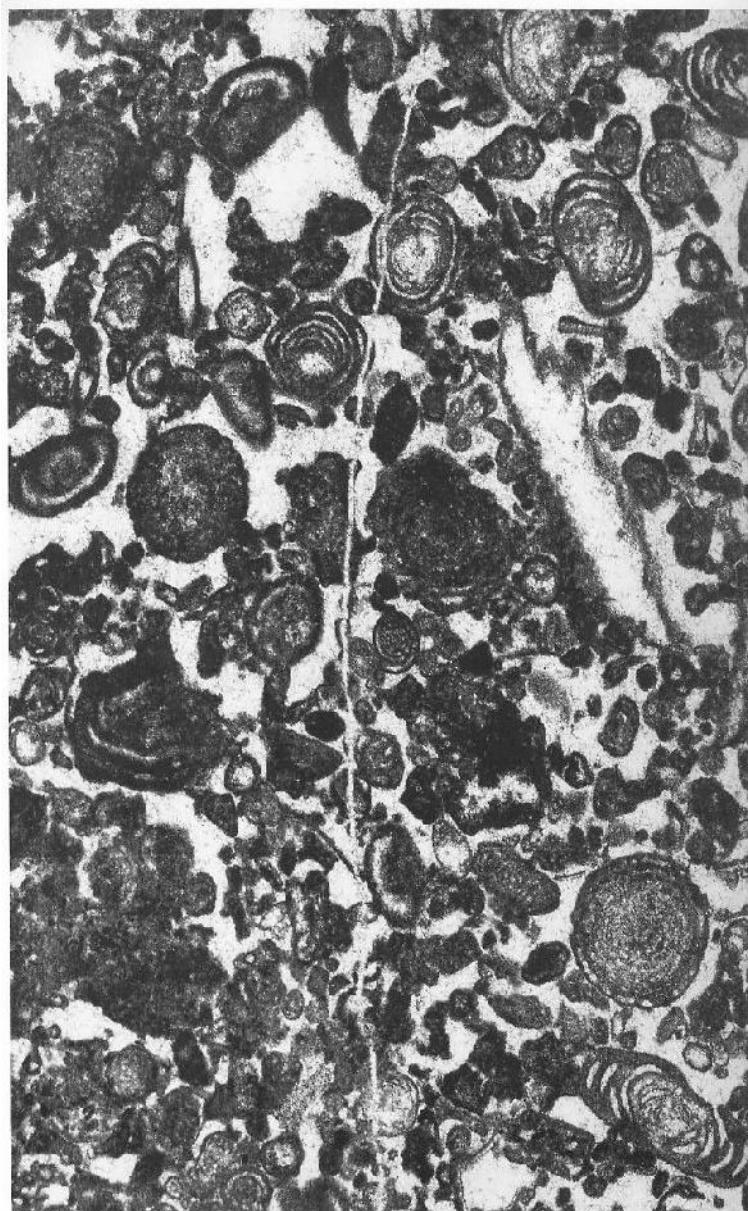
sl.161

gondwanskog šelfa i Jadranske mikroplo e kada uz riftne rasjede dolazi do submarinskog vulkanizma. Karakteristi no je prisutan na podru ju Donjeg Pazarišta (Lika). Ovdje ga izgra uju dubljevodne flišolike naslage (grauvake i šejlovi) prevladavaju e gra ene od fragmenata efuzivnih stijena koje su bile erodirane sa topografski izdignutijih dijelova vulkanskog paleoreljefa. Na tim klastitima slijede plo asti vapnenci s rožnjacima, a zatim i tufovi ("Pietra Verde") u izmjeni s rožnjacima i plo astim vapnencima. Vapnenci unutar ovog facijesa su esto silicificirani i dolomitizirani. Ovaj facijes predstavljaju i razli ite efuzivne stijene (dijabazi, spiliti, andeziti) prisutne na razli itim dijelovima dinaridskog prostora (Fužinski Benkovac, Vratnik, Donje Pazarište, Kosovo i Petrovo polje, otoci Jabuka i Brusnik, Komiža na otoku Visu) i ili vulkanski pepeo (tuf). Na nekim podru jima dolazilo je do ve ih akumulacija tog pepela od kojeg su nastale zelenkaste tufiti ne naslage - "Pietra verde" (npr. Svilaja, Medvednica i dr.). Unutar vapnena kog dijela ovog kompleksa mjestimice su prisutni i amoniti *Protrachyceras ladinum* i *Monophyllites wengensis*.

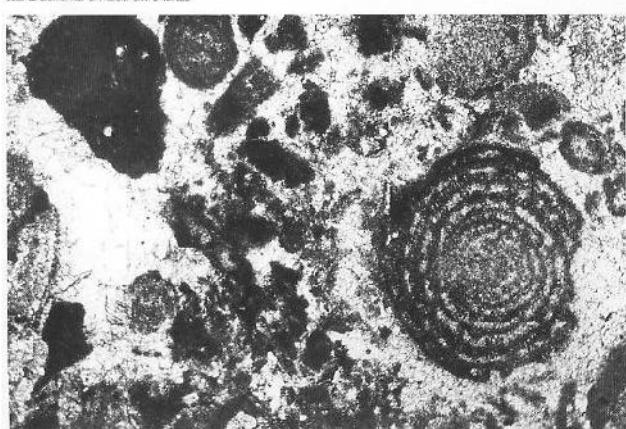
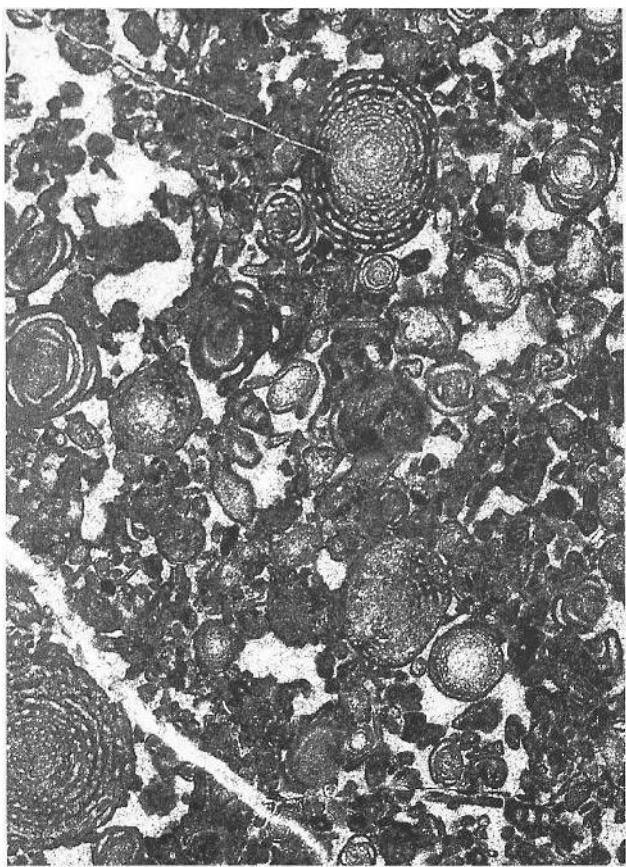
4) Klasti no-karbonatni facijes; gra en je od pješ enjaka i glina u izmjeni s dolomitima/vapnencima. Rijedak je srednjotrijaski facijes na dinaridskom prostoru Hrvatske. Ima ga na Papuku, no znatno je u estaliji na prostoru Slovenije i u BiH.

Na mnogim dinaridskim predjelima Hrvatske, unutar trijaskih naslaga vidljivi su tragovi emerzije. To ukazuje da je na prostoru gondwanskog šelfa, odnosno šireg prostora Jadranske mikroplo e (koja se od gondwanskog šelfa odvojila tijekom srednjeg trijasa) došlo do srednjotrijaskog izdizanja (okopnjavanja) taložnog prostora.

Na razli itim dijelovim tog emergiranog prostora dolazilo je do taloženja i ili erozije u kopnenim uvjetima. Na prostoru Gorskog kotara erodiran je tako itav srednji trijas, te je erozija zahvatila i vršni dio gornjoskitskih naslaga. Na prostoru Velike Paklenice i Baških Oštarija (Velebit) erozijom je nestao itav ladinik, dok je na prostoru Vraca kraj Gra aca i Svilaje, on ipak ostao sa uvan. Ova emerzija ponegdje je trajala i do konca norika/po etka reta (npr. na Svilaji). Mjestimice u topografska udubljenja tog emergiranog kopna, posredstvom teku ica, ili eolski, bivao je donašan terigeni materijal s obližnjih prostora vulkanogeno-sedimentnog kompleksa, a



sl.162



sl.163

dolomite po analogiji s onima iz sjevernih vapnena kih Alpa nazivamo "Hauptdolomit". "Hauptdolomiti" esto sadrže LLH stromatolite (LLH - "Laterally linked hemispheroids"- bo no spojene polukugle) onkoide "Sphaerocodium bornemani", foraminifere *Aulotortus friedly* (sl.162 - *Aulotortus friedly* - pove anje 50x), *Triasina hantkeni* (sl.163 - *Triasina hantkeni* - pove anje 45x), *Involutina communis* i dr., a rije e i megalodontne školjkaše *Neomegalodon guembeli*, *Conchodus infraliasicus*, puža *Worthenia solitaria* i algu *Gyroporella vesiculifera*. Na dinaridskom prostoru Hrvatske norik-retski vapnenci (analogni s "dahštajnskim vapnencima" sjevernih vapnena kih Alpa) su rje i i prisutni su samo mjestimice, npr. u Hrvatskom zagorju (Ivanšica), ali su zato eš i u BiH, a pogotovo u Sloveniji, gdje izgra uju velike dijelove Julijskih i Kamniških Alpa. Naslaga srednjeg i gornjeg trijasa, ali u dolomitnom razvoju, ima i na prostorima Medvednice, Samoborskog gorja, Žumberka i Kalnika.

koji je poslužio kao osnova za formiranje karni kih boksita (npr. lokalitet Vrace kraj Gračaca). Od mlađeg karnika pa tijekom norika, more je postupno transgrediralo na taj kopneni prostor. Mjestimice, u rubnim kopnenim područjima, nastaju taložni slijedovi positnjavanja naviše (od vapnena kih konglomerata prema šejlovima (npr. Lokve u Gorskem kotaru). Na ostalim prostorima ova gornjokarni ko-nori ka postupna transgresija obilježena je prisutnošću u transgresivnih breča i ili konglomerata koji se sastoje od ulomaka podinskih donjo i ili srednjotrijaskih stijena. Potpunim preplavljanjem tog karni kog kopna tijekom norik/reta uspostavio se jedinstveni plitkovodni taložni prostor. Znati, unutar trijaskih naslaga Dinarida prisutan je vrlo izražen taložni prekid plitkovodnog karbonatnog taloženja, a dužina prisutnog hijatusa ovisna je intenzitetu karni kih erozijskih procesa na različitim dijelovima emergiranog platformnog prostora.

Plitkovodno karbonatno taloženje od norik-reta se, na dijelu Jadranske mikroploče koji danas pripada Dinaridima (Jadransko-Dinarska karbonatna platforma), kontinuirano (tek uz "kraće" prekide) odvija sve do kraja krede. Tijekom norika i reta taloženje se na dinaridskom dijelu Jadranske mikroploče odvijalo u peritajdalnim okolišima uz snažno isparavanje, tako da je većina istaloženih vapnenaca ubrzano ranodijagenetski dolomitizirana. Te

### 7.4.2. Jura

Drugi period mezozojske ere obilježen je većinom tropskim uvjetima (bez polarnih kapa), plitkim epikontinentalnim morima, raspadom Pangee-e, kozmopolitskom florom i faunom i maksimumom razvoja svih vrsta gmazova. Naziv jura dolazi od imena planine Jure koja se nalazi na graničnom prostoru između Francuske i Švicarske (sjeverno od ženevskog jezera), gdje je Alexander von Humboldt (1795) prvi opisao vapnenačke naslage i nazvao ih "Calcaire de Jura" odnosno "Jura-Kalkstein". No ipak, pogrešno je mislio da su te naslage starije od trijaskog mušelkalka. Slijedi nove i u trijasu, postoji:

- 1) Kontinentalni razvoj jure (npr. na Ruskoj ploči i),
- 2) Epikontinentalni (borealni) razvoj jure (u području srednje Europe),
- 3) Marinski (alpski, mediteranski, tetijski) razvoj jure.

Prema podjeli "Međunarodnog povjerenstva za stratigrafiju", jura se dijeli na (tab.12 - *Podjela jure*):

<b>PERIOD</b>	<b>EPOHA</b>	<b>DOBA</b>	<b>prije sadašnjosti u milijunima godina</b>
<b>JURA</b>	<b>gornja jura</b>	Titon Kimeridž Oksford	<b>151 - 146</b> <b>156 - 151</b> <b>161 - 156</b>
	<b>srednja jura</b>	Kalovij Bat Bajocij Alen	<b>165 - 161</b> <b>168 - 165</b> <b>172 - 168</b> <b>176 - 172</b>
	<b>donja jura</b>	Toarcij Plinzbah Sinemurij Hetangij	<b>183 - 176</b> <b>190 - 183</b> <b>197 - 190</b> <b>200 - 197</b>

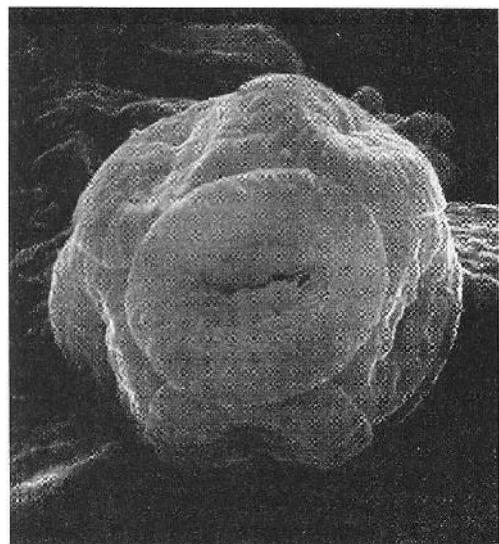
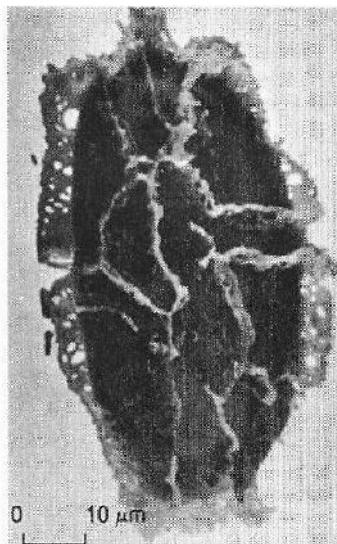
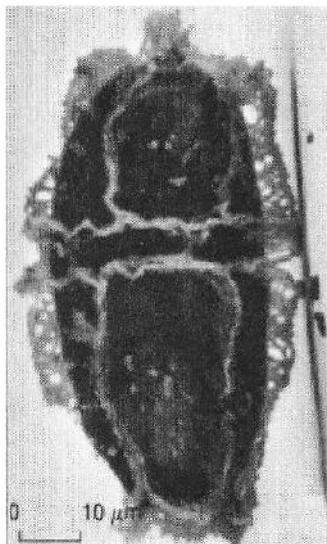
**tab. 12**

Tijekom jure globalni morski nivo postupno raste (zbog raspada Pangee-e), sve do sredine kimeridža (maksimum), a zatim, privremeno, postupno pada. I tijekom jure dolazi do preplavljanja kontinentalnih prostora uz formiranje plitkih epikontinentalnih mora gdje su se taložili karbonati i s kopna donašani klastiti.

## 7.4.2.1. Živi svijet jure

### 7.4.2.1.1. More

1) Topla, tropска mora bila su pogodno stanište za razvoj fitoplanktona, tj. planktonskih organizama mikronskih dimenzija koji si fotosintezom stvaraju hranu: dinoflegelata,

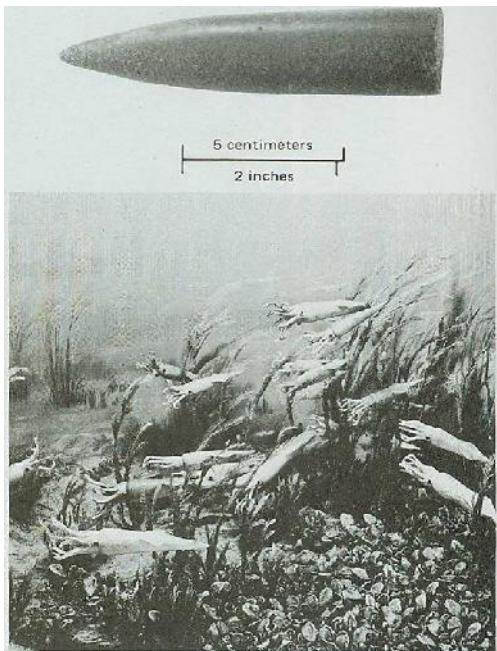


kokolitoforida, kao i jednostani nih algalnih tvorevina nesigurna sistematskog položaja - akritarha.

Dinoflagelati, koji su se počeli javljati još u siluru, a intenzivnije od trijasa, od jure su postali znatno raznovrsniji i bili su vrlo važna karika u marinskom prehrambenom lancu. To su jednostani ni organizmi stanice obavijene tvari sporopoleninom koja je izrazito otporna na raspadanje (isto kao i kod biljnog polena), a za kretanje su se koristili dvama flagelama (biti evima) (sl.164 - *Prionodinium alveolatum*).

Kokolitoforidi započinju svoj razvoj upravo od jure i njihova stanica je obavijena s pločicama (kokolitima) od  $\text{CaCO}_3$  tvoreći kokosferu (sl.165 - kokosfera, povećanje 6000x). Vrlo esto nakupine kokolita izgrađuju debele naslage dubljemorskih kokolitnih vapnenaca, a i danas su esti u dubokovodnim sedimentima.

Tako er, u juri (i donjoj kredi) javlja se i zooplankton aškastih formi s vijencom trepetljika na rubu ašice -



sl.167

kalpcionelidi (sl. 166 - *Calpionella alpina*, pove anje 100x), s ovojnicom od hitina. Dobri su provodni fosili pomo u kojih je unutar dubokovodnih naslaga izvršena i biostratigrafska zonacija vršnog dijela gornje jure i dijela donje krede.

2) Od invertebratnih marinskih organizama najzna ajniji su bili amoniti. Odlikovali su se velikom raznovrsnoš u oblika i brzom evolucijom, tako da su mnogi imali kratak vertikalni (vremenski) raspon i kao takvi bili su pogodni za relativno precizne biostratigrafske razdiobe jurskih naslaga na katove, s preciznoš u do 1 milijun godina (odredbe starosti s to nosti koje su bliske radiometrijskim metodama). Ku ice su im bile gra ene od aragonita, a poklopcu ica (aptihusi) od kalcita (aragonit se otapa na manjoj dubini nego kalcit).

3) Srodnici amonita bili su belemniti (sl.167) i tako er

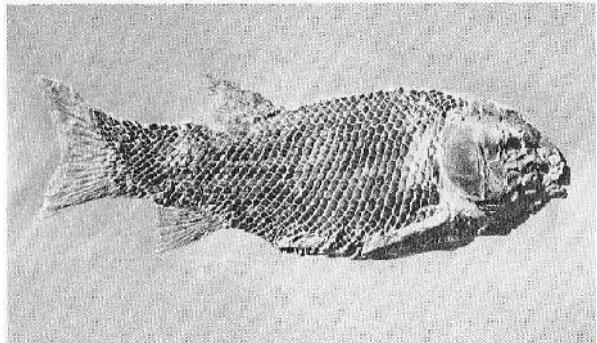
su bili esti u jurskim morima. Paleotemperaturna istraživanja provedena na njihovim kalcitnim ljušturama, pokazala su da su jurska mora na prostorima umjerenih geografskih širina bila oko 15-ak stupnjeva toplija nego današnja.

4) Tijekom jure u morima su esto bile prisutne i razliite ribe skupina Chondrichthyes (hrskavi nja e) i Osteichthyes (košturnja e). Od hrskavi nja a najzna ajniji su bili morski psi, npr. rod *Hyodus* (sl.168 - *Hyodus*) s durofagnim zubalom gra enim od nekoliko nizova tupih plosnatih zubi koji se nalaze poploani po itavom nepcu i u donjoj eljusti, a služili su za drobljenje ljuštura mekušaca (jedan morski pas sa slijnim zubalom živi i danas uz obale Australije - živi fosil). Tijekom jure unutar skupine morskih pasa Selachii javljaju se i predstavnici "modernijih" morskih pasa, a tako er se javljaju i raže (Batoidea), srodnici morskih pasa.

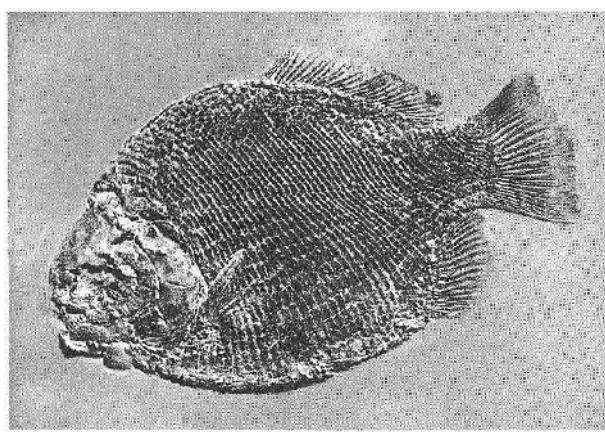
Od košturnja a u juri maksimum razvoja



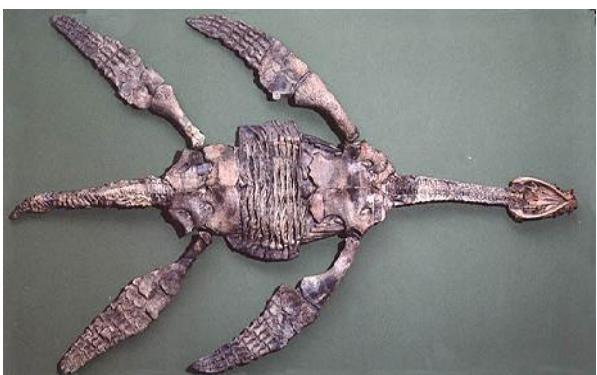
sl.168



sl.170



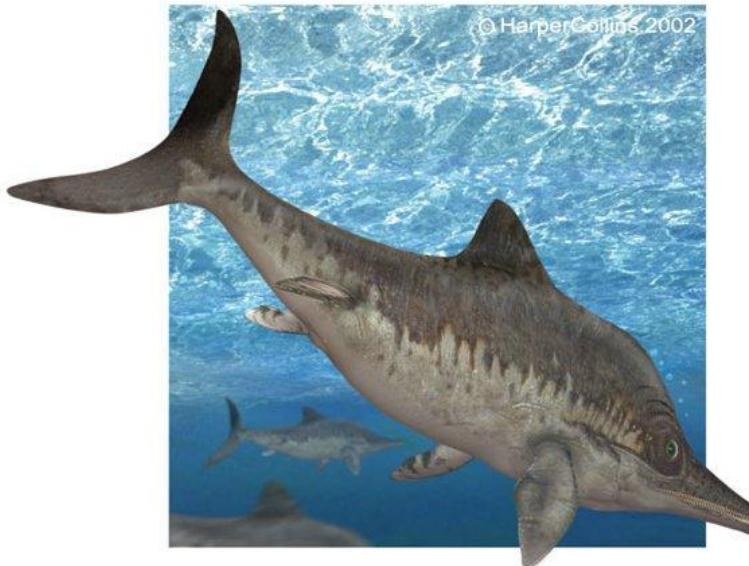
sl.169



sl.171

ima skupina Holostei s tzv. ganoidnim ljskicama (odlika paleozojskih i mezozojskih riba). Ove ljskice su glatko sjajne površine, crne boje i rombi na oblika i vrsto su me usobno spojene (sl.169 -*Dapedius* i sl.170 - *Lepidotus*). Od gornje jure intenzivnije se po inji razvijati i skupina Teleostei s cikloidnim ljskama koje se me usobno crijepliko prekrivaju i okruglastih su formi (u ovu skupinu spadaju i današnje npr. srdele, haringe i dr.).

5) U jurskom moru živjeli su i morski gmazovi iz reda Sauropterygia (jurska skupina Plesiosauria) (dugog vrata s malom glavom), npr. 4 m dug rod *Thaumatosaurus* (sl.171 - *Thaumatosaurus*) i reda Ichthyosauria (konvergentni dupinima, osim repa), npr. 5 m dug rod *Stenopterygius* (sl.172 - *Stenopterygius*) iz donje jure Njema ke.



sl.172

8) Tijekom gornje jure intenzivno se razvijaju i mnogobrojne vrste hermatipnih hexakoralja (žive isklju ivo u istoj vodi normalnog saliniteta, ne hladnijoj od 20 stupnjeva i ne dubljoj od 50 m, u simbiozi s algama pa im treba svjetlost), a koji tijekom jure izgra uju grebene (ahermatipni hexakoralji ne izgra uju grebene i mogu živjeti na ve im dubinama) zajedno s predstavnicima skupine vodenpolipa Hydrozoa. Za razliku od rugoznih tetrakoralja iz paleozoika, koji su imali kalcitni skelet i bili pri vrš eni za podlogu ili postrance ili su ležali na morskom dnu, mezozojski hexakoralji imaju aragonitni skelet i za podlogu su priraslji bazom aške.

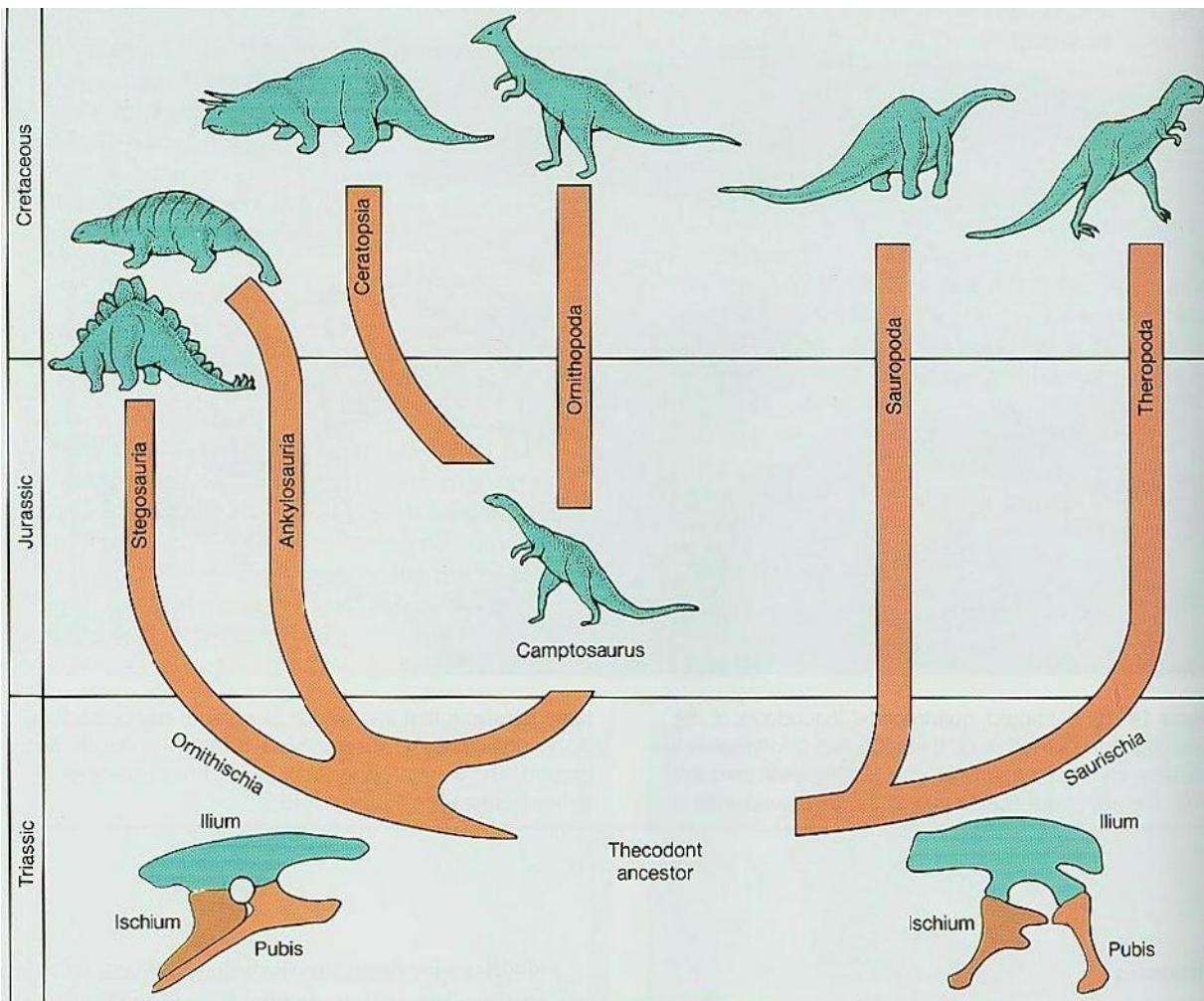
Na prostorima grebena bili su prisutni i mogobrojni drugi organizmi: lankonošci (npr. raskovi), puževi, brahiopodi, školjkaši, alge, briozoi, a u lagunskim prostorima iza grebena i razli iti bodljikaši, ježinci, krinoidi i zvjezda e.

#### 7.4.2.1.2. Kopno

- 1) Od beskralježnjaka na jurskom kopnu poznati su fosilni nalazi raznoraznih lankonožaca, prvenstveno kukaca, posebice unutar vapnenaca "Solnhofen" s podru ja Bavarske.
- 2) Kako paleontolozi mezozoik popularno nazivaju "dobom gmazova", tako ga paleobotani ari nazivaju "dobom cikadina" (skupina primitivnih gološjemenja a), a koje su maksimum imale upravo tijekom jure. Vrlo su nalik današnjim palmama. Kritosjemenja a tijekom jure još nema.
- 3) Najzna ajnija skupina kopnenih životinja tijekom jure bili su gmazovi. Potje u od najstarije skupine s diapsidnom lubanjom; Eosuchia iz koje se razvila i skupina (red) Thecodontia, a iji predstavnici svojim izgledom predstavljaju pretke "pravih" dinosaura. Prvi predstavnici skupine

6) U gornjoj juri zapo inji razvoj i skupina školjkaša s pahiodontnom bravom - rudisti. Oni imaju maksimum razvoja tek u kredi, kada su kao i u juri, esto nastanjivali grebenske okoliše.

7) Od jure pa u kredu i kenozoik, intenzivnije se po inju razvijati i foraminifere (u trijasu ih je bilo manje jer je bilo manje plitkomorskih taložnih prostora - platformi). Tijekom jure su pretežno benti ke, dok od krede intenzivniji razvoj doživljavaju i one pu inske.



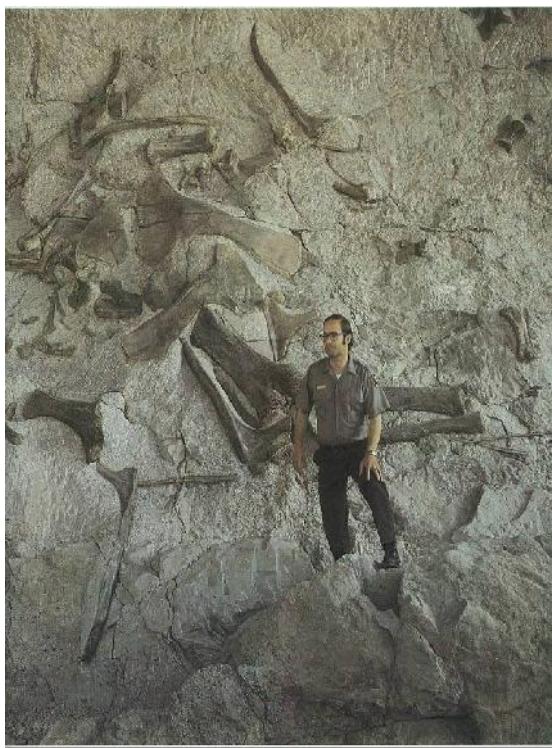
sl.173

(nadreda) Dinosauria naslijedili su dvonožni in kretanje upravo od tekodonta, no za razliku od njih imali su razvijeniju eljust. Dinosauri su ve u gornjem trijasu bili gigantskih dimenzija (do 6 m dužine).

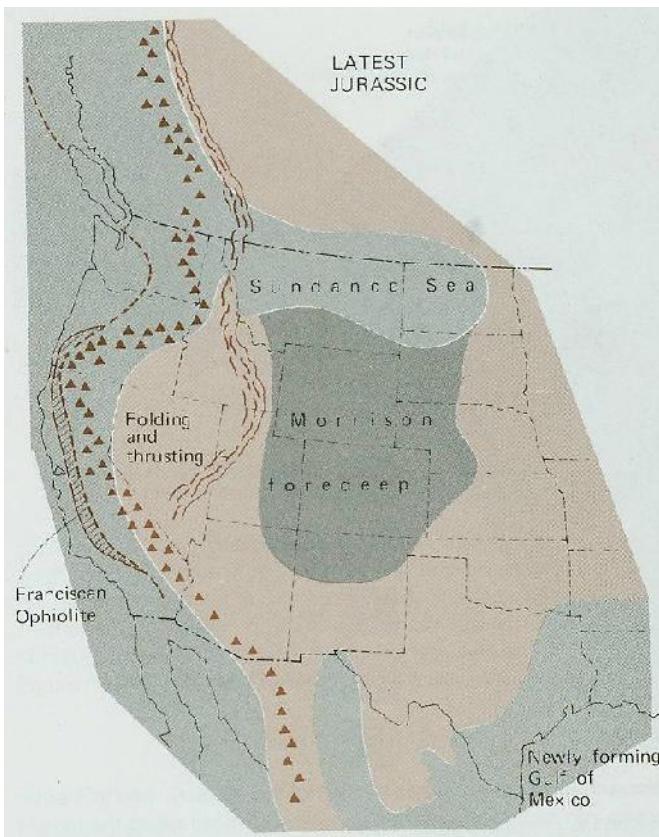
Prema gra i kukovljima, dinosauri se dijele na one s kukovljem gra enim kao u ptica - red biljojednih Ornitischia, i na one s kukovljem gra enim kao u gmazova - red biljojedno-mesojednih Saurischia.

Saurišije se dijele na dva podreda; etveronožni biljojedni Sauropoda i dvonožni mesojedni Theropoda (sl.173 - *Porijeklo i odnosi skupina dinosaura*).

Do kraja jure skupina dinosaura doživjela je maksimalni razvoj. Najznačajnije nalazište fosilnih ostataka dinosaura je gornjojurska "Morrison" formacija (sl.174 - *Izdanak sa kostima dinosaura unutar naslaga "Morrison" formacije*) koja se proteže na širokom prostoru zapadnog dijela SAD-a, od Montane do Novog Meksika (sl.175 - *geografska rasprostranjenost naslaga "Morrison" formacije*).



sl.174



sl.175

bez trava i drugih kritosjemenja a.

I u "Morrison" i u "Tendaguru" formaciji najzastupljeniji su nalazi Sauropoda i to skupina Diplodokida s rodovima *Diplodocus* (sl.176 - *Diplodocus*) (27 m dug) i *Seismosaurus* (sl.177 - *Seismosaurus*) (37 m dug, težine do 80 tona) i skupina Brahiosaurida sa rodovima *Brachiosaurus* (sl.178 - *Brachiosaurus*), *Ultrasaurs* (još masivniji od seismosaurusa, vjerojatne težine oko 100 tona). Predstavnici skupine Brahiosaurida bili su krupniji od Diplodokida. Imali su prednje noge duže od stražnjih (poput žirafa).

Od teropoda u "Morrison" formaciji prisutni su ostaci rodova *Ceratosaurus*, *Allosaurus* (sl.179 - *Allosaurus*) (oba su nalik gornjokrednom rodu *Tyrannosaurus*).

Od ornitisija u "Morrison" formaciji prisutni su predstavnici skupine dvonožnih Iguanodontida: *Camptosaurus* (sl.180 - *Camptosaurus*) i *Dryosaurus* (sl.181 - *Dryosaurus*), kao i predstavnici skupine etveronožnih Stegosauroida: *Stegosaurus* (sl.182 - *Stegosaurus*), 8 m dug s dva reda trokutastih koštanih ploča na leđima i petri koštana šiljka na repu. U "Morrison" formaciji prisutni su i ostaci kornjača, krokodila, pterosaura i sisavaca.

4) Bliski srodnici dinosaura, a koji su se takođe razvili iz tekodonta su predstavnici reda Crocodilia. Intenzivnije se razvijaju upravo od jure. Kao i dinosauri, imaju diapsidnu lubanju.

Takođe, znaće da nalazi fosilnih kostiju dinosaura nađeni su i unutar srednjojurskih naslaga u Kini, kao i unutar gornjojurske "Tendaguru" formacije u Tanzaniji (isto na Afrika). Za razliku od "Morrison" formacije koja je u potpunosti kopnena, unutar "Tendaguru" formacije prisutne su i marinske naslage.

Najbolje su istraženi izdanci "Morrison" formacije na području Como Bluff, Wyoming, gdje su fosilne kosti dinosaura tako da ih je lokalno stanovništvo povremeno koristilo i kao građevni materijal za nastambe. Ovdje se može naći i fosilnih ostataka desetak rodova dinosaura koji su tijekom gornje jure živjeli po svijetu. Na području Pangee-e, u dijelu koji danas predstavlja zapadni dio SAD-a, dinosauri su živjeli u uvjetima koji danas klimatski i okolišno nalikuju npr. kenijskoj savani (ravnica Serengeti); s termitskim gnjezdima, ali



sl.176



sl.177

miši i za letenje. Kosti su im bile šuplje, eljuti šiljate sa zubima koji tijekom razvoje ove skupine kržljave, pa oni posljednji u razvoju već imaju pravi kljun bez zuba. Prvi donjojurski leteći gmazovi bili su velike ševe ili kosa, dok su oni posljednji iz krede imali raspon krila i do 8 m.

Postojale su dvije skupine letećih gmazova: jurski Rhamphorhynchoidea i jursko-kredni Pterodactyloidea.

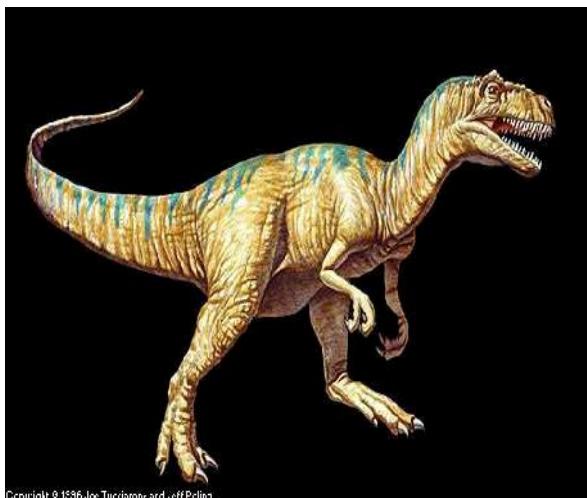
Od Rhamphorhynchoidea u juri dolazi *Rhamphorhynchus*

Tijekom jure ima akcijski i potpuno akvatičnih oblika gotovo konvergentnih kasnijim vodenim ihtiosaurima (s razvijenom repnom perajom).

5) Tijekom donje jure javljaju se i prvi predstavnici skupine (reda) Pterosauria (leteći gmazovi). Imali su kožnata krila razapeta između jednog prsta prednjih udova i gležnja stražnjih udova. Razvili su i snažnu prsnu kost izgleda kobilice (sternum - kao u današnjih ptica) za koju su bili vezani snažni



sl.178



sl.179

eljustima kljunata oblika, te duga uska krila. Bio je dobar leta.

Od Pterodactyloidea u juri se javlja *Pterodactylus* (sl.184 - *Pterodactylus*) koji je bio najrasprostranjeniji leteći gmaz, ali među

(sl.183 - *Rhamphorhynchus*) velike galebe, a i istog na inačicama života, pa je stoga uvijek i nađen u marinskim sedimentima. Imao je dugi rep s "vertikalnim stabilizatorom" na vrhu za kormilarenje, pet prstiju na nogama, zube u



sl.180



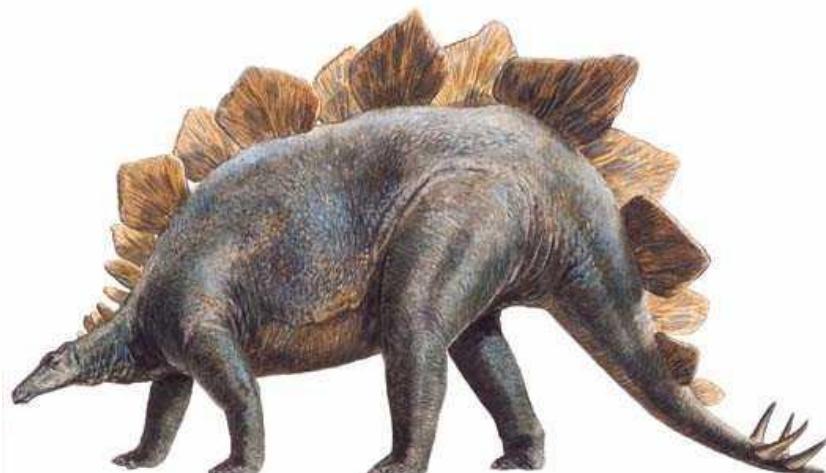
sl.181

njima i najslabiji leta jer su mu krila bila kratka. Rep mu je bio kržljav, kao i peti prst na nogama, dok je zube imao samo u vrhu kljunastih eljusti.

6) Na prostoru današnje Bavarske, izme u Nürnberga i Münchena izdanjuju naslage plo astih "Solnhofen" vapnenaca (korištenih lokalno i za prekrivanje krovova ku a, litografiju), s rijetkim, ali dobro o uvanim fosilnim ostacima vertebrata i biljaka. Ove naslage taložene su tijekom

gornje jure u izoliranim, anoksi nim i hipersalinim lagunama bez prisutnosti organizama, pa su se ostaci krupnijih organizama koji su u taj prostor bili donešeni uspjevali dobro sa uvati. U ovim

naslagama najzna ajniji su nalazi sedam primjeraka pra-ptice *Archaeopteryx lithographica* (sl.185 - *Archaeopteryx lithographica*) koja predstavlja prijelazni



sl.182

oblik izme u gmazova (Saurischia, Theropoda) i ptica (ak ima više obilježja gmazova, tako da je tijekom istraživanja jedan skelet i interpretiran kao da je od gmaza *Compsognathus*). Od obilježja gmazova *Archaeopteryx* ima zube, plosnatu prsnu kost, koštani rep, rebrast trbuh, po tri pandže na svakom krilu, dok od obilježja ptica ima perje, krila i reducirane prste. Smatra se da nije bila dobar leta (plosnata prsna kost nije bila pogodna za prihvat snažnog leta eg miši ja), nego je sposobnost kratkotrajnog letenja koristila samo povremeno (npr. kao današnja kokoš).



sl.183



sl.184



sl.185

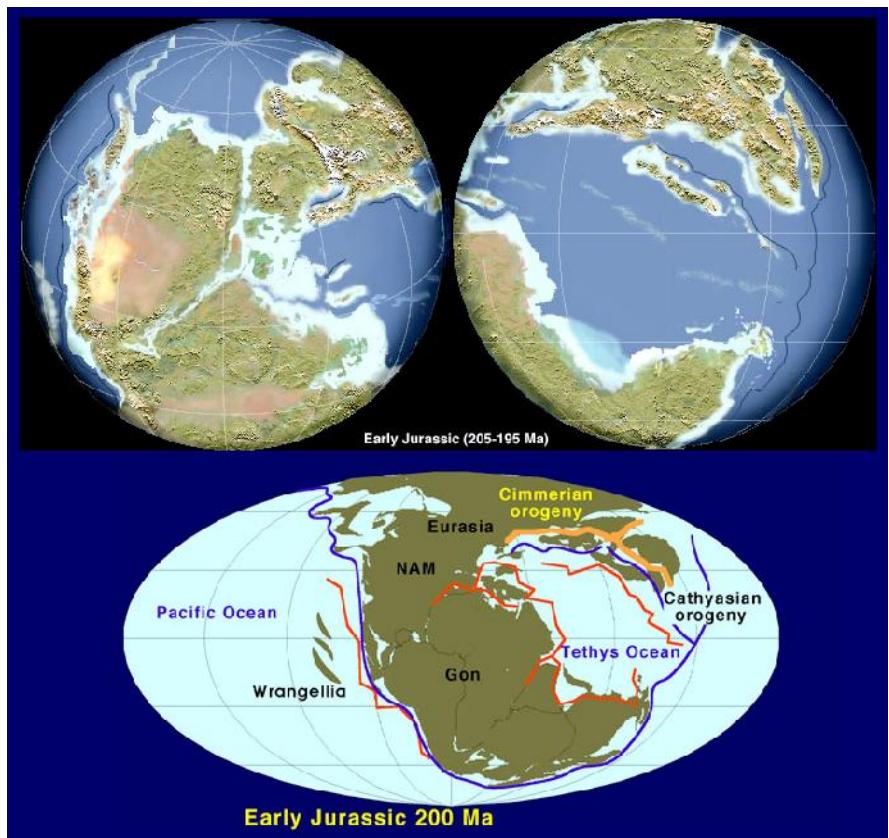
I trijas i jura završavaju masovnim izumiranjima, ali ni približno onog intenziteta kao što je bilo izumiranje krajem perma.

Trijasko izumiranje nisu prebrodili "nosioci" konodonata i plakodontni gmazovi, a terapsidni gmazovi su jedva preživjeli, no ipak, izumrli su tijekom jure. Amoniti su bili reducirani i krajem trijasa (izumiru amoniti ceratitne suture) i krajem jure, no uvijek su se uspjevali oporaviti te nastavljaju svoj razvoj i u kredu. Izumiranje koncem jure zahvatilo je dosta vrsta ihtiosaura, plesiosaura i gigantskih sauropoda, tako da biljojedni gmazovi tijekom krede više nisu bili onolikih dimenzija kao tijekom jure. Krajem jure izumrli su i stegosauri.

#### 7.4.2.2. Paleogeografija jure

Tijekom donje jure riftovanje na prostoru Tethysa i Pangea-e izazvalo je postupno pucanje Pangea-e u smjeru zapada. Riftna dolina, uz plitkovodno preplavljivanje ovog uskog, ali duga kog prostora Pangea-e, postupno se pruža sve dalje na zapad, u smjeru oceanskog prostora Pantalase na suprotnoj strani Pangea-e. Ovim procesom tijekom donje i srednje jure postupno se izme u laurazijskog i gondwanskog dijela Pangea-e otvarao novi oceanski prostor - centralni dio Atlanskog oceana (sl.186 - Paleogeografija Zemje tijekom donje jure; sl.187 - Paleogeografija Zemlje tijekom srednje jure); (sl.188 - Paleogeografija Zemlje tijekom gornje jure).

Tijekom srednje jure, Pangea u



sl.186

potpunosti puca, razdvajaju i se na gondwanski i na laurazijski dio. Tijekom gornje jure laurazijski dio bivše Pangea-e po eo se rotirati u smjeru kazaljke na satu (ime je započelo zatvaranje oceanskog prostora Tethysa (zbog ove rotacije npr. donjojurske naslage ugljena na prostoru isto ne Azije u gornjoj su juri zamjenjene pustinjskim taložinama i evaporitima - prijelaz iz umjerenog u tropski pojas). Proces zatvaranja Tethysa bio je potpomognut i

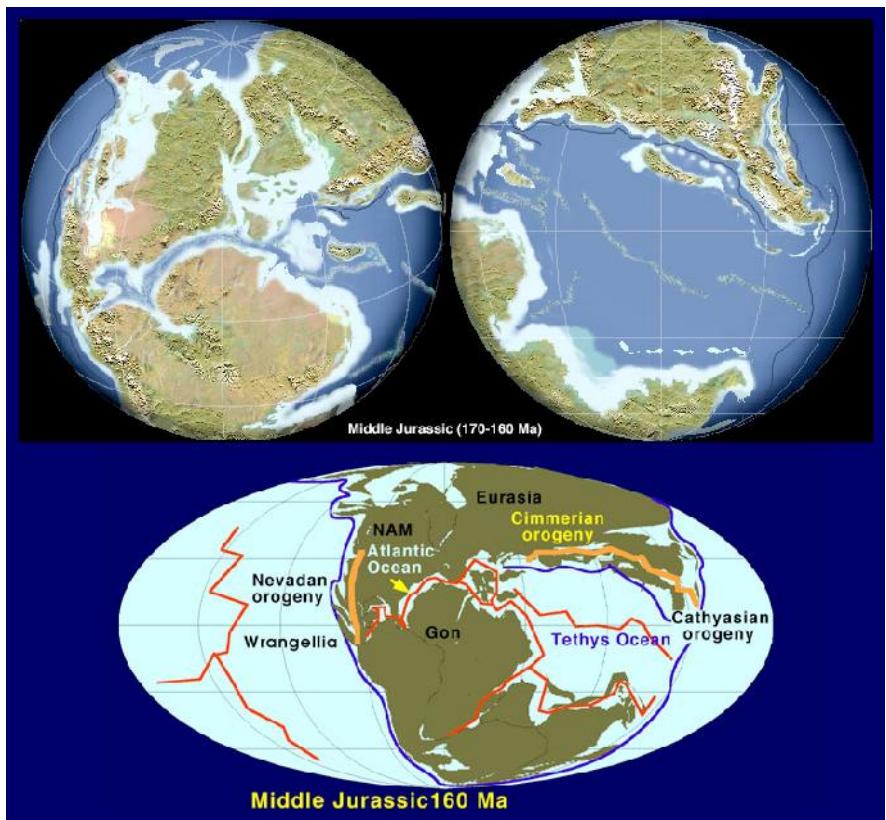
istovremenim po etkom rotacije gondwanskog dijela bivše Pangea-e u smjeru obrnutom od kazaljke na satu.

Udaljavanjem laurazijskog od gondwanskog dijela bivše Pangea-e uz zapadnu obalu današnje Sjeverne Amerike dolazi do subdukcije, a zatim i nevadske (palisadske) orogeneze uz

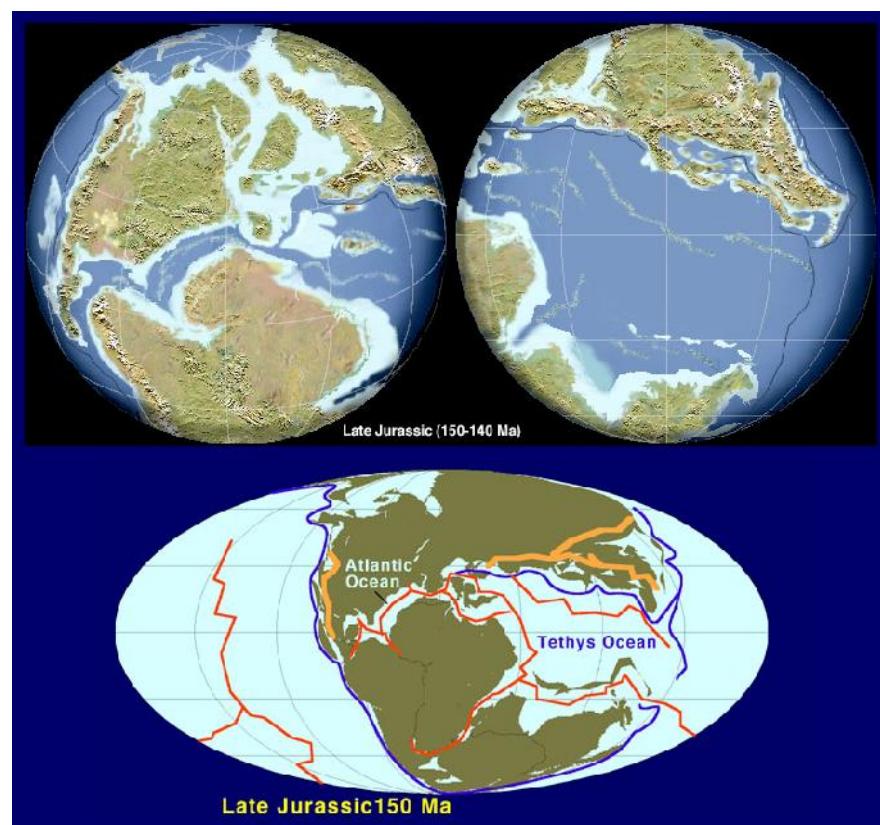
formiranje planinskih lanaca (Sierra Nevada u Kaliforniji i Nevadi).

Istovremeno s jurskim otvaranjem centralnog Atlantika na gondwanskom prostoru, s isto ne strane današnje Afrike, te na rubnom prostoru Antartike i Madagaskara, dolazi do riftovanja, a što označava po etak otvaranje Indijskog oceana.

Tijekom donje srednje i gornje jure arhipelag cimerijskih blokova kolidirao je s Laurazijom, ime je u tom prostoru došlo do cimerijske orogeneze.



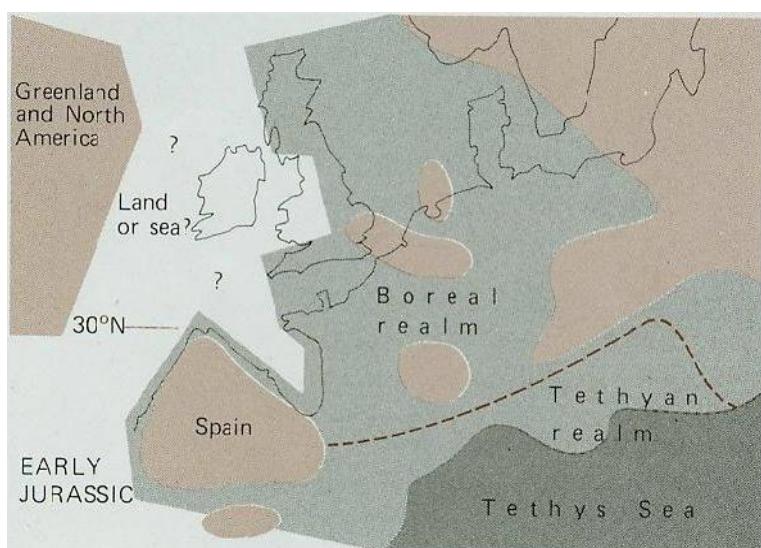
sl.187



sl.188

### 7.4.2.3. Razvoji jure

#### 7.4.2.3.1. Epikontinentalni (borealni) razvoj jure



(sl.189 - Paleogeografija Europe tijekom donje jure). Tethys također povremeno preplavljuje i kopneni prostor gondwanskog dijela Pangee-a i tu se taloži velika količina evaporita, koju danas možemo naći u podmorju Meksika kog zaljeva i na prostoru Texasa. Pod pritiskom krovinskih naslaga evaporiti se ponašaju plastično i kreću se nagore u smjeru manjeg otpora stvarajući dijapire, savijajući i raskidajući slojeve iznad. U tim savinutim i rasjednutim slojevima stvarali su se povoljni uvjeti za akumulaciju ugljikovodika. Isti procesi dešavali su se i na prostoru ruske platforme i transilvanije. Te solne dome danas su ekonomski vrlo značajne.

#### 7.4.2.3.1.1. Švapsko-frana ki bazen

Mjestimice na prostoru centralne Europe iz mora su izvirivali horstovi hercinske konsolidacije između kojih su se nalazili bazenski prostori u kojima se vršila sedimentacija. U jednom od bazena koji se nalazio između horstova hercinske konsolidacije poznatim pod nazivom "Švapsko-frana ki", tijekom jure se istaložio slijed naslaga kojeg litološki možemo podjeliti na tri dijela, a ti dijelovi istovremeno odgovaraju i kronostratigrafskim granicama između triju jurskih serija. To su: crna jura (lijas), smeđa jura (doger), bijela jura (malm).

a) Crna jura - izgled uju je crni do plavosivi šejlovi, laporoviti vapnenci i vapnenci. Šejlovi i laporoviti vapnenci taložili su se u dubljim dijelovima bazena u anoksičnim uvjetima i esto sadrže mnogobrojne ostatke školjkaša *Posidonia* (živjeli pseudoplanktonski, tj. plutala je pri vrhu ena za različite objekte, npr. komad drveta). Stoga se šejlovi koji je najčešće sadrže nazivaju "posidonijski šejlovi". Vapnenci su se taložili u plićim djelovima bazena. Također, naslage crne jure sadrže i mnogobrojne dobro očuvane fosile vertebrata koji su nakon uginuća bili donešeni u ovaj prostor, a koji su se zbog anoksičnih uvjeta na dnu bazena uspjevali dobro očuvati. Prisutni su ostaci ihtiosaura, plesiosaura, riba, morskih krokodila itd.. Naravno, prisutni su i mnogobrojni rodovi amonita, belemnita, krinoida i školjkaša.

b) Smeđa jura - izgled uju je željezovitim mineralima bogati ooliti i vapnenci i pješčenjaci. Pri tome, vapnenci su prevladavajući u prostorima današnje južne Engleske ("Great oolite Series"), a idući i prema današnjem baltičkom štitu, te na području istočnog Grenlanda i Sjeverne Amerike

Na prostoru današnje centralne i sjeverne Europe, na prijelazu iz trijasa u juru, odvijalo se taloženje u kopnenim uvjetima (pretežito fluvijalni klastiti), a ta tendencija postupnog okopnjavanja započela je još tijekom gornjeg trijasa ("Keuper" serija). Tijekom donje jure, iz smjera Tethysa ponovno je započela transgresija kako na taj prostor tako i na prostor današnje istočne Europe (ruska platforma), te do kraja donje jure ovi prostori u potpunosti bivaju preplavljeni

(sjevernog Atlantika još nije bilo), sve više prevladavaju deltni i lagunski siliciklastiti. Od fosila, u ovim naslagama naj eš i su razni rodovi amonita.

c) Bijela jura - maksimum transgresije iz Tethysa bio je tijekom gornje jure, kada je bio preplavljen široki epikontinentalni prostor sve do današnjeg sjevernog dijela Velike Britanije (sl.190 - *Paleogeografija Europe i Mediterana tijekom gornje jure*). Na itavom tom epikontinentalnom prostoru taložili su se bijeli vapnenci. Na prostoru današnje južne Engleske razvili su se koraljni grebeni s istovrsnom životnom zajednicom kakva je na ena u istovremenim naslagama tethyskog prostora.

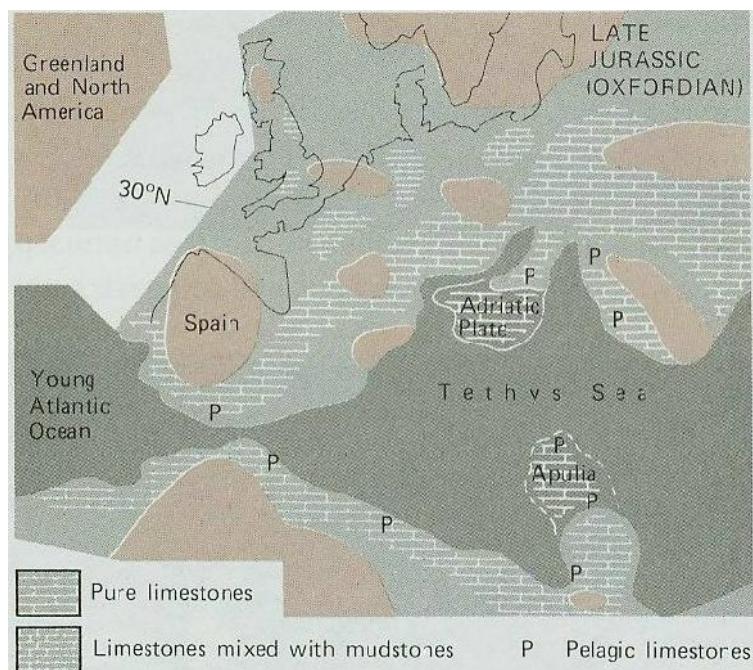
Tipi ni vapnenci bijele jure nalaze se u Bavarskoj. To su tzv. "Solnhofen" vapnenci. Vapnenci solnhofena lagunskog su tipa, s kokolitima koji u njima predstavljaju dominantni sastojak. Izdizanjem dna taložnog prostora kojeg su prvotno nastanjivale silicijske spužve, na tim su se mjestima laguna formirali plitkovodni koraljni grebeni, ogra uju i lagunske prostore, u kojima su se taložili tanko laminirani "Solnhofen" vapnenci (sl.191 - *Taložni okoliši "Solnhofen" vapnenaca*). Njihove glatke slojne plohe kada se nagrizu kiselinama koristile su se kao kvalitetne

matrice u štamparskoj industriji, pa otuda tim vapnencima i naziv "*litografski vapnenci*". S obzirom na hipersaline uvjete, u laguni Solnhofena nije bilo

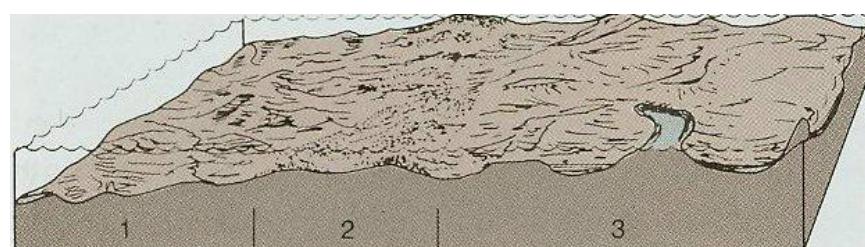
bentosa. Jedino su na eni ostaci i tragovi potkovi aste rakovice *Mesolimulus*, ali uglavnom nepravilni, iz vremena kada je zalistavši u takav, za život negostoljubiv prostor, ve bila pred uginu em (sl.192 - *Trag završetka kretanja rakovice Mesolimulus*).

#### 7.4.2.3.1.2. Anglo-pariški bazen

Prijelazno podru je izme u borealnog i tethyskog prostora nalazilo se unutar Anglo-pariškog bazena. Ovdje se mogu izdvojiti dva neznatno razli ita razvoja: jedan u njegovu engleskom, a drugi u njegovu francuskom dijelu.



sl.190



sl.191



sl.192

U engleskom dijelu donja jura zapo inje laporovito-pješ anim naslagama s kostima morskih gmazova, zatim slijede laporoviti vapnenci s ostacima gmazova i amonitima, a zatim latori s amonitima. Od amonita dolaze *Amaltheus*, *Arietites*, *Oxynoticeras*.

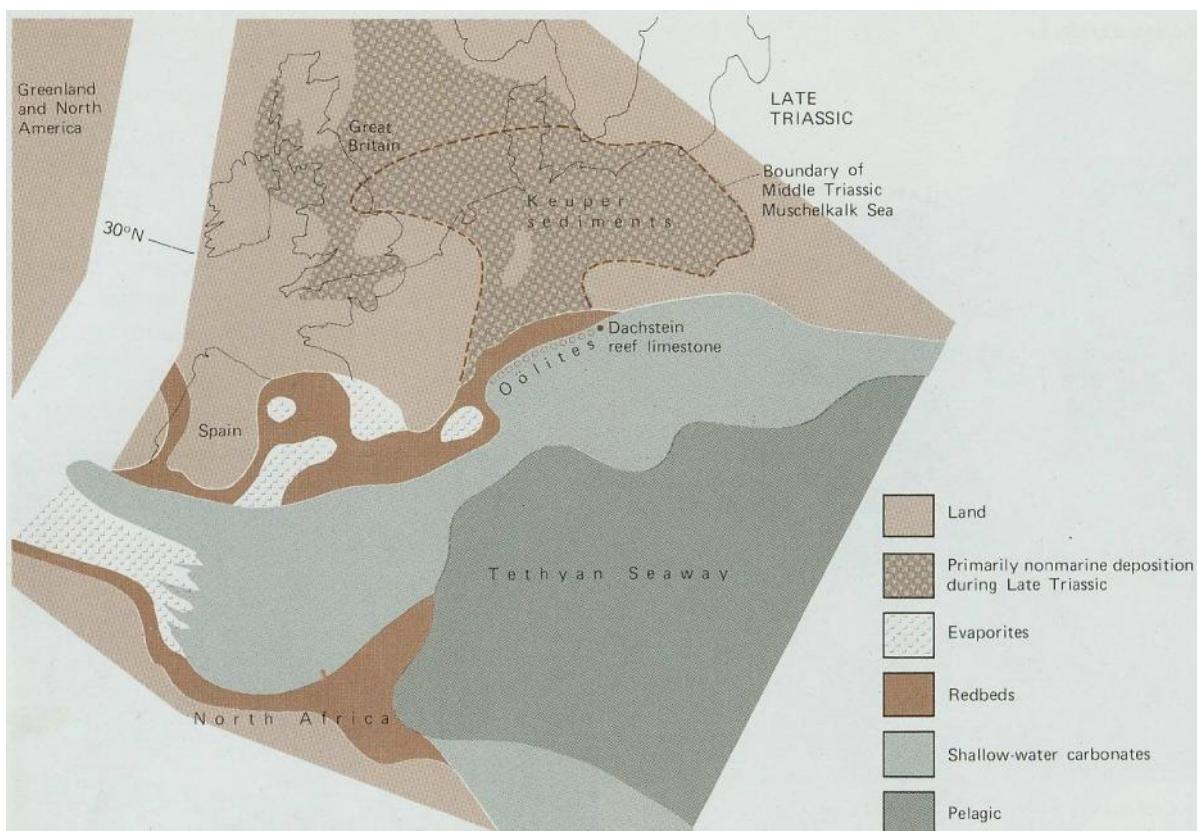
Srednja jura zapo inje željezovitim, pjeskovitim i ooliti nim vapnencima ("Inferior oolite Series"), a u gornjem dijelu najprije dolaze gline, a zatim opet ooliti ni vapnenci ("Great oolite Series"). Prisutni su amoniti, npr. *Leioceras*, *Macrocephalites*.

Gornja jura zapo inje glinama s ostacima morskih gmazova, zatim dolaze koraljni grebenski vapnenci, pa opet gline s ostacima gmazova, pa na kraju pješ enjaci sa školjkašem *Trigonia* i amonitima u izmjeni s braki nim i lakustri nim naslagama. Od amonita dolaze *Perisphinctes* i *Virgatosphinctes*.

U francuskom dijelu bazen je bio više izdiferenciran i s više marinskih karakteristika nego u engleskom dijelu, pa su se u središnjim dubljim djelovima taložili laporoviti sedimenti, a u rubnim, pli im, karbonati i pješ enjaci. Donja jura je pjeskovito-laporovito-vapnena ka s razli itim udjelima ovih komponenti u razli itim njenim djelovima. Srednja jura je pretežito vapnena ka, plitkovodna, dok je gornja jura pretežno glinovita, dubljevodna, osim u svom vršnom dijelu kada ima i plitkovodnih vapnenaca i grebena (vapnenci "Portlanda").

#### 7.4.2.3.2. Marinski (alpski, tetijski) razvoj jure

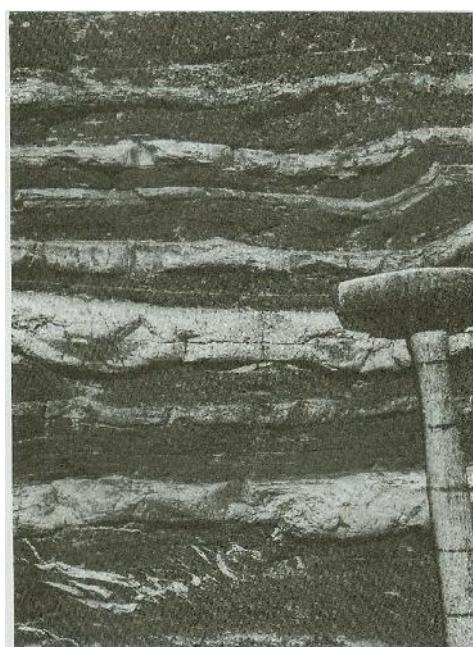
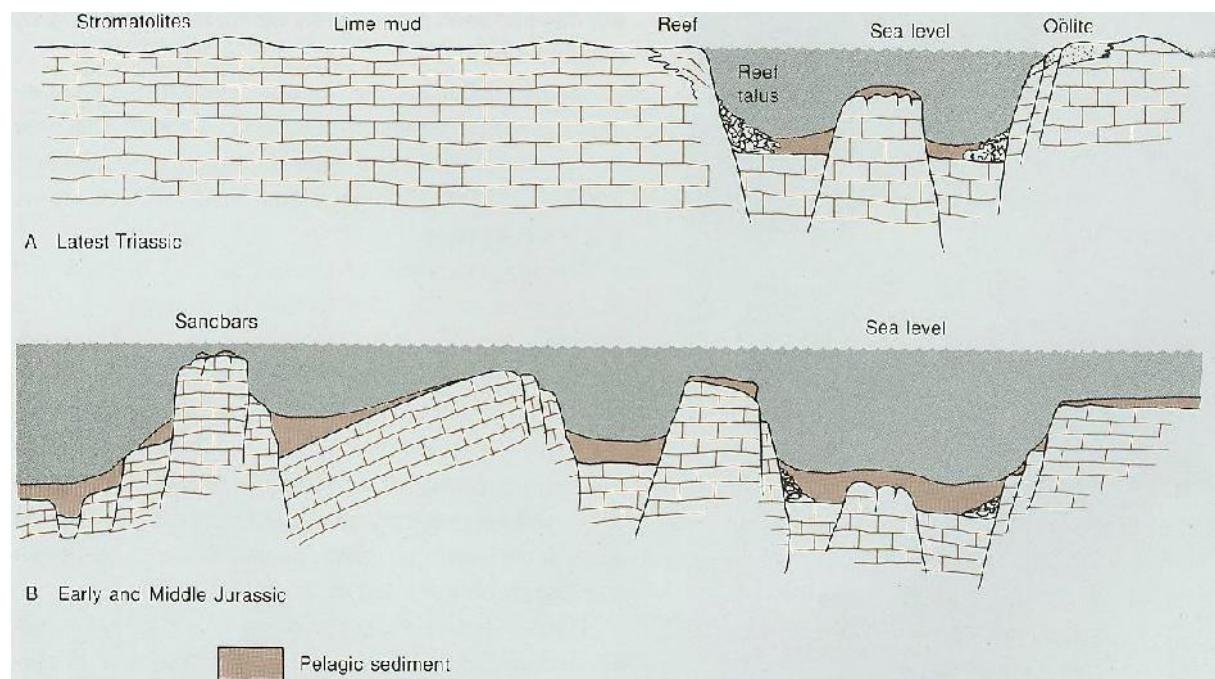
Plitkovodna karbonatna sedimentacija na rubnim prostorima Tethysa iz trijasa se mjestimice nastavila i u juru. Tako se npr. u rubnom, obalnom prostoru Tethysa, uz laurazijski



sl.193

dio Pangea-e tijekom prijelaznog razdoblja trijas-jura formirao oko 150 km dug pojas obalnih ooidnih pjesaka (sl.193 - Pojas obalnih ooidnih pjesaka uz eurazijski dio Pangea-e). Po etkom jure dolazi do diferencijacije Jadranske mikroplo e, što ukazuje da su tektonski pokreti na njoj i uz rub

gondwanskog šelfa bili vrlo intenzivni. Radilo se o riftnim procesima koji su se uz rub gondwanskog šelfa nastavljali u smjeru zapada na kopneni prostor Pangea-e, gdje je stoga dolazilo do pucanja Pangea-e. Dakle, u uvjetima izrazitih riftnih zbivanja uz rub gondwanskog šelfa raspada se i Jadranska mikroplo a, te neki njeni dijelovi bivaju izdignuti, a neki spušteni. Stoga, tijekom donje jure, mnoga gornjotrijaska plitkovodna podru ja Jadranske mikroplo e, postaju dubokovodna (sl.194 - *Usporedba intenziteta blokovskog rasjedanje uz rub gondwanskog šelfa i na Jadranskoj mikroplo i tijekom gornjeg trijasa i jure*). Zna i, na mnogim dijelovima trijaskog plitkomorskog prostora Jadranske mikroplo e tijekom jure su se taložili dubokovodni sedimenti.

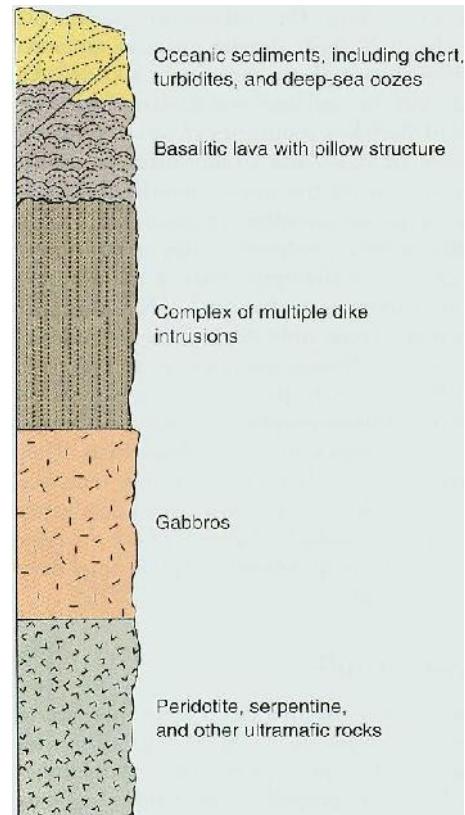


#### 7.4.2.3.2.1. Razvoj jure u zapadnim Alpama (Francuska, Italija, Švicarska)

Taložni prostor u kojem su se taložili sedimenti koji danas izgra uju zapadne Alpe, tijekom jure je bio karakteriziran jasnom okolišnom diferencijacijom. Sastojao se od dofinejskog bazena i pijemontskog korita, koji su bili razdvojeni podmorskim pragom brijanskog podru ja.

Unutar dofinejskog bazena donja jura je zastupljena laporovitim vagnencima s nešto istih vagnenaca u vrhu, a srednja jura laporovitim vagnencima sa podre eno prisutnim sitnozrnatim klastitima. Klastita ima sve do kraja oxforda kada zapo inje taloženje dubokovodnih vagnenaca s kalzionelama. Ovi kalzionelski vagnenci portlanda s estim nalazima amonita *Oppelia lithographica*, nazvani su ovdje vagnencima "titona".

Unutar pijemontskog bazena, uz nešto dubokovodnih vapnenaca uglavnom prevladavaju tzv. sjajni škriljavci, tj. metamorfozirani dubokomorski šejlovi ("Schistes lustres") u izmjeni s rožnjacima (sl.195 - *Dubokomorski šejlovi u izmjeni s rožnjacima*). Ovo je prostor na ijem se dnu tijekom jure formira oceanska kora otvaraju eg oceana Tethysa. Ispod dubokomorskih šejlova i rožnjaka nalaze se jastu aste bazaltne lave, ispod kojih su bazaltne žile (koje diskordantno presjecaju slojeve), a ispod kojih su pak gabro silovi (koji su konkordantno utisnuti me u slojeve). To je tipi na serija ofiolita (sl.196 - *Tipi na serija ofiolita*), odnosno oceanska kora ispod koje se nalaze stijene gornjeg plašta (ultrabazi ne stijene metamorfozom obi no promijenjene u serpentinite), a dijeli ih Mohorovi i ev diskontinuitet. Oceanska kora se danas može na i i na mnogim mjestima unutar kontinenata. To ukazuje da je prilikom konvergentnih kretanja Zemljinih plo a, tj. tijekom subdukcije oceanske pod kontinentalnu koru, ponekad dolazilo i do otkidanja dijelova oceanske kore i njenog navla enja (obdukcije), te ugra ivanja u kontinentalnu koru. Podmorski greben brijanskog podru ja izgra uju vapnenci i bre e i on je ustvari predstavljao grani ni pojas izme u prostora nastaju e oceanske kore pijemontskog pojasa i kontinentalne kore dofinejskog pojasa.



sl.196

#### 7.4.2.3.2.2. Razvoj jure u sjevernim vapnena kim Alpama

Diferencijacija okoliša u sjevernim Alpama (Austrija) bila je ve a nego u zapadnim, a njihova rekonstrukcija je danas prili no komplikirana zbog izrazite tektonske poreme enosti ovog prostora.

Unutar donjojurske serije prisutni su klastiti s ugljenom - "grestenski facijes", mrljasti lapori - "Fleckenmegel", krinoidno-brahiopodni vapnenci - "Hierlatz vapnenci", te cefalopodni vapnenci - "Adnet facijes".

Srednja jura je manje prisutna. Prevladavaju lapori, a ima cefalopodnih i krinoidnih vapnenaca, te radiolarita i rožnjaka. To su tzv. "Klaus-slojevi".

Gornja jura je najrasprostranjenija. Morfološki se isti u koraljni grebenski vapnenci s brahiopodom *Pygope* i pužom *Nerinea*, a ima i dubokovodnih vapnenaca s rožnjacima ili aptihusima koji sadrže kalpionele. Mjestimice su vidljivi lateralni prijelazi grebenskih u dubokovodne aptiške vapnence.

#### 7.4.2.3.2.3. Razvoj jure u južnim vapnena kim Alpama

U podru ju južnih Alpa (Italija, dijelom Austrija - Karni ke Alpe, Dolomiti u Sloveniji) i Apenia za donju julu su karakteristi ni crveni amonitni vapnenci ("Calcare ammonitico rosso inferiore") i crni šejlovi s amonitnim rodovima *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Hildoceras* i *Harpoceras*.

U srednjoj juli ima aptiških vapnenaca, a u gornjoj juli ponovno dolaze vapnenci s

rožnjacima ili aptihusima s kalpionelama ("Majolica", "Biancone") i amonitni vapnenci ("Calcare ammonitico rosso superiore")

Na prostoru slovenskih Julijskih Alpa i Karavanki, jurski sistem je razvijen vrlo slično onome u sjevernim i južnim Alpama.

#### 7.4.2.3.2.4. Razvoj jure u Dinaridima

Na južne Alpe se prema jugoistoku nastavlja prostor Dinarida. Tijekom jure, na Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi postupno dolazi do diferencijacije. Na njenom sjeveroistočnom dijelu dolazi do riftovanja u okviru otvaranja oceanskog prostora dinaridskog dijela Tetysa, te se na mjestu do tada plitkovodne platforme formira dubokovodni prostor potopljene platforme. Preostali dio platforme zadržava plitkovodne značajke do kraja mezozoika i danas predstavlja prostor Vanjskih Dinarida. Dubokovodni prostor potopljene platforme i oceanski prostor dinaridskog dijela Tethysa danas predstavljaju prostor Unutrašnjih Dinarida (sl. 153). Građeni su od dubokovodnih vapnenaca, ofiolita, radiolarita, šejlova interstratificiranih s bazalitima, tj. od karbonata i kaotičnog ofiolitnog melanža sa šejlno-silitnim matriksom.

##### 7.4.2.3.2.4.1. Unutrašnji Dinaridi

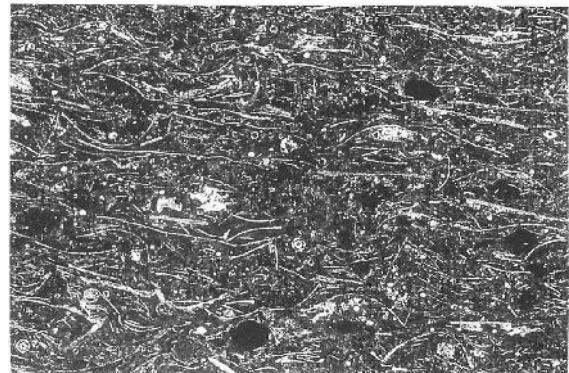
###### Donja jura

Na platformnom prostoru koji je tijekom donje jure riftovanjem poprimiti dubljevodne značajke, danas su u Hrvatskoj prisutne naslage samo jednog plitkovodnog facijesa:

a) Facijes vapnenaca i dolomitičnih vapnenaca - naslage ovog facijesa prisutne su u području Žumberačkog gorja (Sošice) i Vinice kod Karlovca. Istaložene su tijekom donjeg i srednjeg dijela donje jure na gornjotrijaskim dolomitima. Vapnenačke naslage taložile su se na ovom prostoru i u gornjem dijelu donje jure, ali su već dubljevodnijih značajki. Na to ukazuje prisutnost bodljikaša, spikula, spužvi, lagenidnih foraminifera, itd. U vapnencima donjeg, a napose srednjeg dijela donje jure esti su alga *Palaeodasycladus mediterraneus*, te foraminifere *Orbitopsella praecursor* i *Lituosepta recoarensis*. Mjestimice su prisutni i fragmenti školjkaša *Lithiotis problematica*.

###### Srednja jura

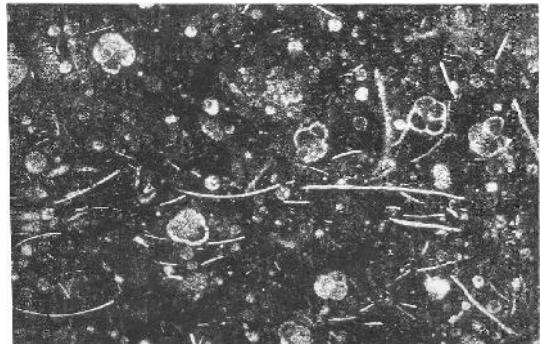
Krajem donje jure dolazi do izrazitijeg produbljavanja dna taložnog prostora na sjeveroistočnom dijelu Jadransko-Dinarske karbonatne platforme. Ovo produbljavanje u vezi je s riftnim procesima na tom dijelu platforme. Istovremeno, u oceanskom prostoru dinaridskog dijela Tethysa dolazi do izrazite vulkanske aktivnosti koja se stvara vulkanogeno-sedimentni (ofiolitni) facijes nasлага koji svoj maksimum razvoja ipak dostiže u gornjoj juri. Iz produbljenog platformnog prostora danas su u Hrvatskoj prisutne naslage samo jednog



sl.197

srednjojurskog facijesa:

a) Facijes vapnenaca - dubokovodni vapnenci s fragmentima ljuštura pu inskih školjkaša ("filamentima"), kalcitiziranim radiolarijama, protoglobigerinidama, spikulama spužvi i fragmentima ostrakoda u Hrvatskoj su prisutni na podruju Žumbera kog gorja (sl.197 - *Fragmenti ljuštura pu inskih školjkaša, pove anje 20x*; sl.198 - *"Protoglobigerinide" i radiolarije, pove anje 40x*).



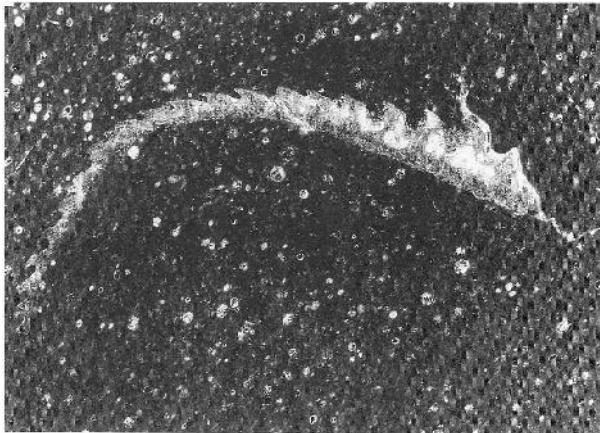
sl.198

## Gornja jura

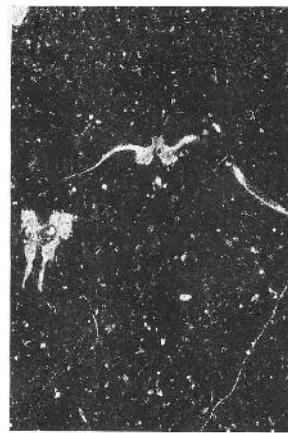
Produbljavanje marinskog prostora na mjestu bivšeg plitkovodnog podruja sjeveroistočnog dijela Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, doživjelo je svoj maksimum u gornjoj juri. U oceanskom prostoru otvaraju eg ("sea-floor spreading") dinaridskog dijela Tethysa dolazilo je do podmorskog vulkanizma, a što je na širokom prostoru uvjetovalo stvaranje vulkanogeno-sedimentne (ofioltne) serije. Na mjestimičnim podmorskim uzvišenjima, tijekom faza slabije vulkanske aktivnosti, formirali su se i grebeni, a u dubljevodnijim dijelovima taložili su se dubokovodni vapnenci. U skladu s takvom paleogeografskom situacijom, na ovom su se oceanskom prostoru taložile naslage različitih facijesa:

a) Vulkanogeno-sedimentni facijes (srednja-gornja jura) - na prostoru Dinarida (mjestimice na Baniji, a pretežito u današnjoj BiH) naslage mezozojskih vulkanogeno-sedimentnih facijesa poznate su iz trijasa, jure i krede, no ipak, ovaj gornjojurski ima najveće rasprostranjenje. Prevladavaju ga izgrađujući razni tipovi pješčenjaka. Od klastita podređeni su prisutni lapori i šejlovi. Trećim lanom ovog facijesa su rožnjaci koji su u estalo interstratificirani unutar klastita. Mjestimice su prisutne vapnenačke breze i vapnenci s kalzionelama, briozima, hidrozojima, amonitimima i belemnitimima. Na temelju ovih fosilnih nalaza određena je i starost ovog facijesa. Od magmatskih stijena dolaze dijabazi, spiliti, doloriti, gabri, peridotiti i serpentiniti.

b) Facijes vapnenaca s amonitima - naslage ovog facijesa u Hrvatskoj prisutne su na prostoru



sl.199



sl.200

Žumbera kog gorja, no za razliku od mnogih drugih lokaliteta po Unutrašnjim Dinaridima, ne sadrže amonite nego samo njihove eljusti - aptihuse (sl.199 - *Aptithus i radiolarije, pove anje 30x*), kalpionele; *Calpionella alpina* (sl. 166), *Calpionella elliptica*, radiolarije, sakokome (puinske krinoide) (sl.200 - *Saccocoma, pove anje: lijevo 70x, desno 55x*), spikule spužvi i dr.

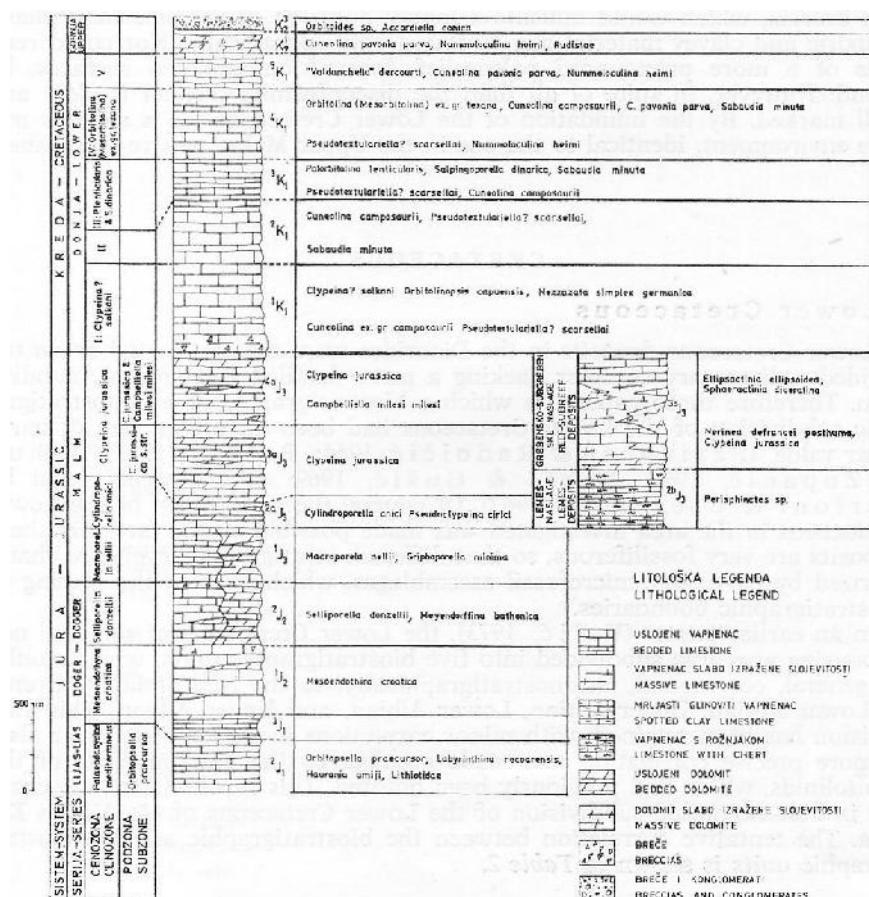
c) Facijes grebenskih vapnenaca - grebensi vapnenci na prostoru Unutrašnjih Dinarida Hrvatske nisu prisutni, no mjestimice su prisutni fragmenti gornjojurskog barijernog grebenskog

kompleksa s pregibne zone Vanjskih i Unutrašnjih Dinarida (rubni prostor platforme i bazena/oceana). Ovaj grebenski kompleks proteže se od Italije pa preko doline Soče u Sloveniji i središnje BiH na jugoistok sve do Albanije. Na području Slovenije širina mu iznosi oko 20 km, a debljina od 200-600 m. Prevladavajuće ga izgrađuju koralji i hidrozoji.

#### 7.4.2.3.2.4.2. Vanjski Dinaridi

(sl.201 - Tipi ni stratigrafski stup jursko-donjokrednih naslaga Vanjskih Dinarida - Velić, 1977)

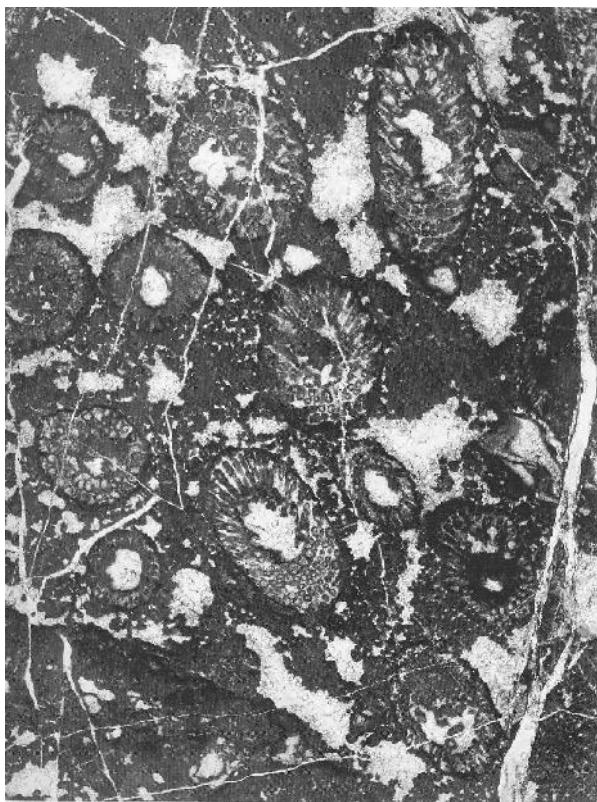
Jurske karbonatne naslage Vanjskih Dinarida taložene su na prostoru Jadransko-Dinarske karbonatne platforme. Tijekom jure, unutrašnji platformni prostor bio je karakteriziran stabilnim i jednoljubnim karbonatnim taloženjem. Plitkovodni vapnenci donje jure uobičajeno se na prostoru Vanjskih Dinarida dijele na tri dijela. Donji i srednji dio donje jure izgrađuju vapnenački slijedovi pokravnjavnja naviše unutar kojih se mogu izdvojiti donji muljeviti lanovi građeni od madstona-vekstona u izmjeni sa gornjim, zrnatijim, lanovima bioklasti no-peloidnih vekston/pekstona do grejnstona i/ili ooidnih grejnstona. Debljine ovih lanova iznose po nekoliko decimetara i vrlo su promjenjive. Unutar donjeg dijela donje jure najznačajniji je nalaz alge



20, dolje 12x), *Lituosepta compressa* (sl.204 - *Lituosepta compressa*, pove anje 70x), *Amijella amiji*, *Mayncina termieri*, *Haurania deserta*, te metarski debele kokine litotida ("litiotis vapnenci"). Na itavom vanjskodinaridskom prostoru naslage gornjeg dijela donje jure karakterizirane su prisutnošću "mrljastih vapnenaca" ("Flekenkalk"). Radi se o izrazito bioturbiranim vapnencima prevladavajućeg strukturnog tipa madston-bioklasti vekston, koji su prošarani svjetlim "mrljama".

Ove svijetle mrlje predstavljaju probavljeni dio sedimenta od strane crvolikih muljojednih organizama. Zbog manje koljene organske tvari u tim dijelovima sedimenta, koji su probavili muljojedni organizmi, u slojevima se danas javljaju kružne mrlje svjetlike boje. Od mikrofossilnog sadržaja "mrljasti vapnenci" sadrže pojedinačne skelete i skeletne fragmente

sitnih foraminifera šireg vertikalnog raspona, tj. ne sadrže provodne mikrofossilne oblike. Mjestimice se i unutar "mrljastih vapnenaca"



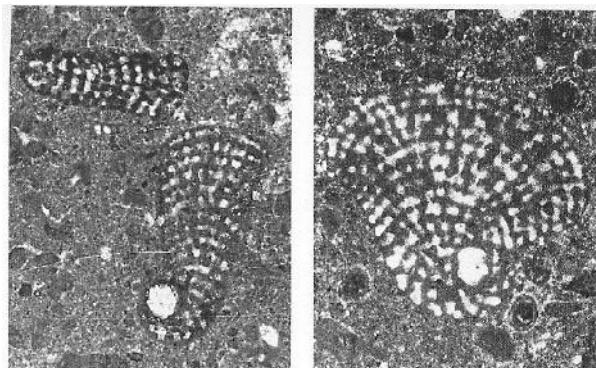
sl.202

s povremenim centimetarski debelim ulošcima ooidnih grejnstona i/ili bioklasti no-intraklasti nih pekstona i grejnstona. Mikrofossilni sadržaj je siromašan, a najve i provodni zna aj ima foraminifera *Mesoendothyra croatica* (sl. 205 - *Mesoendothyra croatica*, pove anje: gore 80, sredina 100x, dolje 65x). Tanja uslojenost i znatno eš i bioklasti ni proslojci centimetarskih debljina, glavne su strukturne zna ajke koje razlikuju naslage donjeg, od naslaga gornjeg dijela srednje jure. Pored toga, mikrofossilni sadržaj je unutar gornjeg dijela bogatiji i raznovrsniji. este su foraminferske vrste *Pfenderina salernitana* (sl.206 - *Pfenderina salernitana*, pove anje: gore 40x), *Pfenderina trochoidea* (sl.206 - *Pfenderina trochoidea*, pove anje: dolje 30x), *Kilianina blancheti*, *Satorina apuliensis* (sl.206 - *Satorina apuliensis*, pove anje: dolje 30x), *Praekurnubia cruisei*, *Redmondoides lugeoni*, *Pseudcyclammina lituus*, a najve i provodni zna aj ima alga *Selliporella donzellii* (sl.207 - *Selliporella donzelli*. pove anje 10x).

Po etak gornje jure karakteriziran je

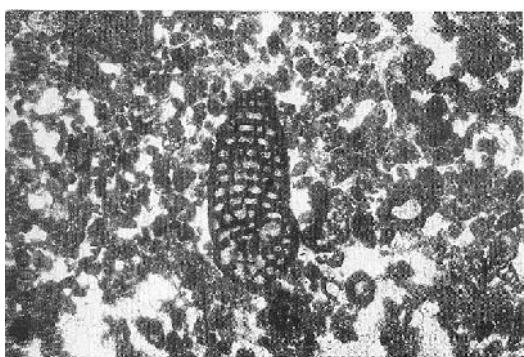
može na i nekoliko metara debelih intervala gra enih od slijedova pokrupnjavanja naviše, s gornjim lanom gra enim od ooidnih grejnstona, a koji povremeno iskazuju i lijepe tekture kose laminacije. Tako er, vršnih dvadesetak metara "mrljastih vapnenaca" esto je i kasnodijagenetski dolomitizirano.

Izostanak bioturbacija, a ve a debljina slojeva (do 2.5 m), nakon "mrljastih vapnenaca", ozna ava po etak srednje jure. I vapnenci plitkovodne srednje jure uobi ajeno se na podru ju Vanjskih Dinarida dijele na dva dijela; donji i gornji dio (sl. 201). Vapnenci donjeg dijela srednje jure bogati su karbonatnim muljem i prevladavaju eg su strukturnog tipa madston-bioklasti ni vekston,



sl.203

prvim nalazima foraminiferske vrste *Kurnubia palastiniensis* (sl.208 - *Kurnubia palastiniensis*, pove anje 50x), a nakon nekoliko desetaka metara i algalne vrste *Salpingoporella sellii* (sl.209 - *Salpingoporella sellii*, pove anje 45x).



sl.204

Za razliku od donje i srednje jure, naslage gornje jure obuhva aju više razli itih facijesa koji su nastajali u razli itim okolišnim uvjetima, a koji su tijekom gornje jure postojali na Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi. Tako da se unutar gornje jure Vanjskih Dinarida mogu razlikovati tri tipa vapnena kih slijedova: 1) slijed plitkovodnih platformnih vapnenaca; 2) slijed plitkovodnih platformnih vapnenaca na koje naliježu dubokovodni

vapnenci ("lemeš naslage") (naziv prema prevoju Lemeš na Svilaji gdje karakteristi no izdanjuju), a na njih prigrebensko-grebenski vapnenci; 3) slijed plitkovodnih platformnih



sl.205

vapnenaca prekinut emerzijom, nakon koje se plitkovodno taloženje obnovilo. Uobi ajeno se na prostoru Vanjskih Dinarida gornja jura dijeli na donju (oxford-donji kimeridž) i gornju (gornji kimeridž-ton). Mjestimice je mogu e uspostaviti i trodijelnu podjelu na donji, srednji i gornji dio gornje jure, kada granice izme u ovih dijelova definira

karakteristi an

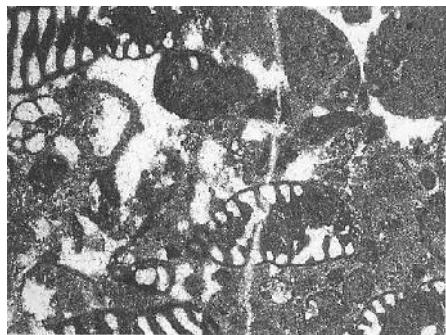
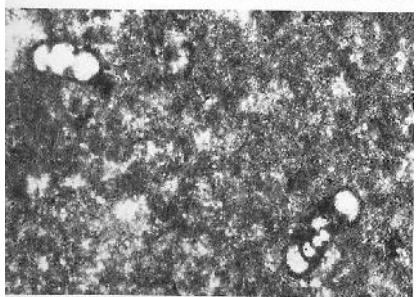
mikrofossilni sadržaj; donji sa *Salpingoporella sellii*, srednji sa *Cylindroporella anici*, i gornji sa *Clypeina jurassica*.

1) Donji dijelovi slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca gornje jure karakterizirani su muljevitim vapnencima strukturnih tipova od foraminiferskih vekstona do pekstona sa *Kurnubia palastiniensis*,

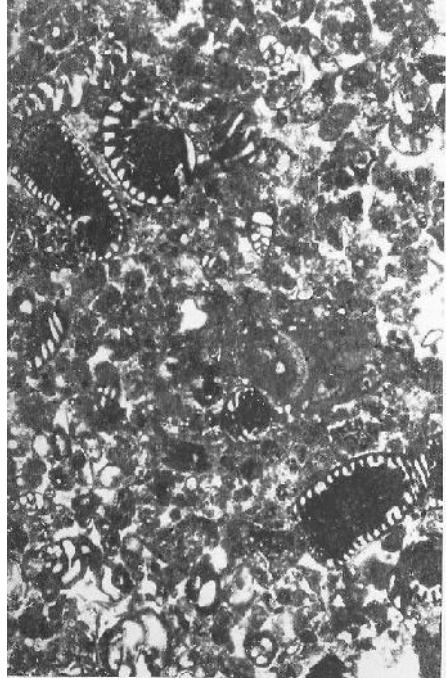
*Salpingoporella sellii*,

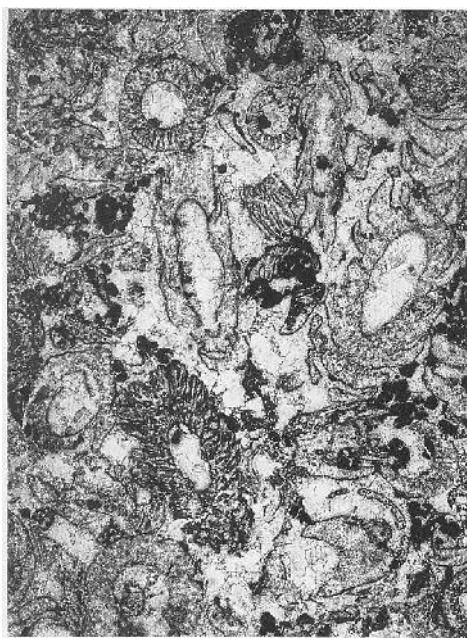
*Trocholina elongata*, *Nautiloculina oolithica*, *Labyrinthina mirabilis*, *Chablaisia chablaisensis*, *Mohlerina basiliensis*, *Pseudocyclammina lituus*, *Redmondoides lugeoni*, *Praekurnubia crusei* i dr.

esto se unutar ovih vapnenaca mogu na i i fragmenti hidrozojske vrste *Cladocoropsis mirabilis* prema ijim se nalazima ovi vapnenci donjeg malma neformalno zovu i "kladokoropsis vapnenci". Granica izme u donjem i gornjem dijelu gornje jure uobi ajeno se postavlja pri prvim nalazima alge *Clypeina jurassica* (sl.210



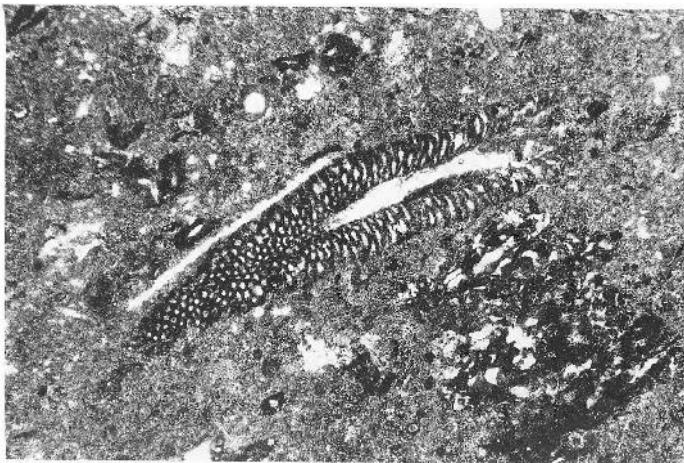
sl.206





sl.207

vekstoni *lemeš naslaga*. Postupno, s rubova ovih unutarnjoplatformnih korita nastanjenih grebenotvornim organizmima, dolazilo je do odlamanja krupnog bioklasti nog materijala koji je mehanizmima turbidnih tokova bivao snašan u dubokovodni prostor korita, gdje su se taložili bioklasti no-intraklasti ni pekstoni/floutstoni. Na taj način dolazilo je do postupnog zapunjavanja

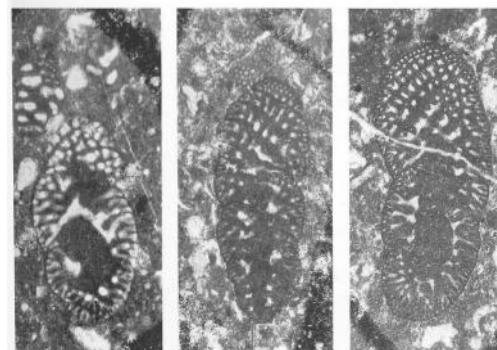


sl.209

dubokovodnih "lemeš naslaga" do kraja titona nastavilo plitkovodno platformno taloženje prigrebensko-grebenских značajki (sl.201).

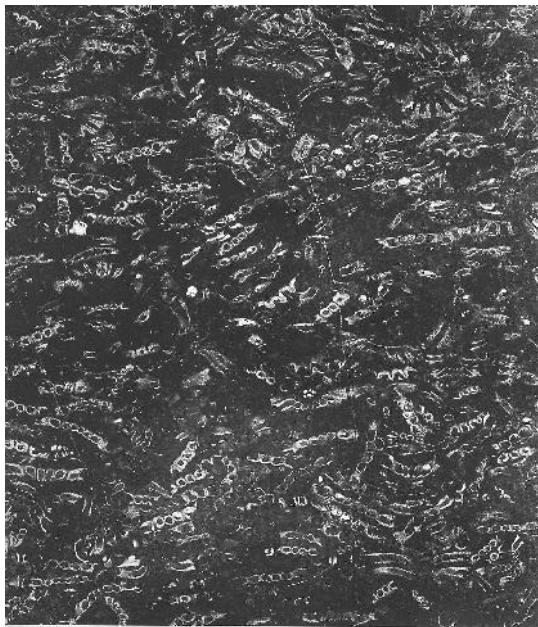
- *Clypeina jurassica*, povećanje 25x). Vapnenci gornjeg dijela gornje jure su zrnatiji, s estim slijedovima opli avanja naviše nastalim u peritajdalu. Njihove donje lanove predstavljaju ooidni grejnstoni, srednje, madstoni-bioklasti ni vekstoni, a vršne, fenestralni madstoni i vekstoni. Debljine ovih lanova decimetarskih su dimenzija. Vršni dio gornje jure (titon) uz algu *Clypeina jurassica*, karakteriziran je i estim nalazima alge *Campbelliella striata* (sl.211 - *Campbelliella striata*, povećanje 30x).

2) Donji dijelovi gornjojurskih slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca na koje naliježu dubokovodni vapnenci karakterizirani su gore opisanim značajkama. Tijekom srednjeg-gornjeg kimeridža na dijelovima Jadransko-Dinarske karbonatne platforme (današnji Gorski kotar i Dalmatinska zagora) došlo je do blokovskog rasjedanja i s time povezanog tonjenja dijelova platforme. Ti produbljeni dijelovi platforme zadobili su vezu i s otvorenim prostorom Tethysa, ime je u unutrašnjost platforme bio omogućen dolazak tipičnih bazenskih vrsta: radiolarija i amonita (*Virgatosphinctes*, *Perisphinctes*). U ovim dubljevodnim okolišnim uvjetima unutarnjoplatformnog korita taložili su se bioklasti ni



sl.208

dubokovodnog korita, odnosno do progredacije grebenskih okoliša preko prostora dubljevodnog korita. Tijekom mlađeg titona, na ovaj način korito je bilo zatrpano, te se u krovini



sl.210

oidno-bioklasti ni grejnston/radstoni. Tijekom kimeridža dolazi do regionalne emerzije zabilježene ne samo u Istri, nego i na mnogo širem prostoru (npr. ova emerzija vidljiva je i na Biokovu). U po etno fazi emerzije, na prostoru današnje Istre, formiraju se "Rovinj-Vrsar regresivne bre e", a nakon kona nog izdizanja terena, tijekom nekoliko milijuna godina, u topografskim udubljenjima emergiranog reljefa taloži se alumosilikatni materijal donešen eolskim putem. Od tog materijala, u topografskim udubljenjima, tijekom kasnije dijageneze nastala su ležišta gornjojurskih boksita. Ova emerzija je trajala do konca donjeg titona. Po etkom gornjeg titona dolazi do transgresije i u obnovljenim plitkovodnim platformnim uvjetima peritajdala talože se tzv.

3) Donji dijelovi gornjojurskih slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca prekinutih ("kra om") emerzijom, nakon koje se plitkovodno taloženje obnovilo, karakterizirani su tipi nim mikrofossilnim sadržajem kako je ve ranije navedeno. U Istri, u široj okolici od Rovinja do Pore a, ovi se vapnenci svrstavaju u neformalnu litostratigrafsku jedinicu "*lim peletni vapnenci*" (sl.212 - *Litostratigrafske jedinice srednje i gornje jure u zapadnoj Istri - Veli & Tišljari, 1988*) a taloženi su tijekom oksforda i najstarijeg kimeridža. Predstavljeni su peloidno-foraminiferskim vekstonima unutar kojih se nalazi jedan dekametarski uložak zrnatijih vapnenaca gra en od slijedova pokrupnjavanja naviše decimetarski debelih lanova. U izmjeni dolaze lanovi; peloidno-foraminferski vektoni, ooidni grejnstoni i



sl.211

STRATIGRAFIJA STRATIGRAPHY			LITOLOGIJA LITHOLOGY		OKOLIŠI ENVIRONMENTS
CHRONO-	BIO-	LITHO-			
BERRIASIAN					
GORNIJ - UPPER TITHONIAN	Clypeina jurassica Campbelliella striata	FANTAZIJA DOLOMITE			10 INTERTIDAL / SJPRATIDAL
DONJI - LOWER KIMMERIDGIAN	Salpingoporaella sellii	KIRMENJAK STYLOL MUDSTONE			9
OXFORDIAN		ROVINJ BRECC. BAUX. LIM PELOID PACKSTONE			8 OSCILLATIONS SHALLOW SUBTIDAL / INTERTIDAL
CALLOVIAN	Priderina salteriana Satorina opulenta	MUČA OID-BIOC. GR./RUD.			7 SUPRATIDAL
BATHONIAN		LIM PELOID, PACKSTONE			6
		MONSEA MUDSTONE / WACKESTONE			5 KOPNO-LAND SUPRATIDAL
					4 PLITKI - SHALLOW SUBTIDAL
					3 PLINNI PRUD
					2 TIDAL - BAR
					1 PLITKI - SHALLOW SUBTIDAL
					10m PLITKI SUBTIDAL / ZASTIĆENI PLIĆAK
					0 SHALLOW SUBTIDAL / RESTRICTED SHOAL

sl.212

Sl. 2.1. Stratigrafske jedinice dogera i mala u zapadnoj Istri (prema VELIĆ & TIŠLJAR, 1988).  
Fig. 2. Litostratigraphic units of the Late Dogger and Malm in western Istra (after VELIĆ & TIŠLJAR, 1988).

"Kirmenjak vapnenci" s tipi nim slijedovima opli avanja naviše gra eni u donjim dijelovima od black-pebble bre a, u srednjim, od madstona (stilolitiziranih mikrita), a u gornjim, od fenestralnih madstona. Ovi gornjojurski vapnenci siromašni su fosilima, no ipak, mjestimice su prisutne alge *Clypeina jurassica* i *Campbelliella striata*. Ovi vapnenci, s druge strane pak, na podruju istarskog zaseoka Kirmenjak, sadrže do sada najbogatiju otkrivenu zajednicu tragova sauropodnih gmazova u ovom dijelu Europe (sl.213 - *Tragovi sauropodnih gmazova na lokalitetu Kirmenjak*). Ovi tragovi zasigurno ukazuju da e dosadašnja



sl.213

mišljenja o Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi, kao potpuno izoliranoj platformi unutar Tethysa, morati biti promijenjena. To stoga jer tragovi dinosaure uju na boravak dinosaure na Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi, a to je bilo moguće jedino ako je platforma na neki način bila povezana s većim kopnjem sa kojeg su dinosauri mogli "došetati" i u unutrašnjost platforme. Naravno, postoji mogućnost da su dinosauri obitavali na emergiranim dijelovima izolirane Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, no za to bi im bilo potrebno prostrano emergirano prostranstvo platforme, bogato biljem i slatkom vodom. Međutim, dugotrajniji zapisi takvog okoliša na Jadransko-Dinarskoj karbonatnoj platformi do sada nisu nađeni.

### 7.4.3. Kreda

Treći period mezozoika, razdoblje raspada Gondwane, više globalne morske razine no danas (najviše u itavom fanerozoiku), velike rasprostranjenosti plitkomorskih taložnih okoliša na kontinentalnim prostorima, te razdoblje na kojem je kraju došlo do masovnog izumiranja do tada mnogih značajnih skupina organizama, u prvom redu dinosaura i amonita.

Naslage krednog sistema prvi je formalno opisao Jean-Baptiste-Julien d'Omalius d'Halloy, 1822. godine, a i prije toga kredne su naslage istraživači i jasno prepoznавали između podinskih (jurskih) i krovinskih naslaga, sada znanih kao naslage paleogenih. Ime perioda dolazi od latinskog naziva za pisanje u kredu "Creta" - gornjokrednog sedimenta građenog od kokolita, a koji se na mnogim mjestima i u velikim debljinama (npr. Doverski klifovi u JI Engleskoj, u Kansasu, u Meksi kom zaljevu) taložio u lagunskim, marinskim prostorima.

Prema podjeli "Međunarodnog povjerenstva za stratigrafiju", kreda se dijeli na (tab. 13 - Podjela krede):

PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina
KREDA	gornja kreda	Senon = Mastriht Kampan Santon Konijak Turon Cenoman	70.6 - 65.5 83.5 - 70.6 85.8 - 83.5 89.3 - 85.8 93.5 - 89.3 99.6 - 93.5
	donja kreda	Alb Apt Barem Hauterivij Neokom = Valanginij Berijas	112 - 99.6 125 - 112 130 - 125 136 - 130 140 - 136 146 - 140

tab.13

Na kopnu i u moru, živi svijet krede ujedinjuje skupine organizama koji se javljaju tek u kredi i one ranije, arhaične životne forme koje su u kredi izumrijeti. Tako npr. amoniti i belemniti žive zajedno s mnogim tipovima koštunjavih riba i njihovi srodnici žive i danas. Na kopnu tijekom krede tipi na mezozojska flora golosjemenja a postupno se zamjenjuje kritosjemenja amfibijski. Dinosauri su izumrijeti krajem krede, ali u kredi se javljaju mnogi bliski srodnici današnjih zmija, kornjača, guštera i krokodila. Kreda je razdoblje tijekom kojeg se, nakon jure, raspadaju preostali jedinstveni kontinentalni prostori bivše Pangee-e (osobito Gondwana).

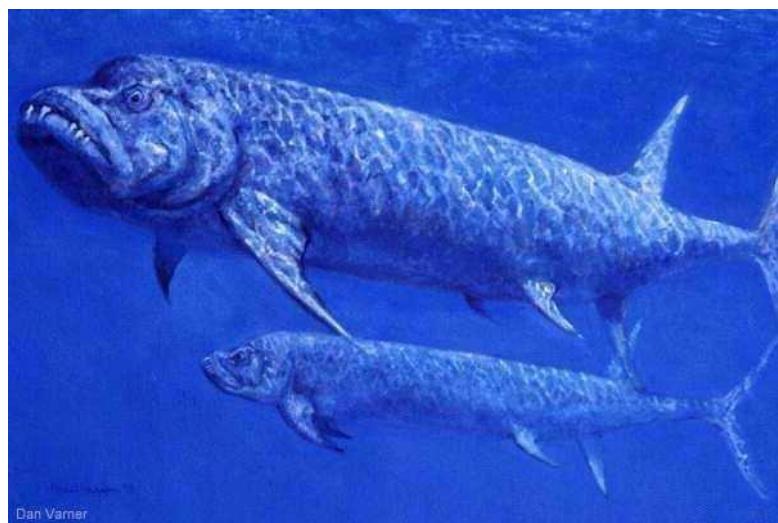
### 7.4.3.1. Živi svijet krede

#### 7.4.3.1.1. More

1) Fitoplankton je i nadalje vrlo est u morskim prostranstvima, te do konca krede gotovo poprima sastav kakav je prisutan i u današnjim morima. Od ve raniye prisutnih dinoflagelata i kokolitoforida, sredinom krede javljaju se alge kremenjašice - dijatomeje (sl.214 - *Diatomeje*). Skelet im je gra en kao "kutija i poklopac" i izgra en je od kremena. Dijatomeje su i danas glavni sastojak dubokovodnih muljeva koji se talože ispod "karbonatne kompenzacijiske dubine".

2) Od zooplanktona, u kredi je zna ajna prisutnost planktonskih foraminifera. Prisutni su predstavnici dvaju skupina; Globigerinidae (žive još od jure, a i danas) i Globotruncanidae. Globotrunkane su vrlo dobri provodni fosili, naro ito u gornjoj kredi. Ove dvije skupine planktonskih foraminifera, zajedno s kokolitoforidima, od sredine krede esto izgra uju debele nalage karbonatnog mulja na dnima oceana, a što do tada nije bio slu aj (barem ne u tolikom obimu).

3) Amoniti i belemniti su i tijekom krede bili glavni invertebratni predatori. Za biostratigrafske razdiobe krednih naslaga posebno su bili važni amoniti, tako da je mjestimice u donjokrednim sedimentima na temelju amonita izdvojeno oko 50-ak biozona, a u gornjokrednim 30-ak. Prisutni su predstavnici skupine rebrima i vori ima "ukrašenih" ljuštura Ammonitina i skupine jednostavnijih, glatkih ljuštura Lytoceratina sa filoidnom suturom. Krajem krede suture nekih rodova ovih skupina se pojednostavljaju, te nalikuju na ceratitnu ili ak gonijatitnu. Tako er, neki rodovi se i "odmataju", a što se nekad smatralo znakom degeneracije koja predhodi izumiranju. Takvi su rodovi npr. *Crioceras*

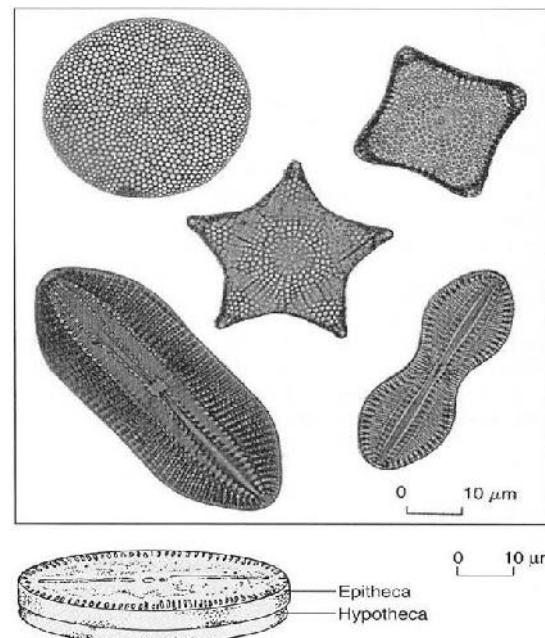


sl.215

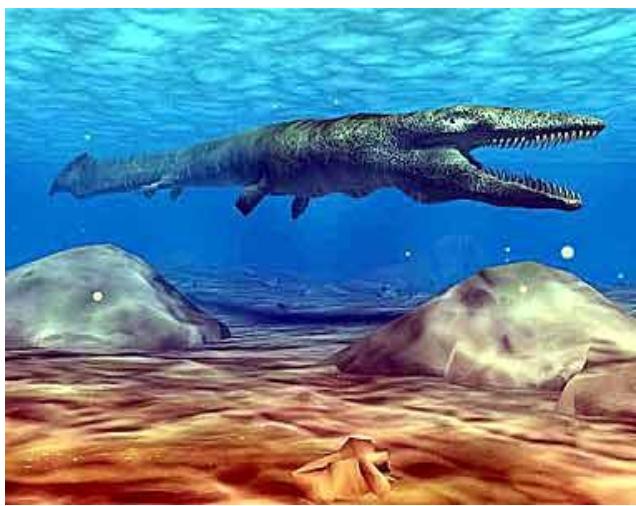
(Ammonitina), te *Turrilites*, *Nipponites* i *Hamites* (Lytoceratina).

4) Košunjave ribe skupine Teleostei postaju dominantna skupina riba krednih mora (dužina i do 5 m, npr. rod *Xiphactinus*) (sl.215 - *Xiphactinus*). Odlikuju se simetri nom repnom perajom (homocerkna peraja) i cikloidnim ljuskama. U ovu skupinu spadaju i današnje jegulje, lososi, haringe, skuše.

5) Najve i grabežljivci krednih mora bili su ihtiosauri i morski krokodili (iako rje i nego u juri), plesiosauri (dužine i do 10 m), morski gušteri mosaurusi (dužine i do 15 m), npr. *Tylosaurus* (sl.216 - *Tylosaurus* ), te prve morske zmije (na ene i u donjoj kredi Hercegovine).



sl.214



sl.216

Orbitoididae i Siderolitidae (perforatne, staklaste stijenke).

7) Maksimum razvoja tijekom krede, imaju pahiodontni školjkaši - rudisti. U donjoj kredi prisutni su oni pri vrš eni za podlogu lijevom ljušturom (npr. rodovi *Requienia* i *Toucasia*), a u gornjoj kredi, oni pri vrš eni desnom ljušturom; skupina Radiolitidae (sl.219 - *Radiolites*) - javljaju se od alba kroz cijelu gornju kredu, i skupina Hippuritidae (sl.220 - *Vaccinites*) - javljaju se samo u senonu. Dobri su facijesni fosili, a tako er, i pogodni su za biostratigrafske zonacije (npr.



sl.218

tako er imali endosimbionte. Algalne endosimbionte ima i današnja školjka *Tridacna gigas* koja naraste do 1-2 m. Endosimbionti iz morske vode uzimaju CO<sub>2</sub>, te time snižavaju njegov parcijalni tlak, a što onda olakšava izlu ivanje CaCO<sub>3</sub> i omogu ava malom mekanom dijelu organizma da izgradi mnogostruku ve u i debelu ljušturu (kod rudista i preko 1 metar visine).

U krednim morima bile su prisutne i morske kornja e (do 4 m dužine), npr.*Archaelon* (sl.217 - *Archaelon*), a povremeno i ptica malih krila *Hesperornis* (sl.218 - *Hesperornis*) prilago ena plivanju i ronjenju u potrazi za ribama kojima se hranila.

6) Tijekom krede velike benti ke foraminifere nastavljaju svoj razvoj zapo et još u juri, no radi se o novim oblicima. Tijekom donje krede i cenomana naro ito su este vrste iz skupine Orbitolinidae (aglutinirane stijenke, biostratigrafski zna ajne), a u gornjoj kredi skupine



sl.217

u gornjoj kredi Dinarida). Nastanjivali su grebenske okoliše kada su tvorili bioherme, a neki su živjeli ine i podmorske "rudistne livade", kada su tvorili biostrome. Rudisti tijekom svog razvoja imaju larvalni stadij. Larve žive pseudoplanktonski, pa se tako ti, ina e sesilni organizmi, mogu globalno proširiti. Najjužniji nalazi rudista su na Madagaskaru, a najsjeverniji na jugu današnje Švedske.

8) Tijekom donje krede, prije maksimalnog razvoja rudista, zna ajni grebenotvorci bili su hermatipni heksakoralji koji žive u simbiozi s jednostani nim algama - zooxantelama (primat heksakoralja se obnavlja nakon izumiranja rudista). Kako su rudisti konvergentni korallima, a tako er redovito nastanjuju samo foti ku zonu, pretpostavlja se da su



sl.219

9) U krednim morima javljaju se prve morske trave. "Moderne" morske trave razvile su se tijekom kenozoika, ipak, i ove kredne su mjestimice poput tepiha prekrivale plitka dna krednih mora. Svojim korjenjem stabilizirale su morsko dno, te kao i danas, pružale su uto ište raznim sitnjim organizmima (ribama, foraminiferama, lankonošcima). Prostori obrasli morskim travama su "zreli" okoliši (ne mijenjaju se tako esto), a što omoguava boravak raznih vrsta organizama i njihov postupni daljnji razvoj. Morske trave su kritosjemenja e, koje su se najprije razvile na kopnu, pa su zatim prešle u more.

10) U gornjoj kredi razvilo se oko 100-tinjak rodova Bryozoa skupine Cheilostomae (javljaju se od jure), a koji i danas u formi prevlaka obraštaju razne podmorske površine (npr. vanjske dijelove amaca).



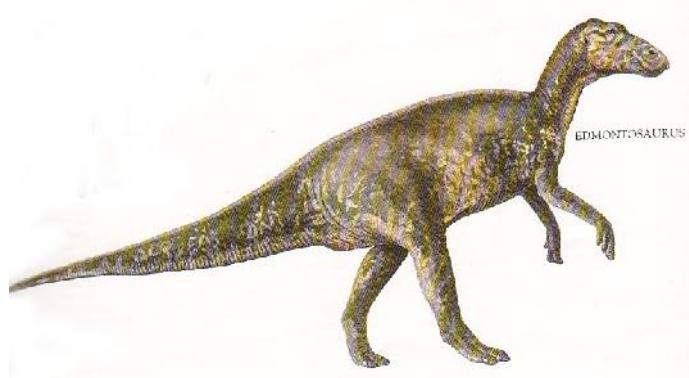
sl.220

#### 7.4.3.1.2. Kopno

1) Najveća novost kopnenog krednog ekosistema, bila je pojava kritosjemenja a (sjemenke im se nalaze u okruglastom ovariju koji se razvio modifikacijom lista papratinja a). Javljuju se otprilike sredinom krede (prije 100 mil. god.), te već tijekom gornje krede u svojoj raznolikosti nadmašuju golosjemenja e. Danas ih ima oko 200 000 vrsta, za razliku od samo oko 550 vrsta etinja a (skupina golosjemenja a). Od 500 danas živu ih porodica kritosjemenja a, samo ih 50-ak ima svoje srodnike u gornjoj kredi (npr. porodica hrastova, oraha). Glavni razlog brze diverzifikacije i prevlasti kritosjemenja a nad golosjemenja ama leži u njihovoj sposobnosti efikasne prehrane u ovariju (najprije proizvodnja samog sjemena, a zatim njegovo okruženje hranom - npr. klip kukuruza sa sjemenkama), a time i brzog sazrijevanja njihovih sjemenki, tako da kod mnogih vrsta "od sjemena do novog sjemena" protekne tek nekoliko tjedana, dok je golosjemenja ama za takav ciklus potrebno i do 18 mjeseci. Takvu sposobnost nemaju baš sve kritosjemenja e (npr. drve e), no ipak, sve se mnogo brže razmnožavaju no golosjemenja e.

Drugi razlog njihove brze diverzifikacije leži u injenici da njihovi cvjetovi privlače kukce zbog nektara, a ti kukci raznose polen naokolo opršujući druge jedinke. Kukci su uglavnom specijalizirani za određeni tip cvjetova i ako se na nekom malom prostoru pojavi novi tip cvijetova, neki kukci će se specijalizirati samo za njih, teće se na takav način dalje razvijati i ta skupina kukaca i ta skupina kritosjemenja a. Takav odnos obiju vrsta upravo je i omogućio njihovu brzu diverzifikaciju od sredine krede. To je koevolucija.

2) Donjokredna kopnena fauna zbog oskudnih fosilnih ostataka nije predobro poznata, no ipak, ono malo nalaza pokazuje da su dinosauri i dalje imali prevlast na kopnu (npr. na prostoru Njemačke, a i Wealden naslage južne Engleske). Mnogo je bolje sačuvana gornjokredna fauna na prostorima Wyominga, Montane, Alberte (Sj. Amerika) i Azije (Mongolija). Na tim prostorima dinosauri živjeli u krdima, tj. zajednicama koje nalikuju današnjim zajednicama sisavaca (antilope, zebre) na području afričkih savana. To su bili biljojedni "patkokljuni" ("duck-billed") dinosauri, npr. rod *Edmontosaurus* (sl.221 -



sl.221

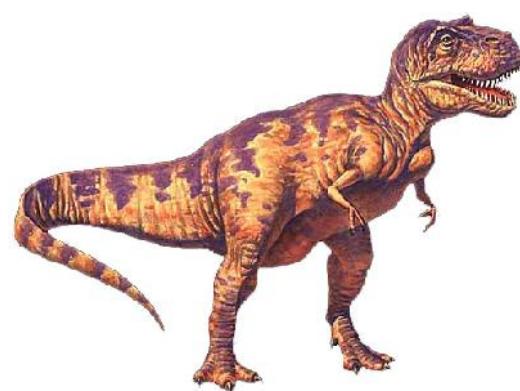
*Edmontosaurus*), i "rogati" dinosauri, npr. rod *Triceratops* (sl.222 - *Triceratops*) (jedan od posljednjih živu ih dinosaura). Njihovi predatori, brojano znatno manje zastupljeni, bili su najveći i mesojedi svih vremena, npr. rođaci *Albertosaurus* (sl.223 - *Albertosaurus*) i *Tyrannosaurus* (sl.224 - *Tyrannosaurus*). Tako er, na tom su prostoru živjeli i kopneni krokodili dužina i do 15 m, npr. rod *Phobosuchus*, i naravno, mnogobrojni manji, kako biljojedni, tako i mesojedni gmazovi.



sl.222

najveći, s rasponom krila od 15-ak metara, bio *Quetzalcoatlus* (sl.225 - *Quetzalcoatlus*), a nešto je manji, raspona krila od oko 8 m, bio i predstavnik skupine Pterodactyloidea, rod *Pteranodon* (sl.226 - *Pteranodon*)

(uske, duge glave sa šupljom kriestom dužine do 1 m

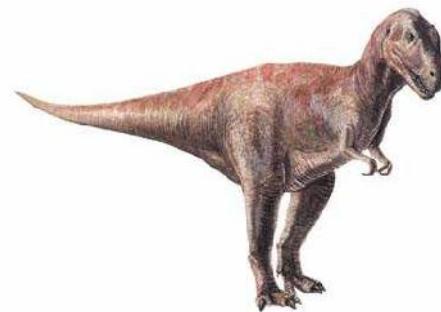


sl.224

aplji i ždralova.

Manjeg su značajna bile žabe, kornjače, zmije (javljaju se upravo od krede i jedne od najstarijih su naene u donjoj kredi

Zrakom su letjeli različiti leteći gmazovi, već inom strvinari, od kojih je



sl.223

kojom je kormilario jer nije imao rep), a za kojeg se smatra da je bio jako dobar letač. Bilo je i ptica koje su živjele uz vodene tokove i jezera poput današnjih



sl.226



sl.225

Hercegovine) i gušteri. Tijekom krede, unutar ovih skupina razvijaju se i neke moderne porodice.

3) Tijekom krede i sisavci su postali raznovrsniji premda su bili sitni kao današnji glodavci. Kretali su se uglavnom nožama. Najznačajnije nove skupine bile su tobolari i placentalni sisavci.

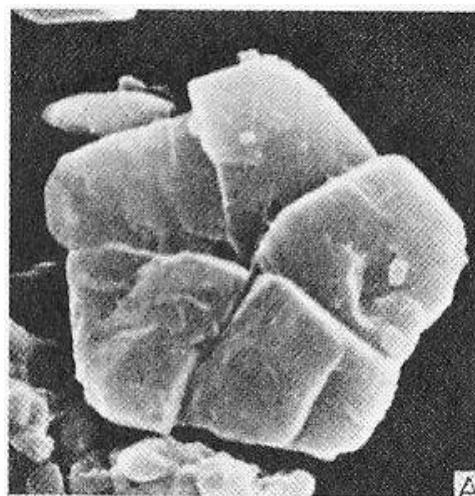
#### 7.4.3.2. Izumiranje krajem krede

Najpoznatije (iako ne i najveće) izumiranje u povijesti Zemlje desilo se krajem krede. Ono je "najpoznatije" stoga jer je zahvatilo i "najspektakularnije" organizme kao što su bili dinosauri. Dinosauri su izumrli koncem krede, no već i nešto ranije, prije 90 mil. godina, došlo je do izumiranja u marinskom prostoru koje je zahvatilo mnoge vrste i rodove, ali tek od nekoliko porodica.

Osim dinosaura izumrli su amoniti, morski gmažovi (plesiosauri i mosasauri), leteći gmažovi, rudisti, te mnogobrojne vrste školjkaša, koralja, briozoja i velikih foraminifera, dok su npr. sisavci, kokolitoforidi, planktonske foraminifere, radiolarije i belemniti, iako uz "gubitke", prešli u kenozoik. Do kraja krede izumrlo je između 30-60 % vrsta organizama.

Postavljaju se pitanja; da li su se ti smrtonosni uzroci izumiranja pojavili iznenada, ili su pak trajali kroz duže vrijeme tijekom mastryhta? To stoga jer se opadanje raznovrsnosti nekih organizama, kao npr. inoceramidnih školjkaša i amonita dešavalo tijekom mastryhta kroz vremenski interval od 8 milijuna godina. Tako da, različite skupine dinosaura nestajale su u različito vrijeme. Tako, ranije su izumrli "patkokljuni" dinosauri (npr. *Edmontosaurus*), a kasnije oni "rogati" (npr. *Triceratops*).

S druge strane pak, planktonski su organizmi izumrli u intervalu od oko 10000 godina vršnog dijela mastryhta, i to najprije neke skupine planktonskih foraminifera kao npr. globotrunkanide. To je najjasnije zabilježeno u dubokomorskim prijelaznim naslagama mezozoik - kenozoik kod mjesta Gubbio (Italija) i Zumaya (Španjolska). Nakon što su izumrle globotrunkane, masovno se javila kokolitoforidna vrsta *Braarudosphaera bigelowi* (sl.227 - *Braarudosphaera bigelowi*) (gornja juraj-danas). Vrlo brzo desilo se izumiranje i najvećeg broja rudista (krajem sredine mastryhta), tako da ih je potkraj mastryhta bilo još samo nekoliko vrsta.



sl.227

#### 7.4.3.2.1. Uzroci izumiranja

- 1) Do nedavno se smatralo da je izumiranje krajem krede bilo uzrokovano globalnim padom morske razine sredinom mastryhta. No ipak, do kraja mastryhta i na prijelazu u kenozoik, globalni morski nivo je ponovno porastao. Osim toga, a kako bi to utjecalo i na kopneni živi svijet?
- 2) Hladno klime tijekom mastryhta, takođe je mogao biti jedan od uzroka izumiranja. Hladno je bilo u dubokomorskih prostora evidentirano je promjenom boje dubokomorskih sedimenata iz tamne u zeleno-sivu ili crvenkastu, što ukazuje na prisutnost polarnih voda bogatih kisikom, a što do tada nije bio slučaj. Ovo hladno je moglo nepovoljno utjecati na živi svijet tropskog Tethysa, prvenstveno na rudiste, velike foraminifere, planktonske organizme i mnogobrojne skupine školjkaša.

S druge strane, na sjevernijim (borealnim) marinskim prostorima nije bilo tako intenzivnih izumiranja, pa su mnoge kredne životinjske forme (npr. brahiopodi) prešle i u kenozoik, te su se našle izmješane s tipičnim paleocenskim formama.

Razlika u opstanku organizama na prostorima tropskog i borealnog pojasa jasno ukazuje da su hladno klime i morski vodeni bitni uzroci izumiranja mnogih marinskih zajednica u

tropskom pojasu. To stoga jer dok su s jedne strane organizmi iz borealnog prostora imali mogunost migriranja u toplije prostore, takva mogunost nije postojala za one organizme koji su već nastanjivali tropске prostore, te oni izumiru.

3) Walter Alvarez je 1977. u kanjonu Bottaccione kod grada Gubbio (središnja Italija) unutar dubokomorskih naslaga sa prijelaza kreda-paleocen ("Scaglia rossa"), ustanovio 2-3 cm debelo



sl.228

sloj sa znatno povećanom koncentracijom ažira i iridija, elementa koji je inačica vrlo rijedak u Zemljinoj kori (sl.228 - *Sloj sa znatno povećanom koncentracijom ažira i iridija na lokalitetu Bottaccione - Gubbio*). Kasnije, "iridijski" sloj je nađen i na mnogim drugim dijelovima Zemlje: u Danskoj, u Španjolskoj, na Novom Zelandu, u Sjevernoj Americi (sl.229 - *Neke pozicije otkrivenih slojeva s iridijem*), i debeljina su i do 40 cm. Ova iridijska anomalija mogla je biti posljedica:

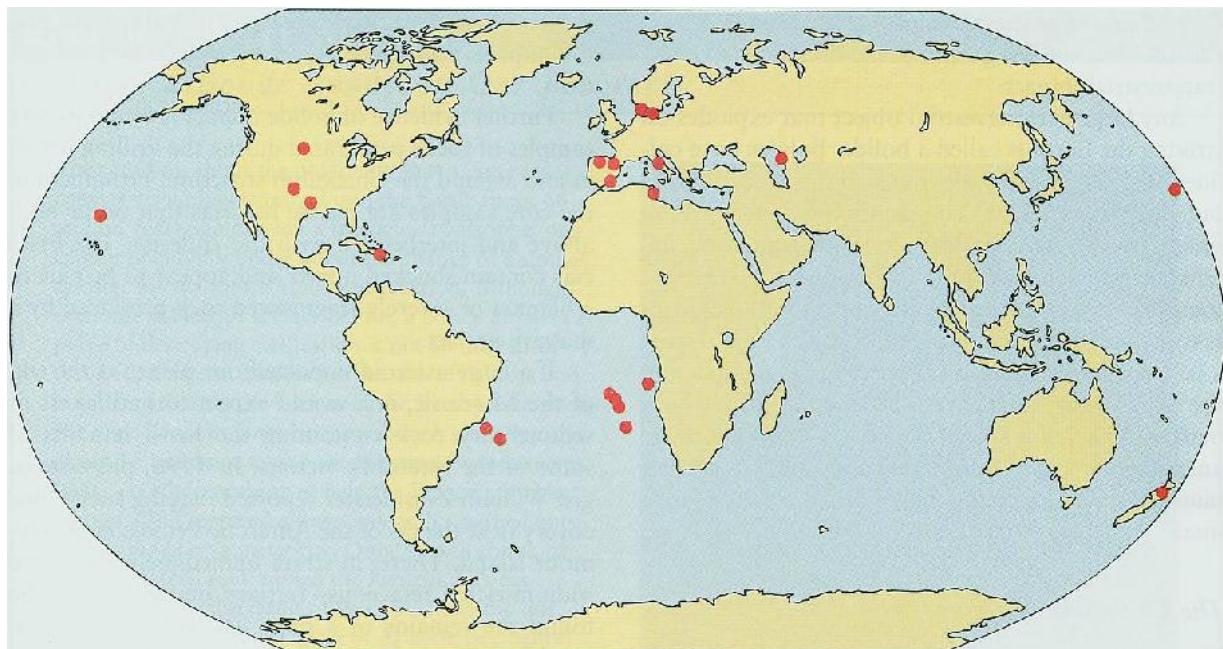
a) vrlo slabe sedimentacije u tom

razdoblju kada je stoga koncentracija iridija, koji konstantno u neznatnim količinama iz svemira pada na Zemlju, bila povećana,

b) udara nekog svemirskog tijela u Zemlju (meteora), kada se površina Zemlji raspršila veća količina iridija,

c) ogromnih vulkanskih erupcija koje su izbacivale pepeo vrlo bogat iridijem.

Protiv prve pretpostavke govori povećana prisutnost iridija i u kopnenim i u



sl.229

dubokovodnim sedimentima, a u takvim različitim okolišima intenzitet sedimentacije ne može istovremeno i istovrsno biti slabiji. Tako je, za istaloženu količinu "iridijskog" sloja donosom iz svemira, bilo bi potrebno najmanje 10 milijuna godina, a što je znatno više no vrijeme koje je, u stvari, bilo potrebno za taloženje tog sloja. Opet, s druge strane, u slučaju vulkanskih erupcija, potrebno vrijeme za taloženje tog "iridijskog" sloja bilo bi neuporedivo kraće (nekoliko tisuća

godina) od onog za koje se taj sloj istaložio. Ipak, s druge strane taj iridijski sloj sadrži dosta antimona i arsena koji su vrlo esti upravo u vulkanskom pepelu.

Stoga, preostaje samo udar (impakt) nekog svemirskog tijela - meteora. Velika koli ina prašine, vodene pare i uglji nog dioksida koja se pri udaru oslobodila, mogla je kroz tisu e godina znatno umanjiti sun evu svjetlost, bitno hlade i površinu Zemlje, a što je dovelo do nestanka ve ine biljaka, ime su nestali i

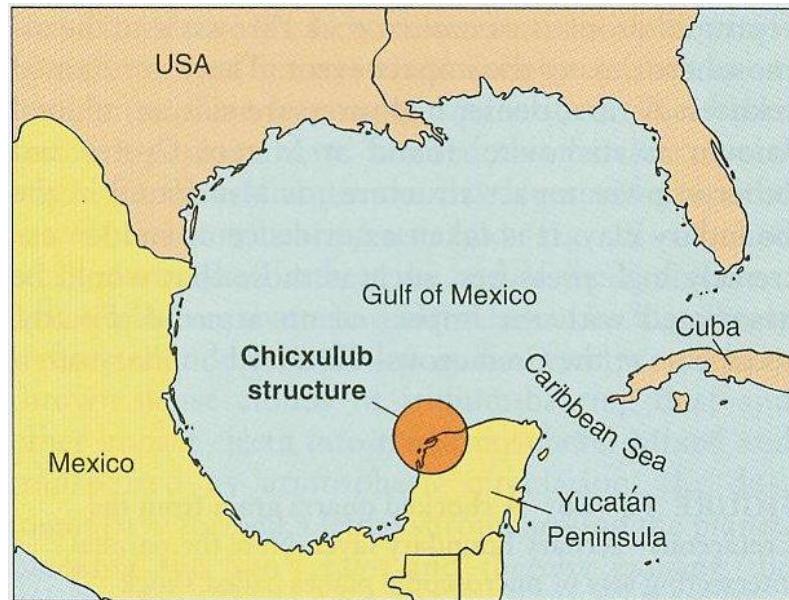
biljojedni dinosauri, a posljedi no, i mesojedni. Krater za koji se smatra da krajem krede nastao udarom meteora nalazi se na sjevernom dijelu poluotoka Yucatan i zove se Chicxulub (sl.230 - *Geografski položaj kratera Chicxulub*). Promjera je oko 180 kilometara. Sadrži tektite (sferulite), tj. stijene koje su nastale nakon što je pri udaru meteorita prijašnja stijena bila otopljenja, a zatim u otopljenom stanju izba ena u atmosferu, da bi se prilikom pada ti otopljeni dijelovi skrunuti u kuglaste forme. Tako er, prisutne su i udarne bre e koje sadrže "udareni", "šokirani" kvarc (stijeskovit) (zrna kvarca koja mnoštvo me usobno paralelnih sustava lamela nastalih prolaskom udarnog vala kroz njih) (sl.231 - *Stijeskovit*), a koji nastaje samo u uvjetima ekstremnog pritiska. Smatra se da je udar ovog meteora stvorio val visine 30-ak metara koji je preplavio okolne kopnene prostore Sjeverne Amerike i drugih kontinenata.

Godine 1996., na Seymour oto ju kraj Antarktike, neposredno iznad "iridijskog" sloja, prisutni su fosilni ostaci mnogobrojnih riba za koje se smatra da su bile žrtve tog impakta.

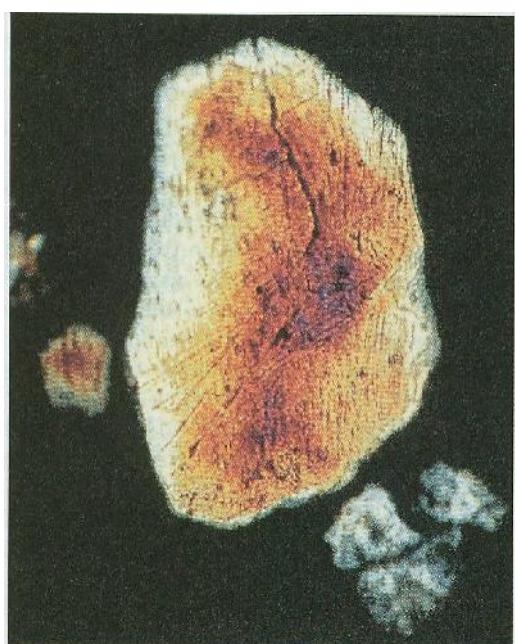
Tako er, 1997. godine, u jezgri bušotine izva eno s morskog dna, 320 km isto no od Floride, opisan je slijed sedimenata iz prijelaznog razdoblja mastriht-paleocen; u krednom dijelu bušotine prisutno je mnoštvo krednih foraminifera u bijelom vapnencu, zatim slijedi zelena glina za koju se smatra da predstavlja prašinu i pepeo istaloženu nakon udara meteora ("iridijski sloj"), a zatim slijede naslage sa fosilima paleocena.

a a koja se esto može na i u "iridijskom" sloju, potje e od velikih požara koji su zahvatili široka prostranstva Zemlje nakon udara meteora.

U svakom slu aju, obzirom da je izumirenje krajem krede za neke organizme trajalo kroz duža, a za neke kroz kra a vremenska razdoblja, mora se prepostaviti da je ono bilo posljedica nekoliko razli itih faktora, me u kojima je zasigurno jedan od zna ajnijih bio i klimatski, a ne samo udar meteora prije 65 milijuna godina.



sl.230



sl.231

Od drugih faktora koji su mogli utjecati na život krajem krede tu su još i intenzivna svemirska zrajenja koja su mogla snažno utjecati na živi svijet (eksplozija supernove?)

Tako er, krajem krede otvara se veza s Arktikim oceanom koji je zbog zatvorenosti kopnenim prostorima bio gotovo slatkovodan. Miješanje te hladne vode s vodom Atlantika, nije pogodovalo većini marinskih organizama.

Prije 65 milijuna godina dešavale su se i ogromne vulkanske erupcije na području Indije (Dekan - bazaltni plato), a što je takođe moglo u atmosferu izbaciti dosta prašine i pepela. Istovremene erupcije događale su se i na prostoru Sjeverne Amerike, Grenlanda, Velike Britanije i zapadnog Pacifika.

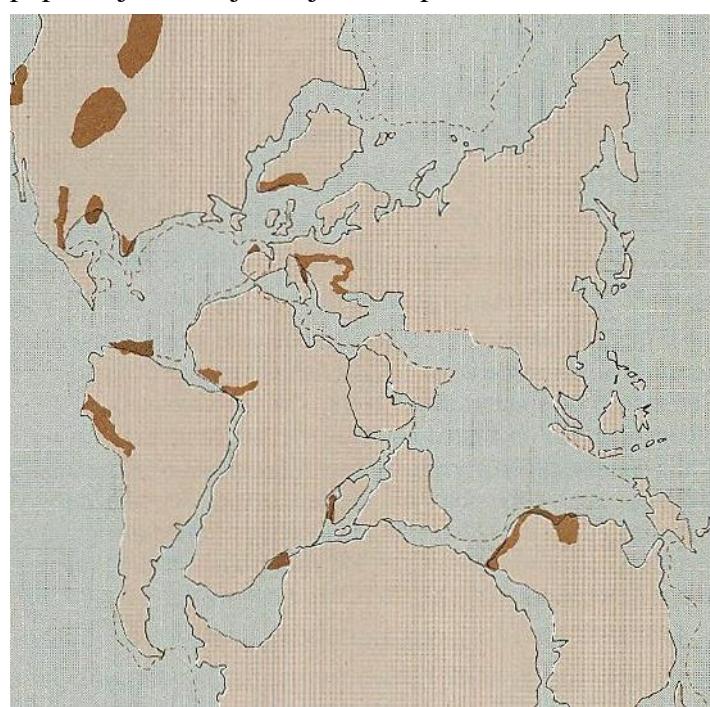
#### 7.4.3.3. Klima krede

Za razliku od trijaskih i jurskih, kredni sedimenti su široko rasprostranjeni na dnima oceana. To stoga jer su trijaski i jurski sedimenati uglavnom konzumirani u zonama subdukcije (zbog gibanja tektonskih ploča). Tako, danas na oceanskim dnima nema sedimenata starijih od gornjojurskih (najstariji su uz kontinent).

Kreda je bila razdoblje globalnog povišenja morske razine (cca 200 m viša morska razina nego danas), tako da su mnogi kontinentalni prostori bili preplavljeni. Razlog tomu je bilo brzo otvaranje novih oceanskih prostora, uz stvaranje ogromnih srednjooceanskih hrbitova, a što je globalno podizalo morskou razinu. Takođe, izostanak polarnih ledenih pokrova omogućavao je višu globalnu morskou razinu. Postojale su manje oscilacije globalne morske razine, tako da je jedan maksimum zabilježen oko granice cenoman-turon, a drugi u kampanu.

Tijekom donje krede temperature na Zemlji bile su više nego ikad i prije i kasnije, da bi tijekom gornje krede temperatura počela opadati, te je najniža bila na kraju mastrihta (manja za 10-20°C od krednih prosjeka, ali još uvijek prosječno oko 20-21°C) (na to ukazuje smanjene populacije kritosjemenja a s "pravim" velikim listovima, a koje zamjenjuju manji listi i nazubljenih rubova). Jedan od uzroka takođe tople klime je mogla biti povećana količina CO<sub>2</sub> u atmosferi (efekt staklenika) zbog intenzivnih riftovanja kada se u moru otapala velika količina CO<sub>2</sub> koji je zatim isparavao u atmosferu.

Toplija klima zagrijavala je i morsku vodu koja je stoga imala i veći volumen, tako da je i to mogao biti još jedan od razloga globalno visokog morskog nivoa. Temperatura dubokih oceanskih voda iznosila je između 13-19°C (današnja; 3-8°C). To se zna iz paleotemperurnih istraživanja na kalcitnim ljušturama dubokomorskih bentičkih foraminifera, a na temelju promatravanja odnosa izotopa kisika <sup>16</sup>O i <sup>18</sup>O u njihovim kalcitnim ljušturama.



sl.232

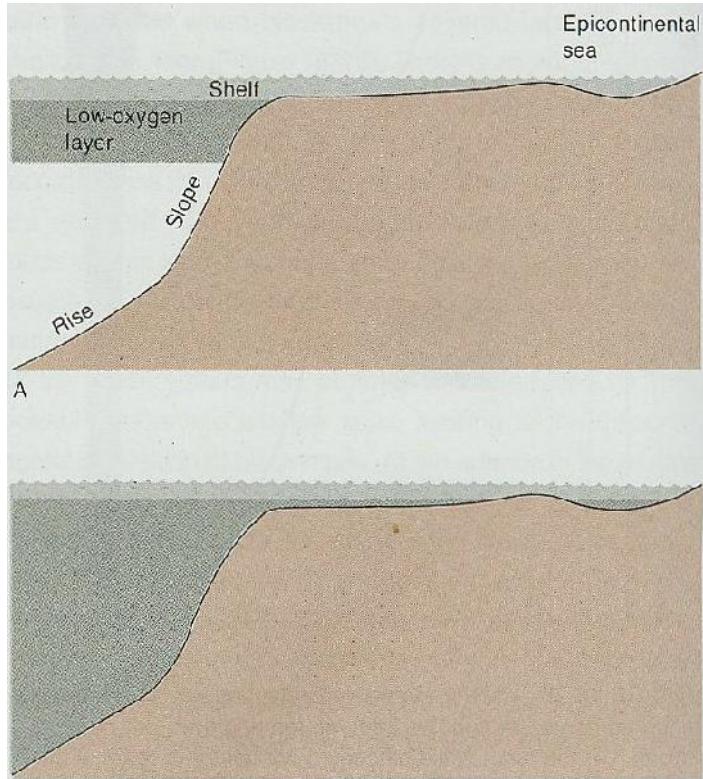
Naime, porastom temperature iz morske vode isparava sve više lakšeg izotopa <sup>16</sup>O, te ga organizam manje ugrađuje u svoju kalcitnu ljuštru. Tijekom krednog perioda na mnogim

mjestima, batijalne, pa ak i plitkomorske sedimente, povremeno izgra uju tamni muljevi (šejlovi) nastali u anoksi nim uvjetima (sl.232 - *Rasprostranjenje tamnih muljeva apta i alba*).

Naime, zbog povremeno izrazitije povišene temperature na Zemlji, u more s kopna pristiže i ve a koli ina nutrijenata (nitrata, fosfata...), ime se u moru pove ava proizvodnja organske materije (algi, fitoplanktona, bakterija), a što dovodi do smanjenja koli ine O<sub>2</sub> i pove anja koli ine CO<sub>2</sub> u moru (eutrofikacija mora).

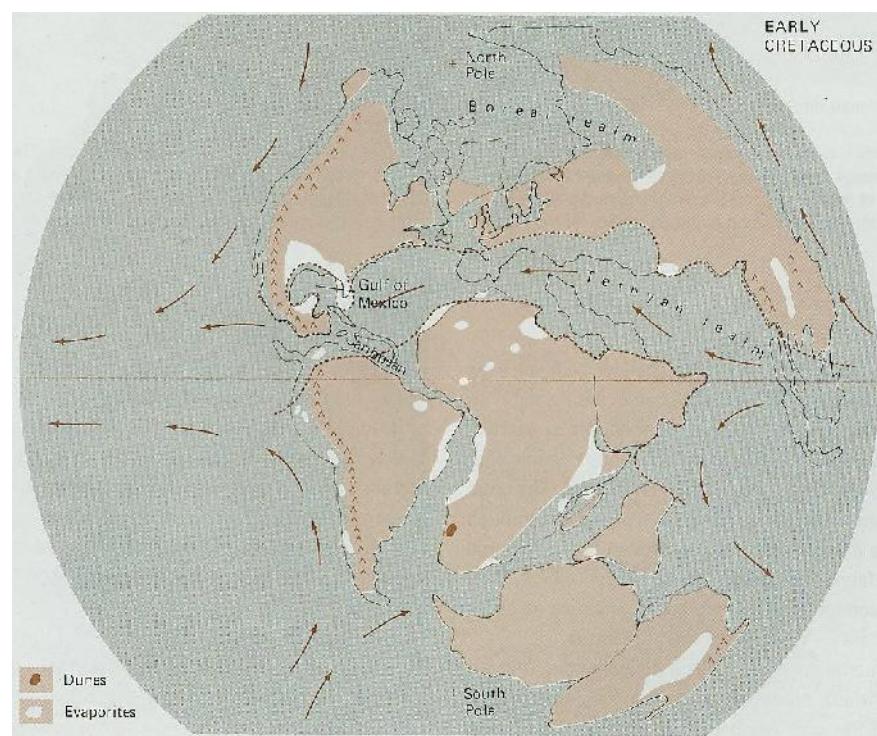
Tako er, tijekom tih izrazitije toplih klimatskih razdoblja nema ni izrazitijeg dotoka hladnih polarnih voda, a koje zbog svoje ve e gusto e tonu na dno i opskrbljuju ga kisikom. Stoga se u tim razdobljima kisik zadržava samo u plitkom stupcu vode, a ispod toga prevladavaju anoski ni, reduktivni uvjeti, kako u dubokim, tako, u ekstremnim slu ajevima, i u plitkomorskim epikontinentalnim okolišima (sl.233 - *Rasprostiranje anoksi nog stupca vode tijekom zagrijavanja mora*). To su tzv. oceanski anoksi ni doga aji (OAE) i tijekom krede je bilo nekoliko takvih doga aja; OAE 1a - donji apt, OAE 1b - donji alb, OAE 1c i d - gornji alb, OAE 2 - granica cenoman/turon i OAE 3 - konjak-santon.

Jedna od glavnih zna ajki krednog perioda bila je i maksimalna površina Tethysa, u kojem su pasati puhalili u smjeru zapada, omogu avaju i time rasprostranjenje rudista (njihovih



sl.233

larvi) po širokim tetijskim prostranstvima. Razdvajanjem Sjeverne od Južne Amerike, prostor je Tethysa tijekom krede postao povezan s Pacifikom, a kretanjem morskih struja prema zapadu, bila je omogu ena i migracija organizama iz Tethysa u Pacific (sl.234 - *Smjer glavnih strujanja u svjetskim morima tijekom krede* ). Tako, danas kredne tetijske fosilne zajednice možemo na i unutar istovremenih sedimentata na ugaslim podmorskim vulkanima ("seamounts",



sl.234

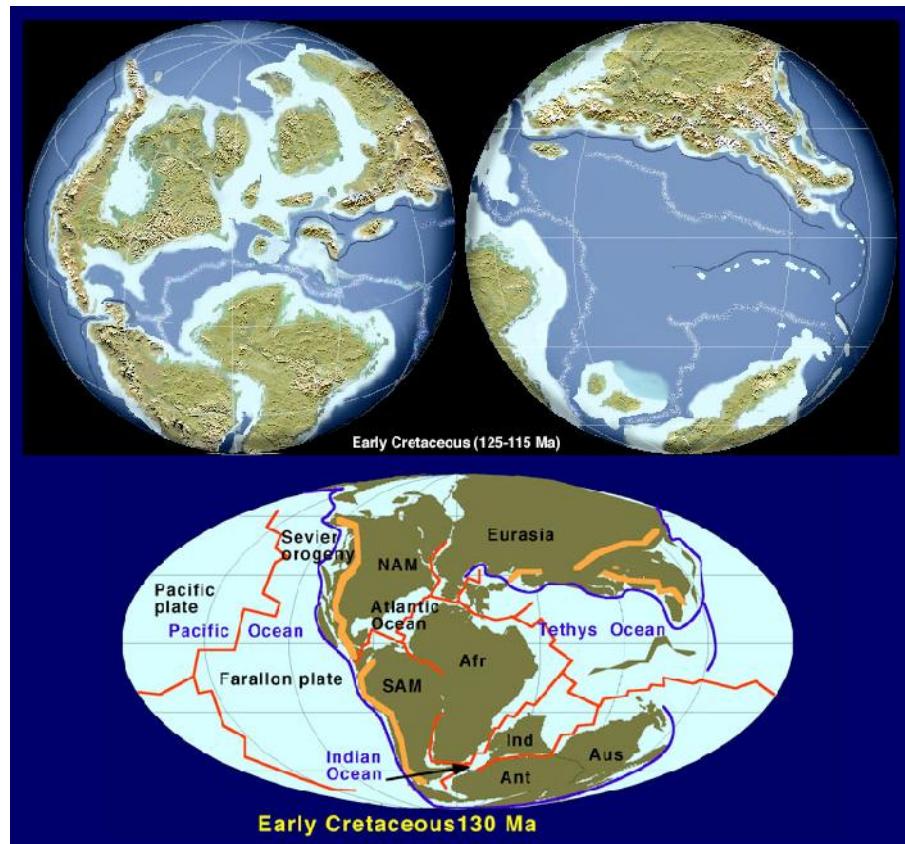
"guyots"), koji su se zbog širenja udaljili od pacifi kog srednjooceanskog grebena (dan su prisutni i 1000 milja zapadno od Havaja). Ti podmorski vulkani udaljavanjem od zone širenja (akrecije) u prvo vrijeme predstavljaju plitkovodne taložne okolišne tipa malih karbonatnih platformi, a zatim dolaskom u sve dublje dijelove oceana, postaju dubokomorski oceanski platoi na kojima je moguće naći plitkovodne karbonate. Dalnjim "putovanjem" prema zoni subdukcije, ovi platoi mogu biti "priljepljeni" i uz kontinent (tzv. "egzoti ni tereni") (npr. danas su takvi tereni prisutni uz zapadnu obalu Sjeverne Amerike).

Kada se Zemlja vrti oko svoje osi, kutna brzina na svim dijelovima Zemlje nije ista. Najveća je na ekvatoru, a na polovima je nema. Zbog te razlike u kutnoj brzini javlja se "koriolisova sila", koja na sjevernoj Zemljinoj polutci "tjera" vodu (more) na rotaciju u smjeru kazaljke na satu, a na južnoj Zemljinoj polutci obrnuto. Ekvatorijalni položaj sjevernog dijela Afrike onemoguavao je djelovanje "koriolisove sile" tijekom krede na sjevernoj polutci, a time i kretanje toplih struja prema sjevernom polu. Stoga su na prostoru krednog sjevernog pola temperature bile niže, no što je to bio slučaj na južnom polu.

Globalno visoka morska razina, narođito tijekom gornje krede, uzrokovala je potapanje dijela Sjeverne Amerike s isto ne strane Stijenjaka, idući i od Arktičkog oceana, pa sve do Meksičkog zaljeva. Taj se prostor naziva "Cretaceous Western Interior Seaway". Kredne naslage na ovom prostoru su odlično sačuvane i neporemećene, a što omoguava njihovo detaljno razdvajanje, tj. tu je omogućena "High Resolution Stratigraphy". Ovo more se povuklo krajem krede.

#### 7.4.3.4. Paleogeografska karta krede

Po etkom krede Gondwana je još bila cjelovita i samo jednim manjim dijelom spojena s Laurazijom, da bi se koncem krede iz Gondwane formirali zasebni kontinenti; Južna Amerika, Afrika i Indija, dok su budući kontinenti; Antartika i Australija još ostali spojeni u formi cjelovitog kontinenta, ali sada odvojenog od Južne Amerike i Afrike. Tijekom donje krede, odvajanjem Južne Amerike od Afrike otvara se južni dio Atlanskog oceana (južni Atlantik), a takođe se otvara i marinski prostor Meksičkog zaljeva (sl.235).



sl.235

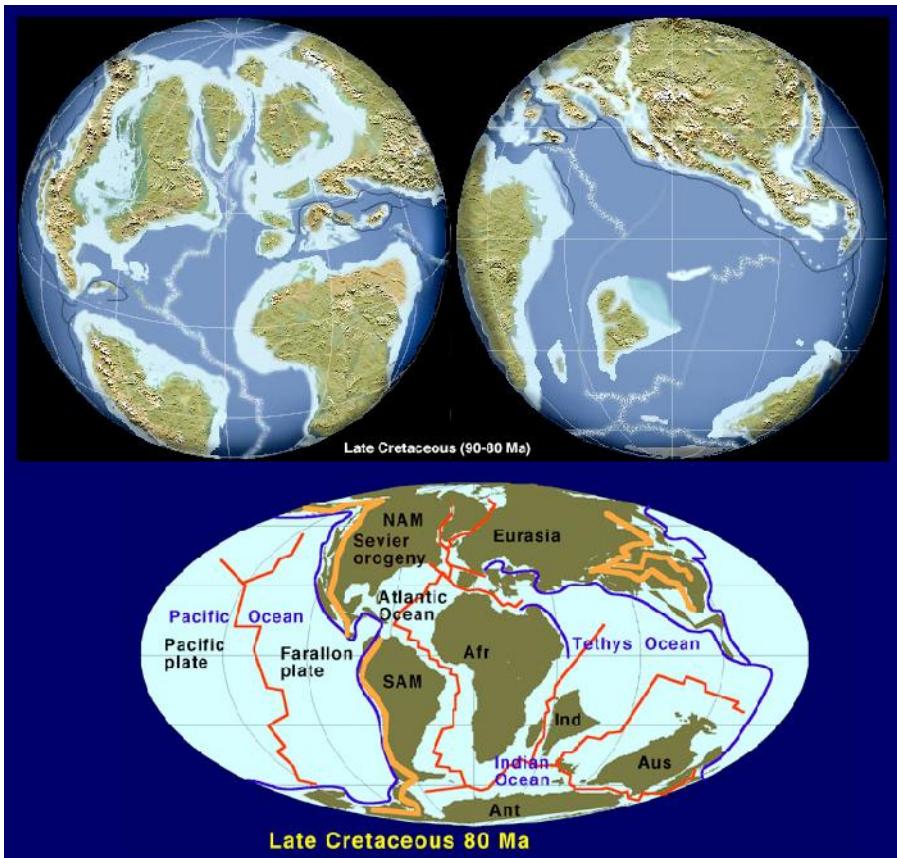
- Paleogeografska karta Zemlje

tijekom donje krede).

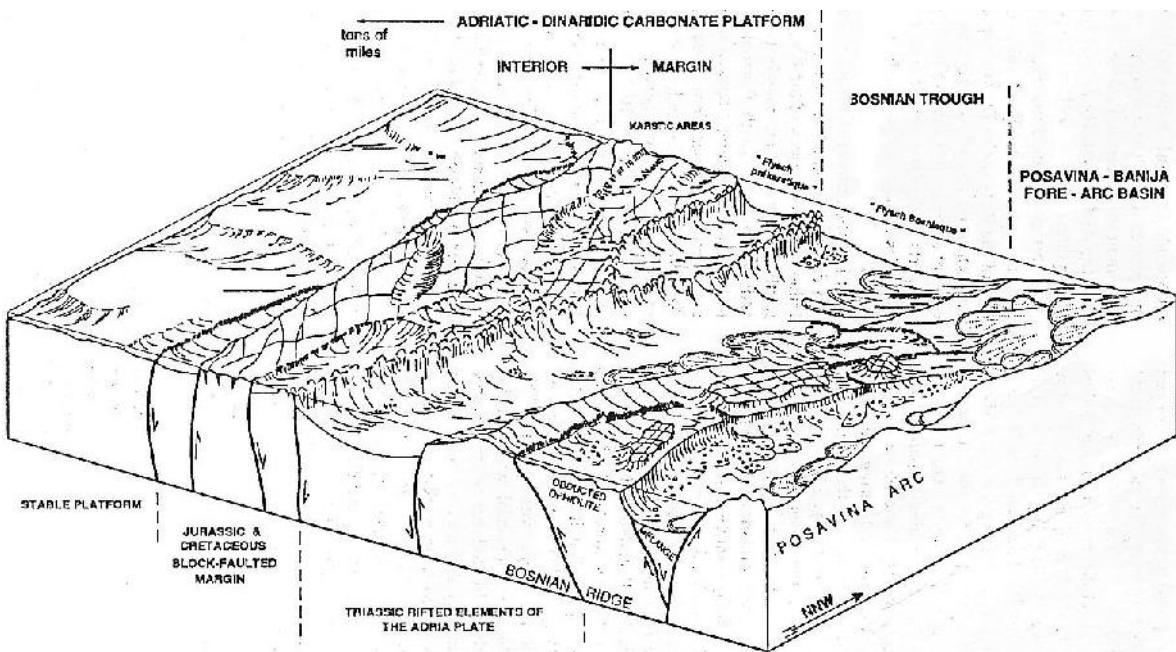
Tijekom jure, ti prostori su još bili u fazi inicijalnog riftovanja, te je u njih povremeno prodiralo more, nakon i jeg su se isparavanja formirale debele naslage evaporita. Sli na se situacija (s formiranjem evaporita) zadržala i na rubnim, plitkomorskim dijelovima tih prostora i tijekom najstarije krede. Uopće, vrlo topla klima i njena uniformnost na velikom prostoru Zemlje, evidentirana je prisutnošću u grebena i

do 30 stupnja sjeverne i južne geografske širine, kao i prisutnošću u tropskih biljaka na Grenlandu i Aljasci. Po etkom krede, u vrijeme dok su Sjeverna Amerika, Grenland i Eurazija još bili spojeni u Lauraziju, današnji Arktički ocean je bio odvojen od Altantika. Do njihova povezivanja došlo je u gornjoj kredi, kada se riftovanjem raspala veza između Sjeverne Amerike i sada - Eurazije (sl.236 - *Paleogeografska shema fragmenta dinaridskog dijela Tethysa*, Pamić et al. 1998).

Na području Tethysa, tijekom gornje jure/donje krede, zbog uznapredovalog kretanja Afrike ka sjeveroistoku, a istovremenog kretanja laurazijske ploče u smjeru kazaljke na sat, započinju subdukcijски procesi na sjevernom rubu Tethysa, tj. ispred laurazijskog kontinentalnog prostora. Dakle, daleko ispred Jadransko-Dinarske karbonatne platforme koncem jure/po etkom krede započela je subdukcija, a time i započinje zatvaranje oceanskog prostora Tethysa. Ispred te subdukcijских zone formirao se magmatski otoci i luk uz granitne intruzije i bazaltni vulkanizam, a koji se protezao daleko na istok (do današnjih područja Irana i Afganistana). Proces kompresije, tj. zatvaranje Tethysa, izazivalo je u oceanskom prostoru dinaridskog dijela Tethysa ("ocean Unutrašnjih Dinarida") snažne tektonske poremećaje, uz raskidanje oceanske kore, reversno i normalno rasjedanje, time je bilo formirano nekoliko dubokovodnih oceanskih jaraka i uzvišenja (sl.237 - *Paleogeografska shema fragmenta dinaridskog dijela Tethysa*, Pamić et al. 1998). Na tom se prostoru odvijala dubokomorska sedimentacija, a oceanska je kora (ofioliti) mjestimice bila i navrata (obducirana) na susjedne tektonske blokove, uz istovremenu metamorfozu podinskih dubokovodnih naslaga. Na taj je način itav prostor dinaridskog dijela Tethysa bio obilježen kompleksnim tektonskim pokretima, vulkanizmom, metamorfizmom, kao i složenim sedimentacijskim procesima zbog istovremene sedimentacije, kako s njegovog aktivnog kontinentalnog ruba - Laurazije, tako i s njegovog pasivnog ruba - Jadransko-Dinarske karbonatne platforme. Tijekom gornje krede dolazi do daljnje približavanje Jadransko-Dinarske karbonatne platforme Lauraziji, a što na njoj, zbog otpora laurazijskih struktura, izaziva kontrakcije prostora i izrazitiju okolišnu diferencijaciju: neki dijelovi platforme bivaju u

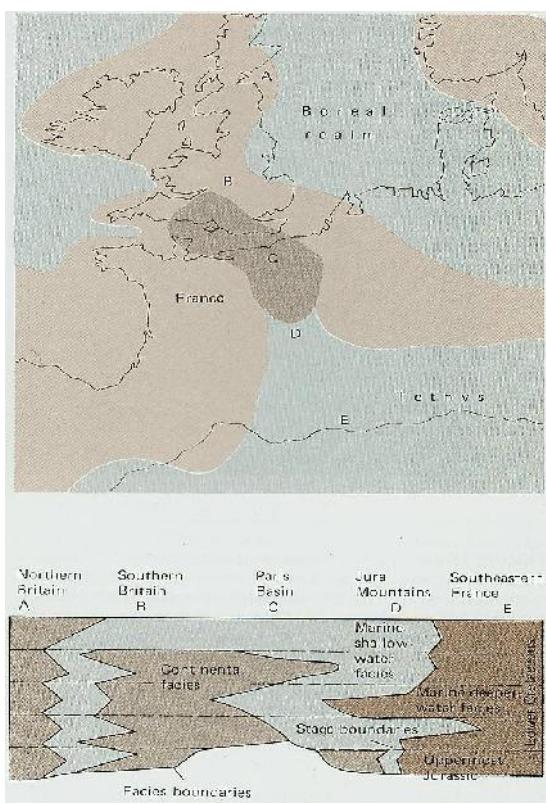


sl.236



potpunosti emergirani, neki zadržavaju plitkovodne značajke kao i do tada, a negdje se formiraju dubokovodni jarnici u kojima se talože dubokovodni vapnenci.

Na samom kraju krede, najveći dio platforme biva u potpunosti emergiran, dok samo ponegdje na platformi i dalje dijelom u stariji paleogen egzistiraju ili plitkovodni taložni uvjeti uz trend postupnog oslađivanja (npr. uvala Likva, otok Brač), ili pak dubokovodni taložni uvjeti jaraka koji se nastavljaju sve do mlađeg eocena.



talože se siliciklastiti poznati pod nazivom "Folkstone" i "Greensands" naslage (zelene od

#### 7.4.3.5. Razvoji krede

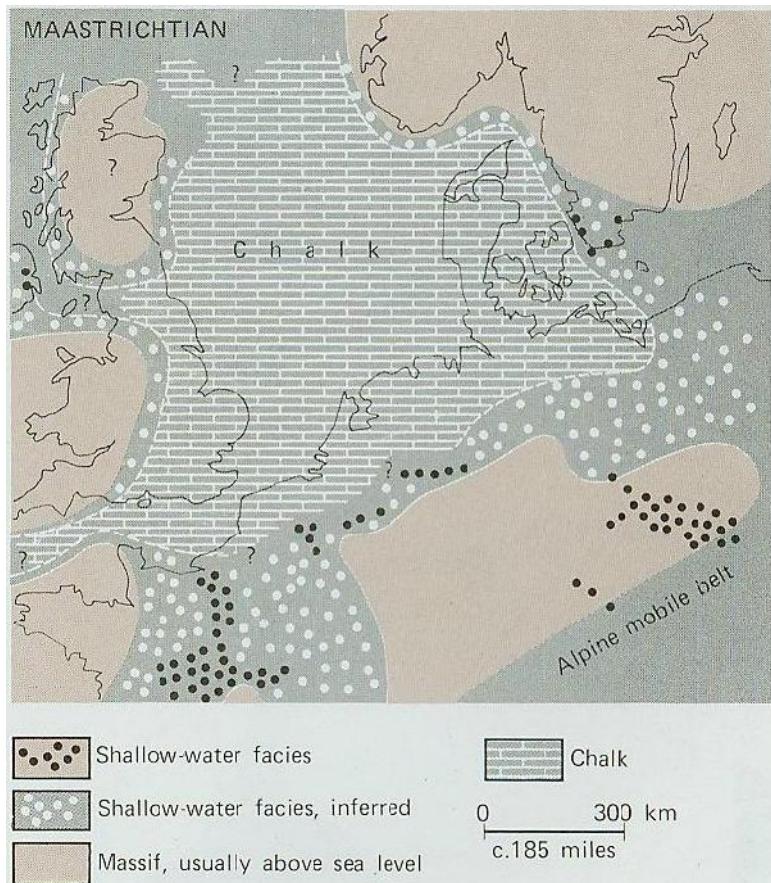
##### 7.4.3.5.1. Epikontinentalni (borealni) razvoj krede

Na prijelazu iz jure u kredu najveći dio današnje Velike Britanije, te dijelovi današnje Belgije, Francuske i Njemačke, bili su kopno (sl.238 - *Taložni uvjeti na prostoru zapadne Europe tijekom donje krede*). To je kopno razdvajalo sjeverni, borealni prostor od južnog tertijskog. Na tom se kopnenom prostoru ("Wealden bazen") taloženje odvijalo u okolišima jezera, močvara, rijeka, pustinja i delta, i s tog je prostora danas poznato bogato nalazište fosilnih kostiju dinosaura - St. Bernissart u Belgiji. Ovdje je našeno oko 20-ak skeleta dinosaura roda *Iguanodon* (smatra se da su uginuli nakon što je isušilo jezero oko kojeg su živjeli).

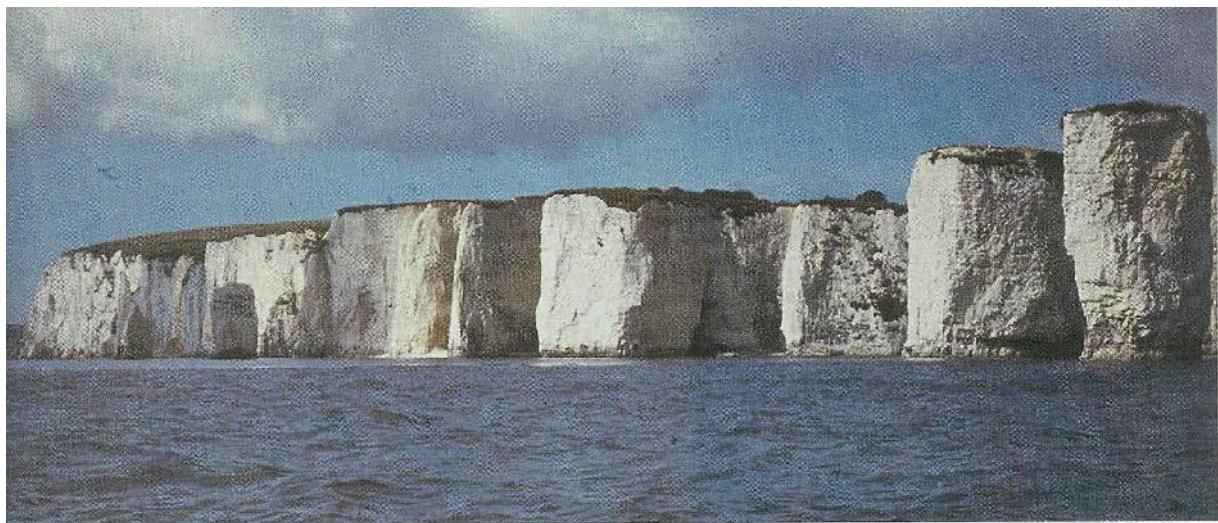
U hauteriviju s juga dolazi do transgresije na najveći dio ovog kopnenog prostora. Tijekom početne faze transgresije, na prostoru Engleske

"Folkstone" i "Greensands" naslage (zelene od

glaukonita). Kasnije, tijekom gornje krede, odnosno maksimuma transgresije, siliciklastiti postaju reducirani i vezani samo za okoliše bliže kopnu, dok se u središnjim dijelovima tog epikontinentalnog mora, na dubinama od oko 200-300 m, talože naslage "*pisa e krede*" - "*chalk-a*" (sl. 239 - *Taložni uvjeti na prostoru sjeverozapadne Europe tijekom maastrichta*) (sl. 240 - Engleske "White Cliffs of Dover" izgra uju naslage "*chalk-a*"). Prevladavaju e ju izgra uju kokoliti (75 %), a na e se dosta i ježinaca, brahiopoda, briozoa, ostrakoda, foraminifera, te školjkaša. Prisutnost ovih benti kih organizama na relativno velikim dubinama za epikontinentalna mora, ukazuje da na dnu nije vladala anoksija. Slojevi "*pisa e krede*" ritmi ki se izmjenjuju s glinovitim slojevima, a što se tuma i oscilacijama klimatskih prilika (vlažnija klima - više glinovite komponente donešene s kopna). Ovakva izmjena omogu ava vrsto u, stabilnost i nepropusnost ovih nalaga, te je stoga kroz njihov donjokredni dio, debljine oko 25 m, a koji je znatno bogatiji glinom od gornjokrednog, izbušen tunel ispod kanala La Manche koji povezuje



sl.239



sl.240

Veliku Britaniju s Francuskom.

Brzina taloženja "*pisa e krede*" bila je velika, tako da je prosje na brzina sedimentacije iznosila 15 cm tijekom 1000 godina, a što ukazuje da je prisutnost kokolitoforida bila masovna (mnogo više no danas). "*Pisa a kreda*" je mekana jer kalcitni kokoliti nisu bili podložni otapanjima (kao što je aragonit), a time i izrazitijem me usobnom "sljepljivanju". Zajednica vrsta tih kokolitoforida ne odgovara istovremenim oceanskim zajednicama kokolitoforidnih

vrsta, a što upu uje ili na izoliranost ovog prostora od oceana, ili pak na neku njegovu drugu posebnost. Taloženje pisa e krede odvijalo se istovremeno i na prostoru "Cretaceous Western Interior Seaway"-a. No za razliku od Europe, zapadno od Stijenjaka, u Pacifiku, još se odvijala subdukcija (zapo eli još u gornjoj juri) i bio je aktivan vulkanizam, tako da se unutar "chalk-a" tog prostora može naći vulanskog pepela koji sadrži minerale koji su pogodni za radiometrijska određivanja.

#### **7.4.3.5.2. Marinski (alpski, tetijski) razvoj krede**

##### **7.4.3.5.2.1. Razvoj krede u zapadnim Alpama**

Prostor zapadnih Alpa zadržao je obilježja koja je imao i tijekom jure. Dakle, mogu se razlikovati tri glavna prostora: dofinejski bazen, brijansonski prag i pijemontsko korito

Tijekom krede unutar dofinejskog taložnog prostora taložili su se laporoviti vapnenci i latori s radiolarijama, kalpcionelama i amonitima. Ipak, tijekom gornje krede više dolazi do izražaja terigena komponenta fliških karakteristika, mjestimice ima i vapnenaca s rudistima, a i lignita. Na švicarskom dijelu dofinejskog prostora (helvetski pojas), donja je kreda klasti na, dijelom i plitkovodna, vapnena ka s rudistima *Requienia* i *Toucasia* ("urgonski facijes"), a u gornjoj kredi najprije dolaze glaukonitni "*turrilites-slojevi*", zatim foraminiferski vapnenci i na kraju latori i glaukonitni pješ enjaci i vapnenci.

Brijansonski prostor je tijekom krede uglavnom bio emergiran, i tek je u senonu bio preplavljen kada se tu talože pušinski vapnenci s globotrunkanama.

U pijemontskom prostoru, u donjem dijelu dolaze radiolariti, sjajni škriljavci ("Schistes lustres") i ofioliti, te je granica prema juri nejasna. U gornjoj kredi taloži se "*helmintoidni fliš*" (dubokovodni sediment), nazvan po tragovima organizama nejasne porijekla (*Helminthoides*).

Na francuskom prostoru zapadnih Alpa u donjoj kredi također se javlja "*urgonski facijes*" (južna Francuska), a u gornjoj kredi ima i dubokovodnih laporovitih vapnenaca crvene boje s globotrunkanama ("*Couches rouges*").

##### **7.4.3.5.2.2. Razvoj krede u sjevernim vapnenakim Alpama**

Na dijelu ovog prostora koji se nastavlja na dofinejski pojas zapadnih Alpa, itava kreda je uglavnom fliških karakteristika (latori, pješ enjaci, pjeskoviti vapnenci) s amonitima, foraminiferama, školjkašima i dr.

Mjestimice na ovom prostoru nedostaju naslage gornjeg turona zbog izdizanja kojeg su lateralno pratile istovremena formiranja nekoliko taložnih bazena. U njima su se tijekom senona taložili različiti tipovi klastita (latori, pješ enjaci, konglomerati), plitkovodni vapnenci u okviru krastih rudistnih grebena, dubokovodni vapnenci s globotrunkanama, a prisutni su i prekidi u sedimentaciji. Prema mjestu Gosau koje se nalazi na prostoru jednog od tih bazena, ove naslage se nazivaju "*gozavske naslage*".

##### **7.4.3.5.2.3. Razvoj krede u južnim vapnenakim Alpama**

Na alpskom prostoru Italije donja je kreda predstavljena dubokovodnim, kalpcionelidnim vapnencima s rožnjacima ("*Biancone vapnenci*"), a taloženja dubokovodnih vapnenaca

nastavlja se i u gornjoj kredi. U senonu se talože crvenkasti i sivi ploasti vapnenci sa globotrunkanama - "Scaglia cinera". Ima i drugih naziva za skalju, ovisno o boji: "Scaglia rossa", "Scaglia bianca", "Scaglia rosata". Skalja naslage su litološki i vremenski ekvivalent francuskih "Couches rouges".

#### **7.4.3.5.2.4. Razvoj krede u Dinaridima**

Na južne Alpe se prema jugoistoku nastavlja prostor Dinarida. Od gornjeg dijela donje jure na prostoru sjeveroistočnog dijela Jadransko-Dinarske karbonatne platforme zapravo je produbljavanje imalo do tada plitkovodni prostor platforme poprimio značajke dubokovodnog prostora uz taloženje pustinjskih, bazenskih naslaga. Ispred tog dubokovodnog prostora potopljene platforme nalazio se otvarajući oceanski prostor dinaridskog dijela Tethysa. Ista paleogeografska situacija se nastavila i u kredi, no uz bitnu razliku, a to je da se tijekom krede odvijalo postupno sužavanje i zatvaranje dinaridskog dijela Tethysa.

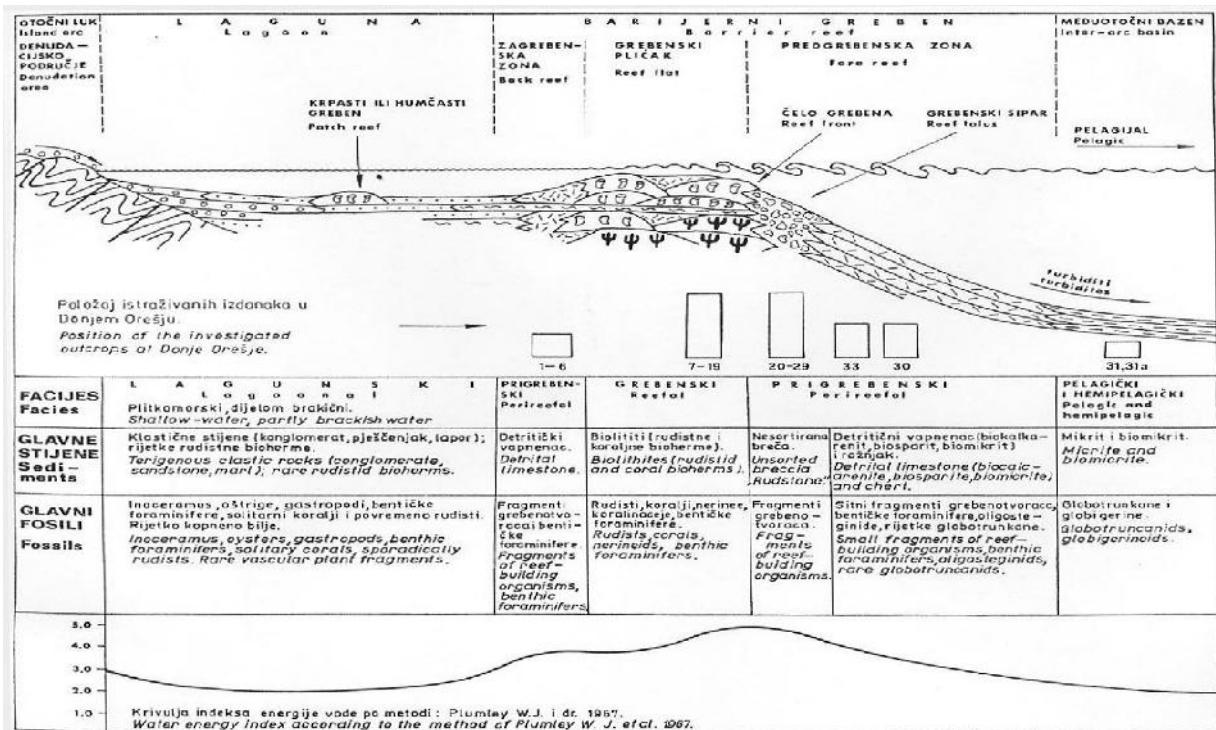
##### **7.4.3.5.2.4.1. Unutrašnji Dinaridi**

Iz dubokovodnog prostora smještenog ispred Jadransko-Dinarske karbonatne platforme (pasivni kontinentalni rub) danas su u Hrvatskoj poznate donjokredne naslage slijedećih facijesa:  
a) Fliš - na gornjojurske dubokovodne vapnence s kalzionelama taložili su se sivi pješčenjaci, grauvake, radiolariti, lapori i vapnenački breksi. Breksi sadrže foraminifere *Sabaudia minuta*, *Cuneolina camposauri*, *Orbitolina* sp. Fosilni sadržaj ovih naslaga ukazuje na starost do maksimalno donji alb. Ovakve naslage prisutne su na površini na području Banije (između Zrinske i Petrove gore). Donjokrednog fliša, te gornjokrednih riječnih i deltnih klastita ima i na Medvednici i Ivanšiću.

b) Facijes vapnenaca - aptiški vapnenci berijasa mogu se naći na prostoru Bregane. Litološki u potpunosti odgovaraju podinskim gornjojurskim vapnencima. To su tankopasti dubokovodni vapnenci i laporoviti vapnenci s rožnjacima i kalzionelama. c) Vulkanogeno-sedimentna serija - istovrsne je građe kao i ona taložena tijekom donje jure. U kredi su značajne pojave granita i metamorfita na Moslavu kojeg gori, a granita i efuziva na Požeškoj gori.

Oko otoka koji su se nalazili unutar oceanskog prostora dinaridskog dijela Tethysa, taložile su se tijekom krede (a i jure) naslage različitih facijesa (sl.241 - *Paleookolišni profil uz rubove otoka iz dinaridskog dijela Tethysa* - Polšak, 1979): a) Lagunski facijes - izgrađuju ga bazalni konglomerati, krupnozrnati pješčenjaci, breksi, vapnenci, lapori i laporoviti vapnenci. Naslage ovog miješanog marinsko-terigenog facijesa taložene su u lagunskim prostorima uz otoke dinaridskog dijela Tethysa. b) Facijes grebenskih vapnenaca - naslage ovog facijesa taložile su se u grebenskim okolišima koji su mjestimice obrubljivali otoke dinaridskog dijela Tethysa. Izgrađuju ga mnogobrojne vrste rudista. U senonskom grebenском kompleksu Donjeg Orešja dolaze različite vrste roda *Vaccinites*, te foraminifere *Orbitoides media* (sl.242 - *Orbitoides media*, povećanje 30x) i *Siderolites calcitrapoides* (sl.243 - *Siderolites calcitrapoides*, povećanje 25x). c) Fliš - manje-više istovrsnog litološkog sastava, kao i donjokredni. U laporima su česte globotrunkane, npr. *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana ventricosa*, itd. (sl.244 - *Globotruncana ventricosa*, povećanje 90x). Naslaga ovog facijesa ima na prostoru Samoborske gore, Žumberačke gore, Medvednice, na Baniji, JI od Karlovca (dolina Korane).

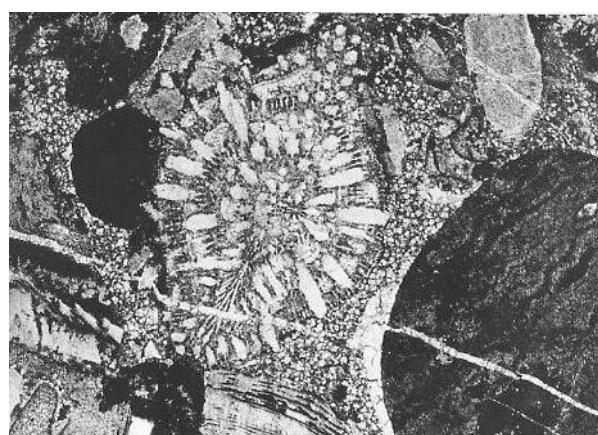
d) Facijes lapor, laporovitih vapnenaca i vapnenaca s rožnjacima ("Scaglia") - naslage ovog facijesa taložile su se u dijelovima tložnog prostora koji su bili dalje od dosega turbidnih (mutnih struja) kojima je taložen facijes fliša. Uz globotrunkane, unutar laporu esti su i otisci školjkaša *Inoceramus*.



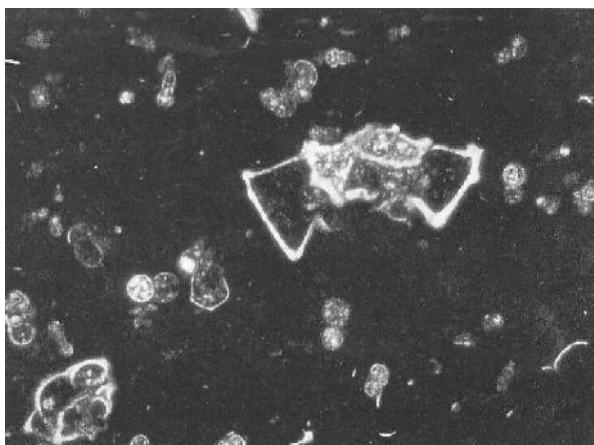
sl.241



sl.242



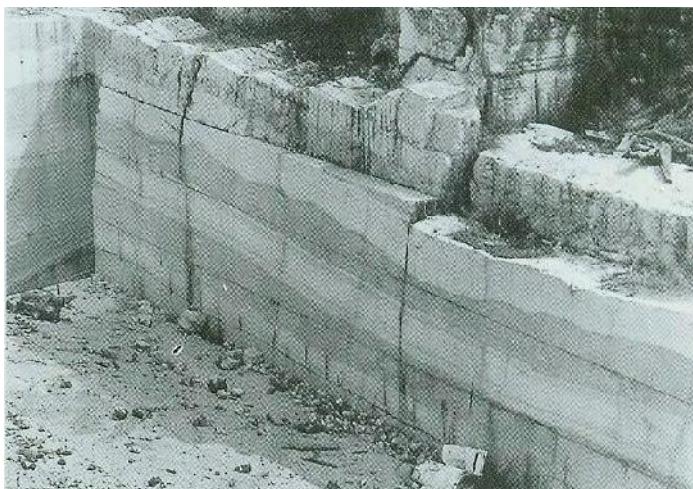
sl.243



sl.244

#### 7.4.3.5.2.4.2. Vanjski Dinaridi

Na prijelazu iz jure u kredu, zbog globalnog sniženja morske razine (koje se nastavljalo još iz gornje jure), na prostoru Jadransko-Dinarske karbonatne platforme dolazi do izrazitije evaporizacije, a time i do mjestimi ne ranodijagenetske dolomitizacije vapnena kih naslaga. To se lijepo može vidjeti u berijskim naslagama kraj Rovinja (sl.245 -



sl.245

slijedovima opli avanja naviše. U naslagama mla eg slijedova opli avanja naviše u peritajdalnim naslagama valanginija kod Šoši a - Veli et al., 1995) dolazi alga *Salpingoporella annulata*, *S. pygmaea*, *S. istriana*, te foraminifere *Vercorsella camposaurii*, *V. scarsellai*, itd. Izmjenjuju se peloidno-intraklasti ni grijnstoni s LLH-stromatolitima. Unutar slijedova opli avanja naviše hauerivija Limske drage, a koje izgra uju stilolitizirani madstoni koji se izmjenjuju s LLH-stromatolitima i emerzijskim bre ama, dolaze alge *Clypeina solkani*, *Salpingoporella annulata*, te foraminifere *Campanellula capuensis*, *Mayncina bulgarica*, itd. Sli no su gra eni i ciklusi opli avanja naviše barema Limske drage. Ovdje unutar pojedina nog slijeda opli avanja, nakon fenestralnih madstona, slijede LLH- stromatoliti, a zatim i plimne ili olujne bre e. Prisutne su alge *Salpingoporella melitae*, *S. muehlbergii*, *S. genevensis*, te foraminifere *Sabaudia minuta*, *Vercorsella scarsellai*, *Novalesia distorta*, *N. cornucopia*, *Debarina hahounerensis*, *Praechrysalidina infracretacea*, itd.

distorta, *N. cornucopia*, *Debarina*

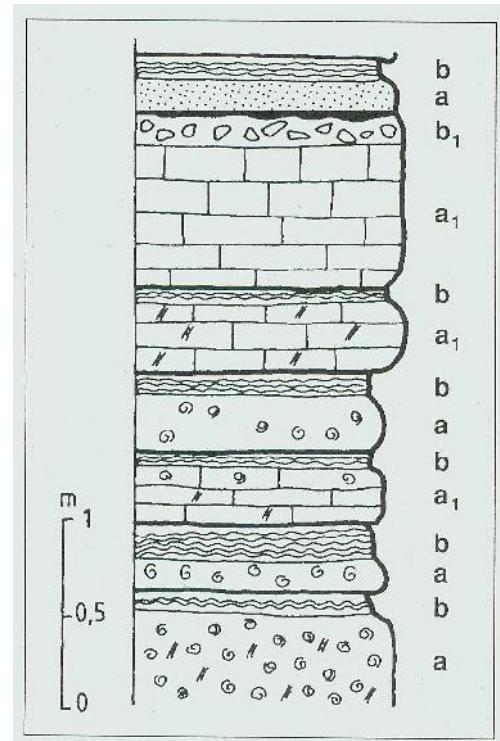
*hahounerensis*, *Praechrysalidina infracretacea*, itd. U takvim baremskim vapnencima na otoku Veli Brijun na eni su otisci stopa dinosaure (sl.247 - *Otisci stopa dinosaure s Velog Brijuna*), a na zapadnoj obali Istre, unutar naslaga mo varnih okoliša, i dijelovi njihovih kostura (sl.248 - *Kosti dinosaure sa podru ja Bala, zapadna Istra*).

Po etkom apta, na prostoru Istre (a i itave platforme), zabilježena je epizoda regionalnog produbljavanja taložnog prostora uz taloženje dubljevodnijih lagunskih vapnenaca ("Istarski žuti") sa slabim pu inskim utjecajima. Unutar ovih naslaga esti su kuglasti onkoidi s jezgrom od alge *Bacinella irregularis*



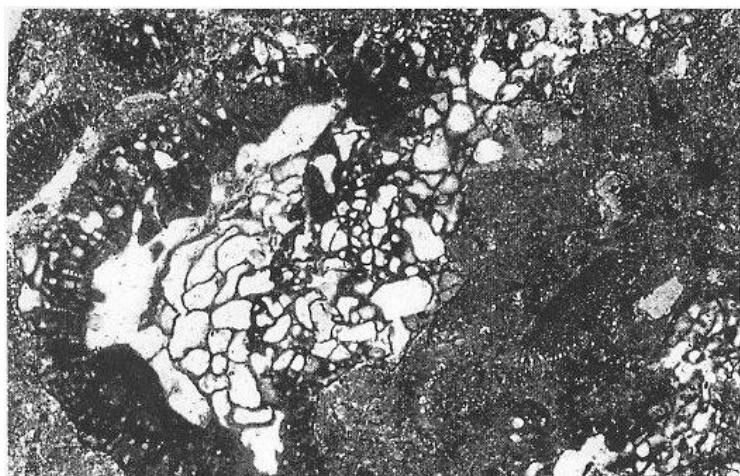
sl.247

kamenolom "Fantazija" - "fantazija" dolomiti). Tako er, mjestimice dolazi i do kratkotrajnog okopnjavanja uz formiranje tankih desikacijskih bre a oko granice jura-kreda. Nakon ove plitkovodne epizode (berijas-stariji valanginij), globalna morska razina postupno raste. No ipak, i u mla em valanginiju, pa i tijekom barema, morska razina je još uvijek relativno niska, pa se taložni okoliši izmjenjuju od plitkog subtajdala do supratajdala (peritajdal), uz kratkotrajne emerzije i uz taloženje vapnenaca sa estim Valanginija kod Šoši a (sl.246 - *Primjer*



sl.246

(sl.249 - *Bacinella irregularis*, pove anje 15x). Tako er, ima i rudista - *Requienia ammonia*, algi - npr. *Salpingoporella dinarica*, i mnogobrojnih primjeraka foraminiferskih vrsta - npr. *Palorbitolina lenticularis* (sl. 250 - *Palorbitolina lenticularis*, pove anje, 20x) i *Praeorbitolina cormyi*. Nasuprot tim donjoaptskim zbivanjima, gornji apt je karakteriziran brzim opli avanjem taložnog prostora što rezultira kona nom emerzijom tijekom donjeg alba. Sve ove faciesne zna ajke prisutne su unutar naslaga šireg prostora sela Dvigrad i Kanfanar (sl.251 - Korelacija istovremenih naslaga



sl.249

*parva*, *Cuneolina pavonia*, *Nezzazatinella picardi*, itd. Tijekom tog dijela alba tako er prevladavaju peritajdalni okoliši uz taloženje plitkovodnih vapnenaca esto izraženih olujnih karakteristika (npr. uvala Banjole, južno od Pule).

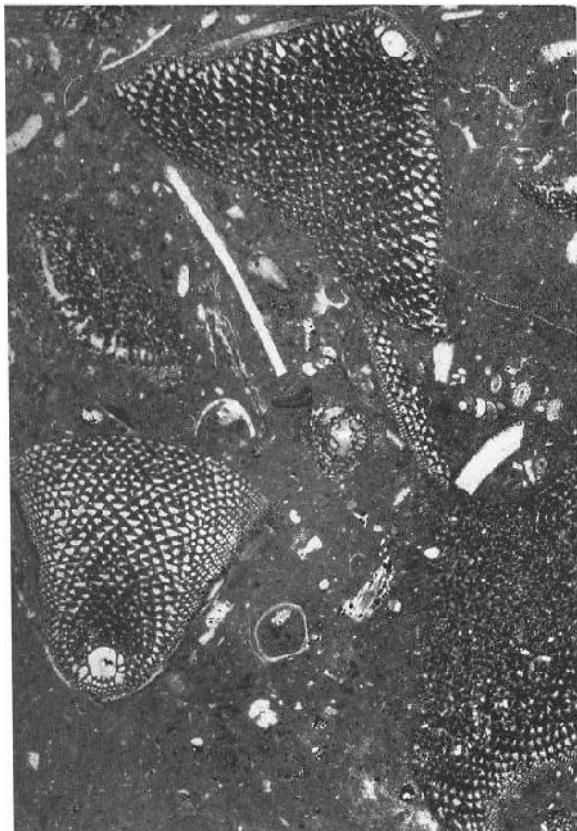
Po etkom cenomana, koji je obilježen nalazima foraminferske vrste *Orbitolina conica*, dolazi do lokalnih produbljavanja taložnog prostora uz taloženje sitnog rudistnog kršja. Na lokalnim, lateralno smještenim uzvišenjima formiraju se rudisti grebeni (biostrome) s kojih se spira rudisti detritus u taj dubljevodniji prostor. Ovi grebeni tijekom donjeg i srednjeg cenomana progradiraju preko tih dubljevodnih prostora formiraju i izrazite rudistne klinoforme na kojima se nalaze rudistne biostrome (sl.252 - Shema taložnih zbivanja tijekom cenomana - Vlahovi et al., 2003) (npr. kamenolom Vinkuran, južno od Pule). Od rudista dolaze razli ite vrste rodova *Gyropyleura*, *Monopleura*, *Ichthyosarcolites*, *Sauvagesia*, *Radiolites*, *Praeradiolites*, školjka *Chondrodonta joannae*, te foraminferska vrsta



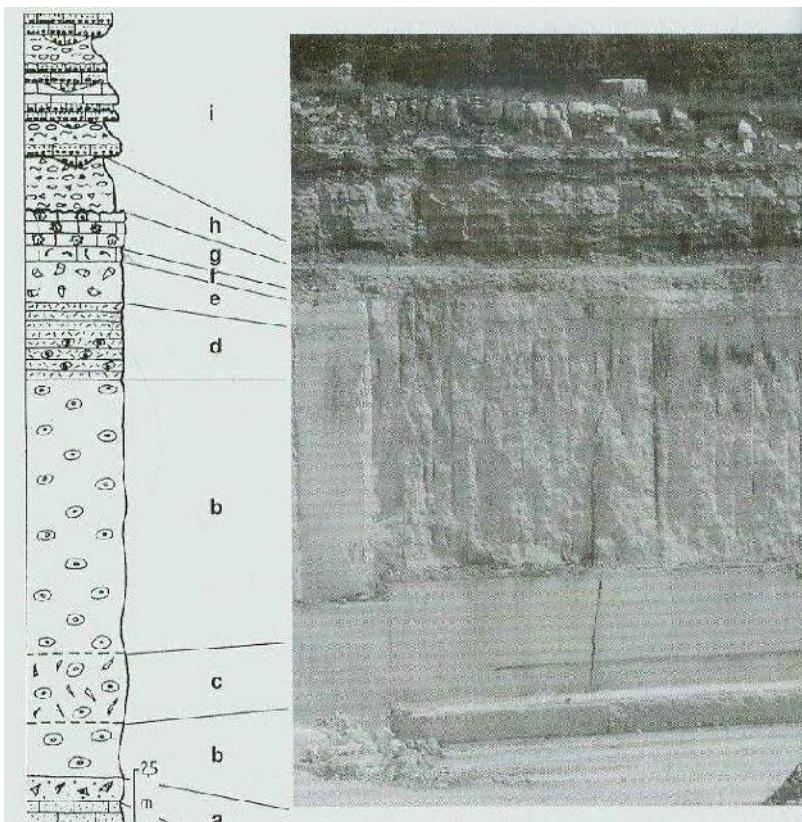
sl.248

okolice Dvigrada (geološki stup) i kamenoloma Kanfanar, "Istarski žuti" je ozna en slovom b - Veli et al., 1995).

Sredinom alba, transgresija zahva a šire podru je Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, te su na otoku Veli Brijun i unutar naslaga iz tog razdoblja prisutni tragovi dinosaure. Prisutne su i mnogobrojne foraminferske vrste kao npr.: *Valdanhella dercourtii*, *Neairaquia insolita*, *Nummoluculina heimi*, *Cuneolina*



sl.250



sl.251

dijelova kao npr. na sjevernom dijelu Istre). Unutar dubokovodnih naslaga esti su amoniti *Vascoceras* i *Acanthoceras*. Od pu inskih formi dolaze *Pithonella ovalis* (sl.253 - *Pithonella ovalis*, pove anje 80x), te razli ite globotrunkane, globigerine i radiolarije (npr. obalni pojasi oko Medulina).

Po etkom gornjeg turona globalni morski nivo opada, pa se sve do kraja santona u Istri odvija plitkovodno taloženje vapnenaca, u starijem dijelu ovog razdoblja sa slijedovima opli avanja naviše, a u mla em dijelu, s estim rudistnim kokinama koje sadrže razli ite vrste radiolitida, hipuritida i vakcinitida.

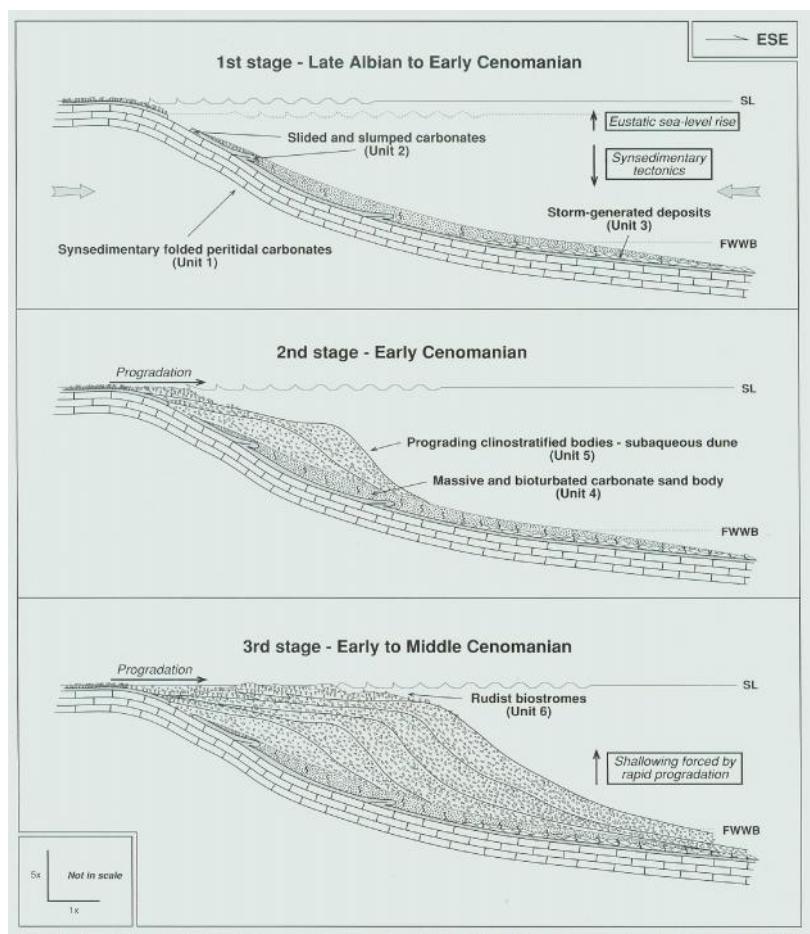
Vapnenci donje krede

### *Chrysalidina gradata*.

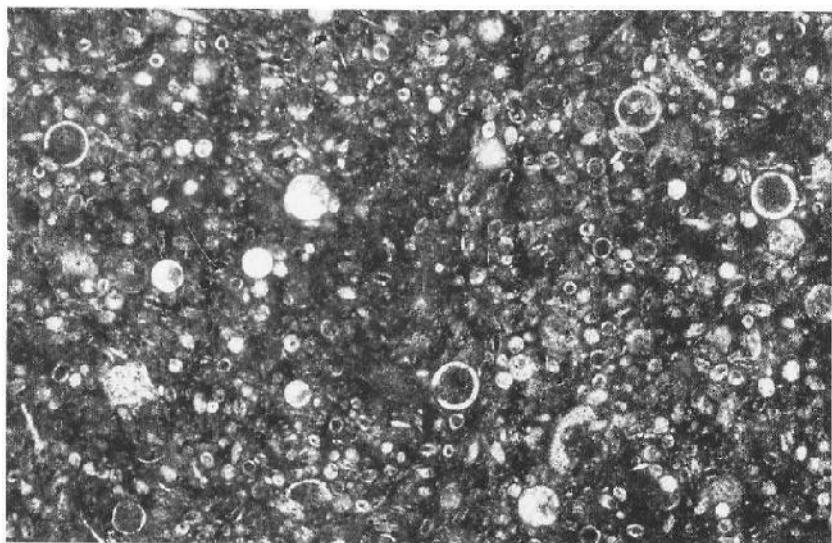
Unutar tako gra enih rudistnih naslaga gornjeg cenomana na otoku Fenoliga tako er su na eni otisci tragova dinosaure.

U najmla em dijelu cenomanskih vapnenaca prisutne su nodule i le e rožnjaka, te radiolarije i spikule sružvi (npr. obala Premanture, južno od Pule), a što ukazuje na postupno sve izraženiji utjecaj dubokovodnog prostora.

Po etkom turona, zbog globalnog povišenja morskog nivoa, itava Jadran-Dinarska karbonatna platforma biva potopljena (osim nekih istovremeno izdižu ih



sl.252



sl.253

odgovaraju onima s prostora Istre. Ipak, za razliku od Istre, na ovim prostorima gornjoalbska emerzija nije tako izrazita, nego se manifestira s nekoliko "kra ih" emerzijskih horizonata obilježenih emerzijskim breama i/ili laporima, između kojih su vaspenci s foraminiferom *Orbitolina texana* (sl.254 - *Orbitolina texana*, povećanje 15x).

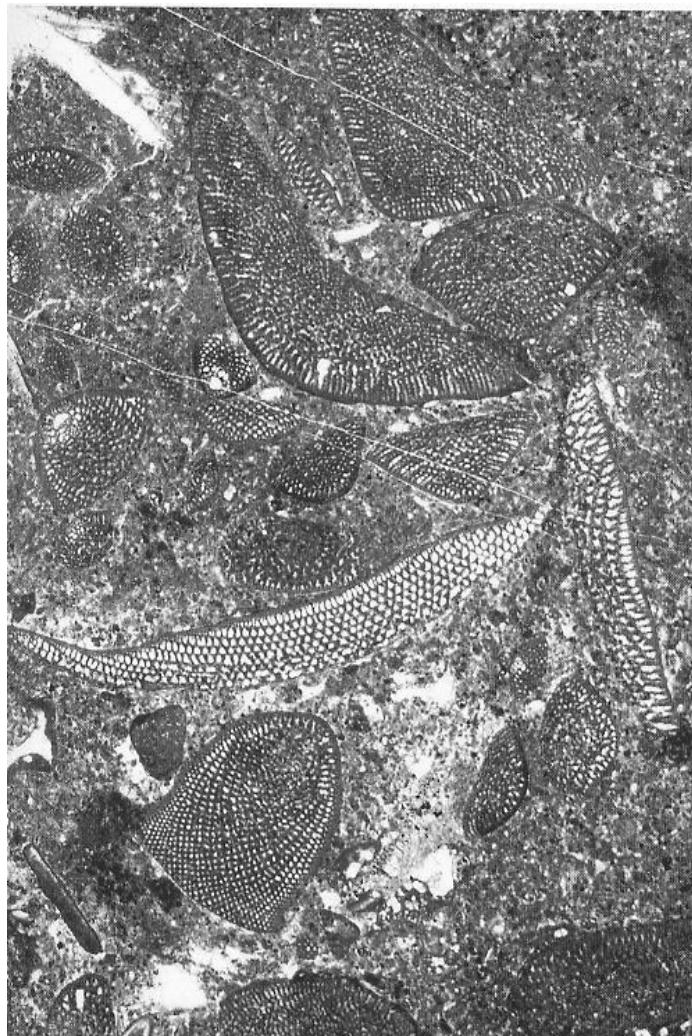
Na području Dalmacije gornjokredne naslage lijepo su razvijene na otoku Braču, gdje je unutar njih izdvojeno nekoliko neformalnih litostratigrafskih jedinica-formacija (sl.255 - Litostratigrafske jedinice otoka Brača - Gušić & Jelaska, 1990).

1) Formacija Milna – unutar ove formacije moguće je izdvojiti tri cjeline; a) donji: građen od uzastopnih slijedova opipljavnja naviše; pekston/grejnston – vekston – laminit; b) srednji: građen od dolomita (dolomitizirani donji lan); c) gornji: građen od izmjene laminita i vekstona s hondrodontnim i rudistnim kokinama. Cenoman.

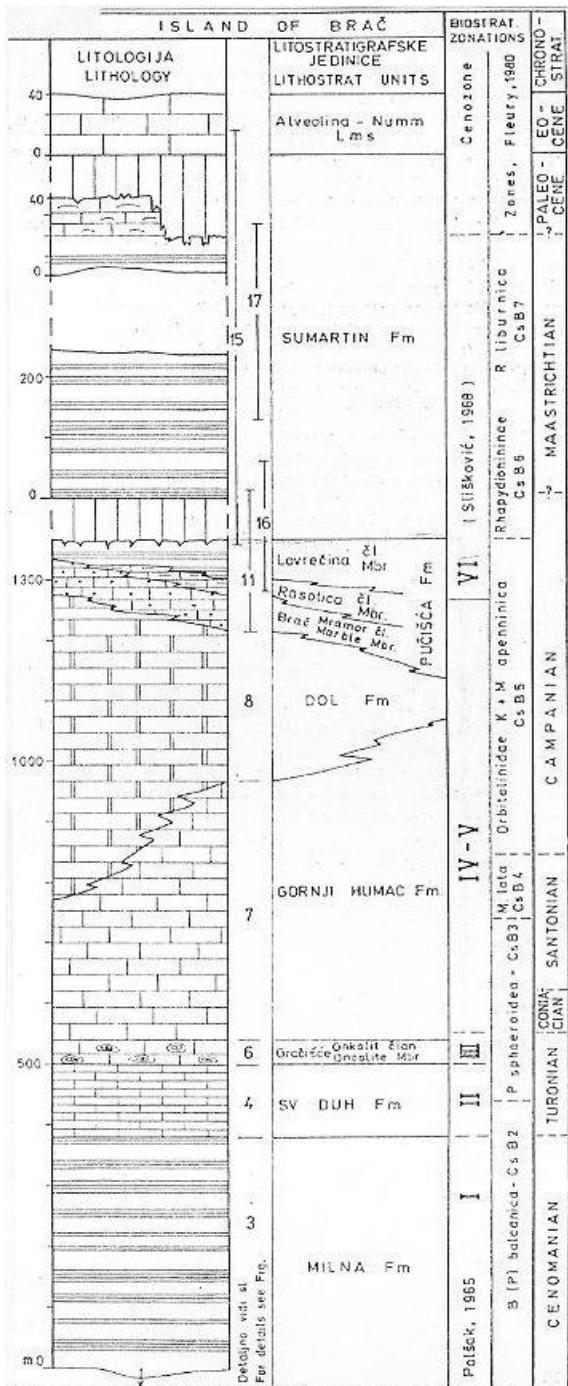
2) Formacija Sveti Duh – dubljevodni madstoni i vekstoni s kalcisferama, pitonelama, kršjem bodljikaša i spikulama spužvi. Donji turon. Ovo je prva kredna taložna "puinska epizoda".

3) Formacija Gornji Humac – u donjem dijelu ove formacije izdvojen je lan "Onkoliti Građe". Jezgre onkoida su krhotine školjkaša, mali puževi ili baćine. Iznad ovih onkolita slijede vaspenci građeni od izmjene laminita, vekstona s taumatoporelama i eolisakusima,

na prostoru Gorskog kotara površinski izdanjuju na manjem broju izdanaka, esto su tektonski izrazito poremeđeni i prekriveni vegetacijom pa je njihovo praćenje otežano. Na području Dalmacije (Dalmatinska zagora, Svilaja, otok Mljet), vaspenci donje krede površinski su zastupljeniji. Facijesne karakteristike donjokrednih vaspnenaca sa svih tih prostora uglavnom

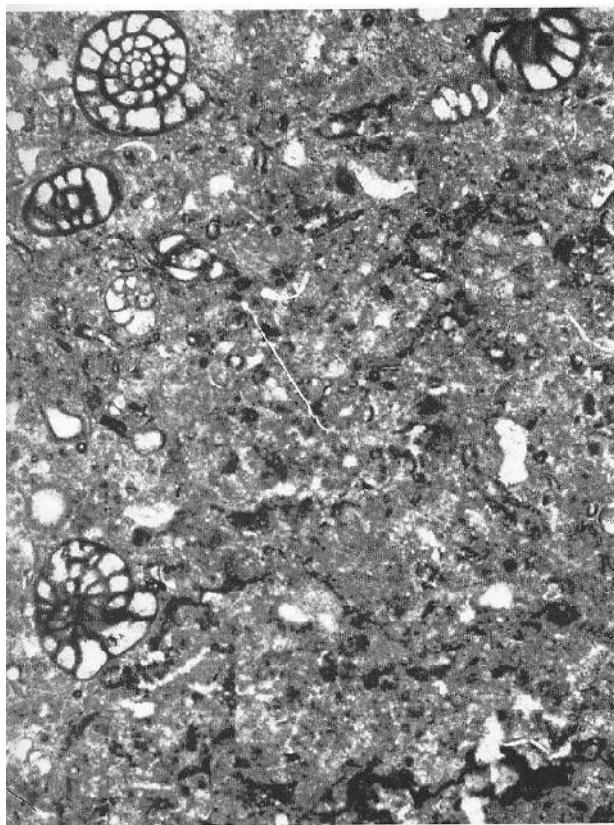


sl.254



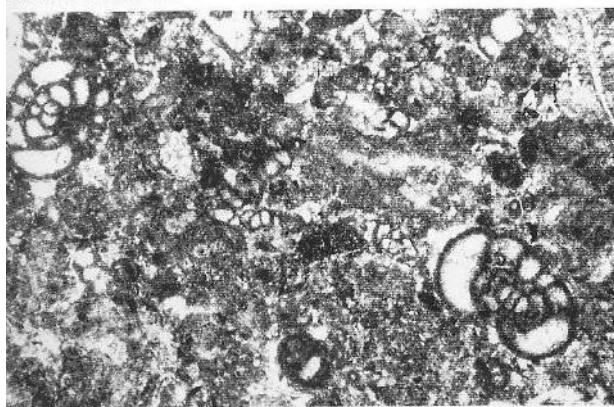
foraminifersko-peletnih vekstona i rudistnih zona. Unutar foraminfersko-peletnih vekstona este su foraminifere: *Montcharmontia apenninica* (sl. 256 - *Montcharmontia apenninica*, pove anje; gore 50x, dolje 70x), *Scandonea samnitica* (sl.257 - *Scandonea samnitica*, pove anje 30x), *Murgella lata* (sl.258 - *Murgella lata*, pove anje 20x), *Keramosphaerina tergestina* (sl.259 - *Keramosphaerina tergestina*, pove anje 10x), *Accordiella conica* (sl.260 - *Accordiella conica*, pove anje; lijevo 40x, desno 35x) i *Dicyclina* (sl.261 - *Dicyclina*, pove anje; gore 30x, dolje 10x). U donjem dijelu prevladavaju prva dva varijeteta, a u gornjem druga dva. Konjak-donji kampan.

4) Formacija Dol – izgra uju je madstoni-



vekstoni s kalcisferama, pitonelama, globigerinama s ulošcima bioklasti nih vapnenaca tipa pekston do grejnston. Debljina ovih uložaka može biti do nekoliko metara. Fragmenti u ovim ulošcima su od rudista, foraminifera i algi koralinaceja. Unutar ove formacije nalazi se i nekoliko rudistnih biostroma kojima ova formacija i završava. Ovo je druga puinska epizoda. Donji-srednji kampan.

5) Formacija Pu iš a – unutar ove formacije



**sl.256**

moguće je izdvojiti tri lana. a) Brački "mramori" - građeni od različitog skeletnog kršja u izmjeni sa rudistnim grejnstonima, b) Rasotica - izgrađuju je rudistne biostrome i rudistne kokine, te rudisti do rudistno-foraminiferski floatstoni. Matriks kod vapnenaca ovog lana je tamnih nijansi, pa se bijele ljušturi rudista lijepo ističu. Stoga je ovaj kamen u svijetu cijenjen po svojim arhitektonskim kvalitetama, c) Lovreina - izgrađuju je foraminfersko-bioklastični vekstoni i pekstoni u izmjeni s laminitima (LLH-stromatolitima), ine i time slijedove opili avanja naviše. Srednji-gornji kampan. Krajem kampana ovdje dolazi do emerzije, ali za razliku od Istre, položenje se obnavlja po etkom matrihta.

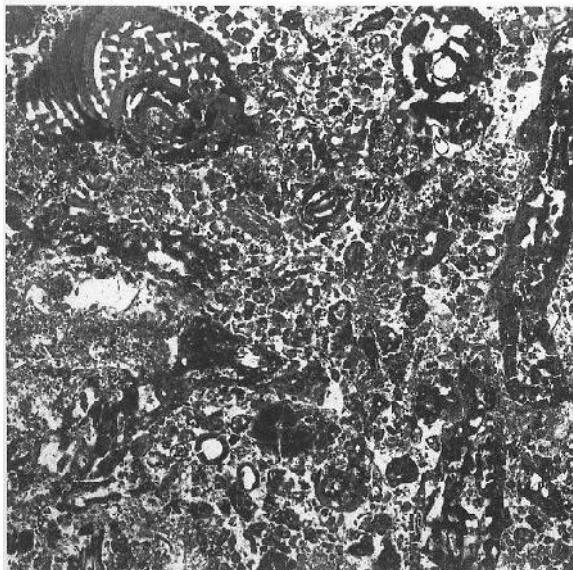
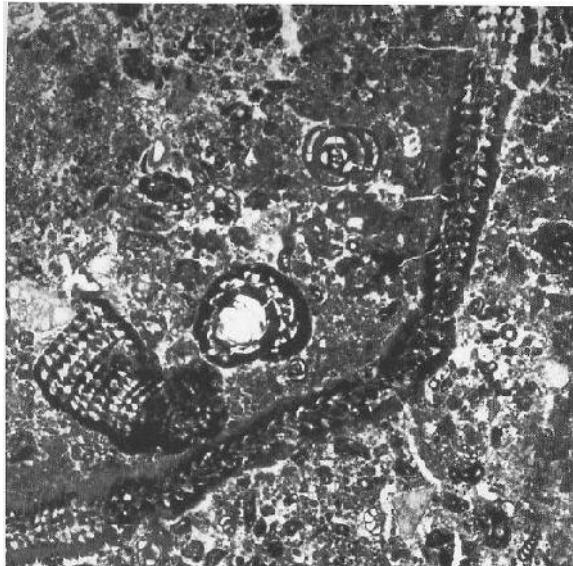
6) Formacija Sumartin - uglavnom je



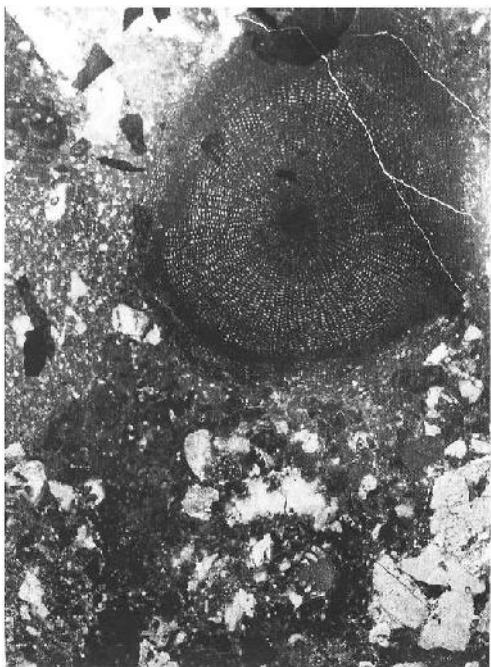
sl.257

izgrađena od dolomitiziranih rudistno-foraminferskih i laminitnih vapnena kih varijeteta, koji se izmjenjuju s madstonima i vekstonima laminirane ili masivne građe. Osta je foraminifera *Rhynchonella liburnica* (sl.262 - *Rhynchonella liburnica*, povećanje 30x). U vrhu ove formacije dolaze slijedovi opili avanja što ukazuje na sniženje morske razine.

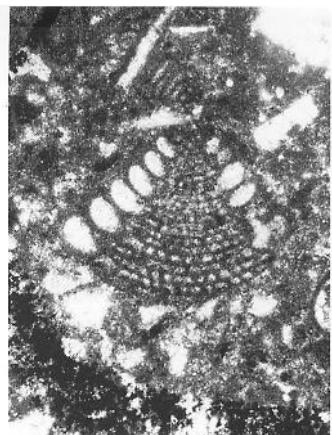
Krajem matrihta dolazi do izrazite kontrakcije, razlamanja i izdizanja prostora Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, a što u kombinaciji s globalnim sniženjem morske razine, dovodi do emerzije na većini njenog prostora. Ipak, mjestimice se na takvoj razlomljenoj i kontrahiranoj platformi nastavlja kontinuirana sedimentacija i u paleogen. Tako, npr. nakon zadnjeg sloja s rudistima, u uvali Likva na Braču, marinski se okoliš mijenja, te postaje jezerski, bohat i slatkovodan. Ove vršne naslage marinskog matrihta sa sekvenscijama opili avanja, te starijeg bočatog do slatkovodnog paleocena u kontinuitetu, nazivaju se "kozina naslage" (ime prema tipskom lokalitetu Kozina u slovenskom primorju). U paleocenskom dijelu bogate su organskom materijom i oogonijima



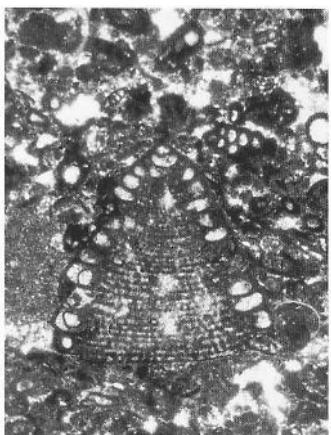
sl.258



sl.259

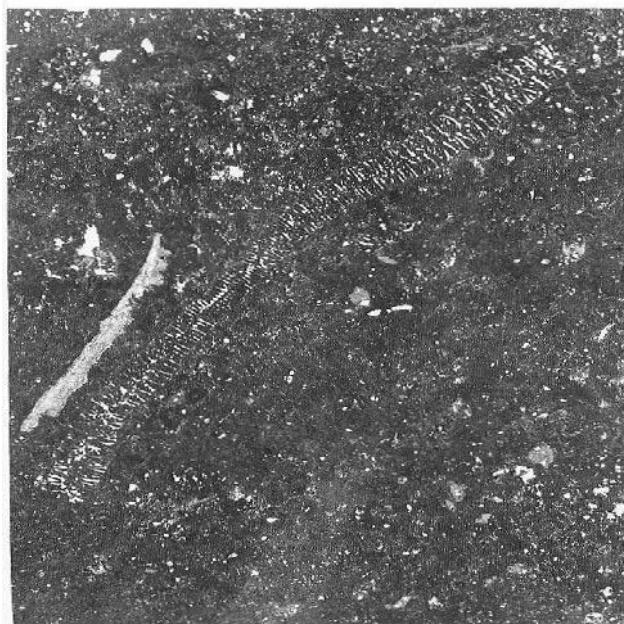
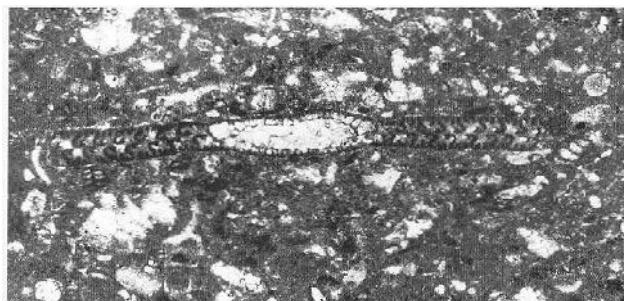


hara. Nakon "kratkotrajne" emerzije, napredovanjem donjoeocenske transgresije diže se nivo podzemnih voda na emergiranom gornjokrednom kopnu,ime se mjestimice u udubljenjima gornjokrednog reljefa formiraju jezera. U njima se tijekom gornjeg paleocena i donjeg



sl.260

eocena odvija slatkovodno do braki no taloženje bogato organskom materijom, tj. istovrsnih facijesnih karakteristika kao što su bile one iz starijeg paleocena. To su "*liburnijske naslage*". Napredovanjem transgresije te preplavljuvanjem



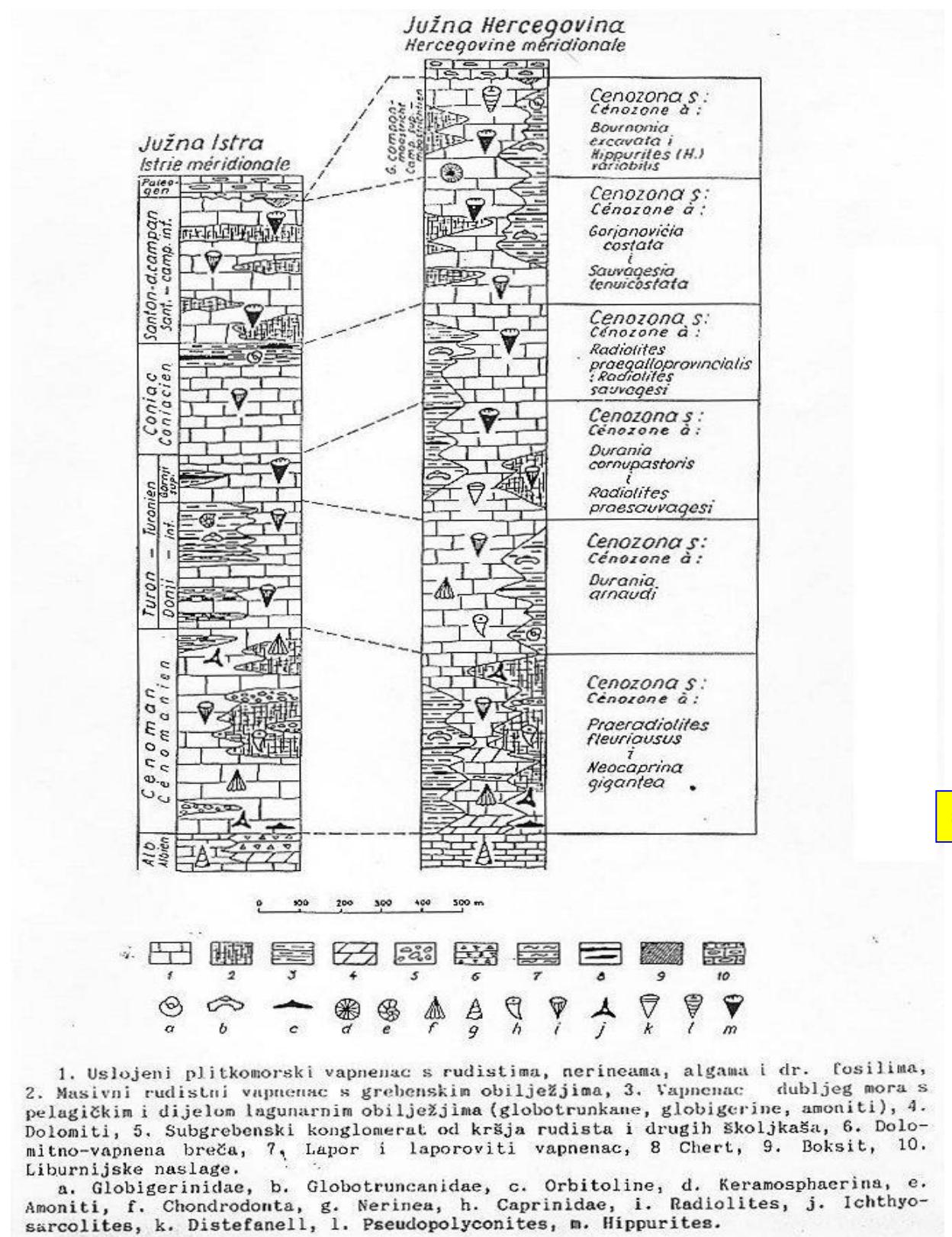
sl.261



sl.262

kopna i tih jezera, zapo inje taloženje marinskih foraminiferskih vapnenaca. Na granici kredni vapnenci-eocensi vapnenci, zbog dugotrajnih kopnenih uvjeta, na mnogim mjestima Dinarida nastala su ležišta boksita. Gornjokredna emerzija Jadransko-Dinarske karbonatne platforme zapo eli je prije na prostoru današnje Istre nego u prostoru današnje Dalmacije. Stoga u Istri

nedostaje gornjokredna rudistna cenozona *Bournonia excavata* (sl.263 - Rudistne cenozone gornje krede - Polšak & Sliškovi , 1966).



1. Uslojeni plitkomorski vapnenac s rudistima, nerineama, algama i dr. fosilima,
2. Masivni rudisti vapnenac s grebenskim obilježjima, 3. Vapnenac dubljeg mora s pelagičkim i dijelom lagunarnim obilježjima (globotrunkane, globigerine, amoniti), 4. Dolomiti, 5. Subgrevenski konglomerat od kršja rudista i drugih školjkaša, 6. Dolomitno-vaprena breča, 7. Lapor i laporoviti vapnenac, 8 Chert, 9. Boksit, 10. Liburnijske naslage.

a. Globigerinidae, b. Globotruncanidae, c. Orbitoline, d. Keramosphaerina, e. Amoniti, f. Chondrodonta, g. Nerinea, h. Caprinidae, i. Radiolites, j. Ichthysarcolites, k. Distefanell, l. Pseudopolyconites, m. Hippurites.

## 7.5. Kenozoik

Zbog brzog razvoja sisavaca, nakon izumiranja dinosaura, kenozojsku eru obi no nazivamo "dobom sisavaca". U epikontinentalnim morima kokolitoforidi više nikada nisu živjeli u takvom obilju kao tijekom krede, tako da tijekom kenozoika više nigdje nema debelih naslaga "pisa e krede". Do tada prevladavaju e amonite, rudiste i morske gmazove, u morima su zamijenili predstavnici "modernih" skupina školjkaša, te koštunjavih riba (skupina Teleostei) i sisavaca.

Kenozojska era je razdoblje tijekom kojeg su kontinentalni prostori Zemlje poprimili današnji izgled i raspored, a tako er, tijekom kenozoika razvio se i živi svijet kakvog danas znamo.

Kenozojska era uobi ajeno se dijeli na dva perioda; paleogen i neogen. Prema podjeli "Me unarodnog povjerenstva za stratigrafiјu", paleogen se dijeli na (tab.14 - Podjelak paleogena):

PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina
PALEOGEN	Oligocen	Hat Rupel	28.4 - 23.0 33.9 - 28.4
	Eocen	Priabon Barton Lutet Ipres	37.2 - 33.9 40.4 - 37.2 48.6 - 40.4 55.8 - 48.6
	Paleocen	Tanet Seland Dan	58.7 - 55.8 61.7 - 58.7 65.5 - 61.7

tab.14

Do nedavno kenozoik se dijelio na tercijar i kvartar, gdje je tercijar obuhvaao paleogen i neogen, a kvartar pleistocensku i holocensku epohu. Američki geolozi i ranije su dijelili kenozoik na dva perioda; paleogen i neogen, gdje je neogen uključivao i kvartar. Oni su smatrali da je to puno "prirodnija" i vremenski "ujedna enija" podjela kenozoika, a koja bolje odgovara relativno jasno prisutnim granicama između naslaga kenozojskih sedimentnih sistema u Europi (narođito se jasno poklapaju granice kenozojskih epoha s granicama različitih kenozojskih sedimentnih serija) (u vrijeme pisanja ove knjige nazivi tercijar i kvartar ponovno se uvode u upotrebu i to kao subere kenozoika).

Tako npr. u području pariškog bazena, gdje su tipično razvijene naslage mnogih kenozojskih epoha (paleocen, eocen), jasnom marinskom regresijom lijepo je istaknuta granica između paleogena i neogena. Upravo na prostoru pariškog i londonskog bazena Charles Lyell je

godine 1833. po prvi puta opisao naslage jedne kenozojske epohe - eocena. Međutim, danas se zna da su te "samo" eocenske naslage, u stvari naslage itavog paleogeneta, a što su još tijekom druge polovine 19. stoljeća, ustanovili neki drugi istraživači.

## 7.5.1. Paleogen

### 7.5.1.1. Živi svijet paleogeneta

Današnji živi svijet uglavnom ima one skupine organizama koje su preživjele kredno izumiranje, te su dalje evoluirale tijekom kenozoika.

#### 7.5.1.1.1. More

1) Kokolitoforidi su pretrpjeli velike gubitke tijekom krednog izumiranja, no oporavili su se tijekom kenozoika. Dinoflagelati i dijatomeje pretrpjeli su manje gubitke nego kokolitoforidi, te i tijekom kenozoika zajedno s njima i dalje imaju važnu kariku u prehrambenom lancu mnogih marinskih organizama.

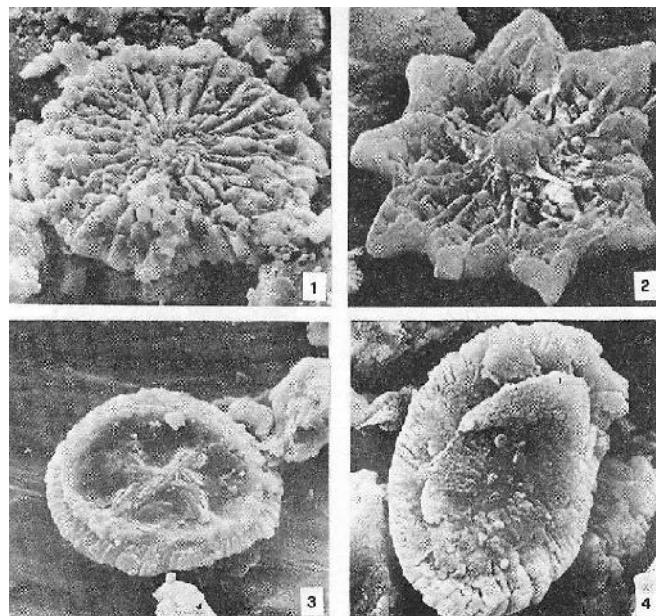
2) U novije vrijeme osobito se mnogo proučava nanoplankton, koji je veoma pogodan za precizne stratigrafske razdiobe (sl.264 - neke vrste nanoplanktona: 1-*Discoaster multiradiatus* iz gornjeg paleocena; 2-*Discoaster saipanensis* iz srednjeg eocena; 3-*Chiasmolithus solitus* iz srednjeg eocena; 4-*Helicopontosphaera euphratis* iz srednjeg eocena)

3) Zelene alge iz porodice Dasycladaceae relativno su značajne još za paleogen, npr. rodovi *Acetabularia*, *Jodotella*, *Broeckella*, no u neogenu ova porodica gubi na značaju. Ima i zelenih algi iz porodice Codiaceae, npr. *Halimeda*, smeđih algi (Phaeophyta), npr. *Fucus*.

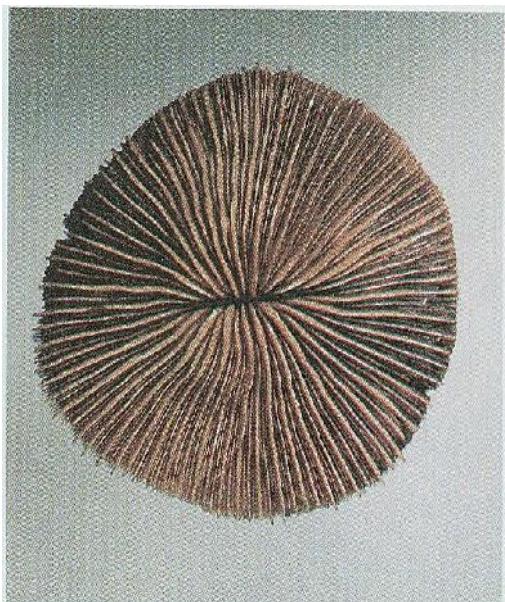
4) Predstavnici crvenih algi iz porodice Corallinaceae esti su u paleogenu i neogenu, npr. *Lithothamnium* i *Lithophyllum*.

5) Foraminifere su sastavni dio planktona i bentosa. Među planktonskim isti su se rodovi *Globigerina*, *Globorotalia*, *Orbulina*, dok su u bentosu esti mnogobrojne vrste robova velikih foraminifera: *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Lepidocyclus*, *Heterostegina* i *Amphistegina*.

6) Krednim izumiranjem najviše su profitirali koralji koji su obnovili svoj primat u izgradnji grebena (npr. sl.265 - *Fungia*), a koji su izgubili sredinom krede kada su prevlast preuzele rudisti. Ipak, paleocenski koraljni grebeni nisu baš esti u taložnim slijedovima (no, ima ih u Hrvatskoj i zapadnoj Hercegovini), a to stoga jer su paleocenske naslage iz tropskog pojasa vrlo rijetko sačuvane, a također i stoga jer se koralji tijekom paleocena još nisu u potpunosti oporavili nakon dugog razdoblja "podzemne enosti". No, tijekom toplih eocenskih razdoblja koralji su se u potpunosti



sl.264



sl.265

Clypeasteroidea ("Sand dollars") kao i mnogobrojni školjkaši koji su živjeli na nestabilnim pjeskovitim plićima zahvaljuju i svojoj sposobnosti da se brzo otkopaju nakon što ih zatrpa valovima i strujanjima pokretan morski pjesak. Ima i nekih drugih rodova ježinaca kao npr. *Clypeaster* (srednji miocen), *Echinolampas* (eocen-miocen), *Conoclypeus* (eocen), *Scutella* (eocen-miocen).

10) Tijekom eocena razvila se i osobita skupina ptica - pingvini, a vrlo vjerojatno i predstavnici skupine Pinnipedia; morževi, morski

"oporavili" i raširili po plitkim i toplim eocenskim morima.

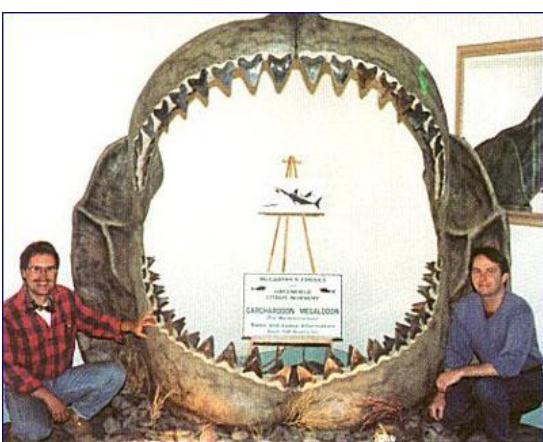
7) Kitovi (Cetacea) bili su posve nova životna forma koja se javila tijekom paleogena. Razvili su se tijekom eocena iz kopnenih mesojednih sisavaca (nalik današnjim zvjerima, a što je vidljivo i iz na ina plivanja kitova za razliku od riba) i ubrzo su postali glavni marinski predatori, npr. 14 metara dug paleogenski rod *Basilosaurus* (sl.266 - *Basilosaurus*).

8) Kao "zamjena" za mnoga mezozojska "morska udovišta" u formi morskih gmazova, tijekom paleogena javili su se ogromni morski psi, npr. rod *Carcharodon* s rasponom otvorenih eljusti do 2 m (sl.267 - eljust *Carcharodon-a*).

9) Tijekom paleogena razvili su se i ježinci skupine Irregularia (nepravilni ježinci) iz skupine



sl.266



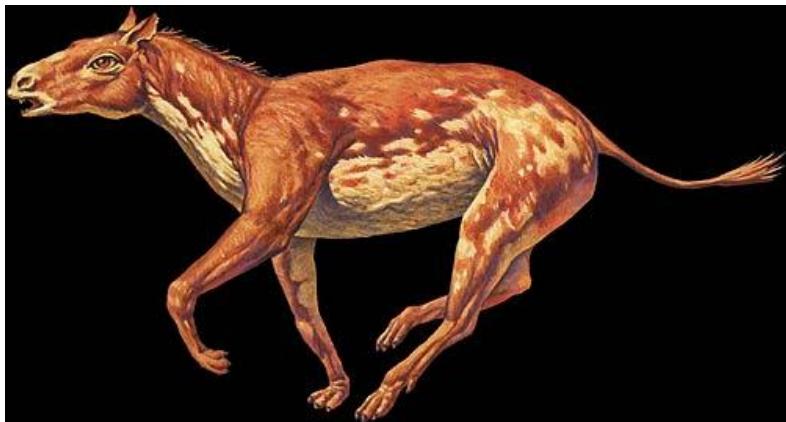
sl.267

lavovi i tuljani, iako su njihovi fosilni nalazi poznati tek od neogena. Pinipedijsu samo jedna podskupina skupine Fissipedia (a koja je pak samo jedna skupina zvijeri (Carnivora) u koje spadaju i današnji kopnene skupine: hijene, mačke, psi i medvjedi). Od fisipedija u neogenu su značajne i morske krave, tj. sirene.

#### 7.5.1.1.2. Kopno

Tijekom paleogena nastavljen je bujan

razvoj kritosjemenja a iako je kredno izumiranje uzrokovalo njihovu kratku redukciju, a po etkom paleogena i kraju prevlast primitivnijih biljnih skupina - papratnjača. No brzo su se oporavile nakon krednog izumiranja, tako da ih je tijekom oligocena na Zemlji već živjelo oko polovine i danas prisutnih rodova, te su ondašnje šume umnogome nalikovale današnjima (iz



sl.268

sposobnost razmnožavanja pomoći u vjetra, a također i izveštajem o izraslih travnih individuima "ubodenih" u zemlju. Te evolucijske novine omogućile su im masovan razvoj na širokim kopnenim prostranstvima.

Tijekom paleocena naglo su se počeli razvijati razni sisavci. Tijekom paleocena još su bili malih dimenzija, većinom poput današnjih glodavaca, a nikad veći od današnjih pasa. U paleocenu "su prešli" još iz krede poznati predstavnici skupina Marsupialia (tobolari), Multituberculata i placentalni sisavci skupine Insectivora.

Tijekom srednjeg paleocena javili su se i "pravi" mesojedni sisavci - zvijeri (Carnivora) (prete i današnjih lisica, vukova, mačaka). Koncem paleocena javio se i prvi predstavnik familije konja - *Hyracotherium* ("Eohippus"). Bio je velike veličine manje nego psa (sl.268 - *Hyracotherium*).

U paleocenu su se javili i prvi primati. Tijekom donjeg eocena, predstavnici primata, npr. *Cantius* (sl.269 - *Cantius*), iako bitno različiti od kasnijih majmuna, živjeli su poput njih uglavnom borave i u penju i se po drveće u.

Krajem donjeg eocena javili su se i drugi "moderni" rodovi; npr. šišmiši. Tijekom eocena broj porodica sisavaca bio je oko 100, koliko ih približno ima i danas. Javili su se i predstavnici skupine Ungulata (kopitarji) koji na nogama mogu imati ili neparni broj prstiju (Perissodactyla)

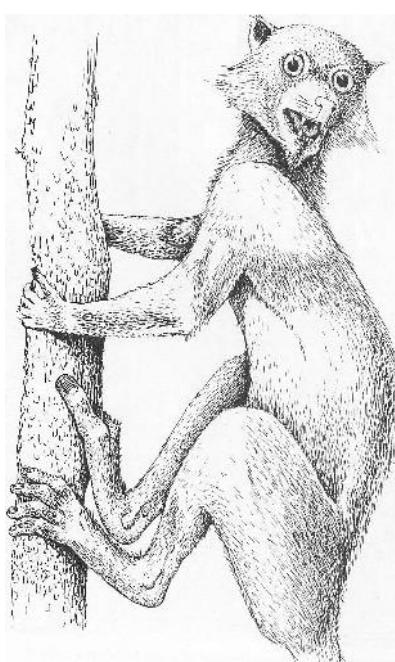
(nosorozi, konji, tapiri), ili parni broj prstiju (Artiodactyla) (jeleni, žirafe, goveda, antilope, ovce, koze, svinje, deve). Pri tome, prije su se javili predstavnici skupine Perissodactyla.

Tijekom eocena javili su se i prvi predstavnici skupine Proboscidea (rilaši) - slonovi, npr. rod *Moeritherium* (sl.270 - *Moeritherium*)

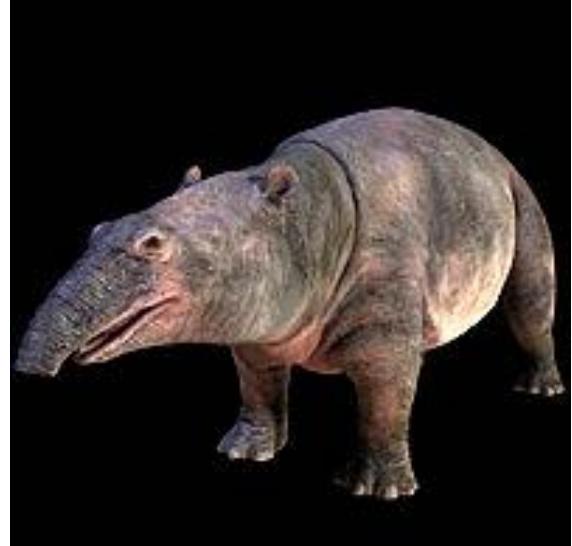
Tijekom eocena svoj su razvoj iz paleocena nastavili i glodavci. Kako se povećao njihov broj smanjivao se broj arhainih Multituberculata jer su se obje skupine hranile

gornjeg eocena su poznate i prve vrste ruža).

Bitan evolutivni pomak tijekom oligocena doživjele su trave razvijaju i sposobnost nastavka rasta i nakon što budu popasene od strane raznih kopnenih sisavaca. S obzirom na ogroman broj travnih jedinki njihovo razmnožavanje uz pomoć insekata bilo je potpuno neprikladno te su trave razvile



sl.269



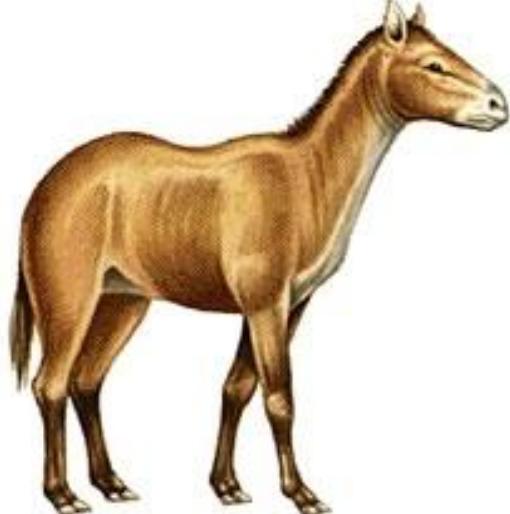
sl.270



sl.271

sjemenkama i koštunjavim vo em, tako da su po etkom oligocena multituberkulati izumrli. Tijekom paleocena javljaju se i gigantske mesojedne ptice "trka ice" visine 2.5 m (nalik današnjim nojevima) (izumiru u eocenu), npr. *Diatryma* (sl.271 - *Diatryma*), te mesojedne životinje nalik današnjim psima i hijenama, no veli ine medvjeda, npr. *Pachyhyena*. *Diatryma*-e nisu bile jedine ptice eocena, no one ptice koje su letjele bile su mnogo rje e no danas. To su uglavnom bile vrste koje su se zadržavale uz jezera i plitka mora, npr.

© DK 2003



sl.273

Tijekom eocena javljaju se i žabe, a tijekom oligocena i mnoge skupine kukaca (Insecta) koje žive i danas.

Tijekom oligocena predstavnici porodice konja nestali su s prostora Eurazije, ali su nastavili evoluciju na prostorima Sjeverne Amerike. Tu je u donjem oligocenu prisutan rod *Mesohippus* (sl.273 - *Mesohippus*)



sl.272

Tijekom oligocena naro ito napreduju predstavnici skupine nosoroga, npr. rod *Indrichotherium* (sl.274



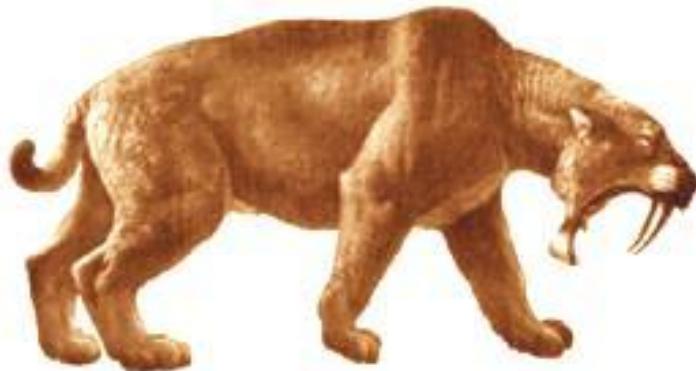
sl.274



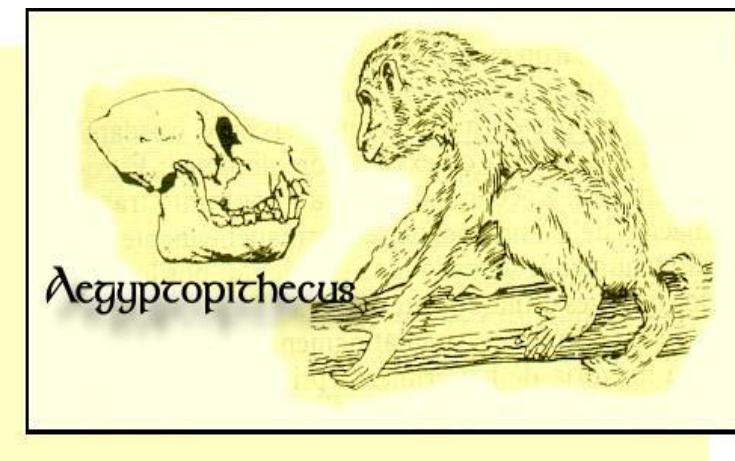
sl.275

- *Indrichotherium*), najveći sisavac koji je ikada živio, visine ramenog pojasa 5.5 m iznad zemlje (što je ukupna veličina današnjih žirafa).

Tako er, prisutni su i predstavnici skupine Titanotheria (nalik današnjim nosorozima i vodenim konjima), npr. rod *Brontops* (sl.275 - *Brontops*). Zna i, tijekom oligocena kopno nastanjuje mnogo veći broj gigantskih sisavaca, no što je to bio slučaj prije i poslije oligocena.



sl.276



sl.277

zubiju kao kod bezrepih (ovjekolikih) majmuna, a glave i repa građeni kao u majmuna. Velika lubanje ukazuje da je imao prilično velik mozak za svoju veliku inu, što moguće ukazuje na prilično inteligentno biće u oligocenskom svijetu.

### 7.5.1.2. Paleogeografija i klima paleogeneta

Kenozoik je razdoblje značajnih pokreta tektonskih ploča i otvaranja oceana, tako da je otprilike 50 % površine današnje oceanske kore nastalo u kenozoiku. To se prvenstveno odnosi na oceansku koru Atlanskog i Indijskog oceana. Tijekom širenja Atlantika, Sjeverna Amerika se pomije na sjeverozapad i u području današnje Kalifornije smješte uz Pacific ploču, koja se pomije na sjever (San Andreas transformni rasjed). Orogenetske aktivnosti i vulkanizam uz te zapadne dijelove obaju Amerika rezultirale su u neogenu formiranjem panamske prevlake koja ih spaja, a što je onemogulo "komunikaciju" između Atlantika i Pacifika, tj. prodor sjeveroatlanske struje u Pacific (a što je postojalo tijekom krede). Ova struja stoga danas zakreće ispred te prevlake i vraća se ka sjeverozapadnoj Europi kao topla golfska struja.

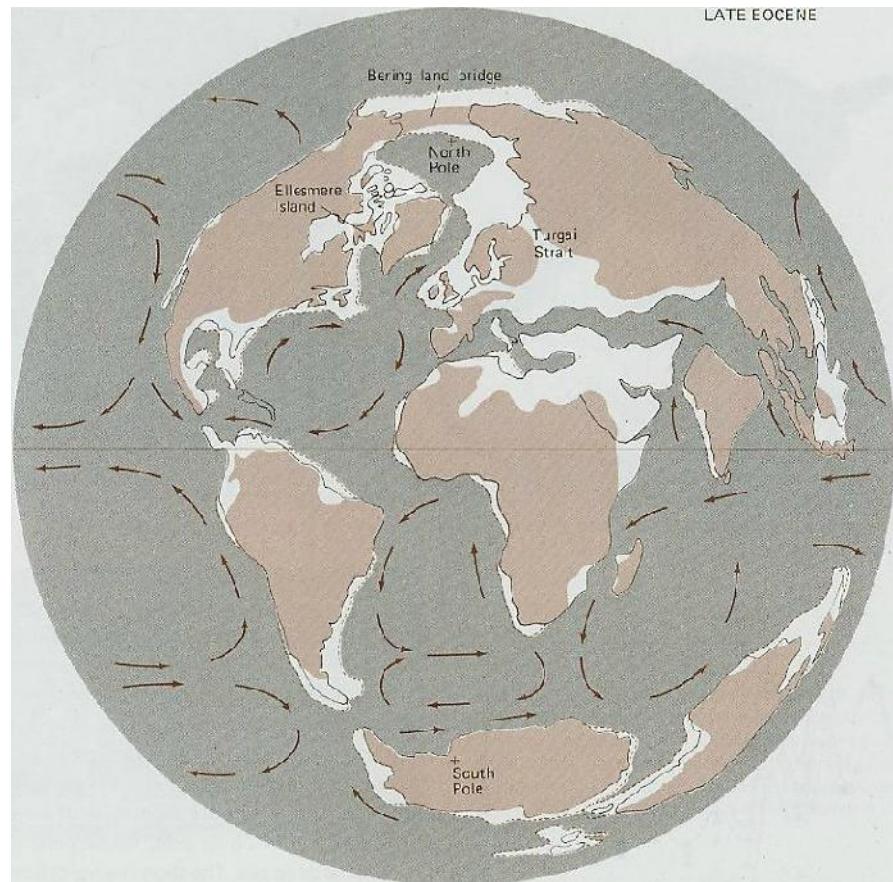
Tijekom paleogeneta riftovanje sjevernog Atlantika se nastavlja, te puča veza između Europe i Sjeverne Amerike (razdvajaju se Grenland i Skandinavija, nestaje Laurazija). No ipak, Azija i Sjeverna Amerika tijekom paleogeneta ostaju vezane u prostoru beringovog "mosta" (sl. 278 - *Paleogeografija Zemlje tijekom gornjeg eocena*), koji je tijekom tog razdoblja omogućio migraciju živog svijeta iz Azije u Ameriku i obrnuto.

Tijekom paleogena otvorilo se i Crveno more između Arabije i Afrike. No ipak, najdramatičniji paleogenski tektonski događaji bili su kolizija Afrike i Indije s Eurazijom. To je na europskom dijelu tertijskog prostora uzrokovalo izdizanje Alpa, Dinarida, Helenida, a na azijskom prostoru, Himalaja (kolizijom Indije s Eurazijom). Ovi događaji predstavljaju alpsku orogenezu.

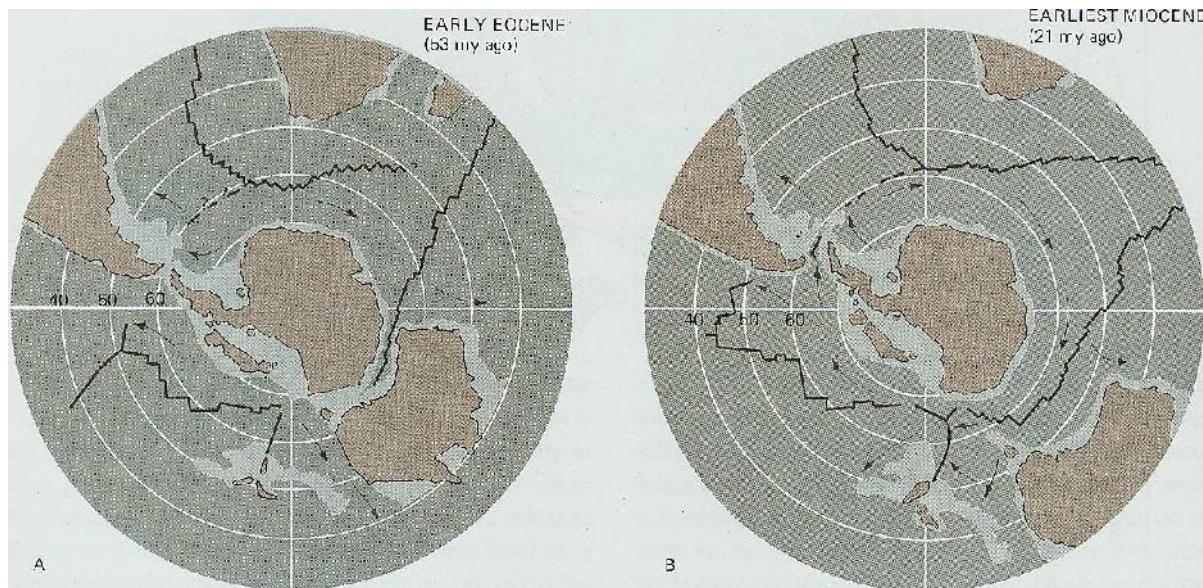
Tijekom paleogena unutrašnji kontinentalni prostori bili su relativno visoki u odnosu na obalnu liniju, tako da su marinske transgresije na kontinentalne prostore bile znatno rjeđe nego tijekom krede.

Tijekom paleogena jasnije se diferenciraju različiti klimatski pojasevi, a što tijekom mezozoika nije bio slučaj. Na promjenu klimatskih prilika narođito dobro reagiraju kritosjemenja; smanjenjem temperature povećava se u stalost vrsta s malim i nazubljenim listićima. Promatranjem u stalosti kritosjemenja a s malim i nazubljenim listićima u fosilnim nalazištima sa granice mastriht-paleocen (na zapadu SAD-a), ustanovaljeno je da je po eteku paleocena temperatura pala za oko 10 stupnjeva u odnosu na mastriht. Ovaj hladan trend nastavio se do gornjeg paleocena, da bi na prijelazu u eocen klima ponovno postala toplija. I tijekom prevladavajuće "toplog" eocena, zabilježena su dva hladnija razdoblja: jedno u prvoj, a drugo u drugoj polovini eocena. Tijekom toplijih dijelova eocena (narođito srednjeg i gornjeg s prosječnim temperaturama na prostoru južne Aljaske od oko 22 stupnja C), globalna morska razina bila je relativno visoka, a što je uzrokovalo transgresije na kontinentalne prostore uz formiranje plitkih i toplih epikontinentalnih mora. Na kopnenim prostorima kontinenata topla klima je na širokim prostranstvima omogućila rast bujnih tropskih i subtropskih šuma.

Koncem eocena klima globalno zahlađuje i prosječna temperatura pada za oko 12 stupnjeva C, a što je bilo uvjetovano globalnim tektonskim zbivanjima. Naime, tijekom donjeg eocena riftovanjem se razdvajaju Australija i Antarktika. Do tada je Antarktika, iako pozicionirana na južnom polu, na jednom kraju bila vezana sa Australijom, a na drugom, tankom vezom sa Južnom Amerikom, te je bila zagrijavana toplim strujanjima sa sjevera. Krajem eocena i po eteku oligocena zbog pucanja njene veze sa Australijom (a i Južnom Amerikom) kroz nastali riftni prostor, a zbog koriolisove sile i njome uzrokovanog smjera puhanja južnih vjetrova, uspostavlja se kružno kretanje hladnih strujanja oko Antarktike u smjeru kazaljke na satu. To je bio cirkumantarktički voden krug (obrnut od okretanja Zemlje) (sl.279 - Paleogeografija južne Zemljine hemisfere i smjer morskih strujanja tijekom donjeg eocena i miocena).



sl.278



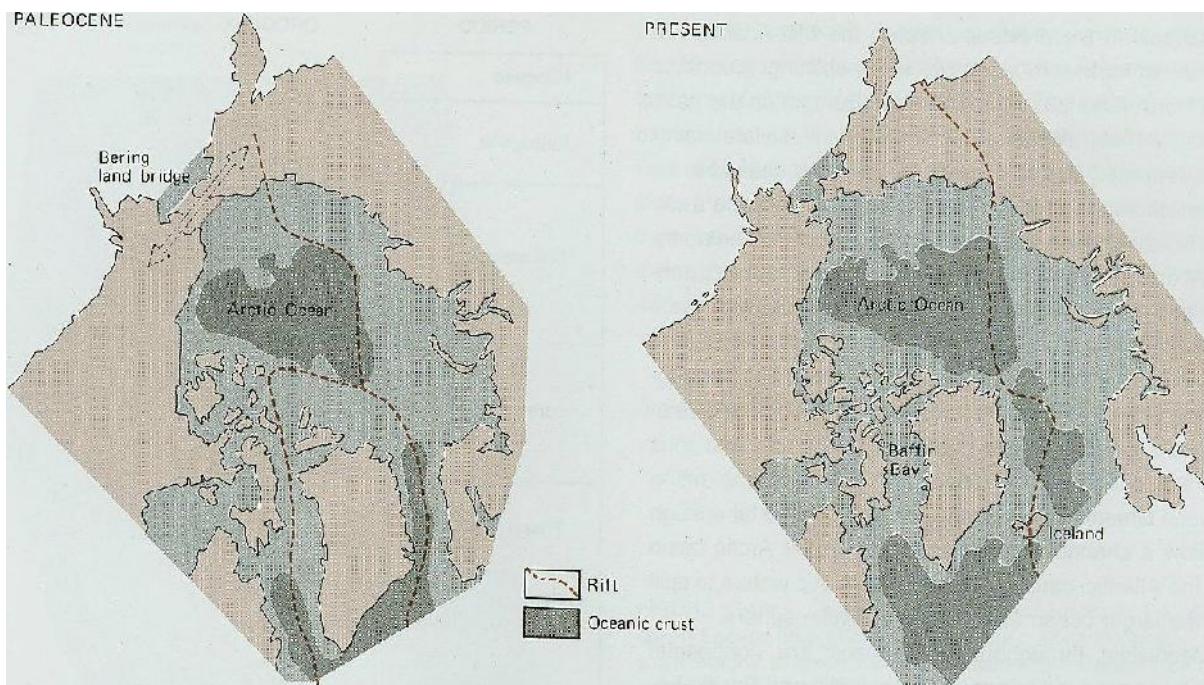
sl.279

Ova hladna strujanja onemoguila su dotok i utjecaj toplih strujanja tako da je Antarktika postala potpuno okružena samo s hladnim strujanjima, a što je uzrokovalo njenu oledbu koja traje sve do danas. Gute, hladne vode oko Antartike - psikrosfera, "padale" su na dno oceana, dijelom se kreću i ka sjeveru, a što je zbog hladnjenja mora dovelo do izumiranja mnogih skupina marinskih mekušaca, malih bentičkih i planktonskih foraminifera, ali i do nestajanja anoksinih uvjeta na dnima oceana.

Paleotemperaturna istraživanja na foraminferskim skeletima izvadili su iz dubokomorskih bušotina Zemljinih oceana, na području Antarktike i na ekvatorijalnim prostorima, ukazuju na istovremeno povećanje količine izotopa O<sup>18</sup> u odnosu na O<sup>16</sup>. Ovakav odnos ovih izotopa upravo ukazuje na globalno zahlađenje, tj. na oledbe, kada se lakši izotop (O<sup>16</sup>) isparavanjem više vezao za formirane ledene pokrove,ime se smanjivao njegov udio u moru. Time je u foraminferskim skeletima nastao suvišak O<sup>18</sup>. Ovim istraživanjima također je utvrđeno da se nastanak psikrosfere desio za manje od oko 100 000 godina, a da je temperatura pridnenih oceanskih voda pala na oko 4-5 stupnja C. Dizanje ovih hladnih voda s dna oceana bliže površini utjecalo je i na globalno zahlađenje klime na Zemlji, a što se najvjerojatnije odrazilo i na kopneni živi svijet. Ovo formiranje ledenih pokrova oko Antarktike bila je samo "predigra" široko rasprostranjenih kontinentalnih ledenih pokrova na sjevernoj hemisferi tijekom pleistocena.

Formiranje ledenih pokrova na Antarktici oko granice eocen-oligocen vezalo je veliku koliku morske vode, što je pak uzrokovalo globalno sniženje morske razine. S druge strane pak, tijekom donjeg oligocena globalna morska razina raste, što ukazuje na postupno otapanje ledenih pokrova i zatopljenje klime, no ipak, klima je tada bila hladnija no što je bila tijekom toplih razdoblja eocena i više nikada nije bila tako topla kao tijekom tih toplih eocenskih razdoblja. Ovi malo hladniji klimatski uvjeti nisu više bili povoljni za rast tropске i subtropske vegetacije kao što je bio slučaj tijekom eocena, nego su široka kontinentalna prostranstva imala vegetaciju sličnu današnjim savanama, a tropске i subtropske šume "spustile" su se na niže geografske širine gdje se nalaze i danas.

Krajem oligocena dolazi do "naglog" pada globalnog morskog nivoa (nepoznatog uzroka) i taj je pad globalnog morskog nivoa jedan od najekstremnijih u historiju fanerozoiku. Ovo je jedino paleogensko razdoblje kada je globalni morski nivo bio niži od danas (i u donjem trijasu je morska razina bila niža od danas). Ovaj ekstremni pad globalnog morskog nivoa nije uzrokovao masovna izumiranja, no ipak, u to su vrijeme izumrle neke skupine kopnenih sisavaca (npr. titanoteriji), a što se ipak može dovesti u vezu s ponovnim zahlađenjem klime.



Zna ajna tektonska zbivanja dešavaju se tijekom paleogena i na sjevernim geografskim širinama. Naime, Arkti ki ocean je do kraja krede bio izoliran od Atlantika jer su još tada Sjeverna Amerika, Grenland i Eurazija inile cijelovit kontinentalni prostor - Lauraziju. Srednjoatlanski rift je, cijepaju i se u dva kraka, koncem krede razbio vezu izme u Grenlanda i Sjeverne Amerike sa zapadne strane, te Grenlanda i Eurazije s isto ne strane (nestaje Laurazija).

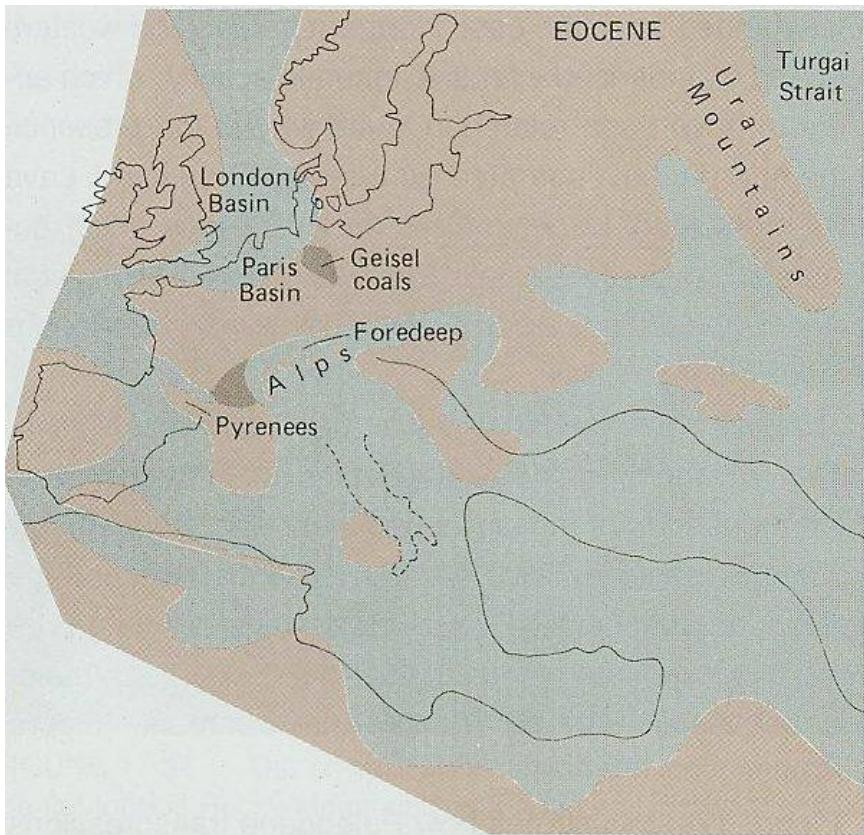
Tijekom eocena riftovanje u zapadnom kraku rifta prestaje, a nastavlja se riftovanje izme u Grenlanda i Eurazije, te na tom prostoru dolazi do intenzivnijeg otvaranja oceana, tj, sjevernog Atlantika (koje traje i danas brzinom od 2.5 cm godišnje) (sl.280 - *Riftni procesi na prostoru sjevernog Atlantika tijekom kenozoika*). Kroz taj je prostor tijekom gornjeg eocena iz Arkti kog oceana ka jugu tako er krenula hladna psikrosfera, a što je s onom antarkti kom, tako er pridonjelo globalnom zahla enju klime oko granice eocen-oligocen.

#### 7.5.1.2.1. Paleogeografska paleogen na prostoru Europe

Kao jedna od posljedica riftovanja kojim je došlo do razdvajanja sjeverne Europe od Grenlanda, javila se na prostorima sjeverne Irske i zapadne Škotske intenzivna vulkanska aktivnost uz formiranje pokrova bazaltne lave u debljini od 1.5 km (spektakularno stupasto lu enje ovih bazaltnih pokrova prisutno je na lokalitetu Giant's Causeway u sjevernoj Irskoj).

Kao druga posljedica ovog riftovanja došlo je do sinsedimentacijskog tonjenja sjevernomorskog bazena, u kojem se tijekom paleogena istaložilo nekoliko tisu a metara klasti nih naslaga (u kojima se danas nalaze bogata ležišta nafte).

Tako er, Sjeverno more je povremeno preplavljalio jugoisto nu Veliku Britaniju i prostor izme u sjeverne Francuske i Danske, tako da na prostorima londonskog i pariškog bazena (sl.281 - *Paleogeografska Europe tijekom eocena*) postoji izmjena marinskih i kopnenih sedimenata. Tako, unutar "londonske gline", taložene tijekom donjeg eocena, ustanovljeno je oko 350 razli itih vrsta kopnene flore koja se danas može na i u tropskom pojusu. To upu uje da je tijekom eocena klima na ovom prostoru bila znatno toplija no danas (tijekom eocena prostor jugoisto ne Velike Britanije imao je prosje nu temperaturu od oko 25 stupnjeva C, a danas ima oko 10 stupnjeva C). Tako er, unutar "londonske gline" ima i ostataka marinskih krokodila, iz



sl.281

temelje komparativnoj anatomiji, ali i katastrofizmu.

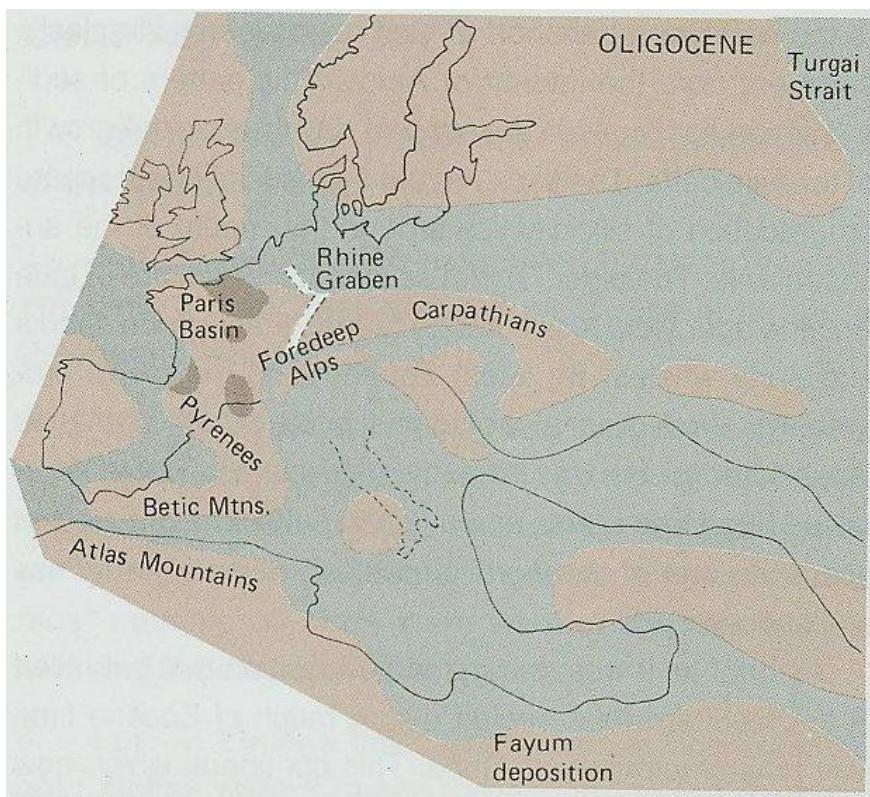
Ipak, najbogatija i najbolje očuvana kopnena fauna uopće otkrivena je unutar eocenskih lignita i ugljena u dolini Geisel u Njemačkoj kraj Frankfurt-a. Odsutnost kisika u organskim sedimentima iz kojih je nastao lignit, onemoguila je proces truljenja, pa fosilni ostaci uključuju ak i dobro očuvane fragmente cvjetova, lišće s klorofilom, različite kukce očuvanih boja, te žabe sa očuvanom kožom u kojoj su očuvane ak i stanice s jezgrom.

Uz isto nustrano Urala, povezujući prostor Tethysa sa Arktičkim oceanom, tijekom eocena i oligocena nalazio se turgajski marinski tjesnac (sl.282 - *Paleogeografija Europe tijekom oligocena*). Postojanje i prekid

ega slijedi da je ova glina mješanog marinsko-kopnenog karaktera.

Godine 1833. Charles Lyell je naslage istaložene u londonskom bazenu nazvao naslagama "eocenske serije", te je time po prvi put uveo u praksi naziv "eocen". Ipak, kasnije se pokazalo da te naslage ne pripadaju eocenu, nego cijelom paleogenu.

S druge strane pak, istražujući naslage pariškog bazena na početku 19. stoljeća, Georges Cuvier je pronašao veliki broj fosilnih kostiju sisavaca, te je istraživanjima na tom prostoru udario



sl.282

"mostobrana" preko ovog tjesnaca, diktiralo je mogunost seljenja sisavaca iz Azije u Europu i obrnuto. Isti značaj imao je i Beringov prolaz između Azije i Sjeverne Amerike, te kopnena veza između Europe i Sjeverne Amerike preko Grenlanda.

Tijekom gornjeg paleocena i donjeg eocena fauna sisavaca na prostorima Sjeverne Amerike i Europe bila je vrlo slična, tako npr. prakonja, rod *Hyracotherium*, nalazimo na oba prostora. To ukazuje da iako je tijekom gornjeg paleocena i donjeg eocena riftovanje na prostoru sjevernog Atlantika već znatno uznapredovalo, ipak još nisu u potpunosti prekinute sve veze između Sjeverne Amerike i Europe. S druge strane pak, iako je u to isto vrijeme prostor Europe i Azije bio dio jedinstvenog kontinenta, zbog postojanja turgajskog marinskog tjesnaca povremeno je bila onemogućena selidba faune sisavaca, pa se ona sa svake strane tjesnaca u različitim razdobljima eocena, a narođito oligocena, manje ili više međusobno razlikuje.

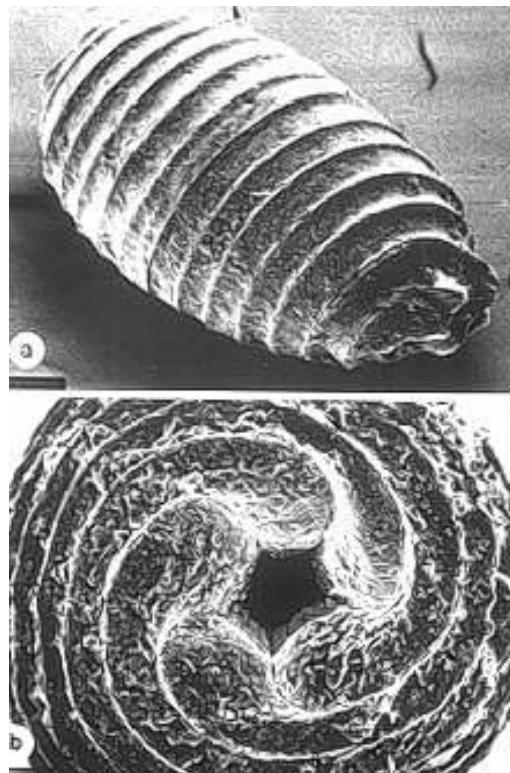
U gornjem eocenu došlo je do izrazite transgresije iz smjera Sjevernog mora na zapadnoeuropski kopneni prostor, te je preko sjeverne Francuske došlo do povezivanja Sjevernog mora s Turgajskim marinskim tjesnacom i to preko tzv. "Rajna bazena" (ovaj bazen tijekom paleogenog egzistira kao jedan krak "trokrakog" riftnog sistema) (sl.282). Kao posljedica ove transgresije na prostoru "Rajna bazena", tj. na prostoru sjeverne Francuske, te dalje na istok, istaložilo se tijekom oligocena nekoliko kilometara marinskih naslaga. U njihovojoj podini nalazi se debeli slijed kopnenih (riječnih) sedimenata iz razdoblja kada je riftni prostor "Rajna bazena" bio kopno.

Koncem oligocena dolazi do izrazite regresije što uzrokuje i isušivanje turgajskog marinskog tjesnaca. Ova regresija kojom je avtov europski prostor krajem oligocena postaje emergiran, globalnog je karaktera, te je tada morska razina bila jedna od najnižih u Zemljinoj prošlosti.

### 7.5.1.3. Razvoj paleogenog u Vanjskim Dinaridima

Tijekom najmlađeg paleocena i starijeg eocena na prostor bivše mezozojske Jadransko-Dinarske karbonatne platforme dolazi do postupne transgresije, da bi se tijekom preostalog dijela eocena taloženje na ovom prostoru odvijalo uz tendenciju njegova postupnog otvaranja, mjestimice okopnjavanja, a mjestimice i produbljavanja. Ovakvi trendovi vidljivi su u mnogim paleogenskim slijedovima s prostora današnjih Vanjskih Dinarida.

Nakon emerijske epizode koja je na nekim dijelovima bivše Jadransko-Dinarske karbonatne platforme trajala još od gornjeg santona (donjeg kampana?) (Istra), napredovanjem transgresije s današnjeg sjeverozapada, a zbog toga uzrokovanih povišenja nivoa podzemnih voda, mjestimice se tijekom najmlađeg paleocena/najstarijeg eocena u topografskim udubljenjima emergiranog platformnog prostora formiraju izolirana jezera u kojima se odvija braki na do slatkovodna vapnena ka sedimentacija uz mjestimice veliku akumulaciju organske materije iz koje su tijekom dijageneze mjestimice nastali i



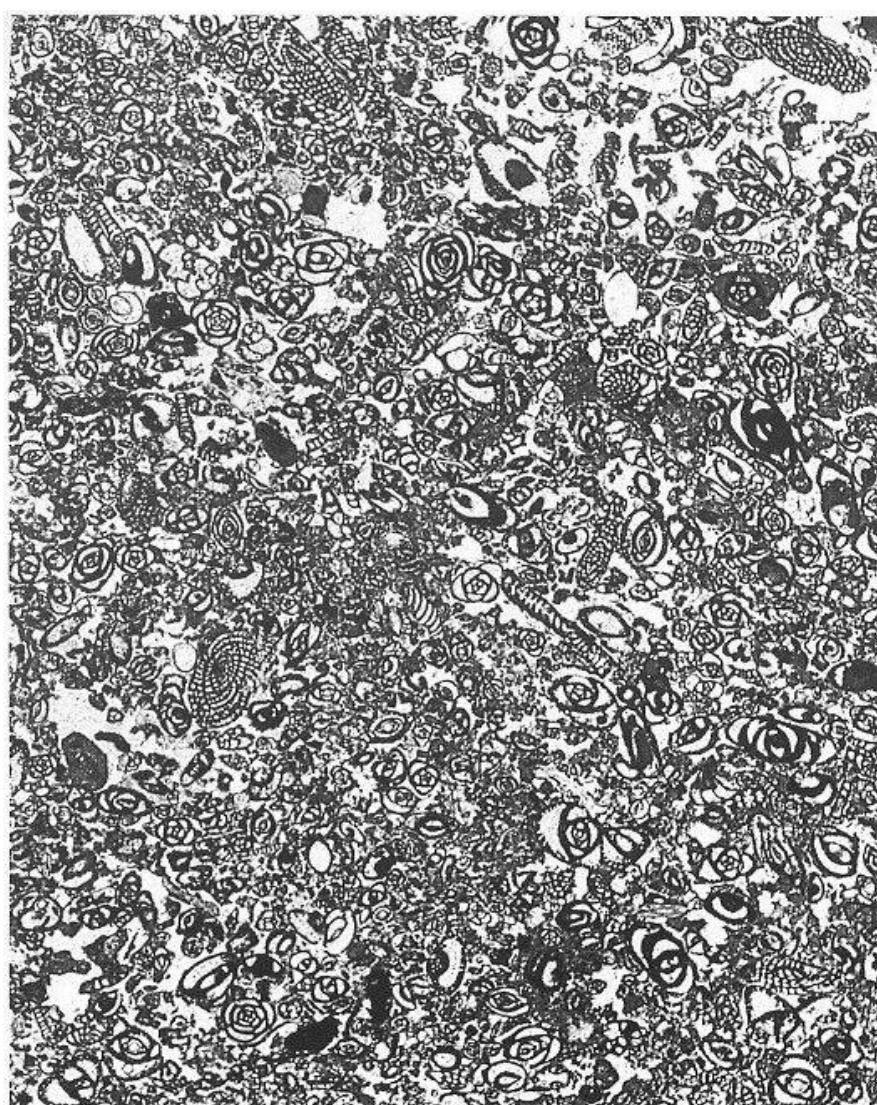
sl.283

ugljeni.

Ovaj tip sedimentacije gotovo je istovrstan onom koji se po etkom paleocena odvijao u zaostalim jezerima tijekom gornjokredne regresivne faze kada je došlo do okopnjavanja Jadransko-Dinarske karbonatne platforme. Takav kontinuitet taloženja iz mastrihta u paleocen prisutan je i na nekim lokalitetima Slovenskog primorja (npr. lokalitet Kozina). Ovdje se tako radi o regresivnom slijedu tamnih i sme ih vapnenaca s ugljenom, esto sa slatkovodnim faunisti kim i floristi kim elementima. To su tipi ne "*kozina naslage*". U mnogim podru jima krških Dinarida nalazimo vapnence sli nih litoloških obilježja kao što su kod tipi nih "*kozina naslage*", ali su one taložene tijekom gornjeg paleocena/donjeg eocena, transgresivne su na gornjokrednim vapnencima i zovu se "*liburnijske naslage*". Tako npr. na podru ju Istre "*liburnijske naslage*" izgra uju tamni i sme i vapnenci s ugljenom (okolica Labina). Sadrže slatkovodne puževe *Stomatopsis* i *Cosinia*, a od biljaka oogonije ("sjemenke") algi skupine Charophyta (sl.283 - *Oogeniji hara, pove anje 35x*).

Napredovanjem transgresije tijekom donjeg eocena more postupno preplavljuje emergirani prostor bivše

Jadransko-Dinarske karbonatne platforme, kao i prostore u kojima se talože "*liburnijske naslage*". Time otpo inje taloženje "*miliolidnih vapnenaca*" (sl.284 - "*miliolidni vapnenci*", *pove anje 10x*). Zna i, u podini "*miliolidnih vapnenaca*" mjestimice se nalaze "*liburnijske naslage*", no naj eš e su u njihovoj podini vapnenci iz razli itih nivoa gornje krede (santon-mastriht). "*Miliolidni vapnenci*" taloženi su u zašti enim, vjerojatno i hipersalinim platformnim okolišnim uvjetima. Ime su dobili po izrazitoj prisutnosti razli itih vrsta foraminifera - miliolida. U Istri su ovi vapnenci stariji, a jugozapadnije



sl.284

na prostoru Dinarida su mla i, a to zbog kasnijeg preplavljivanja tog dijela taložnog prostora jer je transgresija postupno napređovala od današnjeg sjeverozapada ka jugoistoku.

Dalnjim napredovanjem transgresije, tj. postupnim otvaranjem donjoeocenskog taložnog prostora u smislu njegove ve e uzburkanosti i bolje komunikacije morskim stujanjima s

okolinom, na podruju bivše Jadransko-Dinarske karbonatne platforme ekološki uvjeti se mijenjaju što bolje odgovara bujnom razvoju nove skupine foraminifera - alveolinama. Stoga se nakon "miliolidnih vapnenaca" talože "alveolinski vapnenci" (sl. 285 - "alveolinski vapnenci", pove anje 15x). U njima su prisutne razliite vrste alveolina, npr. *A leveolina solida*, *A. cucumiformis*, *A. tremplina*, *A. oblonga* i dr. Podreno ima i foraminifera - numulita, npr. *N. subplanulatus*, *N. exilis* i dr. Također, starost "alveolinskih vapnenaca" na prostoru Dinarida je različita; na sjeverozapadu su stariji, a jugoistočno nije su mlađi.



sl.285

*Assilina spira* i dr. su i krupnoljuštne oštige, različiti ježinci i dr., odnosno plitkovodna fauna višeenergetskih i prozračnih ekoloških uvjeta. Alveoline su rijeke.

Na postupno produbljavanje dijela prostora na kojima se talože "numulitni vapnenci", odnosno na formiranje dubljevodnih uvjeta padine, ukazuje pojava "diskociklinskih vapnenaca" (sl.287 - "diskociklinski vapnenci", pove anje; gore 10x; dolje 15x) koji se talože nakon "numulitnih vapnenaca" a u kojima prevladavaju foraminifere - diskocikline.

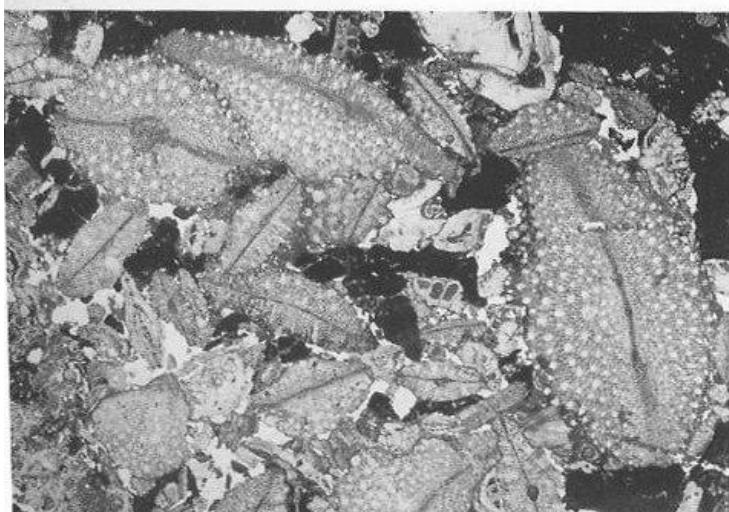
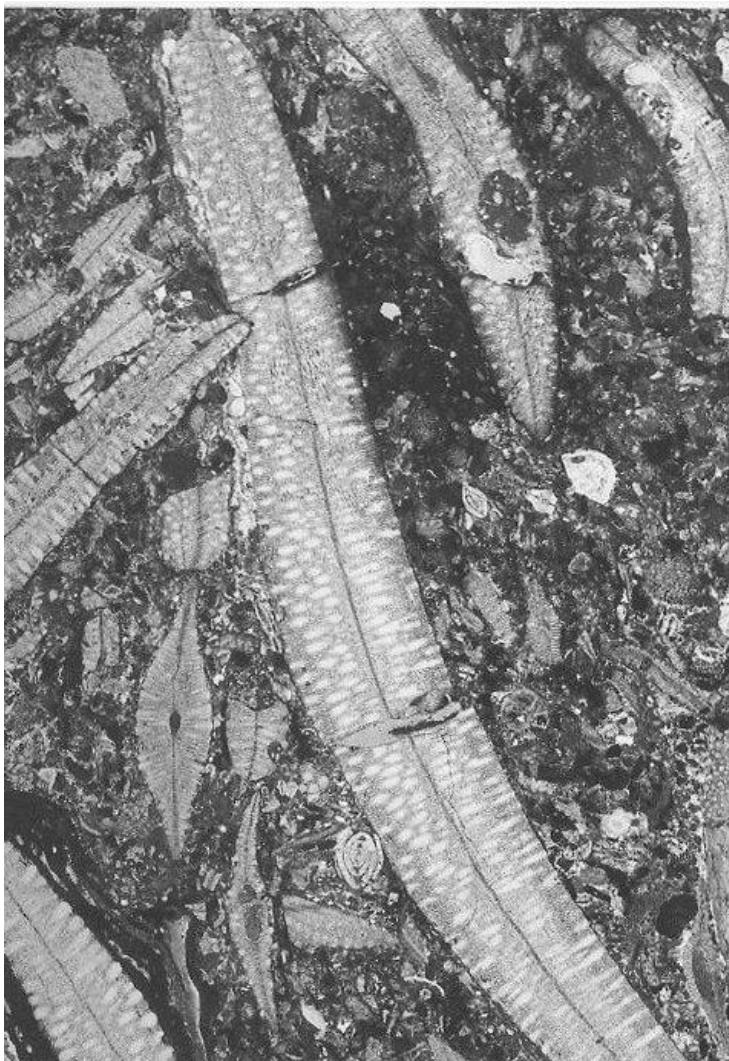
Mjestimice lateralno sa plitkovodnim alveolinsko-numulitnim vapnencima, a mjestimice i iznad njih prisutne su "prijevazne naslage". Izgrađuju ih glaukonitni vapnenci i glinoviti vapnenci. U njima dolaze *Nummulites polygyratus*, *Nummulites millecaput*, *Assilina spira*, a u nekim

mjenjaju što bolje odgovara bujnom razvoju nove skupine foraminifera - alveolinama. Stoga se nakon "miliolidnih vapnenaca" talože "alveolinski vapnenci" (sl. 285 - "alveolinski vapnenci", pove anje 15x). U njima su prisutne različite vrste alveolina, npr. *A leveolina solida*, *A. cucumiformis*, *A. tremplina*, *A. oblonga* i dr. Podreno ima i foraminifera - numulita, npr. *N. subplanulatus*, *N. exilis* i dr. Također, starost "alveolinskih vapnenaca" na prostoru Dinarida je različita; na sjeverozapadu su stariji, a jugoistočno nije su mlađi.

Nakon taloženja "alveolinskih vapnenaca" postupno dolazi do tektonski uvjetovane diferencijacije taložnog prostora kada se na njegovim istaknutijim dijelovima više energije vode (pregibne zone plitkovodno-dubljevodnije) po inju taložiti "numulitni vapnenci" (sl.286 - "numulitni vapnenci", pove anje 15x) u kojima prevladavaju foraminifere - numuliti. Prisutni su: *Nummulites millecaput*, *N. laevigatus*, *N. partschi*, *N. polygnathus*,



sl.286



sl.287

konglomerati, te ak i ugljeni. "Promina naslage" rasprostranjene su u Dalmaciji (širi prostor Obrovca i Benkovca - Bukovica, planina Promina), jugozapadnoj Bosni, zapadnoj i isto noj Hercegovini, te kao manje pojave i u drugim područjima Dinarida. Njihov petrografska sastav, te njihov prostorni i vremenski raspored ukazuju da su "promina naslage" taložene u predjelima najintenzivnijih strukturnih promjena i konačne dezintegracije ostataka mezozojske Jadranske

slojevima i rakovice *Harpactocarcinus punctulatus* i *Ranina*, te puinske foraminifere; razne globorotalije, te nanoplanaktone. "Prijelazne naslage" mjestimice upućuju na postupnu regresiju (npr. u zapadnoj Hercegovini), tj. na postupno općiavanje plitkovodnog taložnog prostora kada se on osla uje, a mjestimice, kada se nalaze iznad "diskociklinskih vapnenaca", na dubljevodne uvjete padine (ili jarka) (npr. na otoku Pagu), uz istovremeni donos znatne količine terigene komponente s obližnjih kopnenih prostora Eurazije.

Dubokomorski fliš taloži se nakon "diskociklinskih vapnenaca" (ili "prijelaznih naslaga") tj. u uvjetima dubokomorskog jaraka koji su se postupno i mjestimice formirali kao posljedica tektonskih uvjetovane diferencijacije taložnog prostora. Formiranje ovih jaraka nije bilo vremenski ujednačeno, tako da su neki junci formirani još i tijekom taloženja foraminferskih vapnenaca. U takvima jarcima fliš je vremenski ekvivalent foraminferskih vapnenaca. Fliš se sastoji od lapor, pješčenjaka, uložaka konglomerata i breza (npr. Pazinski fliški bazen), a odlikuje se turbiditnim karakteristikama.

Krupnoklasti ni razvoj paleogenskih naslaga u krškim Dinarijadi predstavljen je "promina naslagama" (ime po planini Promina kraj Drniša). Radi se o klastitima sa širokim rasponom veličine zrna. Zastupljeni su latori, kalkareniti, vapnenački

Dinarske karbonatne platfome. Njihovo taloženje je započelo na prijelazu donji-srednji eocen kada uz prevladavajuće marinsko taloženje foraminiferskih vapnenaca dolazi do značajne diferencijacije taložnog prostora. To omogućava istovremeno taloženje kako "promina naslaga", kao molase erodirane sa najranije izdignutih dijelova budućih Dinarida, tako i foraminferskih vapnenaca i fliša. To upućuje kako na različite batimetrijske odnose u taložnom prostoru, tako i na postojanje već emergiranih prostora u njegovu zaleđu.

Taloženje "promina naslaga" nastavlja se i nakon izdizanja Dinarida tijekom gornjeg eocena/oligocena. Tekuće koje su tekle po izdignutim Dinaridima erodirale su karbonatnu podlogu, te se mjestimice na kopnenim, a mjestimice i na rubnim kopneno-morskim prostorima odvijalo taloženje krupnozrnatih karbonatnih konglomerata i pješčenjaka "promina naslaga", s izrazitim teksturnim karakteristikama riječnih ili delnih, pa i morevarnih sedimenata. Naravno, sitnozrnati dio tog karbonatnog materijala koji je s izdignutih Dinarida rijekama bio donašan u priobalje, bio je transportiran i distalnije u šelfni prostor Jadranskog bazena ispred Dinarida, te su te sitnozrnate i tanko uslojene karbonatne naslage ("benkovački kamen") vremenski ekvivalent krupnozrnatih "promina naslaga".

Drugi tip krupnoklasti nog razvoja paleogenskih naslaga u krškim Dinaridima predstavljen je "jelar naslagama" (ime po brdu Jelar u zapadnoj Lici). Izgrađuju ih krupnozrnati karbonatni klastiti pretežno uglatih, loše sortiranih fragmenata različitih dimenzija, što ukazuje da fragmenti ovih naslaga nisu daleko transportirani. Ovi fragmenti su različitih stratigrafskih pripadnosti i to raspona trijas-paleogen. Nastanak "jelar naslaga" vezan je za tektonske poremeće tijekom paleogenog pa pojedini fragmenti nisu odraz starosti ovih naslaga već blizine i vrste ishodišnog materijala. Njihovo taloženje nije se odvijalo u jasno oblikovanim bazenima, već u itavom prostoru ispred navlačnih jedinica koje su nastale tijekom procesa izdizanja i formiranja strukturnog sklopa današnjih Dinarida. Stoga ih se može odrediti kao svojevrsne paleosipare. Rasprostranjenost "jelar naslaga" je nepravilna jer su se taložile na topografski pogodnim mjestima (strmim klifovima) ispred navlačnih jedinica. Prisutne su u Lici, na Velebitu (između Senja i Rovanske), otocima sjevernog Jadranu. Budući da su se pri tektonskim procesima najprije razarali površinski, najmlađi dijelovi naslaga izdižu ih Dinarida, pri taloženju "jelar naslaga" moglo je doći do inverzije starosnog redoslijeda fragmenata pa se paleogenske estice unutar "jelar naslaga" danas mogu primarno naći i ispod mezozojskih. Veći blokovi "jelar naslaga" zaostajali su bliže navlačnim strukturama, a manji fragmenti mogli su i dalje putovati i tako se zaobliti, pa postoje svi prijelazi od karbonatnih jelar-breža do promina-konglomerata. To upućuje na istodobnost ovih dvaju tipova krupnoklasti nih paleogenskih naslaga krških Dinarida.

#### 7.5.1.4. Paleogenski bazenski prostor Unutrašnjih Dinarida

Za razliku od prostora Jadransko-Dinarske karbonatne platforme gdje je krajem krede došlo do emerzije, unutar bazenskog prostora dinarskog dijela Tethysa na prijelazu krede u paleogen postoji kontinuitet taloženja koji je vidljiv na nekim lokalitetima na Medvednici, u Samoborskem gorju, na Baniji i drugdje. Na Medvednici (npr. Jablanovec), u Samoborskem gorju, na Baniji, ima paleogenskih marinskih klastita, plitkovodnih vapnenaca, te grebenskih vapnenaca s algama *Elianella elegans*, *Broeckella belgica*, *Pseudolithothamnium album*, *Jania nummulitica*.

Na prijelazu paleocen-eocen dolaze sitnozrnati klastiti i sporadični vapnenci. Eocen je znatno prisutniji na površini. Prisutni su različiti klastiti: breži, pješčenjaci, šejlovi, tufiti i gline i grebensi vapnenci. Unutar dubokovodnih klastita Banije dolaze različite vrste

gastropodnog roda *Cerithium*, a ima i puinskih mikrofosila; *Globorotalia* i *Globigerina*.

Oligocen je slabije poznat, a tamo gdje ga ima (npr. Ravna Gora, Strahinščica, Ivanščica, Požeška gora, Kalnik) uglavnom je klasti an (lapori, gline, pjesci, pješenjaci, konglomerati) i slatkovodan (zbog oligocenske regresije) (vapnenci i ugljeni). Oligocen je prisutniji u susjednoj Sloveniji. Donjeg oligocena nema pa su naslage srednjeg oligocena transgresivne na diferenciranu podlogu i esto se me usobno razlikuju. Na mnogim mjestima nakon transgresivnih konglomerata dolazi do diferenciranja nasлага s mogu noš u razlikovanja dvaju osnovnih razvoja; "Gornji grad" i "Zagorje" (bivši naziv "Socka"). Naslage "Zagorja" razvijene su i u sinklinoriju Hrvatskog zagorja gdje nakon transgresivnih konglomerata dolazi ugljen s ostacima vrste sisavca *Anthracotherium magnum*, a na ena je i bogata flora (*Sequoia*, *Eucalyptus* i dr.), zatim morske ribe i dr.. Ove naslage su pretežno braki no-slatkovodne.

Kontinuitet taloženja kreda-paleogen prisutan je u dubokovodnim razvojima na prostoru između Jadransko-Dinaridske i Apuljske platforme, pa se tako npr. u sjevernoj Italiji dubokovodna gornjokredna skalja, a zatim fliš, nastavljaju sve do miocena.

## 7.5.2. Neogen

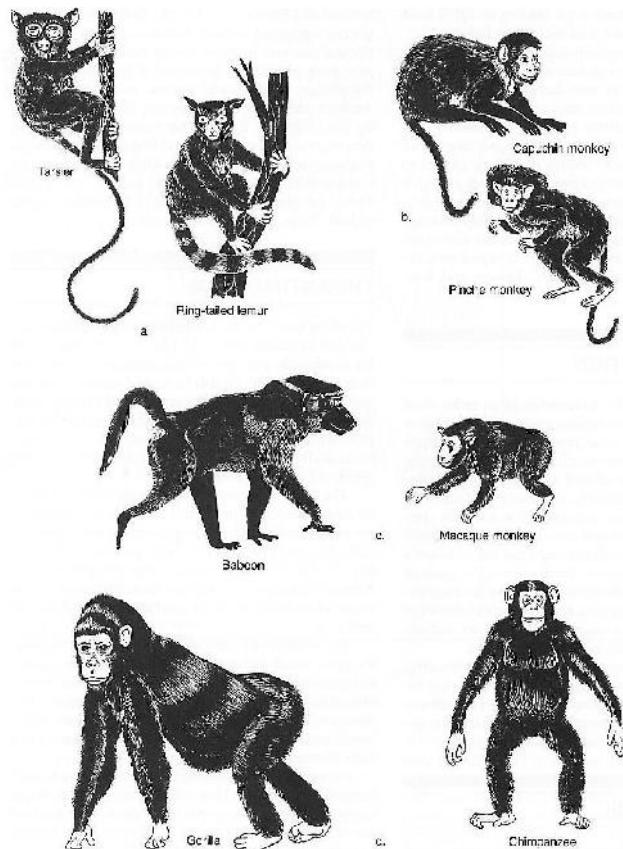
Granica između paleogena i neogena nije obilježena nekim dramatičnim zbivanjima, kako u evolucijskom, tako ni u tektonskom smislu. Sve četiri neogenske epohe: miocen, pliocen, pleistocen i holocen, imenovao je Charles Lyell, 1833. godine, a to na temelju podjele marinskih sedimenata u Francuskoj i Italiji. Prema podjeli "Međunarodnog povjerenstva za stratigrafiju", neogen se dijeli na (tab.15 - Podjelak neogena):

PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina	
NEOGEN	Holocen		0.0115 - 0.00	
			1.81 - 0.0115	
	Pleistocen		3.60 - 2.59	
			5.33 - 3.60	
	Pliocen	TETHYS      PARATETHYS		
		Piacenzij      Romanij Zanklij      Dacij		
	Miocen	Pont		
		Mesin	7.25 - 5.33	
		Panon		
		Torton	11.6 - 7.25	
		13.7 - 11.6		
		Seraval		
		Karpat		
		Langij	16.0 - 13.7	
		20.4 - 16.0		
		Burdigal	23.0 - 20.4	
		Akvitan	Eger	

tab.15

### 7.5.2.1 Živi svijet neogena

Charles Darwin je prvi ustanovio da invertebratni organizmi znatno sporije evoluiraju nego vertebratni. Tako, "kratki" neogenski period omogućio je tek neznatne evolutivne pomake



sl.288

provodni fosili unutar neogenskih dubokovodnih sedimenata.

U miocenu se po prvi puta na koraljnim grebenima javljaju i vrste algalne prevlake koje su izgrajene od crvenih algi iz skupine Corallinaceae (narođito rod *Lithothamnium*), a koje su u vрšivale grebene od udara snažnih oceanskih valova, te time omoguile njihov još bujniji razvoj.

U miocenu procvat doživljavaju i slatkvodne alge kremenjašice - dijatomeje (skupina Pennales) te ih se razvija oko 2000 vrsta. I danas su ove alge značajan faktor u izgradnji sedimenata jezerskih i riječnih dna.

### 7.5.2.1.2. Kopno

Neogen bi se mogao nazvati dobom zeljastih biljaka koje su uglavnom naseljavale ogoljele, puste predjele kopna koji su pretrpjeli neku katastrofu u vidu požara, poplava ili suša.

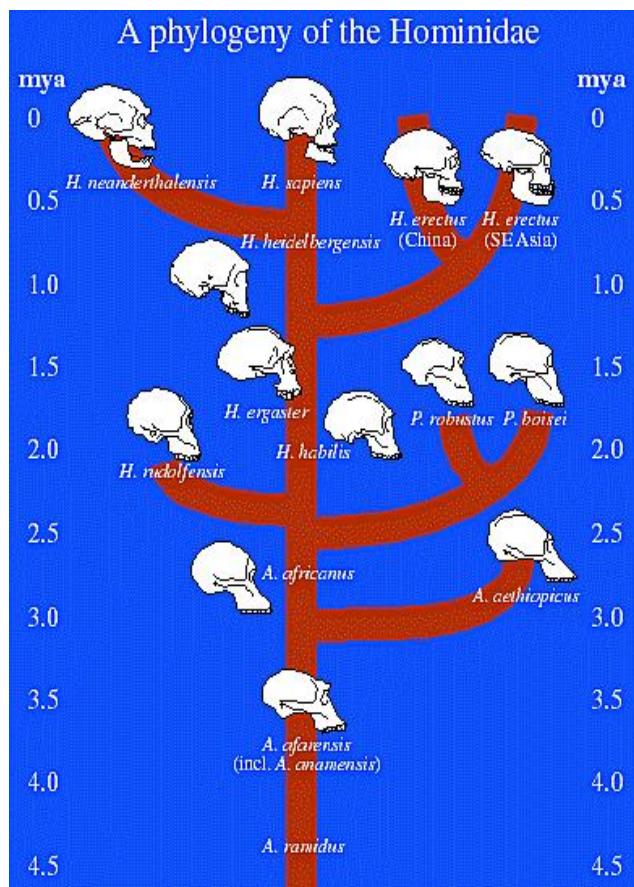
Isto tako, neogen bi se mogao

kod invertebratnih organizama, no vrlo značajne kod vertebratnih, kako na kopnu, tako i u moru.

#### 7.5.2.1.1. More

Najznačajniji evolucijski napredak u neogenskim morima doživjeli su kitovi. Tijekom miocena razvilo ih se nekoliko novih vrsta, tako da je populacija kitova tijekom miocena udruživala one najstarije oblike: mesojedne s velikim zubima, i one koji i danas žive, a hrane se zooplanktonom (no, ima danas i mesojednih). Tijekom donjeg miocena razvili su se i dupini, koji u stvari predstavljaju "specijalizirane" male kitove.

Tijekom miocena procvat su doživjele globigerinidne foraminifere koje su jedva preživjele izumiranje krajem eocena. Pojavilo se mnoštvo novih rodova ove skupine i oni su vrlo važni



sl.289



sl.290

neogenskom ekosistemu svakako je bio daljnji razvoj primata (sl.288 - *Podjela primata*). Pojavili su se još u oligocenu. Dijele se u dva podreda: Prosimidi (sl.288a) i Antropoidi (sl.288b-d). Antropoidi se nadalje dijeli u tri porodice: "majmuni novog svijeta" (širokonosni majmuni - Platyrhini) (sl.288b); "majmuni starog svijeta" (uskonosni majmuni - Catarrhini) (sl.288c), " ovjekoliki majmuni" (sl.288d) i Hominidi (ljudi)".

S po etka pliocena datiraju i najstariji fosilni nalazi predstavnika familije ovjekoliki majmuni i Hominidi (sl.289 - *Filogenija hominida*). Radiometrijskim datiranjem utvrđeno je da najstariji ostaci ove familije pripadaju vrsti *Ardipithecus ramidus* i starosti su između 5-4 milijuna godina. Nadalje slijede nalazi: *Australopithecus anamensis* (4.2-3.9 milijuna godina), *Australopithecus afarensis* (4-2.7), *Australopithecus africanus* (3-2), *Australopithecus robustus* (2.2-1.6), *Homo habilis* (2.2-1.6), *Homo erectus* (2.0-0.4), *Homo sapiens archaic* (0.4-0.2), *Homo sapiens neandertalensis* (0.2-0.03) i *Homo sapiens sapiens* (0.2-danas). Postoji nekoliko razvojnih linija afričkih roda pliocenskih ovjekolikih majmuna *Australopithecus* (sl.289), no zbog izostanka potpunije fosilne dokumentacije, tj. zbog samo pojedinačnih nalaza različitih vrsta iz

nazivati i dobom žaba, dobom štakora, dobom miševa, dobom zmija, dobom ptica pjevica, jer su sve te skupine doživjele procvat upravo u neogenu. Razvoju štakora i miševa pogodovao je razvoj trava, razvoju zmija pogodovao je upravo razvoj glodavaca, razvoj insekata pogodovao je razvoju žaba i ptica.

Tijekom miocena maksimum razvoja imaju i "parnoprsti" kopitari: jeleni i goveda (antilope, ovce, koze). Tako je, bilo je i više vrsta slonova no danas, a i zvijeri doživljavaju svoj procvat.

Sve ove skupine sisavaca doživjele su procvat zbog razvoja otvorenih prostora - travnatih savana, gdje su svi živjeli u uzajamnoj međuzavisnosti kao što je to slučaj i danas. Razvoj savana svakako je bio pospešen relativno hladnom i suhom klimom koja se iz oligocena nastavila i u miocen, a što je omogućilo bujan razvoj upravo različitih savanskih trava i korova.

Najznačajnija promjena u



sl.291

različitim razdoblja pliocena, teško je i u današnje vrijeme sigurnije govoriti o njihovih filogeniji, te njihovom jasnom prijelazu u rod *Homo*. Glavna značajka koja razlikuje predstavnike roda *Homo* od predstavnika roda *Australopithecus* jest upotreba alta i veći volumen mozga. Tako, dok je kod *Homo habilis-a* (Sl.290 - *Homo habilis*) volumen mozga bio veći oko 700 cm<sup>3</sup>, kod *Australopithecus afarensis-a* (*Lucy*) (sl.291 - *Australopithecus afarensis*) iznosio je oko 450 cm<sup>3</sup> (kao i kod današnjih gorila iimpanzi).

### 7.5.2.2. Klima neogena

Krajem miocena globalna morska razina pala je za 50-tak metara, a to kao posljedica izrazitih oledbi na području Antartike. Ovaj tzv. "mesinski događaj" (Mesin - zadnji kat miocenske serije taložene u tetijskom prostoru) izolirao je Sredozemno more, a što je uzrokovalo njegovo privremeno isušivanje ("solna kriza") uz taloženje velike količine evaporita koji se danas nalaze unutar miocenskog slijeda podloge dna Sredozemnog mora. Na južnoj Zemljinoj hemisferi klima je postala znatno hladnija, a na to ukazuje izrazitija pojava dijatomejskih sedimenata u oceanskim prostorima. Ipak, ovo zahvaljujuće nije zahvatilo cijelu Zemlju, jer npr. kopnena flora i marinski mikrofosili uz pacifičku obalu Sjeverne Amerike ukazuju na suprotni trend: zagrijavanje.

Po etkom pliocena globalna morska razina ponovno je počela rasti te je tijekom donjeg pliocena bila viša nego danas. Plitka i topla epikontinentalna morska preplavljalaca su rubne prostore zapadnog i istočnog dijela Sjeverne Amerike, zapadne Europe i Mediterana.

Potkraj pliocena (3 mil. god.), ove subtropske uvjete zamjenilo je razdoblje "ledenog doba" koje traje i danas. Ovo je zabilježeno je u sedimentima promjenom planktonske zajednice, a što je utvrđeno u dubokim bušotinama sjevernog Atlantika. Tako da, iz tog su razdoblja i prvi morenski sedimenti prisutni na prostorima sjevernog Atlantika i Islanda gdje se nalaze iznad radiometrijski datiranih efuziva. No ipak, najčešći su zabilježeni tragovi oledbi na sjevernoj Zemljinoj hemisferi iz razdoblja pleistocena, kada su zabilježena etiri glavna razdoblja kontinentalnih oledbi koja se nazivaju glacijalima, a između kojih je bilo etiri razdoblja bez kontinentalnih oledbi koja se nazivaju interglacijalima (sl.292 - Podjela pleistocena).

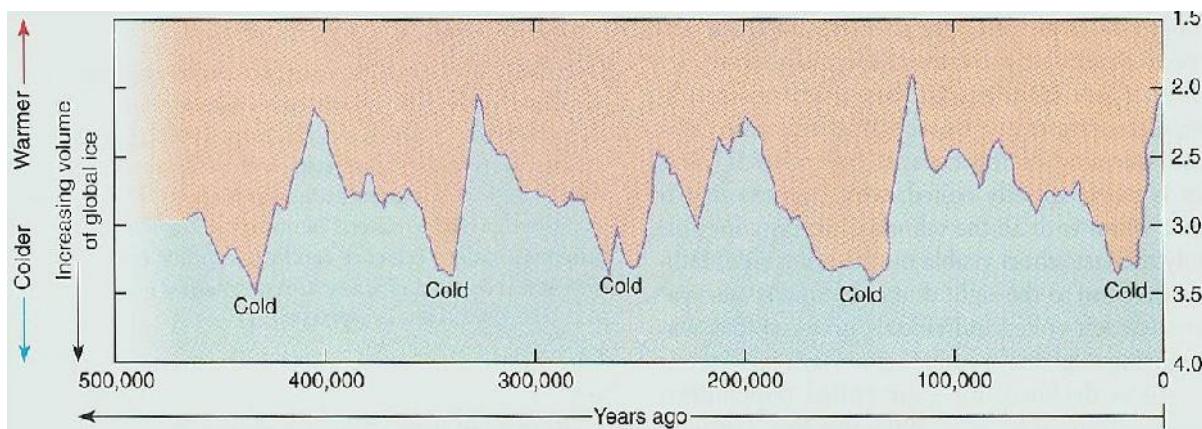
North America	Alpine Region	Years before Present
WISCONSINIAN	Würm	— 10,000
Sangamon	Riss-Würm	— 75,000
ILLINOIAN	Riss	— 125,000
Yarmouth	Mindel-Riss	— 265,000
KANSAN	Mindel	— 300,000
Aftonian	Günz-Mindel	— 435,000
NEBRASKAN	Günz	— 500,000
Pre-Nebraskan	Pre-Günz	— 1800,000

sl.292

Tijekom glacijala bilo je manjih oscilacija u površini rasprostranjenja ledenih pokrova, a isto tako i tijekom interglacijala bilo je "kratkih" razdoblja sa formiranjem manjih ledenih pokrova, a što je dokazano proučavanjem odnosa izotopa kisika O<sup>18</sup> i O<sup>16</sup> u kućicama puških foraminifera izvora enim iz dubokih bušotina. Na temelju tih proučavanja ustavljeno je da je bilo 18 manjih glacijalnih

ekspanzija tijekom pleistocena, po jedna nakon svakih 100 000 godina, prije čemu je njihov intenzitet razmjerno rastao kako se ide u mlađa razdoblja pleistocena.

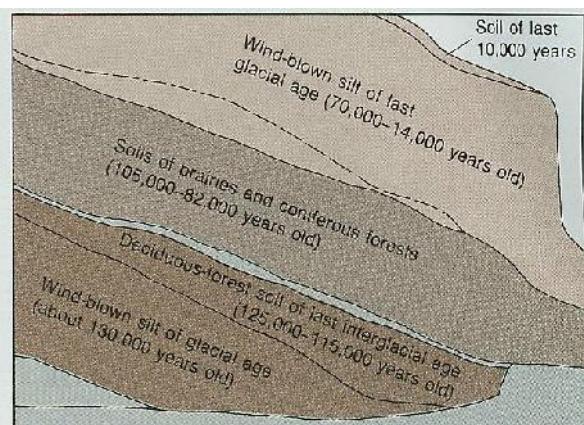
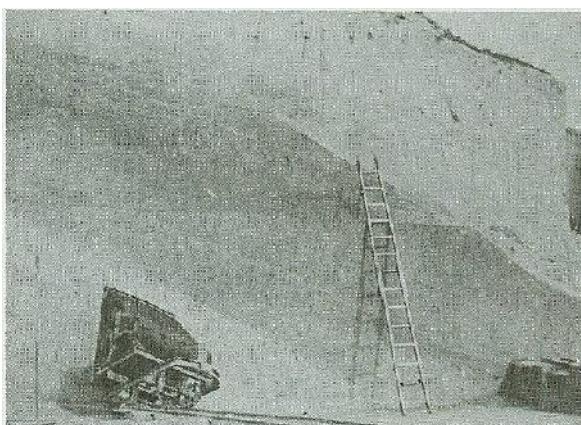
Proučavanjem kopnenih pleistocenskih sedimenata ustanovljeno je da su glacijalni intervali započinjali sporije, a završavali brže (sl.293 - *Dinamika napredovanja i povlačenja ledenih pokrova tijekom posljednjih 500 000 godina*).



sl.293

Tako, posljednje glacijalno razdoblje započelo je prije oko 100 000 godina, a svoj je maksimum dostiglo tek prije 18 000 godina. S druge strane pak, topljenje ledenih pokrova ovog zadnjeg glacijala desilo se tijekom vremenskog razdoblja između uotprilike 15 000 - 8000 godine.

Pleistocenski sedimenti (naravno, sa prostora koji nisu bili zahvaćeni glacijacijom) pokazuju pravilnu ciklostnost (sl.294 - *Ciklostnost naslage pleistocena*). Najniži interglacijalni nivo izgradiju sedimenti listopadnog šumskog tla bogati polenom koji su se istaložili tijekom vlažnih



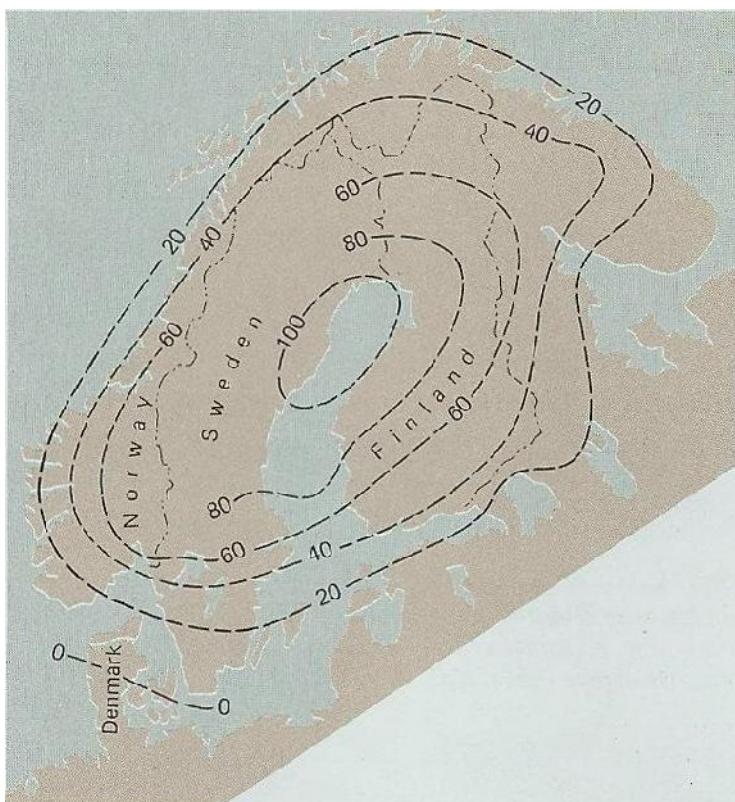
sl.294

i toplijih interglacijalnih razdoblja nego što je ono u kojem mi danas živimo. Na njima slijede sedimenti prerija i šuma etinja a koji ukazuju na posupno zahlađenje klime. Na kraju interglacijalnog razdoblja uvijek se nalazi les - sediment glacijala, donešen vjetrom iz pleistocenskih ledenih pustinja koje su se uvijek razvijale ispred ledenih pokrova, a u koje je taj sitnozrnat sediment bio donašan vodenim tokovima koji su dolazili iz smjera ledenih pokrova.

Dokazi koji ukazuju na postojanje velikih kontinentalnih oledbi tako su jasni da je zaista udno što generacije prirodoslovca tijekom 19. stoljeća te "zapise" nisu uspjeli pravilno interpretirati. Ogromni "erati ki blokovi" koji mjestimice i samostalno stoje jako udaljeni od planina građeni od istovrsnih stijena, dugo su smatrani kao tragovi biblijskog potopa. Neki su pak smatrali da su donešeni na ledenjacima koji su plutali po moru koje se zatim povuklo. Tek je 1830. godine geolog Louis Agassiz zaključio da su ovi blokovi donešeni iz udaljenih krajeva kretanjem ledenjaka po kopnenim prostorima.

Tragovi kretanja ledenjaka jasno su vidljivi iz postojanja "morena" na mnogim

dijelovima Zemlje. "Morene" danas izgra uju mnoge poznate geografske lokalitete kao npr. *Cape Cod*, Massachusetts, SAD. Neke pak zatvaraju ogromne depresije zaostale nakon otapanja



sl.295

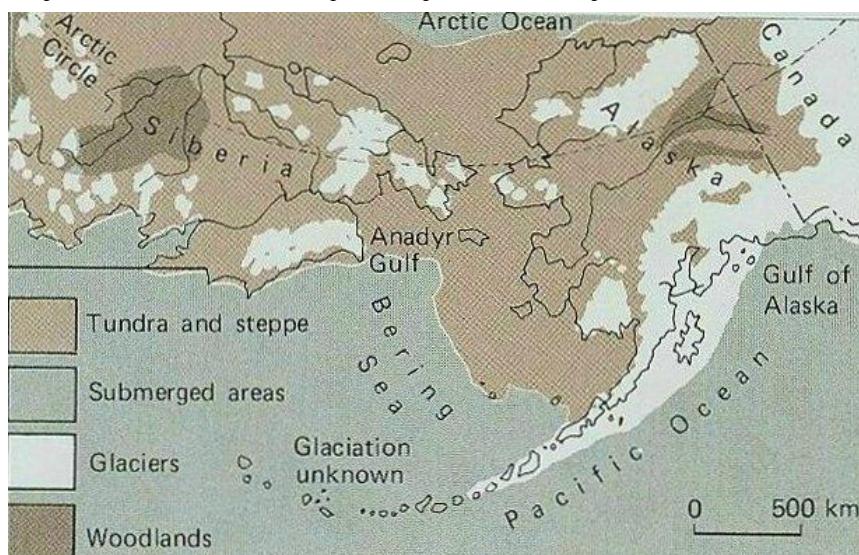
ledenjaka, npr. američka Velika jezera. Hudsonov zaljev je tako er depresija u koju je prodro Atlantik, a koja je nastala pod pritiskom leda. Tako er, na prostoru središnje Skandinavije izmjerno je izdizanje terena za oko 100 m nakon što se otopio ledeni pokrov prije 10 000 godina (sl.295 - *Iznosi izdizanja u metrima na prostoru Skandinavije nakon otapanja pleistocenskog leda*). Spuštanjem ledenjaka s viših, hladnijih planinskih predjela u niže, toplije, oblikovane su mnoge ledena ke doline karakteristične "U" oblika.

Izmjena pleistocenskih razdoblja glacijala i interglacijala jasno je zabilježena i u fosilnom "zapisu"; npr. nalazi kostiju vodenih konja u Velikoj Britaniji ukazuju da su neka razdoblja interglacijala bila

ak toplija od ovog interglacijala u kojem mi danas živimo.

Za prvu promjenu klime tijekom pleistocena veliki znajući ima i istraživanje polena kopnenih biljaka, iz čega se jasno vidi migracija biljnih vrsta ka jugu, odnosno sjeveru.

Osim migracija biljaka dešavale su se i migracije životinja, pa tako i unutar glacijalnih intervala. Naime, tijekom glacijalnih intervala neki dijelovi sjeverne Zemljine hemisfere bili su više, a neki manje prekriveni ledom. Stoga su se životinje kretale ka područjima na kojima je bilo manje leda. Takvo jedno područje je bez leda bila je tzv. Beringija (sl.296 - *Paleogeografija Beringije tijekom posljednjeg glacijala*); prostor Aljaske i Sibira između njih, zbog globalnog sniženja morske razine tijekom posljednjeg glacijala nije bilo mora. Na taj su prostor tijekom zadnjeg glacijala od prije



12 000 godina stizale životinje, pa i prvi ljudi, nastanjujući i time prostor Sjeverne Amerike.

Danas postoje samo dva kontinentalna ledena pokrova onakvog izgleda kakvi su na Zemlji bili prisutni tijekom pleistocenskih glacijala; jedan prekriva najveći dio Grenlanda, a

sl.296

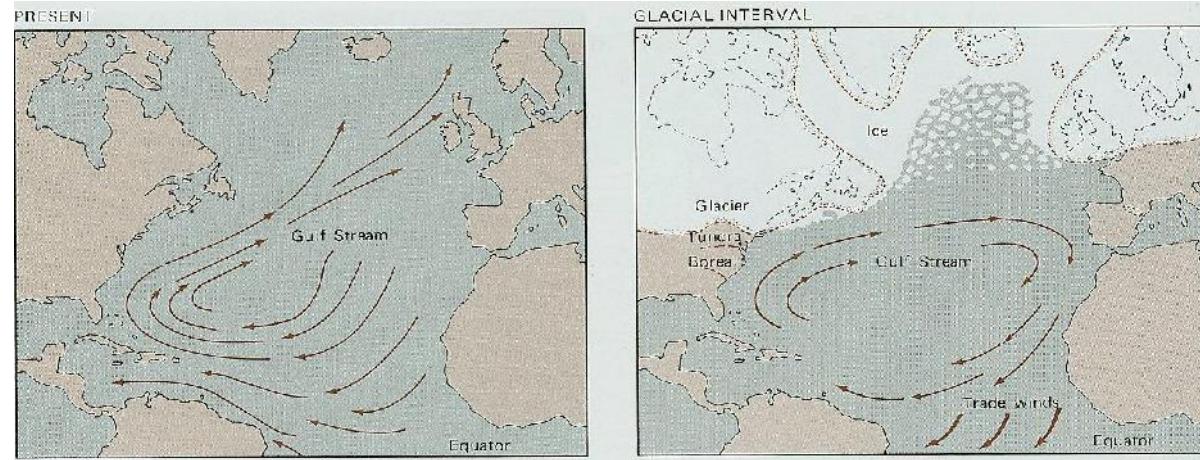
drugi gotovo itavu Antartiku. Tri četvrtine sveukupne slatke vode Zemlje vezano je za te pokrove i to prvenstveno za antarktički pokrov. Ovi pokrovi danas imaju ukupni volumen od

oko 25 milijuna kubičnih kilometara. Tijekom pleistocenskih glacijala volumen prisutnog leda bio je oko tri puta veći nego danas, a ledeni su pokrovi bili prosječne debnjine od oko 2 kilometra. S kontinentalnih prostora u more su se spuštali ledeni šelfovi koji su zajedno s ledenim bregovima, otkinutim od tih šelfova, prekrivali polovinu tadašnjih oceana.

Tijekom pleistocenskih glacijala velika količina oceanske vode bila je vezana u ledenim pokrovima. To je snižavalo globalnu morsku razinu (za oko 100-120 m ispod današnje razine), tako da su mnogi današnji kontinentalni šelfovi bili kopno granice od

mekanog sedimenta po kojemu su tekle rijeke, usjecajući duboke rijeke ne doline koje su danas duboki podmorski kanjoni.

Tri su velika "glacijalna centra" bila razvijena tijekom posljednjeg glacijala; jedan u Sjevernoj Americi, drugi na Grenlandu, i treći u Skandinaviji (sl.297 - *Raspširenje kontinentalnog leda tijekom pleistocenskih glacijala*). Kako je prostor sjevernog Atlantika bio blizu svim tim glacijalnim centrima, bio je u velikoj mjeri zaleden. To je onemogućilo prodiranje Golfske



struje na sjeveroistok tako daleko kao danas (do 55 stupnja sjeverne geografske širine), te je ona bila usmjerena više na istok, ka Španjolskoj (sl.298 - *Strujanja u Atlantiku danas i tijekom posljednjeg glacijala*). To je uzrokovalo mjenjanje smjera puhanja pasatnih vjetrova koji su potekli više puhati prema jugozapadu (a ne prema zapadu duž paralela, kao danas), a što je izazvalo i djelomično kretanje toplih ekvatorijalnih struja ka južnom Atlantiku (a ne prema Meksičkom zaljevu, kao

sl.297

sl.298

danasa). Na taj je na in golfska struja dobivala manju koli inu tople ekvatorijalne vode, pa je na svom putu ka sjeveroisoku bila znatno hladnija no danas. To je, naravno, još dodatno pospješivalo oledbu sjevernog Atlantika.

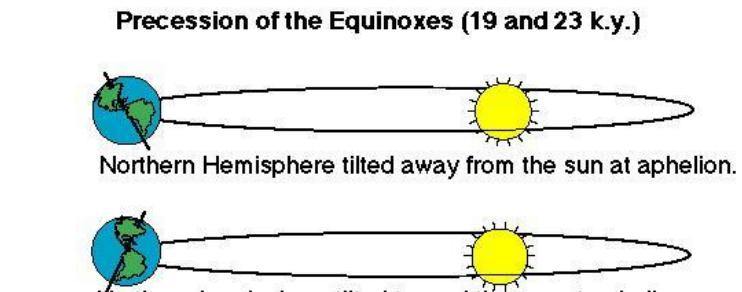
### 7.5.2.3. Uzroci pleistocenskih glacijacija

Kada proces glacijacije jednom započne, on se dalje nastavlja "automatski". To stoga jer led intenzivnije reflektira sunčevu svjetlost, a što dovodi do daljnje hlađenja i stvaranja još većih ledenih pokrova. Tako da, kada se led jednom počne topiti tamna podloga kopna absorbira više sunčeve svjetlosti, te se zagrijavanje i topljenje leda "automatski" nastavlja. Stoga je pravo

pitanje: "A što inicira stvaranje prvog leda, odnosno po etak njegova topljenja?"

U ranijim geološkim razdobljima to se može objasniti gibanjem kontinenata. Naime, kada se kontinent pozicionira oko pola (npr. oko južnog pola kao u ordoviciju), to uvijek izaziva izrazitije oledbe i zahla enja klime nego što su u razdobljima kada su polovi prekriveni samo morem. To stoga jer u polarna, samo marinska područja, uvijek dolazi i nešto toplih strujanja s nižih geografskih širina, pa su i oledbe redovito manje.

Za pleistocen ovo objašnjenje ne vrijedi jer je sjeverni pol bio smješten upravo u Arktiku kom oceanu. Istina jest da je sjeverni pol od toplijih strujanja dosta izoliran kopnenim prostorima, no takva je situacija bila i prije pleistocena, pa ipak nije bilo izrazitih kontinentalnih oledbi.



sl.299

Jedna hipoteza smatra da su izdizanja velikih planinskih lanaca koncem paleogenog mogla na njima inicirati početne kontinentalne oledbe, a koje su se onda zbog postupno sve veće refleksije sunčeve zrave enja s leda, nastavile. Jedna pak druga hipoteza kaže da su pleistocenske kontinentalne oledbe posljedica smanjenja sunčeve zrave enja.

Nekako najrazumnija hipoteza od mnogih kaže da su kontinentalne oledbe na sjevernoj hemisferi posljedica formiranja panamske prevlake koja je povezala dvije Amerike, a što se desilo prije otprilike 3.5 milijuna godina. To je omogućilo nastanak golfske struje čime su na sjevernu hemisferu krenula topla strujanja koja su u tim sjevernim predjelima povećala vlažnost klime, a time i snježne padaline čime su nastali prvi ledeni pokrovi.

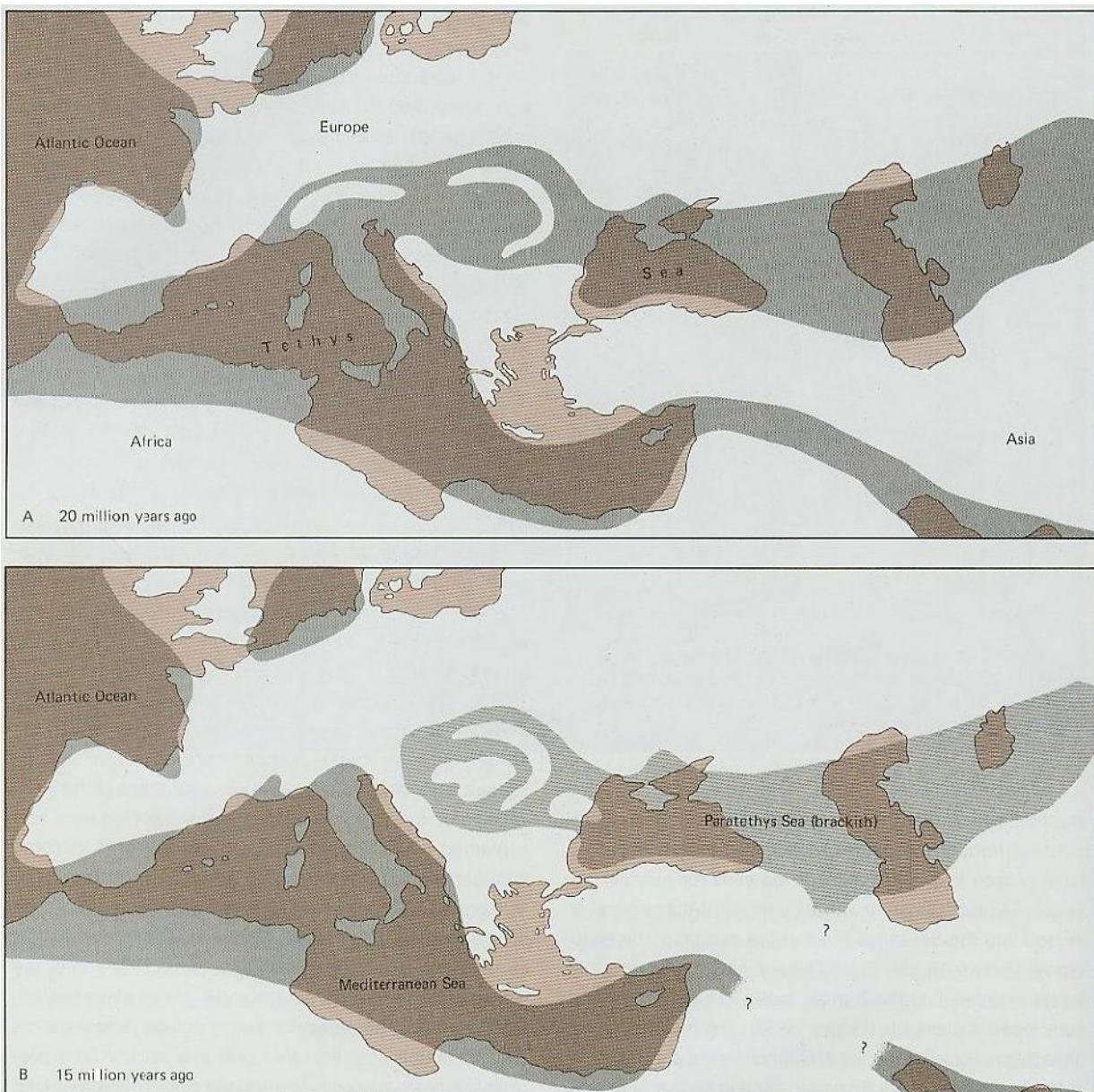
Danas se razdoblja glacijala i interglacijskog objašnjavaju promjenom orbitalnih

parametara Zemlje ("Milankovi evi ciklusi") (sl.299 - *Promjene orbitalnih parametara Zemlje*). Naime, nagib osi Zemljine rotacije (*obliquity*) mijenja se svakih 41 tisuća godina, ekscentritet njene putanje oko Sunca (putanja je kružna ili eliptična) mijenja se svakih 100 tisuća godina, a nagnutost Zemljine osi prema Suncu (os nagnuta ka Suncu, os nagnuta od Sunca - *precession*) mijenja se svakih 19-23 tisuća godina. Promjene gibanja i orientacije Zemlje prema Suncu postupno i različito menjaju intenzitet Sunčeve zračenja na različitim djelovima Zemlje. Tako, tijekom razdoblja manjeg ili većeg smanjenja intenziteta Sunčeve zračenja u području polova, na njima dolazi do manje ili više izražene oledbe. Promjenom ovih parametara u "suprotnom smjeru", dolazi do postupnog otapanja nastalog leda. Na intenzitet oledbi utječe raspored kopna i mora, a koji je bio promjenjiv tijekom geološke prošlosti. Oledbe su bile intenzivnije kada su zahvatile i kontinentalne prostore. Periodi veće oledbe i otapanja ledenih pokrova uzrokuju i periodi veće oscilacije globalne morske razine, a što se ponekad jasno može prepoznati i u sedimentnim "zapisima".

Pored izrazitih klimatskih promjena kao što su glacijali i interglacijski, u prošlosti su bile prisutne i manje klimatske promjene unutar krajih vremenskih razdoblja. Tako npr. između 1500. i 1850. godine bilo je jedno hladno razdoblje koje se može nazvati "*Malim ledenim dobom*", a koje je svoj vrhunac imalo oko 1700. godine. U tom je razdoblju na prostorima Skandinavije i istočnog dijela SAD klima bila znatno hladnija nego ikada prije i kasnije.

#### 7.5.2.4. Paleogeografija neogena na prostoru Tethysa

Kolizijom Afričke i eurazijske ploče po etkom miocena izdižu se planinski lanaci Alpa, Dinarida, Helenida (u Grčkoj) i Taurusa (u Turskoj). Formiranjem ovih planinskih lanaca istodio Tethysa dijeli se na dva dijela; južni, i sjeverni koji se naziva Paratethys (sl.300 - *Zatvaranje Tethysa i formiranje Paratethysa i Sredozemnog mora*). S južnim krakom Tethysa Paratethys je bio vezan u području rijeke Rhone i Alpa, te se preko današnjeg panonskog prostora, Crnog i Kaspijskog mora, protezao dalje na istok. Sredinom miocena (sarmat), prije oko 15 milijuna godina pučevaiza među južnog kraka Tethysa i Paratethysa u području Alpa, ime Paratethys postaje ogromno jezero koje se zbog dotoka slatkih voda sa eurazijskog kopna postupno oslaže (sl.300). Istovremeno, na području današnjih Sirije i Iraka, uz napredovalom kolizijom Afričke i eurazijske ploče, pučevaiza južnog kraka Tethysa s Indopacifim prostorom na istoku, ime se od južnog kraka Tethysa formira Sredozemno more, a i omogućuje migraciju kopnenih životinja iz Afrike u Europu i obrnuto. Krajem miocena, prije otprilike 6 milijuna godina, zbog izrazitih oledbi u Antarktiku komu prostoru, globalna morska razina pada. Ime i u prostoru Sredozemnog mora dolazi do izrazitog opipljanja uz taloženje debelih naslaga evaporita ("mesinska solna kriza") (sl. 301 - *"Mesinska kriza" i raspad Paratethysa*). Prisutnost miocenskih solnih domaćinih onima iz Jure meksičkog zaljeva, a otkrivenih još 1961. godine u seizmičkim profilima kroz Sredozemno more, upravo ukazuju da je krajem miocena došlo do izrazite evaporizacije na tom prostoru, kada je najveći dio prostora Sredozemnog mora predstavlja plitkovodni evaporitni bazen sa prostranim potpuno emergiranim dijelovima. To je potvrđeno i bušenjima na prostoru Sredozemnog mora, provedenim 1970 godine, kada je u istom dijelu Sredozemlja nađen i halit koji je predzadnja sol u evaporitnoj seriji koja se izluže iz otopine prije njene potpune isparavanja. Također, prisutnost dubokih kanjona ispunjenih pliocenskim sedimentima na mjestima današnjih podmorskikh sedimenata rijeka Rhone, Po i Nil, još je jedan dokaz da su tada te rijeke tekle po dijelom okopnjrenom prostoru dna današnjeg Sredozemnog mora. Rijeke su u taj isušeni prostor doticale i iz smjera oslaže enog Paratethysa. Prilikom izgradnje asuanske brane ustanovljeno je da kanjon koji je produbila rijeka Nil na isušenom dnu Sredozemlja svojim

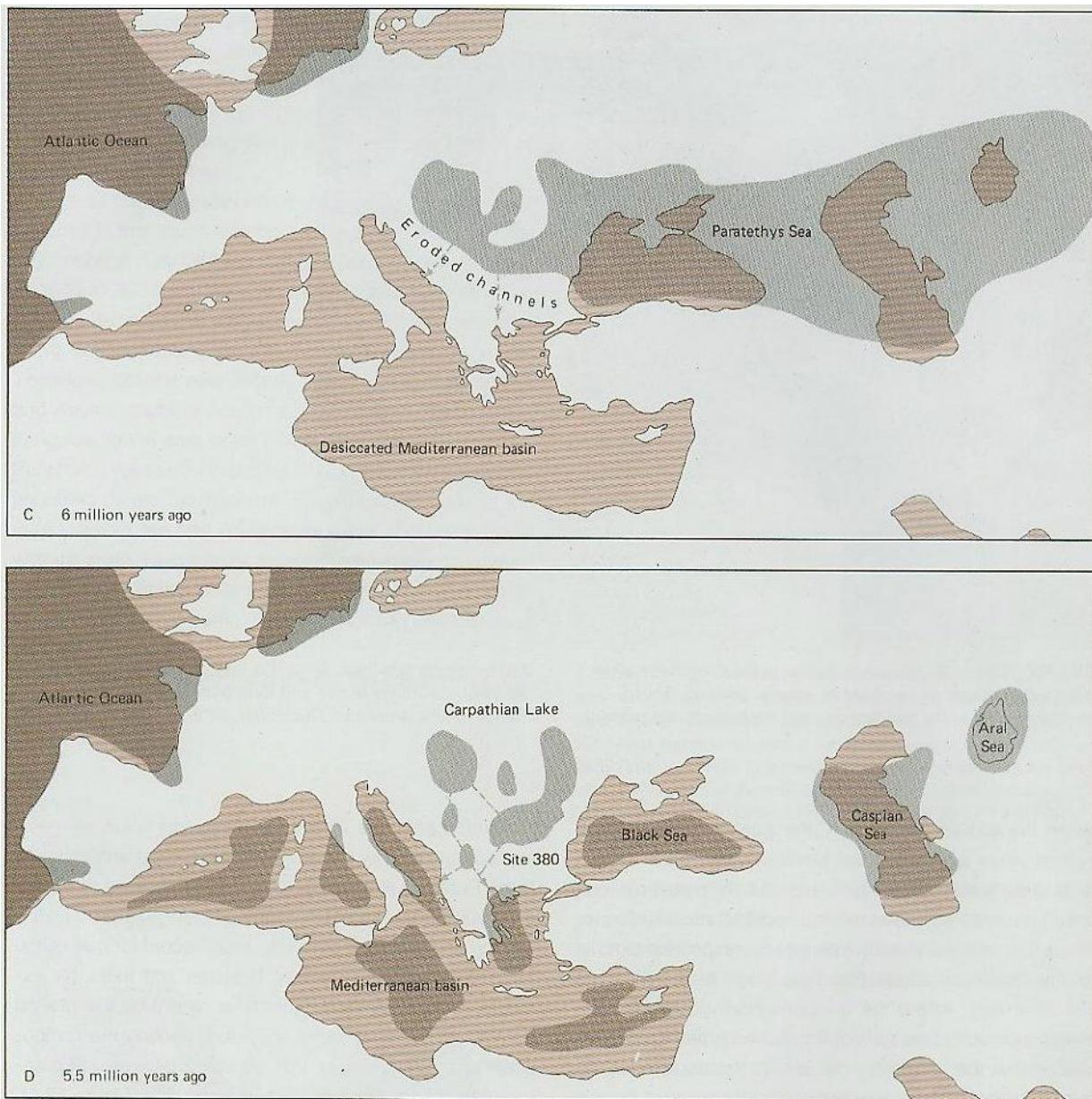


dimenzijama približno odgovara Grand Canyon-u u Arizoni.

Prije oko 5.5 milijuna godina, Paratethys se raspao na niz manjih bazena (panonski, dacijski, egejski, crnomorski, kaspijski, aralski - sl.301), a istovremeno je započelo ispunjavanje Sredozemnog prostora s morem iz smjera Atlantika. Na to ukazuje prisutnost dubokovodne marinske mikrofossilne zajednice u vrhu solnih doma Sredozemlja.

Pucanjem prirodne "brane" između Atlantika i Sredozemlja u području Gibraltara vjerojatno bio formiran ogroman slap, zasigurno znatno većih dimenzija no što je danas onaj na rijeci Nijagari.

Bazeni nastali raspadom Paratethysa najveći su se dijelom isušili ili su pak od njih zaostala jezera, npr. Kaspijsko jezero (more).



### 7.5.2.5. Razvoj neogena u podruju središnjeg Paratethysa

Razvoj neogena u podruju središnjeg Paratethysa razlikuje se od onog na podruju Sredozemlja, pa zato postoje i drugi nazivi za pojedine dijelove miocena i pliocena (tab.15).

Neogenske marinske naslage na prostoru sjeverozapadne i istočne Hrvatske pripadaju prostoru centralnog Paratethysa (postoji još i zapadni, te isto ni Paratethys) koji se proteže na prostoru između Bavarske i Karpata. U geotektonskom smislu najveći dio centralnog Paratethysa obuhvaća panonski bazenski sustav (panonski prostor) ograničen Alpama, Karpatima i Dinaridima. Naslage na prostoru panonskog bazenskog sustava mjestimice naliježu na oligocenske slatkovodne do braki ne naslage, a mjestimice diskordantno naliježu i na još stariju podlogu. Podloga im je esto i nepoznata (zbog izrazite prekrivenosti). Tijekom donjeg miocena unutar panonskog bazenskog sustava moguće je razlikovati dva taložna bazena različitih taložnih karakteristika. To su: bazen Hrvatskog Zagorja i Sjevernohrvatski bazen. Tek se od

karpata formira jedinstveni taložni prostor, tako da se od tada pa sve do kraja miocena unutar panonskog bazenskog sustava odvijaju sli ni taložni procesi. Bitnu ulogu pri formiraju razli itih taložnih zbivanja na ovom prostoru imali su i neotektonski pokreti koji su dovodili do diferenciranog spuštanja tektonskih blokova (a povremeno i njihova izdizanja),ime su utjecali na promjene batimetrije, a time i na formiranje razli itih debljina neogenskih sljedova u razli itim dijelovima panonskog bazenskog sustava. Najmanja debljina neogenskih sljedova je uz rubove oto nih gora (npr. uz Medvednicu), a najve a u depresijama (potolinama), npr. murska depresija s debljinom neogenskih naslaga od oko 4 km, savska depresija s debljinom neogenskih naslaga od oko 5-6 km, dravska depresija s debljinom neogenskih naslaga od oko 7 km.. Zbog postojanja ležišta nafte i plina u u njima je od strane INA-Naftaplina izveden velik broj dubokih bušenja, te su one iznimno dobro istražene i poznate. Zbog prakti nih razloga pri razradi ležišta ugljikovodika neogenske naslage podjeljene su na razli ite litostratigrafske jedinice: grupe, formacije i lanove. Tako npr. u savskoj depresiji odre dene su formacije: Pre ec, Prkos, Ivani grad, Kloštar, Široko polje i Lonja (tab.16 - Korelativni prikaz neogenskih naslaga iz depresija panonskog

PODJELA MIOCENA I PLIOCENA SJEVERNA HRVATSKA				IGCP PROJECT NO 25/75 BRATISLAVA CENTRALNI PARATEKTIS DANAS VAŽEĆE		VRIJEME mli. a.	EK MARKERI	LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE				
								S A V A	D R A V A	I S T O Č H SLAVONIJA	M U R A	
<b>H O L O C E N E</b>												
<b>P L E I S T O C E N E</b>												
PLIOCENE	PI	LEVANTIAN PI <sub>3</sub>	SREDNJI I GORNJI PALUDINSKI SLOJEVI	ROMANIAN PI <sub>2</sub>	PILOCENE			<b>LONJA</b>				
		DACIAN PI <sub>2</sub>	DONJI PALUDINSKI SLOJEVI	DACIAN PI <sub>1</sub>		5,4	Z'	<b>F O R M A C I J A</b>				
		PONTIAN PI <sub>1</sub>	RHOMBOIDEA SLOJEVI ABICHI SLOJEVI	PONTIAN M <sub>7</sub> UPPER LOWER	PILOCENE	7,8	R <sub>y</sub> Δ Z'	ŠIROKO POLJE FORMACIJA	BILOGORSKA FORMACIJA	VERA FORMAC.	M U R A F O R M A C I J A	
		PANNONIAN MPI	BANATIKA SLOJEVI PREVALENCIJEZISKI (CROATICA) SLOJEVI (BIJELI LAPORI)	PANNONIAN M <sub>6</sub> UPPER LOWER	PILOCENE	10,8	Rs <sub>5</sub>	KLOŠTAR IVANIČ FORMACIJA	KLOŠTAR IVANIČ FORMACIJA	VALPOVACKA FORMACIJA	LENDAVSKA FORMACIJA	
					PILOCENE	11,8	Rs <sub>7</sub>	IVANIČ GRAD FORMACIJA	IVANIČ GRAD FORMACIJA	PETIŠOVCI PJESČENJAC BENICA LAPOR		
MIocene	M	LOWER M <sub>1</sub> MIDDLE M <sub>2</sub> UPPER M <sub>3</sub>	M <sub>3</sub> S A R M A T I A N	SARMATIAN M <sub>5</sub>	M I O C E N E			PRKOS FORMACIJA	KRIŽEVCI ČLAN			
		M <sub>2</sub> TORTONIAN	II MEDITERRANEAN	BADENIAN M <sub>4</sub>	MIDDLE				M O S L A C K A G O R A FORMACIJA			
		M <sub>2</sub> HELVETIAN		KARPATIAN M <sub>3</sub>					VUKOVARSKA FORMACIJA			
		M <sub>1</sub> BURDIGALIAN	I MEDITERRANEAN	OTTNANGIAN M <sub>2</sub>	LOWER					CENTIBA ČLAN		
		M <sub>1</sub> AQUITANIAN		EGGENBURGIAN M <sub>1</sub>						M U R S K O S O B O T S K A FORMACIJA		
STRATIGRAFSKI NEDETERMINIRANO				(KARBONATI) (METAMORFITI)	?MEZOZOIK ?PALEOZOIK	66,4	PI	<b>PODLOGA TERCIJARA</b>				
						245	Tg	<b>TEMELJNO GORJE</b>				

tab.16

bazenskog sustava). No ipak, ovdje e biti dan opis samo onih naslaga panonskog prostora koje su dostupne površinskom promatranju.

U bazenu Hrvatskog Zagorja koji obuhva a prostore Ivanš ice, Strahinš ice, sjevernog Kalnika, murske depresije i zapadnog dijela dravske depresije, eger i egenburg su predstavljeni braki nim do marinskim pjescima, pješ enjacima, laporima, bre ama, konglomeratima, te mjestimice i andezitno-dacitnim vulkanitima. Važnije foraminifere su: *Haplophragmoides carinatum*, *Cyclammina cancelata*, *Uvigerina hantkeni*, a od mekušaca *Glycimeris haberti*, *Cyprina rotundata*, *Congeria basteroti* i drugi. Egenburške su starosti i tzv. "maceljski pješ enjaci" prisutni na padinama Strahinš ice i Ivan ice. U njima ima i tufova. Od mekušaca dolaze: *Chlamys northamptoni*, *Pecten reussi*, *Pecten beudanti* i drugi. Istovremeno, na prostoru Sjevernohrvatskog bazena bila je emerzija.

Otnang se tako er razlikuje na ova dva prostora. Na podru ju bazena Hrvatskog Zagorja karakteriziran je taloženjem raznovrsnih marinskih klastita glina, lapora i pješ enjaka s

foraminiferama: *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina otnangiensis*, *Elphidium flexuosum*, a koji se nastavljaju na "maceljske pješ enjake". Na prostoru Sjevernohrvatskog bazena u starijem otnangu prisutni su rije ni klastiti: bre e, konglomerati, pješ enjaci, siltiti i gline, a u mla em, jezerski klastiti: siltiti, lapori, pješ enjaci, konglomerati, te rije e vapnenci i piroklastiti.

U karpatu dolazi do transgresije uzrokovane kako globalnim povišenjem morske razine, tako i izrazitijim otvaranjem marinske veze Paratethysa s južnim krakom Tethysa (budu im Sredozemljem), ime se formira jedinstveni taložni prostor panonskog bazenskog sustava. Tako, tijekom karata na širokom prostoru odvija se taloženje marinskih laporanih, siltita, pješ enjaka, a mjestimice ima i trahiandezita i tufova (Krndija). Od foraminifera zna aje su: *Globigerinoides bisphaericus*, *Quinqueloculina triangularis*, *Triloculina scapha*, *Uvigerina graciliformis* i druge.

Naslage badena, zbog transgresije uzrokovane povišenjem globalne morske razine u donjem, a dodatno i izrazitijim otvaranjem indopacifi kog marinskog prostora u gornjem badenu, znatno su rasprostranjenije na površini od naslage starijih dijelova miocena. Pri tome naslage donjeg badena uvijek naliježu na karpatske naslage, a naslage gornjeg badena na naslage iz razli itih stratigrafskih nivoa u rasponu paleozoik-miocen. U donjem dijelu badenskih naslaga dolaze konglomerati, "litavac" (bre asti "litotamnijski vapnenac"), "litotamnijski vapnenac" i pješ enjaci. U dubljevodnjim dijelovima taložnog prostora udaljenijim od obala oto nih planina (npr. Medvednice) taložili su se uglavnom lapori ("badenska glina"), a u najdubljim dijelovima (npr. današnja Slavonija) i turbiditi.. U donjem badenu odre eni su mekušci: *Phacoides borealis*, *Lucina polymorpha*, *Solenomya doderleini*, *Amussium denudatum*, *Vaginela austriaca* i druge. Me u foraminiferama odre ene su: *Valvulina pennatula*, *Textularia gramen*, *Lenticulina inornata*, *Uvigerina semiornata*, *Globorotalia meyeri* i druge. U gornjem badenu u plitkomorskom, a dijelom i grebenskom facijisu uz "litotamnijske vapnence" ima konglomerata i pješ enjaka s mnoštvom ostataka ježinaca, pektenida, oštiga, puževa i kostiju morskih sisavaca. Od foraminifera este su: *Spiroplectamina carinata*, *Bolivina dilitata*, razne heterostegine, itd. Za badenske naslage panonskog bazenskog sustava vezani su bazalti i andeziti (vrlo debeli u dravskoj i murskoj depresiji), te piroklastiti.

U sarmatu dolazi do smanjenja saliniteta (zbog pucanja veze s južnim krakom Tethysa odnosno sada Sredozemnim morem). Sli no starijim naslagama i ovdje se mogu razlikovati rubni plitkovodni facijesi i dubokovodni facijesi. Rubni facijesi predstavljeni su braki nim glinama, pješ enjacima i vapnencima u kojima dolaze mekušci: *Callistoma podolicoformis*, *Pirenella picta*, *Mactra vitaliana*, *Cardium vindobonense*, a od foraminifera: *Elphidium macelum*, *Elphidium josephinum* i drugi. U bazenskom facijisu dolaze klastiti sitnijeg zrna: lapori i laporoviti vapnenci, listi avi dijatomiti ("tripoli naslage"), te turbiditi. Provodnu vrijednost ovdje ima školjkaš *Ervilia dissita dissita*.

Panon se u panonskom prostoru nastavlja na sarmat i može se podjeliti na donji i gornji. Donji panon izgra uju slatkovodni do braki ni plo asti vapnenci, lapori, a lokalno konglomerati, šljunci i pijesci. Naslage donjeg panona nazivaju se "croatica naslage" ("bijeli lapori") po pužu *Radix croatica*. Dolaze još i: *Radix cobelti*, *Limnaea extensa*, *Gyraulus praeponticus* i drugi. Naslage gornjeg panona izgra uju braki ni lapori, pijesci i pješ enjaci, a u dravskoj depresiji prisutne su i pojave bazalta. Ove naslage nazivaju se "banatica naslage" prema školjci *Congeria banatica*. Dolaze još i: *Gyraulus tenistriatus*, *Planorbis turkovici* i ostrakodi *Hungarocypris hieroglyphica*, *Candonia reticulata* i drugi. Nivou "banatica naslage" odgovara i tzv. "lircejski horizont" na jugoisto nom pobo ju Medvednice (kod Markuševca) predstavljen rije nim šljuncima s mekušcem *Melanopsis fossilis*.

Pont se izravno nastavlja na panon. U donjem dijelu izgra uju ga braki ni lapori i pijesci koji se nazivaju "abichi naslage" prema školjci *Paradacna abichi*. Dolaze još i: *Congeria*

*digitifera*, *Congeria zagrabiensis*, a ima i ostrakoda *Amplocypris reticulata*, *Caspiocypris lobata* i drugi. Ove naslage poznate su po naftnim ležištima. U gornjem dijelu pont izgra uju braki ni pijesci, pjeskoviti siltozni lapori, kvarcni pijesci, glinovito-pjeskovite naslage i šljunci koji se nazivaju "rhomboidea naslage" prema školjci *Congeria rhomboidea*. Dolaze još i: *Congeria croatica*, *Congeria alata*, *Limnocardium mayeri*, *Limnocardium schmiti*, *Valenciennius* i drugi (osobito poznato nalazište fosila je Okrugljak u Zagrebu). U hrvatskom Zagorju unutar ovog nivoa ima i lignita (Konjš ina).

Pliocen se u panonskom prostoru sastoji od naslaga jezera, mo vara i rijeka koje se nazivaju "paludinske naslage" prema slatkovodnom pužu *Paludina (Viviparus)*. Izgra uju ih uglavnom sitnozrni pijesci i šljunci s ulošcima gline i lignita. Ove naslage tipi no izdanju na prostoru Slavonije (okolica Slavonskog broda, padine Psunja i Dilj gore) i Moslavine (okolica Novske, južne padine Moslava ke gore). Prema karakteristi nom fosilnom sadržaju mogu se izdvojiti tri nivoa "paludinskih naslaga": donji, s vrstom *Viviparus neumayri*, srednji, s vrstama *Viviparus bifarcinatus*, *V. nothus i drugima*; i gornji, s vrstama *Viviparus vukotinovici*, *V. zelebori* i dr. Unutar ovih naslaga, na podruju Slavonije, rekonstruiran je filogenetski niz vrsta (od Viviparusa najprimitivnijih ku ica ka onima sa složenijim ku icama). U priobalnim dijelovima pliocenskih taložnih prostora taloženi su klastiti krupnijeg zrna; šljunci - npr. kraj Zagreba, sa školjkom *Unio pauli* i pužem *Melanopsis costata*. Jezerska sedimentacija mjestimice se pliocena nastavlja i u pleistocen, te u holocen, pa postoje prijelazne "paludinske naslage". U njihovim višim dijelovima brojni su nalazi vrste *Corbicula fluminalis*, a u novije vrijeme odre eni su i brojni ostrakodi kao npr. *Cyprinotus salinus*, *Ilyocypris monstrifica*, *Candona stupelji* i drugi.

Na panonskom prostoru Hrvatske mjestimice su prisutni i eolski sedimenti - les i tzv. barski les (rije ni mulj pomješan sa lesom), te "živi" pijesak, koji su taloženi tijekom pleistocena. Nalazimo ih na podruju Bilogore, akova, ur evca, Vukovara. U njima ima kopnenih puževa *Helix* i *Pupa*, a sporadi ne su i fosilne kosti sisavaca, osobito mamuta, bizona, vunastog nosoroga, konja itd. Eolskih sedimenata ima i na Koruli, Lastovu, Mljetu, Hvaru, u Ravnim kotarima, Istri, na Susku. Najljepše je razvijen les uz Dunav, gdje se vidi izmjena slojeva lesa kao sedimenta suhe stepske klime i ilovastih interkalacija kao posljedice trošenja u vrijeme interglacijskog i prestanka donošenja prašinastog materijala iz periglacijalnih prostora Europe.

Tijekom pleistocena i holocena taloženje se na panonskom prostoru odvija i uz mnogobrojne rijeke (Sava, Drava i dr.), ija se korita esto pomi u, te time nastaju brojne terase gra ene od rije nih sedimenata, uglavnom šljunka i pjeska. Ove naslage su značajni vodonosnici, a vrlo su bitne i kao prostrana, i do nekoliko stotina metara debela ležišta gra evinskih sirovina.

#### **7.5.2.6. Razvoj neogena u podruju Vanjskih Dinarida**

U zaostalim, izoliranim jezerima nakon eocensko/oligocenskog izdizanja Dinarida, na ovom se prostoru i tijekom neogena odvijalo taloženje. Tragove takvih jezerskih okoliša danas nalazimo u poljima (depresijama) sjeverne i srednje Dalmacije, npr. na podruju Knina, Mio i a, Sinja, kao i na prostorima susjedne BiH. Njihove dimenzije variraju od nekoliko kilometara pa sve do dimenzija 70x18 km kao što je to slučaj kod Sarajevo-Zenica neogenskog bazena. Tijekom svoje evolucije povremeno su neki od ovih neogenskih taložnih prostora bili i spojeni, no neotektonskim pokretima uzrokovanim dalnjom kolizijom Jadranske mikroploče i ve izdignutih Dinarida, došlo je do smanjenja njihovih dimenzija. Debljina neogenskih taložina u ovim bazenima varira od nekoliko stotina metara, pa ak do 2600 m kao što je slučaj kod

Sarajevo-Zenica bazena.

U ovim se bazenima tijekom miocena i pliocena odvijalo taloženje siliciklastita, lapor, glina, vapnenaca, vapnena kih konglomerata, a mjestimice i lignita. U podruju Sinjskog bazena ima i dacitno-andezitnog tufa. Osnovni geološki problem ovih bazena je odredba starosti njihovih naslaga. To stoga jer su ovi bazeni bili odvojeni od mora, te su se u njima razvijali endemski životni oblici bez izrazitije provodnosti. Tako, neogen je u ovim bazenima podjeljen i korelira se među različitim bazeinima na temelju lokalno prisutnih fosilnih ostataka školjkaša, ostrakoda, flore, na temelju superpozicije, litostratigrafske korelacije, ili pak na temelju lokalnih nalaza fosilnih ostataka sisavaca. Fosilni sadržaj je vrlo bogat. Na prijelazu u miocen prisutni su: *Helix rugulosa*, *Helix geniculata*, *Lymnaea socialis*, u donjem miocenu: *Congeria pernaeformis*, *Congeria jadrovi*, *Unio* sp., *Planorbis obtusus*, zatim ostaci flore: *Cinnamomum* sp., *Ceratophyllum sinjanum* i ostaci sisavca *Dynotherium bavaricum*. Srednji i gornji miocen te pliocen karakterizirani su tako er brojnom zajednicom mekušaca, narođito bogatom raznim kongerijama i melanopsidima. U Sinjskom bazenu odredeni su i srednjomiocenski ostaci sisavca *Mastodon angustidens* sp.

Na prostoru Vanjskih Dinarida Hrvatske ima i glacijalnog i glaciofluvijalnog materijala iz pleistocena. Tako, morene su prisutne na Rujanskoj kosi i na Krasnom polju na Velebitu.

Na nekim krškim rijekama na ovom se prostoru tijekom holocena formiraju i sedrene barijere, pa su tako njihovim formiranjem, npr. na rijeci Korani, nastala Plitvička jezera.

#### 7.5.2.7. Razvoj neogena u podruju Jadranskog bazena

Neogenska sedimentacija u hrvatskom dijelu Sredozemlja odvijala se na prostoru Jadranskog bazena i to u najvećem njegovom dijelu kontinuirano iz paleogena u neogen. Ipak, mjestimice su zabilježene i emerzije kao posljedice lokalnih tektonskih pokreta kada su dijelovi Jadranskog bazena postajali kopneni koridori koji su omogućili migracije sisavaca iz Dinarida u Apuliju (Italiju) i obrnuto. Za te emergirane prostore vezani su i mjestimice prisutni slatkovodni sedimenti (npr. na otoku Pagu). Najduža takva emerzija bila je tijekom razdoblja oligocen-donji miocen. U bazenskom prostoru tijekom neogena prevladavajuće su se taložili vapnenci, pjeskoviti i glinoviti vapnenci, te latori u debljinama od maksimalno do 800 metara, a što je bitno manje nego što je debljina neogenskih slijedova u panonskom bazenskom prostoru. To ukazuje da prostor Jadranskog bazena nije bio izložen izrazitijim tektonskim spuštanjima. Proučavajući slijedova neogenskih naslaga iz dubokomorskih bušotina sa ovog prostora, ustanovljeno je postojanje nekoliko depresija (Jadransko-jonska, Dugootina, Padska i Venecijanska) što ipak ukazuje na odredeni neogensku dinamiku unutar Jadranskog bazena, no ipak ne takvih amplituda kao što je to bio slučaj unutar panonskog bazenskog prostora.

Iz podataka dubokomorskih bušotina smještenih u središnjim dijelovima današnjeg Jadranskog mora, može se rekonstruirati slijed neogenskih naslaga ovog prostora. U donjem miocenu prevladavaju vapnenci i latori: *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *Amphistegina lessonii* i dr. Srednji miocen prevladavajuće karakteriziraju latori, dok su vapnenci i pjeskoviti vapnenci podredeni. Od foraminifera prisutne su: *Praeorbulina glomerosa*, *Orbulina saturalis*, *Globorotalia praemenardii*, *Lenticulina vortex* i dr. U gornjem miocenu uz isti tip taloženja kao i tijekom srednjeg miocena, dodatno se na njegovu samom kraju javljaju i evaporiti kao odraz globalnog pada morske razine kada je došlo do zatvaranja veze između Sredozemlja i Atlantika ("mesinska solna kriza"). Unutar gornjomiocenskih naslaga prisutne su foraminifere: *Globigerina nepenthes*, *Lenticulina costata*, *Uvigerina rutila*, *Elphidium crispum*, *Globigerinoides bollii* i dr.

Tijekom pliocena zbog globalnog povišenja morske razine otvara se veza izme u Atlantika i Sredozemlja, te se ponovno uspostavljaju dubokovodni taložni uvjeti bazena. Talože se lapori, siltiti i pješ enjaci, a tek sporadi no se javljaju i konglomerati.

Mjestimice, pliocena ima i na površini Jadranskog prostora, kao npr. na podruju Palagruže. Na otocima Korula, Lastovo, Mljet, Hvar, te Susak ima i eolskih sedimenata iz pleistocena. Tijekom pleistocena taloženje se odvijalo i u Jadranskom bazenu. To su danas još necementirani pjesci.

## DODATAK: Osnove geološke gra e Alpi

Alpe su dio kenozojskog orogenetskog pojasa planinskih lanaca koji se proteže od Europe do Azije. Ovi planinski lanci formirani su tijekom Alpske orogeneze kao posljedica kolizije Jadranske, Indijske, te niza manjih plo a sa Euroazijskom tektonskom plo om. Konvergentna gibanja ovih plo a zapo eli su još tijekom starijeg mezozoika, da bi izdizanja planinskih lanaca u okviru Alpske orogeneze zapo eli tijekom paleocena i eocena, kulminaciju doživjela tijekom oligocena i miocena, a mjestimice traju još i danas. Tim izdizanjima nastali su planinski lanci Atlasa (sjeverozapadna Afrika), Beti kih kordiljera (južna i isto na Španjolska) Kantabrijskih planina (sjeverna Španjolska), Pirineja (granica izme u Francuske i Španjolske), Alpi, Apenina, Dinarida, Helenida, Karpata, Balkanskih planina (od isto ne Srbije preko centralne Bugarske do Crnog mora), Taurusa (južna Turska), Kukasusa (izme u Crnog mora i Kaspijskog jezera) Alborza (sjeverni Iran), Zagrosa (od sjeverozapadnog Irana do Hormuškog tjesnaca), Hindu Kusha (izme u centralnog Afganistana i sjevernog Pakistana), Pamira (Ta ikistan, Kirgistan, Afganistan, Pakistan, Kina), Karakorama (Pakistan, Indija, Kina) i Himalaja.

Kolizijom Jadranske i Euroazijske tektonske plo e mezozojske naslage oceana Tethysa, koji se nalazio izme u njih, doživjele su naguravanje u smjeru Euroazijske plo e, a što je dovelo do njihove mjestimi ne izrazite metamorfoze i formiranja velikih sustava navlaka.

Danas Alpe grani e sa Apeninima na jugozapadu, sa Dinaridima na jugoistoku i sa Karpatima na sjeveroistoku, te se geografski mogu podjeliti na:

- 1) Isto ne Alpe (isto na Švicarska, Lihtenštajn, Austrija, južna Njema ka, sjeveroisto na Italija, sjeverna Slovenija);
- 2) Centralne Alpe (Švicarska);
- 3) Zapadne Alpe (jugoisto na Francuska, Monako, sjeverozapadna Italija, jugozapadna Švicarska);
- 4) Južne Alpe (sjeverna Italija, Austria, Slovenija).

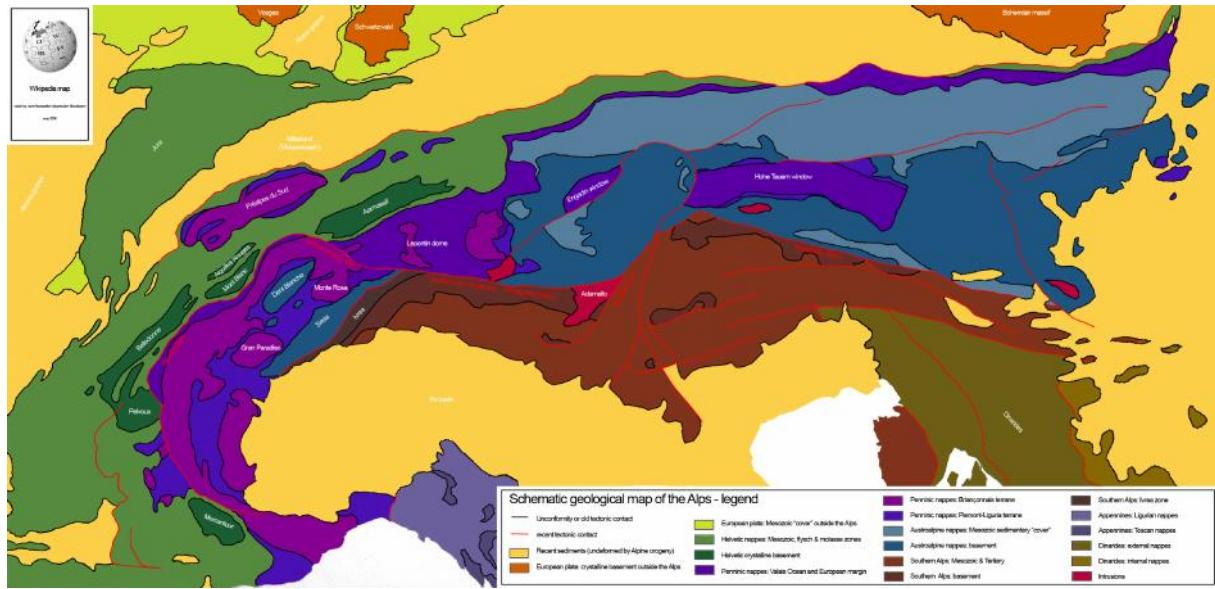
Glavna alpska sutura ("spojnica" duž velike rasjedne zone koja spaja terene razli itih paleogeografskih razvoja) predstavljena je Periadriati kim lineamentom. On predstavlja "granicu" izme u stijenskog materijala Euroazije i stijenskog materijala Jadranske plo e. Sjeverno od Periadriati kog lineamenta nalazi se "torta navlaka" gra ena od stijena koje pripadaju trima paleogeografski razli itim zonama, a ije se tragovi time nalaze u vertikalnom slijedu uklopljeni u današnje strukture Alpi. To su Helvetska, Peninska i Austroalpinska navla na zona (sl. 302 - *Geološka gra a Alpi*).

Stijene Helvetske navla ne zone ine najdonju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran na južnom rubu Euroazijske plo e. To su ve inom razli iti varijeteti sedimentnih stijena; vagnenci, lapori i šejlovi, a koje prevladavaju e izdanjuju na prostoru Centralnih i Zapadnih Alpi. U Isto nim Alpama stijene Helvetske zone izdanjuju u formi uskih pojasova,

Stijene Peninske navla ne zone ine srednju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran izme u Euroazijske i Jadranske plo e (stijene Tethysa). To su prvotno bili ofioliti i dubokovodni sedimenti koji su danas metamorfozirani u filite, škriljavce i amfibolite, a koji prevladavaju e izdanjuju na prostoru Zapadnih Alpi. U Isto nim Alpama stijene Peninske zone izdanjuju u formi uskih pojasova, osim na prostoru tektonskog okna Hohe Tauern (Austria) gdje stijene Peninske zone u formi tektonskog okna izdanjuju kroz erodirane naslage krovinske Austroalpinske zone.

Stijene Austroalpinske navla ne zone ine najgornju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran na kontinetalnoj padini i kontinentalnom šelfu Jadranske plo e. To su esto metamorfne stijene nižeg stupnja metamorfizma no što je to slu aj u Peninskoj zoni, a prisutni su i klastiti (grauvake). Stijene ove zone prevladavaju e izdanjuju na prostoru Isto nih Alpi. Na sjevernom dijelu ove zone (sjeverni dio Isto nih Alpi) prevladavaju e su prisutni plitkomorski vapnenci koji ine planinske masive nazvane "Sjeverne vapnena ke Alpe". U podru ju Centralnih i Zapadnih Alpi stijene Austroalpinske zone su rije e prisutne.

Južno od Periadriati kog lineamenta nalaze se Južne Alpe. Prevladavaju e ih izgra uju mezozojski vapnenci taloženi na Jadranskoj plo i, pa se esto nazivaju i "Južne vapnena ke Alpe". Prema jugoistoku, Južne Alpe prelaze u Dinaride.



sl.302

## LITERATURA

BABIĆ, LJ. (1976): **Pomak granice između unutrašnje i vanjske dinarske regije (primjer šireg područja Žumberka)**. 8. jugosl. geol. kongres, 2, 45-52.

BUCKOVIĆ, D., CVETKO TEŠOVIĆ, B., JELASKA, V. & GUŠIĆ, I. (2003): **The Jurassic succession of Mt. Svilaja**. In: VLAHOVIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (Eds.): Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 73-81.

COOPER, J.D., MILER, R.H. & PATTERSON, J. (1990): **A Trip Through Time: Principles of Historical Geology**. Merrill Publishing Co., 531p.

DRAGIĆEVIĆ, I., BLAŠKOVIĆ, I., TIŠLJAR, J. & BENIĆ, J. (1992): **Stratigraphy of paleogene strata within the Mesihovina-Rakitno area (Western Herzegovina)**. Geol. Croatica, 45, 25-52.

DROBNE, K., VLAHOVIĆ, I., TRUTIN, M., PAVLOVEC, R., OSOVIĆ, V., BABAC, D., CIMERMAN, F., LUČIĆ, D. & PAVŠIĆ, J. (1991): **Excursion B - Ravni kotari paleogene**. Int. simp. on the Adriatic carbonate platform. In: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (Eds.): Excursion guide book, 53-90.

GUŠIĆ, I., NIKLER, L. & SOKAĆ, B. (1971): **The jurassic in the Dinaric mountains of Croatia and the problems of its subdivision**. Ann. Inst. Geol. Publ. Hung., Budapest, 54/2, 165-183.

GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1990): **Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brač u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme**. Djela JAZU, 69, 160p.

HERAK, M. (1984): **Geologija**. 389 p., Manualia Universitatis Studiorum Zagabiensis.

HERAK, M. (1986): **A new concept of geotectonics of the Dinarides**. Acta geologica, 16/1, Jugosl. akad. znan i umjet., 1-42.

LEVIN, L.H. (2003): **The Earth Through Time**. John Wiley & Sons, 632p.

PAMIĆ, J., GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1998): **Geodynamic evolution of the Central Dinarides**. Tectonophysics, 297, 251-268.

PAVELIĆ, D. (2002): **The south-western boundary of Central Paratethys**. Geol. Croatica, 55/1, 83-92.

POLŠAK, A. (1979): **Stratigrafija i paleogeografija biolititnog kompleksa senona kod Donjeg Orešja (Medvednica, sjeverna Hrvatska)**. Acta geol., 9/8, 195-231.

POLŠAK, A. & SLIŠKOVIĆ, T. (1966): **Granica donja-gornja kreda i biostratigrafija gornje krede u vanjskom pojusu Dinarida**. Ref. VI. sav., 1, 327-354.

PROTHERO, D. R. & DOTT, R. H. (2001): **Evolution of the Earth**. McGraw-Hill 2. Science/Engineering/Math, 672p.

SARTORIO, D. & VENTURINI, S. (1988): **Southern Tethys Biofacies**. Agip S.p.A., S. Donato Milanese, 231p.

STANLEY, S.M. (1989): **Earth and Life Through Time**. W. H. Freeman and Co., 689p.

VELIĆ, I., MATIĆ EC, D, VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J. (1995): **Stratigrafski slijed jurskih i donjokrednih karbonata (bat-gornji alb) u zapadnoj Istri (ekskurzija A)**. U: Vlahović, I. & Velić, I. (Ur.): Vodi ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 31-66.

VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIĆ EC, D. & BERGANT, S. (2003): **Evolution of the Istrian part of the Adriatic carbonate platform from the Middle Jurassic to the Santonian and formation of the flysch basin during the Eocene: main events and regional comparison**. In: VLAHOVIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (Eds.): Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 3-17.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIĆ EC, D., SKELTON, P.W., KORBARIĆ, T. & FUJKOVIC, L. (2003): **Main events recorded in the sedimentary succession of the Adriatic carbonate platform from the Oxfordian to the Upper Santonian in Istria (Croatia)**. In: VLAHOVIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (Eds.): Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 19-56.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. & MATIĆ EC, D. (2005): **Evolution of the Adriatic carbonate platform: palaeogeography, main events and depositional dynamics**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 220(3-4), 333-360.

TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., SREMAC, J., VELIĆ, I., VESELIĆ, V. & STANKOVIĆ, D. (1991): **Excursion A - Velebit Mt permian-jurassic**. Int. simp. on the Adriatic carbonate platform. In: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (Eds.): Excursion guide book, 4-34.

TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIĆ EC, D. & VELIĆ, I. (1995): **Platformni facijesi od gornjeg titona do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelaz u tempestitne, klinoformne i rudistne biolititne facijese donjeg cenomana u južnoj Istri**. U: VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (Ur.): Vodi ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 67-110.

WICANDER, R., MONROE, J.S. (1989): **Historical Geology - Evolution of the Earth and Life Through Time**. West Publishing Co., 576p.

VELIĆ, I. (1977): **Jurassic and Lower Cretaceous assemblage zones in Mt. Velika Kapela, central Croatia**. Acta geol. 9/2, 15-37.

VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1988): **Lithostratigraphic units in the doger and malm of Western Istria**. Geol. vjesnik 41, 25-49.

VELI I., TIŠLJAR J., VLAHOVI I., MATI EC D. & BERGANT S. (2003): **Evolution of the Istrian part of the Adriatic carbonate platform from the Middle jurassic to the santonian and formation of the Flysch basin during the eocene: Main events and regional comparison.** In: VLAHOVI I. & TIŠLJAR J. (Eds.): Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 3-17.

## LITERATURA - DODATAK (Porijeklo slika - izvori)

- tab10** - vlastita izrada
- tab.11** - <http://www.palaeos.com/Timescale/timescale.html>
- Sl.137** - <http://www2.ouc.edu.cn/fieldweb/main/pics.jpg>
- Sl.138** - [http://www.valdifiemme.info/sentierogeologico/image\\_05a.jpg](http://www.valdifiemme.info/sentierogeologico/image_05a.jpg)
- Sl.139** - <http://palaeo.gly.bris.ac.uk/Palaeofiles/Triassic/images/hexacor.jpg>
- Sl.140, 141, 145, 147, 164, 165, 185, 196, 214, 228, 229, 230, 231, 265, 292, 293** - Levin, L.H. (2003): *The Earth Through Time*. John Wiley & Sons, 632p.
- Sl.142** - <http://leute.server.de/frankmuster/M/Mesosaurus1.jpg>
- Sl.143** - <http://www.files.tellmewhereonearth.com/Photos%20Fossils/1%20Lystrosaurus.jpg>G
- Sl.144** - <http://www.isgs.uiuc.edu/faq/fossils/3894556c.jpg>
- Sl.146** - <http://leute.server.de/frankmuster/L/Lagosuchus1.jpg>
- Sl.148** - <http://www.dinosauria.com/gallery/joe/coelophysis.jpg>
- Sl.149** - <http://www.thenaturalcanvas.com/Reptiles/images/4135.jpg>
- Sl.150** - <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Perm.jpg>
- Sl.151** - <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Trias.jpg>
- Sl.152** - Veli I., Tišljar, J., Vlahovi I., Mati ec D. & Bergant, S. (2003): *Evolution of the Istrian part of the Adriatic carbonate platform from the Middle Jurassic to the Santonian and formation of the flysch basin during the Eocene: main events and regional comparison.* In: Vlahovi I. & Tišljar J. (Eds.): *Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin*. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 3-17.
- Sl.153** - Palinkaš, L., Borojevi -Šoštari, S. & Strmi -Palinkaš, S. (2008): Metallogenesis of the Northwestern and Central Dinarides and Southern Tisia. *Ore Geology Reviews*, 34/3, 501-520.
- Sl.154** - Herak, M. (1986): A new concept of geotectonics of the Dinarides. *Acta geologica*, 16/1, Jugosl. akad. znan i umjet., 1-42.
- Sl.155, 157, 158, 167, 169, 170, 175, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 227, 232, 233, 234, 238, 239, 269, 278, 279, 280, 281, 282, 294, 295, 296, 297, 298, 300, 301** - Stanley, S.M. (1989): *Earth and Life Through Time*. W. H. Freeman and Co., 689p.
- Sl.156** - Herak, M. (1973): *Geologija*. Školska knjiga, Zagreb, 465p
- Sl.159, 160, 161, 162, 163, 166, 197, 198, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 242, 243, 244, 249, 250, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 284, 285, 286, 287** - Sartorio, D. & Venturini, S. (1988): *Southern Tethys Biofacies*. Agip S.p.A., S. Donato Milanese, 231p.
- tab.12** - <http://www.palaeos.com/Timescale/timescale.html>
- Sl.168** - <http://www.museum-buende.de/webseitebuende/hyboduslebensbild.gif>

- Sl.171** - <http://www.naturkundemuseum-bw.de/cgi-bin/img/image.php?id=381>
- Sl.172** - <http://critters.pixel-shack.com/WebImages/crittersgallery/Stenopterygius.jpg>
- Sl.173, 288** - Wicander, R., Monroe, J.S. (1989): Historical Geology - Evolution of the Earth and Life Through Time. West Publishing Co., 576p.
- Sl.176** - <http://www.indyrad.iupui.edu/public/jrafert/Strasser/diplodic.jpg>
- Sl.177** - [http://www.osel.cz/\\_popisky/s\\_1100347196.jpg](http://www.osel.cz/_popisky/s_1100347196.jpg)
- Sl.178** - [http://dinonews.net/dossiers/films/terre\\_dinos/images/ecran\\_brachiosaurus.jpg](http://dinonews.net/dossiers/films/terre_dinos/images/ecran_brachiosaurus.jpg)
- Sl.179** - <http://www.calstatela.edu/faculty/acolvil/dino/allosaurus.jpg>
- Sl.180** - <http://mijnposter.nl/thumbs/644/083s.jpeg>
- Sl.181** - <http://critters.pixel-shack.com/WebImages/crittersgallery/Dryosaurus.jpg>
- Sl.182** - <http://myhome.naver.net/gamjabau/search/stegosaurus-1.jpg>
- Sl.183** - <http://www005.upp.so-net.ne.jp/JurassicGallery/Rhamphorhynchus.jpg>
- Sl.184** - <http://www.urweltmuseum-neiderhell.de/dinos/images/Pterodactylus.jpg>
- Sl.186** - <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Jur.jpg>
- Sl.187** - [http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Mid\\_Jur.jpg](http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Mid_Jur.jpg)
- Sl.188** - [http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Late\\_Jur.jpg](http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Late_Jur.jpg)
- Sl.201** - Veli , I. (1977): Jurassic and Lower Cretaceous assemblage zones in Mt. Velika Kapela, central Croatia. Acta geol. 9/2, 15-37.
- Sl.212** - Veli , I. & Tišljar, J. (1988): Lithostratigraphic units in the doger and malm of Western Istria. Geol. vjesnik 41, 25-49.
- Sl.213** - sliku ustupio mr.sc. A. Mezga
- tab.13** - <http://www.palaeos.com/Timescale/timescale.html>
- Sl.215** - <http://www.edu.amsterdam.nl/flevopark/Geschiedenis/geschiedenis%20aarde/xiphactinus.jpg>
- Sl.216** - <http://www.lemanlake.com/photos/protection/tylosaurus.jpg>
- Sl.217** - <http://www.seaturtlespacecoast.org/images/archelon.jpg>
- Sl.218** - <http://locolobo.homestead.com/files/Hesperornis.jpg>
- Sl. 219, 220** - Cestari, R. & Sartorio, D. (1995): Rudists and facies of the Periadriatic Domain. Agip S.p.A., S. Donato Milanese, 11-207.
- Sl.221**- [http://www.baystatereplicas.com/images/pic\\_edmontosaurus.jpg](http://www.baystatereplicas.com/images/pic_edmontosaurus.jpg)
- Sl.222** - [http://www.dinoland.dk/Dinobilleder/triceratops\\_550px.jpg](http://www.dinoland.dk/Dinobilleder/triceratops_550px.jpg)
- Sl.223** - <http://venado.conce.plaza.cl/~dinos/links/dinos/fotos/albert4.gif>
- Sl.224** - <http://myhome.naver.net/gamjabau/search/tyrannosaurus-1.jpg>
- Sl.225** - <http://www005.upp.so-net.ne.jp/JurassicGallery/Quetzalcoatlus.jpg>
- Sl.226** - <http://www.linternaute.com/science/biologie/diaporamas/05/dinosaures/images/pteranodon.jpg>
- Sl.235** - <http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Cret.jpg>
- Sl.236** - [http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Late\\_Cret.jpg](http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Late_Cret.jpg)
- Sl.237** - Pami , J., Guši , I. & Jelaska, V. (1998): Geodynamic evolution of the Central Dinarides. Tectonophysics, 297, 251–268.
- Sl.240** - Cooper, J.D., Miler, R.H. & Patterson, J. (1990): A Trip Through Time: Principals of Historical Geology. Merrill Publishing Co., 531p.
- Sl.241** - Polšak, A. (1979): Stratigrafija i paleogeografska biolititnog kompleksa senona kod Donjeg Orešja (Medvednica, sjever. Hrvatska). Acta geol., 9/8, 195-231.
- Sl.245** - Tišljar, J., Vlahovi , I., Matić, D. & Veli , I. (1995): Platformni facijesi od gornjeg titona do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelaz u tempestitne, klinoformne i rudistne biolititne facijese donjeg cenomana u južnoj Istri. U: Vlahovi , I. & Veli , I. (Ur.):

Vodi ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 67-110.

**Sl.246, 251** - Velić, I., Matić, D., Vlahović, I., Tišljar, J. (1995): Stratigrafski slijed jurskih i donjokrednih karbonata (bat-gornji alb) u zapadnoj Istri (ekskurzija A). U: Vlahović, I. & Velić, I. (Ur.): Vodi ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 31-66.

**Sl.213, 247, 248** - ustupio dr.sc. Alekšanadar Mezga

**Sl.252** - Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I., Matić, D., Skelton, P.W., Korbar, T. & Fuček, L. (2003): Main events recorded in the sedimentary succession of the Adriatic carbonate platform from the Oxfordian to the Upper Santonian in Istria (Croatia). In: Vlahović, I. & Tišljar, J. (Eds.): Evolution of Depositional environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Panonian Basin. 22nd IAS Meeting of Sedimentology. *Field Trip Guidebook*, Opatija, 19-56.

**Sl.255** - Gušić, I. & Jelaska, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme. Djela JAZU, 69, 160p.

**Sl.263** - Polšak, A. & Slišković, T. (1966): Granica donja-gornja kreda i biostratigrafija gornje krede u vanjskom pojasu Dinarida. Ref. VI. sav., 1, 327-354.

**tab.14** - <http://www.palaeos.com/Timescale/timescale.html>

**tab.15** - <http://www.palaeos.com/Timescale/timescale.html>

**Sl.264** - Herak, M. (1984): Geologija. Školska knjiga, Zagreb, 462p

**Sl.266** - <http://www.mheine.com/jpeg/basilo.jpg>

**Sl.267** - [http://www.morsko-prase.hr/zivo\\_more/morski-psi/Carcharodon\\_megalodon.jpg](http://www.morsko-prase.hr/zivo_more/morski-psi/Carcharodon_megalodon.jpg)

**Sl.268** - <http://members.aol.com/Dinofiles/hyrac.jpg>

**Sl.270** - [http://www.abc.net.au/beasts/factfiles/primary\\_ff\\_displays/moeritherium\\_1.jpg](http://www.abc.net.au/beasts/factfiles/primary_ff_displays/moeritherium_1.jpg)

**Sl.271** - <http://www.nms.ac.uk/dinosaurs/images/whichdino/diatryma.jpg>

**Sl.272** - <http://critters.pixel-shack.com/WebImages/crittersgallery/Presbyornis.jpg>

**Sl.273** - <http://www.webecuestre.com.ar/images/articulos/Mesohippus.jpg>

**Sl.274** - [http://lepo.it.da.ut.ee/~mi/p\\_joon8.jpg](http://lepo.it.da.ut.ee/~mi/p_joon8.jpg)

**Sl.275** - <http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/vertpaleo/fhc/FHCImages/brontops.jpeg>

**Sl.276** - [http://www.printingforpets.com/buscardscats\\_Cat\\_and\\_Dog\\_Playing\\_cat\\_Sabertooth.gif](http://www.printingforpets.com/buscardscats_Cat_and_Dog_Playing_cat_Sabertooth.gif)

**Sl.277** - <http://www.geocities.com/gabylago99/imagenes/aegyptopithecus.JPG>

**Sl.283** - <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e44/26.htm>

**Sl.289** - <http://www.accessexcellence.org/BF/bf02/klein/slides/PhyloftheHom.gif>

**Sl.290** - [http://www.hunterian.gla.ac.uk/collections/museum/hominid/first\\_human/habilis/other\\_information/habilis.jpg](http://www.hunterian.gla.ac.uk/collections/museum/hominid/first_human/habilis/other_information/habilis.jpg)

**Sl.291** - <http://www.gpc.edu/~pgore/students/f97/glenda/lucy.gif>

**Sl.299** - <http://deschutes.gso.uri.edu/~rutherford/milankovitch.gif>

**tab.16** - INA Naftaplin, Sektor 1, Služba za istraživanje, Odjel za stratigrafiju - 1993

**Sl.302** - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Alps\\_geology\\_map\\_en.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Alps_geology_map_en.jpg)

# KAZALO

## A

"abichi naslage" 100  
*Acanthoceras* 66  
*Accordiella conica* 68  
*Acetabularia* 73  
"Adnet facijes" 38  
Adrijatik 15, 16  
*Aegyptopithecus* 77  
*A tosaurus* 18  
Agassiz Louis 92  
akritarha 25  
Akvitán 88  
Alb 47  
Alborz 104  
Alberti Friedrich August 7  
*Albertosaurus* 51  
Alen 24  
alge 9, 27, 41, 43, 44, 45, 48, 64, 73, 89  
*Allosaurus* 29  
Alpe 104  
Alvarez Walter 53  
*Alveolina* 73, 84  
*Alveolina cucumiformis* 84  
*Alveolina oblonga* 84  
*Aleveolina solida* 84  
*Alveolina trempina* 84  
"alveolinski vagnenci" 84  
*Amaltheus* 36  
*Amijella amiji* 41  
Ammonitina 48  
Amoniti 6, 8, 20, 22, 26, 32, 36, 40, 47, 48, 52, 61, 66  
*Amphistegina* 73  
*Amphistegina lessonii* 102  
*Amplocypris reticulata* 101  
*Amussium denudatum* 100  
Anizik 7  
Anglo-paríški bazeň 35  
*Anodontophora fassa nsis* 18, 20  
*Anthracotherium magnum* 87  
Antropoidi 90  
*Aon-zona* 20  
Apenini 104  
Apt 47

aptihus 26, 38, 40  
*Archaeopteryx lithographica* 31  
*Archaelon* 49  
*Ardipithecus ramidus* 90  
*Arietites* 36  
Artiodactyla 75  
*Assilina* 73  
*Assilina spira* 85  
Atlas 104  
*Aulotortus friedly* 23  
Austroalpinska navla na zona  
*Australopithecus afarensis* 90, 91  
*Australopithecus africanus* 90  
*Australopithecus anamensis* 90  
*Australopithecus robustus* 90

## B

*Bacinella irregularis* 65  
Baden 88  
"badenska glina" 100  
Bajocij 24  
"banatica naslage" 100  
Balkanske planine 104  
Barem 47  
Barton 72  
*Basilosaurus* 74  
Bat 24  
Batoidea 26  
Beaufort serija 9  
belemniti 9, 26, 40, 47, 48, 52  
Berijas 47  
Beringija 93  
beringov "most" 77, 82  
Beti ki kordiljeri 104  
"Biancone" 38  
"Biancone vagnenci" 61  
bijela jura 34, 35  
*Bolivina dilitata* 100  
*Braarudosphaera bigelowi* 52  
*Brachiosaurus* 29  
Brahiopodi 6, 8, 27, 52  
Brahiosaurida 29  
brijansonski prag 61  
*Broeckella* 73  
*Broeckella belgica* 86  
*Brontops* 77  
Bryozoa 50

Buntsandstein 7, 18

Burdigal 88

## C

"Calcare ammonitico rosso inferiore" 38  
"Calcare ammonitico rosso superiore" 39  
*Calliostoma podoliciformis* 100  
*Calpionella alpina* 26, 40  
*Calpionella elliptica* 40  
*Campanellula capuensis* 64  
*Campbelliella striata* 44, 45  
*Camptosaurus* 29  
*Candona reticulata* 100  
*Candona stupelji* 101  
*Cantius* 75  
*Carcharodon* 74  
*Cardium vindobonense* 100  
*Carnivora* 74, 75, 77  
*Caspiocypris lobata* 101  
*Catarrhini* 90  
*Cenoman* 47  
Centr.-Atlanska magmatska provincija 8  
*Ceratites* 17, 20  
*Ceratites nodosus* 17  
*Ceratites trinodosus* 20, 21  
*Ceratophyllum sinjanum* 102  
*Ceratosaurus* 29  
*Cerithium* 87  
*Cetacea* 74  
*Chablaisia chablaisensis* 43  
"chalk" 60, 61  
*Charophyta* 83  
*Cheilostomae* 50  
*Chiasmolithus solitus* 73  
*Chicxulub* 54  
*Clamys northamptoni* 99  
Chondrichthyes 26  
*Chondrodonta joannae* 65  
*Chrysalidina gradata* 66  
cikadina 9, 27  
cimerijska orogeneza 13, 33  
cimerijsko riftovanje 13  
Cimmeria blok 13, 33  
*Cinnamomum* sp. 102  
*Cladocoropsis mirabilis* 43  
*Claraia* 8  
*Claraia clarai* 18, 20

*Clypeaster* 74  
*Clypeasteroidea* 74  
*Clypeina jurassica* 43, 44, 45  
*Clypeina solkani* 64  
*Codiaceae* 73  
*Coelophysis* 10  
Como Bluff 29  
*Compsognathus* 31  
*Conchodus infraliassicus* 19, 23  
*Congeria alata* 101  
*Congeria croatica* 101  
*Congeria banatica* 100  
*Congeria basteroti* 99  
*Congeria digitifera* 101  
*Congeria jadrovi* 102  
*Congeria pernaeformis* 102  
*Congeria rhobmoidea* 101  
*Congeria zagrabiensis* 101  
*Coniferae* 9  
*Conoclypeus* 74  
*Conodontophorida* 9  
*Corallinaceae* 73, 89  
*Corbicula fluminalis* 101  
*Cosinia* 83  
"Couches rouges" 61, 62  
"Creta" 47  
"Cretaceous Western Interior Seaway" 57  
*Crioceras* 48  
crna jura 34  
"croatica naslage" 100  
*Crocodilia* 11, 29  
*Cuneolina camposauri* 62  
*Cuneolina parva* 65  
*Cuneolina pavonia* 65  
Cuvier Georges 81  
*Cycadinae* 9  
*Cyclammina cancelata* 99  
*Cylindroporella anici* 43  
*Cyprina rotundata* 99  
*Cyprinotus salinus* 101

## D

Dacij 88  
*Dadocrinus gracilis* 18, 20  
"dahštański vapnenci" 19, 23  
"Dalmatinski jarak" 14  
Dan 72

*Daonella lommeli* 20  
*Dapedius* 27  
Darwin Charles 88  
Dasycladaceae 73  
*Debarina hahounerensis* 64  
*Decurtata*-zona 20  
*Diatryma* 76  
*Dicyclina* 68  
dijatomeje 48, 73, 89  
Dinaridi 15, 21, 39, 41, 62, 63, 82  
Dinarik 15, 16  
*Dinarites* 20  
dinoflagelata 48  
dinosauri 10, 27, 28, 29, 46, 47  
*Dinictis* 77  
Diplodokida 29  
*Diplodocus* 29  
*Diplopora annulata* 19, 21  
*Diplopora annulatisima* 19, 21  
*Diplopora hexaster* 21  
*Discoaster multiradiatus* 73  
*Discoaster saipanensis* 73  
*diskocikline* 84  
*"diskociklinski vapnenci"* 84, 85  
*Discocyclina* 73  
dofinejski bazen 37, 38, 61  
Doger 34  
*Dryosaurus* 29  
dupini 89  
*Dynotherium bavaricum* 102

## E

*Echinolampas* 74  
*Edmontosaurus* 50, 51  
Egenburg 88  
Eger 88  
*"egzoti ni tereni"* 57  
*Elianella elegans* 86  
*Elphidium crispum* 102  
*Elphidium flexuosum* 100  
*Elphidium josephinum* 100  
*Elphidium macelum* 100  
emerzija 22, 45, 67, 70, 99, 102  
*Encrinus liliiformis* 17  
Eocen 72  
*"Eohippus"* 75  
Epiadrijatik 15, 16

epikontinentalna jura 34  
epikontinentalna kreda 59  
epikontinentalni trijas 17  
*Equisetites* 19  
*"erati ki blokovi"* 92  
*Ervilia dissita dissita* 100  
Eosuchia 28  
*Eucalyptus* 87  
Eurazija 58, 80  
eutrofifikacija 56

**F**

"fantazija" dolomiti 64  
"filamenti" 40  
*Fissipedia* 74  
fitoplankton 25, 48  
*"Fleckenmegel"* 38  
fliš 15, 61, 62, 64, 63, 85, 86, 87  
*"Folkstone"* 59  
foraminifere 6, 19, 23, 27, 41, 49, 52, 62, 64, 65, 68, 73, 84, 85, 89, 99  
*Fucus* 73  
*Fungia* 73

## G

germanski trijas 7, 17  
*Ginkgoinae* 9  
*Ginkgo biloba* 9  
glacijali 91, 96  
*"glavni dolomit"* 19  
*Globigerina* 68, 73, 87  
*Globigerina ciperoensis* 100  
*Globigerina nepenthes* 102  
*Globigerina ottangiensis* 100  
*Globigerinidae* 48  
*Globigerinoides bisphaericus* 100  
*Globigerinoides bollii* 102  
*Globigerinoides trilobus* 102  
*Globoquadrina dehiscens* 102  
*Globorotalia* 73, 87  
*Globorotalia meyeri* 100  
*Globorotalia praemenardii* 102  
*Globotruncana arca* 62  
*Globotruncana lapparenti* 62  
*Globotruncana ventricosa* 62  
*Globotruncanidae* 48

*Glycimeris haberti* 99  
gmažovi 6, 9, 10, 11, 27, 30, 32, 51, 52  
golfska struja 77, 95  
golosjemenja e 6, 50  
Gondwana 6, 47, 57  
"Gornji grad naslage" 87  
"gozavske naslage" 61  
*Gracilis*-zona 20  
"Great oolite Series" 34, 36  
"Greensands" 59  
"grestenski facijes" 38  
Gubbio 52, 53  
"guyots" 56  
*Gymnites uhligi* 21  
*Gyraulus praeponticus* 100  
*Gyraulus tenistriatus* 100  
*Gyropleura* 65  
*Gyroporella vesiculifera* 23

## H

*Halimeda* 73  
"halštatski vaspenci" 19  
*Hamites* 48  
*Haplophragmoides carinatum* 99  
*Harpactocarcinus puntulatus* 85  
*Harpoceras* 38  
"hauptdolomit" 19, 23  
*Haurania deserta* 41  
Hat 72  
Hauterivij 47  
Helenidi 104  
*Helicopontosphaera euphratis* 73  
*Helix* 101  
*Helix geniculata* 102  
*Helix rugulosa* 102  
*Helminthoides* 61  
"helmintoidni fliš" 61  
Helvetska navla na zona 104  
*Hesperornis* 49  
*Hesperosuchus* 10  
Hetangij 24  
*Heterostegina* 73  
hexakoralji 27  
"Hierlatz vaspenci" 38  
*Hildoceras* 38  
Himalaja 104  
Hindu Kush 104

Hippuritidae 49  
Hohe Tauern 104  
Holocen 88  
Holosteii 27  
Hominidi 90  
*Homo erectus* 90  
*Homo habilis* 90, 91  
*Homo sapiens archaic* 90  
*Homo sapiens neandertalensis* 90  
*Homo sapiens sapiens* 90  
Humboldt Alexander 24  
*Hungarocypris hieroglyphica* 100  
*Hybodus* 26  
Hydrozoa 27  
*Hyracotherium* 75, 82

## I

*Ichthyosarcolites* 65  
Ichthyosauria 9, 27  
*Iguanodon* 59  
Iguanodontida 29  
*Ilyocypris monstrifica* 101  
impakt 54  
*Indrichotherium* 76  
Induan 7  
"Inferior oolite Series" 36  
*Inoceramus* 63  
Insecta 76  
Insectivora 75  
interglacijski 91, 96  
*Involutina communis* 23  
Ipres 72  
iridij 53, 54  
Irregularia 74  
"Istarski žuti" 64

## J

Jadransko-Dinarska karbonatna platforma 14, 15, 23, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 58, 62, 63, 65, 66, 69, 70, 82, 83, 86, 87  
Jadranska mikroplo a 13, 14, 37  
Jadransko-jonski bazen 14  
*Jania nummulitica* 86  
"jelar naslage" 86  
*Jodotella* 73  
Jura 6, 24

## K

Kalovij 24  
kalzionelidi 26  
Kampan 47  
"kampilske naslage" 19, 20  
Kantabrijske planine 104  
Karakoram 104  
Karnik 7  
Karpat 88  
Karpati 104  
Karroo bazen 9  
*Keramosphaerina tergestina* 68  
Keuper 7, 18  
*Kilianina blancheti* 42  
Kimeridž 24  
"Kirmenjak vapnenci" 45  
kitovi 74, 89  
"kladokoropsis vapnenci" 43  
"Klaus-slojevi" 38  
klima 7, 8, 56, 58, 60, 77, 79, 80, 81, 91  
koevolucija 50  
kokolitoforida 25, 48, 52, 60, 72, 73  
Konjak 47  
konodonti 9  
kontinentalni trijas 16  
Koralji 6, 8, 27, 43, 49, 73  
"koriolisova sila" 57, 78  
"kozina naslage" 69, 83  
Kreda 47  
kritosjemenja e 6, 27, 29, 47, 50, 55, 78  
Kukasus 104  
*Kurnubia palastiniensis* 42, 43

## L

*Labyrinthina mirabilis* 43  
Ladinik 7  
*Lagosuchus* 10  
Langij 88  
*Leioceras* 36  
"lemeš naslage" 43, 44  
*Lenticulina costata* 102  
*Lenticulina inornata* 100  
*Lenticulina vortex* 102  
*Lepidocyclina* 73  
Lepidosauria 11  
*Lepidotus* 27

*Leptomeryx* 77  
Lijas 34  
*Limnaea extensa* 100  
*Limnocardium mayeri* 101  
*Limnocardium schmiti* 101  
"Lim peletni vapnenci" 45  
"lircejski horizont" 100  
"litavac" 100  
*Lithiotis problematica* 39  
*Lithophyllum* 73  
*Lithothamnium* 73, 89  
"litiotis vapnenci" 41  
"litografski vapnenci" 35  
"litotamnijski vapnenac" 100  
*Lituosepta compressa* 41  
*Lituosepta recoarensis* 39  
*Lommeli-zona* 20  
"londonska glina" 80  
*Lucina polymorpha* 100  
Lutet 72  
Lyell Charles 72, 81, 88  
*Lymnaea socialis* 102  
*Lystrosaurus* 10, 12  
*Lytoceras* 38  
Lytoceratina 48

## M

"maceljski pješ enjaci" 99  
*Macrocephalites* 36  
*Macroporella alpina* 21  
*Mactra vitaliana* 100  
"Majolica" 38  
Malm 34  
*Marsupialia* 75  
*Mastodon angustidens* sp. 102  
Mastricht 47  
*Mayncina bulgarica* 64  
*Mayncina termieri* 41  
*Meandrospira dinarica* 19, 21  
*Meandrospira pusilla* 20  
*Melanopsis costata* 101  
*Melanopsis fossilis* 100  
Mesin 88  
"mesinski doga aj" 91, 96  
*Mesoendothyra croatica* 42  
*Mesohippus* 76  
*Mesolimulus* 35

*Mesosaurus* 10, 12  
*Metopias* 18  
"Milankovi evi ciklusi" 96  
"miliolidni vapnenci" 83  
Miocen 88  
*Moeritherium* 75  
*Mohlerina basiliensis* 43  
*Monophyllites wengensis* 21, 22  
*Monopleura* 65  
"morene" 93, 102  
"Morrison" formacija 28, 29  
morske trave 50  
Morski gmazovi 8, 27, 52  
"mrljasti vapnenci" 41, 42  
Multituberculata 75  
*Murgella lata* 68  
Muschelkalk 7, 17  
*Myophoria costata* 17, 18  
*Myophoria kefersteini* 18, 20  
*Myophoria laevigata* 20  
*Myophoria orbicularis* 17  
*Myophoria ovata* 17, 20

## N

nanoplankton 73, 85  
*Naticella costata* 18, 20  
*Nautiloculina oolithica* 43  
Neogen 88  
*Neoiraquia insolita* 65  
*Neomegalodon guembeli* 19, 23  
*Neomegalodon triqueter* 19  
*Nerinea* 38  
nevadska orogeneza 33  
*Nezzazatinella picardi* 65  
*Nipponites* 48  
Norik 7  
Nothosauria 8  
*Novalesia cornucopia* 64  
*Novalesia distorta* 64  
*Nummuliculina heimi* 65  
*Nummulites* 73  
*Nummulites exilis* 84  
*Nummulites laevigatus* 84  
*Nummulites millecaput* 84, 85  
*Nummulites partschi* 84  
*Nummulites polygnathus* 84  
*Nummulites polygyratus* 85

*Nummulites subplanulatus* 84  
"numulitni vapnenci" 84  
numuliti 84

## O

ofioliti 58, 61  
Olenekij 7  
Oligocen 72  
Omalius d'Halloy Jean-Baptiste-Julien 47  
*Operculina* 73  
*Ophiceras* 8  
*Orbitoides media* 62  
Orbitoididae 49  
*Orbitolina conica* 65  
*Orbitolina texana* 67  
Orbitolinidae 49  
*Orbitopsella praecursor* 39, 41  
*Orbulina* 73  
*Orbulina saturalis* 102  
Ornitischia 10, 28, 29  
Oksford 24  
"Onkoliti Gra iš e" 67  
*Oppelia lithographica* 37  
Osteichthyes 26  
Otnang 88  
*Oxynoticeras* 36

## P

*Pachyhyena* 76  
Paleocen 72  
*Palaeodasycladus mediterraneus* 39, 41  
Paleogen 72  
Paleotethys 12, 13  
palisadska orogeneza 33  
*Palorbitolina lenticularis* 65  
*Paludina* 101  
"paludinske naslage" 101  
Pamir 104  
panamska prevlaka 77, 95  
Pangea 6, 7, 8, 12, 13, 16, 17, 18, 24, 29, 32, 33, 34, 36, 37, 47  
Panon 88  
panonski bazen 97  
panonski bazenski sustav 98  
Panthalassa 12, 32  
*Paradacna abichi* 100

Paradinari 15  
Paratethys 88, 96, 97, 98, 100  
*Pecten beudanti* 99  
*Pecten reussi* 99  
Peninska navla na zona 104  
Pennales 89  
Periadriati ki lineament 104  
*Perisphinctes* 36, 44  
Perissodactyla 75  
*Pfenderina salernitana* 42  
*Pfenderina trochoidea* 42  
*Phacoides borealis* 100  
Phaeophyta 73  
*Phobosuchus* 51  
*Phylloceras* 38  
Piacenzij 88  
"Pietra verde" 22  
pijemontsko korito 37, 38, 61  
Pinnipedia 74  
*Pirenella picta* 100  
Pirineji 104  
"pisa a kreda" 60  
*Pithonella ovalis* 66  
Placodontia 8  
*Planorbis obtusus* 102  
*Planorbis turkovici* 100  
Platyrrhini 90  
Pleistocen 88  
Plesiosauria 9, 27  
Plinzbah 24  
Pliocen 88  
Pont 88  
"Portland" 36  
*Posidonia* 34  
"posidonijski šejlovi" 34  
*Praechrysalidina infracretacea* 64  
*Praekurnubia crusei* 42, 43  
*Praeorbitolina cormyi* 65  
*Praebulina glomerosa* 102  
*Praeradiolites* 65  
*Presbyornis* 76  
Priabon 72  
"prijelazne naslage" 84, 85  
primati 75  
*Prionodinium alveolatum* 25  
Proboscidea 75  
"Promina naslage" 85, 86  
Prosimidi 90

*Protrachyceras curionii* 21  
*Protrachyceras ladinum* 22  
*Protrachyceras reitzi* 20  
*Pseudcyclammina lituus* 43  
*Pseudolithothamnium album* 86  
psikrosfera 79, 80  
*Pteranodon* 51  
*Pterophyllum* 19  
Pterodactyloidea 30, 51  
*Pterodactylus* 30  
Pterosauria 11, 30  
*Pupa* 101  
*Ptychites oppeli* 21  
*Ptychites studeri* 19  
puževi 8, 27, 67  
*Pygope* 38

## Q

*Quetzalcoatlus* 51  
*Quinqueloculina triangularis* 100

## R

"rabeljske naslage" 20  
radiolarije 40, 52, 66  
*Radiolites* 49, 65  
Radiolitidae 49  
*Radix cobelti* 100  
*Radix croatica* 100  
*Ranina* 85  
"Rauchwacke" 17  
*Redmondoides lugeoni* 42, 43  
*Requienia ammonia* 65  
*Requienia* 49, 61  
Rhamphorhynchoidea 30  
*Rhamphorhynchus* 30  
*Rhapydionina liburnica* 69  
"rhomboidea naslage" 101  
Ret 7  
*Reitzi-zona* 20  
*Rhynchonella decurtata* 19, 20  
Romanij 88  
"Rovinj-Vrsar regresivne bre e" 45  
rudisti 49, 52, 61, 69, 73  
*Rupel* 72  
*Rutiodon* 10

## S

*Sabaudia minuta* 62, 64  
*Saccocoma* 40  
"sajske naslage" 19, 21  
*Salpingoporella annulata* 64  
*Salpingoporella dinarica* 65  
*Salpingoporella genevensis* 64  
*Salpingoporella istriana* 64  
*Salpingoporella melitae* 64  
*Salpingoporella muehlbergii* 64  
*Salpingoporella pygmaea* 64  
*Salpingoporella sellii* 43  
Santon 47  
Sarmat 88  
*Satorina apuliensis* 42  
Saurischia 10, 28, 31  
Sauropoda 28, 29, 32  
Sauropterygia 27  
*Sauvagesia* 65  
"Scaglia bianca" 62  
"Scaglia cinera" 62  
"Scaglia rossa" 53  
"Scaglia rosata" 62  
*Scandonea samnitica* 68  
"Schistes lustres" 38, 61  
*Scutella* 74  
"seamounts" 56  
*Seismosaurus* 29  
Selachii 26  
Seland 72  
*Selliporella donzellii* 42  
*Sequoia* 87  
Seraval 88  
*Sharovipteryx* 11  
Siderolitidae 49  
*Siderolites calcitrapoides* 62  
sinapsidni gmazovi 9, 10  
Sinemurij 24  
sisavci 6, 10, 51, 52, 75  
skit 7  
sme a jura 34  
"Socka" 87  
*Solenomya doderleini* 100  
"solna kriza" 91, 96, 102  
"Solnhofen" 27, 31, 35  
"Sphaerocodium bornemani" 23  
*Spiroplectamina carinata* 100

## *Stegosauroidea* 29

*Stegosaurus* 29  
*Stenopterygius* 27  
stišovit 54  
*Stomatopsis* 83  
*Sturia sansovinii* 19, 21  
*Sturia semistriata* 21  
subdukcija 14, 15, 16, 58, 61  
Supradinarik 15

## Š

školjkaši 8, 17, 19, 20, 27, 49, 61, 74  
Švapsko-frana ki bazen 34

## T

Tanet 72  
Taurus 104  
Teleostei 27, 48  
"Tendaguru" formacija 29  
terapsidni gmazovi 10, 32  
Tethys 13, 14, 16, 17, 20, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 44, 45, 52, 56, 58, 62, 81, 86, 88, 96, 100  
*Teutloporella herculea* 19, 21  
*Teutloporella tabulata* 21  
*Textularia gramen* 100  
*Thaumatosaurus* 27  
Thecodontia 10, 27  
Therapsida 10  
Theropoda 28, 31  
*Thrinaxodon* 10  
*Tirolites* 20  
Titanotheria 77  
Titon 24  
Toarcij 24  
Torton 88  
*Toucasia* 49, 61  
*Trachyceras aon* 20  
*Trachyceras aonoides* 20  
transgresija 15, 16, 17, 23, 34, 65, 83, trave 50, 75  
*Trematosaurus* 17  
*Triasina hantkeni* 19, 23  
*Tridacna gigas* 49  
*Triceratops* 51, 52  
*Trigonia* 36

- Trijas* 6  
*Triloculina scapha* 100  
*Trinodosus-zona* 20  
*"tripoli naslage"* 100  
*Trocholina elongata* 43  
*Turbo rectecostatus* 20  
 turgajski marinski tjesnac 81, 82  
*Turrilites* 48  
*"turrilites-slojevi"* 61  
 Turon 47  
*Tylosaurus* 48  
*Tyrannosaurus* 51
- Valvulina pennatula* 100  
*Valenciennius* 101  
*Vercorsella camposaurii* 64  
*Vercorsella scarsellai* 64  
*Virgatosphinctes* 36, 44  
*Viviparus* 101  
*Viviparus bifarcinatus* 101  
*Viviparus neumayri* 101  
*Viviparus nothus* 101  
*Viviparus vukotinovici* 101  
*Viviparus zelebori* 101  
*Voltzia heterophylla* 17, 20

## U

- Ultrasaurs* 29  
*Ungulata* 75  
*Unio pauli* 101  
*Unio* sp. 102  
 Unutrašnji Dinaridi 39, 40, 58, 62, 86  
*"urgonski facijes"* 61  
*Uvigerina graciliformis* 100  
*Uvigerina hantkeni* 99  
*Uvigerina rutila* 102  
*Uvigerina semiornata* 100

## V

- Vaccinites* 49, 62  
*Valanginij* 47  
*Valdanhella dercourtii* 65  
 Vanjski Dinaridi 41, 62, 63, 82, 101, 102  
*Vascoceras* 66  
*Vaginela austriaca* 100

## Z

- "Zagorje naslage"* 87  
 Zagros 104  
 Zanklij 88  
 zooplankton 25, 48, 89  
 zooxantele 49

## X

- Xenodiscus* 8  
*Xiphactinus* 48

## W

- "Wealden bazen"* 59  
 Wealden naslage 50  
 Wegener Alfred 12  
*Worthenia solitaria* 19, 23