UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS

Prof.dr.sc. Damir Bucković

eBook

HISTORIJSKA GEOLOGIJA 2

Mezozoik i Kenozoik

Zagreb, 2006.

ver.18092026



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 Zagrabiensis*

PREDGOVOR

eBook (*"elektronička knjiga"*) Historijska geologija 2 napisana je prema nastavnom planu predmeta Historijska geologija 2 sa preddiplomskog znanstvenog studija Geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta 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-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu za objedinjenim udžbenikom na hrvatskom jeziku koji bi na jednom mjestu dao danas opće prihvaćene spoznaje o razvoju Zemlje i života na Zemlji tijekom mezozoika i kenozoika, a istovremeno i osnovne spoznaje o razvoju današnjeg prostora Republike Hrvatske tijekom tog razdoblja. Ona nije originalno udžbeničko 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 omogućiti studentima i svim zainteresiranim čitateljima upoznavanje sa glavnim zbivanjima i promjenama kroz koje je prolazila Zemlja od početka mezozoika pa do pojave čovjeka, 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-matematičkom fakultetu Sveučilišta 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 *"elektroničkih knjiga"* mogućnost lagano izvedivih i čestih nadopuna, dinamikom pojavljivanja novih spoznaja i dostignuća kako u svjetskoj, tako i u domaćoj znanosti (npr. Dodaci 1-12).

Vjerujem da će i zainteresirani studenti srodnih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu ovdje naći niz korisnih informacija i pojašnjenja vezanih za osnove prostorne i vremenske dinamike Zemlje, a sa kojom se u manjoj ili većoj mjeri susreću tijekom svojih studija.

Zahvalnost izražavam stručnim recenzentima Sveučilišta 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 nada da će ona pridonjeti poticanju i unapređenju nastave geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta 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

7. FANEROZOIK **6**
7.4. Mezozoik **6**
7.4.1. Trijas **7**
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 Britanij 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 vapnenačkim Alpama (Austrija) 18
7.4.1.3.3.2. Razvoj trijasa u južnim vapnenačkim Alpama (Austrija, Italija, Slovenija) 19
7.4.1.3.3.3. Razvoj trijasa u Dinaridima 21
7.4.2. Jura **24**
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-franački 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 vapnenačkim Alpama 38
7.4.2.3.2.3. Razvoj jure u južnim vapnenačkim 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
7.4.3. Kreda **47**
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. Epikonetinentalni (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 vapnenačkim Alpama 61
7.4.3.5.2.3. Razvoj krede u južnim vapnenačkim 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
7.5. Kenozoik **72**
7.5.1. Paleogen **73**
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
7.5.2. Neogen i Kvartar **88**
7.5.2.1 Živi svijet neogena i kvartara 88
7.5.2.1.1. More 89
7.5.2.1.2. Kopno 89
7.5.2.2. Klima neogena i kvartara 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 području sjeverne Hrvatske 98
7.5.2.6. Razvoj neogena u području Vanjskih Dinarida 105
7.5.2.7. Razvoj neogena u području Jadranskog bazena 105
DODATAK 1: Osnove geološke građe Alpi 107
DODATAK 2: Stratigrafski rasponi jurskih i krednih bentičkih foraminifera na Jadranskoj karbonatnoj platformi 109
DODATAK 3: Detaljna korelacija jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Gorski kotar) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) 113
DODATAK 4: Vremenska korelacija uopćenih jurskih plitkovodnih i dubokovodnih facijesa, te hijatusa (prekida taloženja) Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Gorski kotar) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) 114
DODATAK 5: Detaljna korelacija jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od prostora Istre, preko prostora Gorskog kotara, pa do rubnog platformnog prostora u okolici Karlovca 115
DODATAK 6: Vremenska korelacija uopćenih jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od prostora Istre, preko prostora Gorskog kotara, pa do rubnog platformnog prostora u okolici Karlovca 116
DODATAK 7: Paleogeografija Jadranske karbonatne platforme tijekom kimeridža 117
DODATAK 8: Detaljna korelacija krednih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Istra) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) 118
DODATAK 9: Vremenska korelacija uopćenih krednih plitkovodnih i dubokovodnih facijesa, te hijatusa (prekida taloženja) Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Istra) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) 119
DODATAK 10: Paleogeografija Jadranske karbonatne platforme tijekom mastrihta 120
DODATAK 11: Geologija Vanjskih Dinarida 121
DODATAK 12: Geologija Istre 135
LITERATURA **141**
LITERATURA - DODATAK (Porijeklo slika - izvori) **143**
KAZALO **147**

7. FANEROZOIK
7.4. Mezozoik

Kada uzmemo 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. Započeo je nakon masovnog permskog izumiranja koje je naročito pogodilo marinske zajednice tako da je izumrlo otprilike 90 - 95 posto vrsta marinskih organizama (fusulinidne foraminifere, trilobiti, tetra- i tabulatni koralji, akantodi, euripteridi, blastoidi...), 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*):

KREDA	**145 - 66 mil. god.**
JURA	**201 - 145 mil. god.**
TRIJAS	**251 - 201 mil. god.**

tab.10

Početkom trijasa, superkontinent Pangea poprima svoj konačni izgled i maksimum površine ima upravo početkom trijasa, da bi se onda od mlađeg 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 napredovalo i kontinentalni fragmenti su sve više počeli poprimati današnje obrise 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, golosjemenjače, koje su počele prevladavati tijekom perma, nastavile su dominaciju, a početkom krede počinju se javljati i prve kritosjemenjače.

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

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

7.4.1. Trijas

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

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

Ovakav stijenski razvoj trijasa, međutim, samo je jedan od razvojnih tipova trijasa, a kojeg nazivamo germanski ili epikontinentalni ili borealni (sjeverni) razvoj trijasa. Drugačije je razvijen tzv. alpski ili marinski, odnosno tetijski trijas, no ipak, naziv trijas izveden iz stijenskog razvoja u Njemačkoj, ostao je u upotrebi, a razvoj alpskog trijasa vremenski se pokušao korelirati sa trodjelnom podjelom germanskog trijasa na slijedeći način (tab.11 - *Podjela trijasa*)

PERIOD	GERMANSKI TRIJAS	ALPSKI TRIJAS	prije sadašnjosti u milijunima godina
TRIJAS	Keuper	Ret Norik Karnik	208 - 201 227 - 208 237 - 227
	Muschelkalk	Ladinik Anizik	242 - 237 247 - 242
	Buntsandstein	Olenekij Induan	251 - 247 251 - 251

tab.11

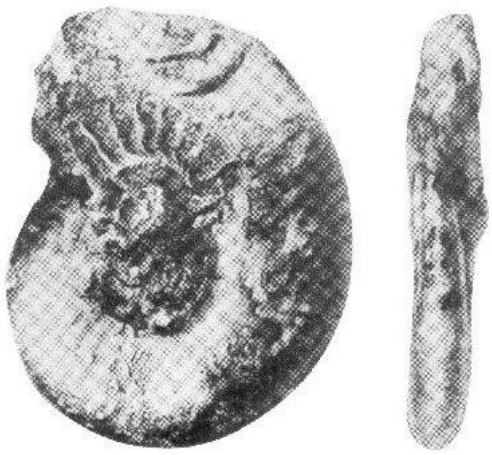
Osim po litologiji (tipovima stijena), odnosno okolišima taloženja, ova dva razvoja imaju još jednu zanimljivu razliku. Naime, dok je germanski trijas taložen na laurazijskom dijelu Pangea-e, alpski je taložen na njenom gondwanskom šelfnom, mjestimice i dubokovodnom, dijelu, da bi se i taj dio tijekom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

Trijas je bio period tople klime. Najveći dio Pangea-e imao je cjelogodišnju toplu i suhu klimu jer je njena duboka unutrašnjost bila izolirana od hlađenja i ovlaživanja iz smjera jako udaljenog oceana. Ipak, mjestimična 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 značajnim masovnim izumiranjem živog svijeta u moru i na kopnu, tijekom kojeg je izumrlo između 50-75 % marinskih i kopnenih vrsta (velikih vodozemaca, therapsida, konodonata, ceratitnih cefalopoda, raznih skupina arhosaura….). Uzrok je bio "zagađenje" atmosfere velikim količinama ugljičnog 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, istočna Sjeverna Amerika, zapadna Afrika, Iberija, SZ Francuska).

7.4.1.1. Živi svijet trijasa

7.4.1.1.1. More



sl.137

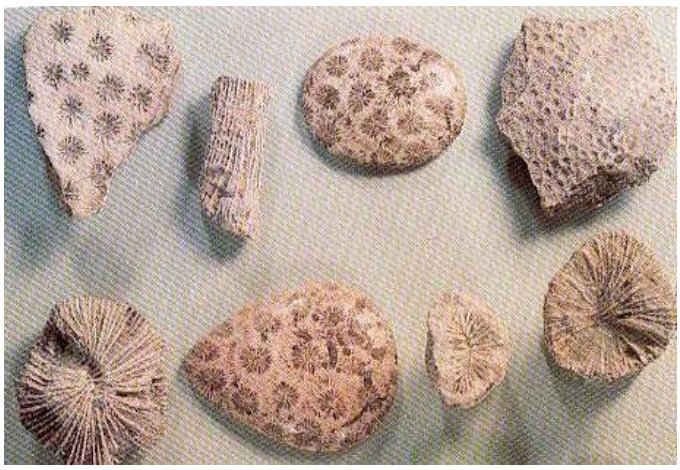
Unutar marinskog živog svijeta trijasa, najznačajniji su: 1) Amoniti - smatra se da su permsko izumiranje preživjela samo dva roda amonita, a onda se tijekom starijeg trijasa razvilo oko 100 novih rodova amonita ceratitne suture. Većina ih vuče porijeklo od rodova porodice Ophiceratidae (sl.137 - *Ophiceras*), a koji su se razvili iz mlađepermske porodice Xenodiscidae**.**



sl.138

2) Školjkaši i puževi - njihovi fosilni ostaci također su česti u trijaskim sedimentima, no ipak, njihova raznovrsnost je bila znatno manja nego od amonita. Vrlo je čest rod *Claraia* koji se mogao naći u čitavom obalnom pojasu Pangea-e, pa čak i u dubokom moru (sl.138 - *Claraia*). 3) Brahiopodi - relativno su česti u trijaskim sedimentima. Tijekom preostalog dijela mezozoika njihova raznovrsnost opada, a to se nastavlja i tijekom kenozoika, pa su i danas prilično rijetki.

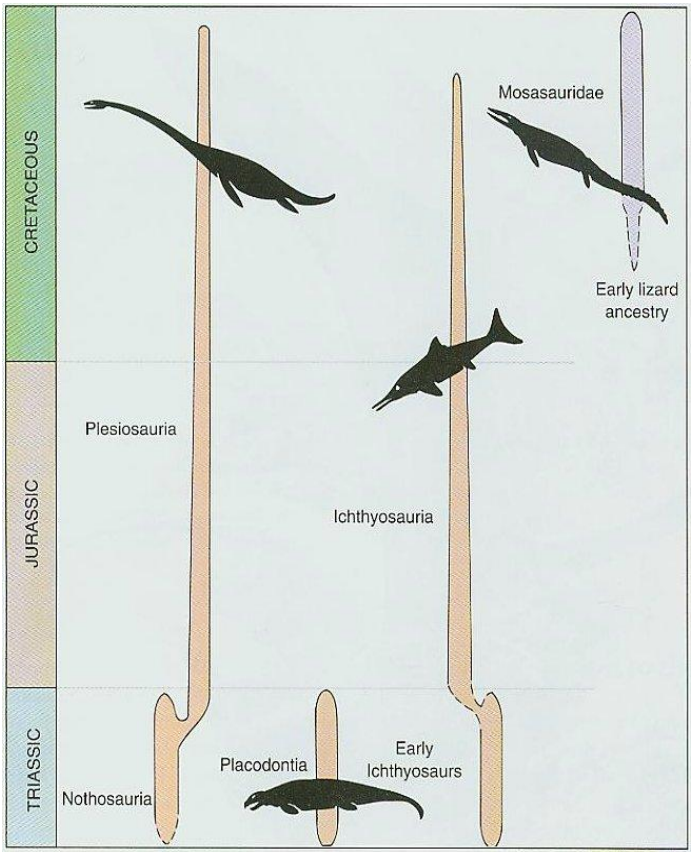
4) Koralji - u srednjem trijasu javlja se i nova skupina; Hexacorallia (sl.139 - N*eki heksakoralji trijasa*). Oni su u početku izgrađivali male koraljne humke veličine do najviše 3 metra iznad dna mora i sa samo nekoliko različitih rodova, da bi do kraja trijasa te kolonije postajale veće i raznovrsnije rodovima (do 20-ak rodova). Ovi koralji sve do kraja trijasa, odnosno početka jure, nisu živjeli u simbiozi s algama, a koje su kasnije inkrustrirale njihovu površinu zaštićujući ih time od udaraca valova. Od tada su i koraljni grebeni veći.



sl.139

5) Morski gmazovi - i to najprije

predstavnici skupina Placodontia od kojih su neki 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 marinski gmazovi - predatori tijekom cijelog mezozoika. Prisutni su i predstavnici skupine Ichthyosauria - riboliki gmazovi, vanjštinom posve nalik na današnje dupine (i ribe) (sl.140 - *Stratigrafski rasponi glavnih grupa morskih gmazova*).



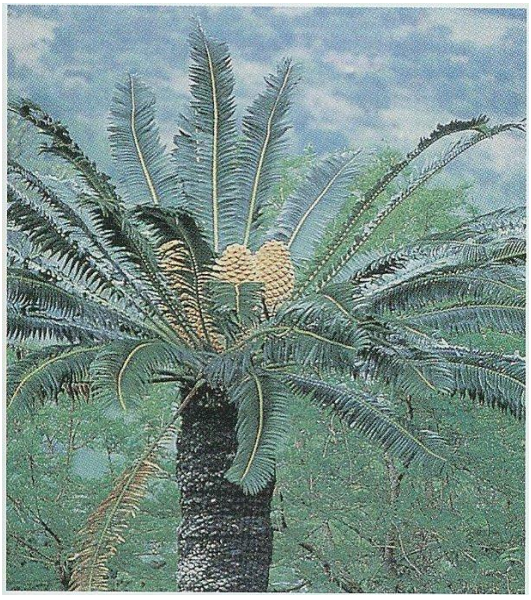
sl.140

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

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

7.4.1.1.2. Kopno

Kopneni biljni svijet nije bio bitnije zahvaćen permskim izumiranjem pa je tako prijelaz iz tipične paleozojske flore paprati u tipičnu mezozojsku floru golosjemenjača započeo još tijekom perma. U trijasu je ta flora golosjemenjača postala samo još prisutnija. Izdvajaju se skupine Cycadinae (danas rijetke tropske biljke nalik palmama - sl.141 - *recentna cikadina iz Južne Afrike*), Coniferae (četinjače) (danas borovi, smreke, jele), Ginkgoinae (danas npr. *Ginkgo biloba*). Što se kopnenog životinjskog svijeta trijasa tiče, fosilni nalazi su poznati iz područja Karroo bazena u Južnoj Africi, s područja Urala, Anktarktike, Australije, Tanzanije, Kirgistana, Brazila, Argentine, Italije... Na prostoru Karroo bazena posebno su česti fosilni nalazi sinapsida (životinja sa razvijenim samo donjim parom



sl.141



sl.142

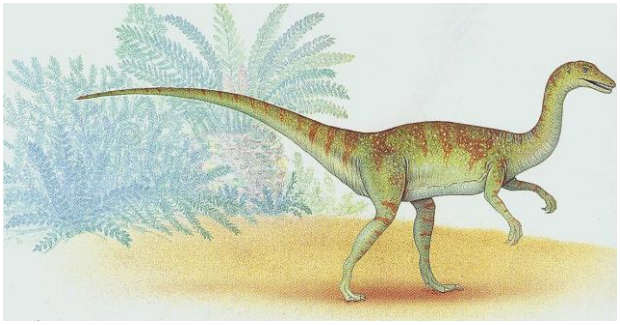
slijepoočnih otvora) (diapsidi: sa dva para sljepoočnih otvora, anapsidi: koji nemaju slijepoočnih otvora). Naslage koje su takvim nalazima najbogatije pripadaju Beaufort seriji. Radi se o kopnenim, riječnim klastitima taloženim tijekom razdoblja srednji perm-stariji trijas, uz povremene morske ingresije. Neposredno ispod granice perm-trijas vidljiv je i nagli nestanak velike većine mlađepermskih sinapsida iz skupine Therapsida, sličnih sisavcima (diferencirani zubi, noge više vertikalno položene u odnosu na tijelo, vjerojatno toplokrvni), npr. *Lycaeonops* (sl.142 - *Lycaeonops*). U tim prijelaznim trijasko-permskim naslagama česti su i ostaci biljojeda *Lystrosaurus*-a (sl.143 - *Lystrosaurus*) i mesojeda *Thrinaxodon*-a (sl.144 - *Thrinaxodon*), a koji su uspjeli preživjeti permsko izumiranje.



sl.143



sl.144



sl.145

Terapsidi obnavljaju svoj razvoj u trijasu, a potkraj trijasa unutar te skupine razvijaju se sisavci. Ipak, ti najraniji sisavci nisu uspjevali razviti dominaciju zbog istovremenog snažnog razvoja gmazova, pa su bili prevladavajućih veličina današnjih krtica. Niti najraniji trijaski gmazovi nisu bili velikih dimenzija, ali su ipak neki od njih ubrzo postali veći i razvili se u raznovrsne forme.

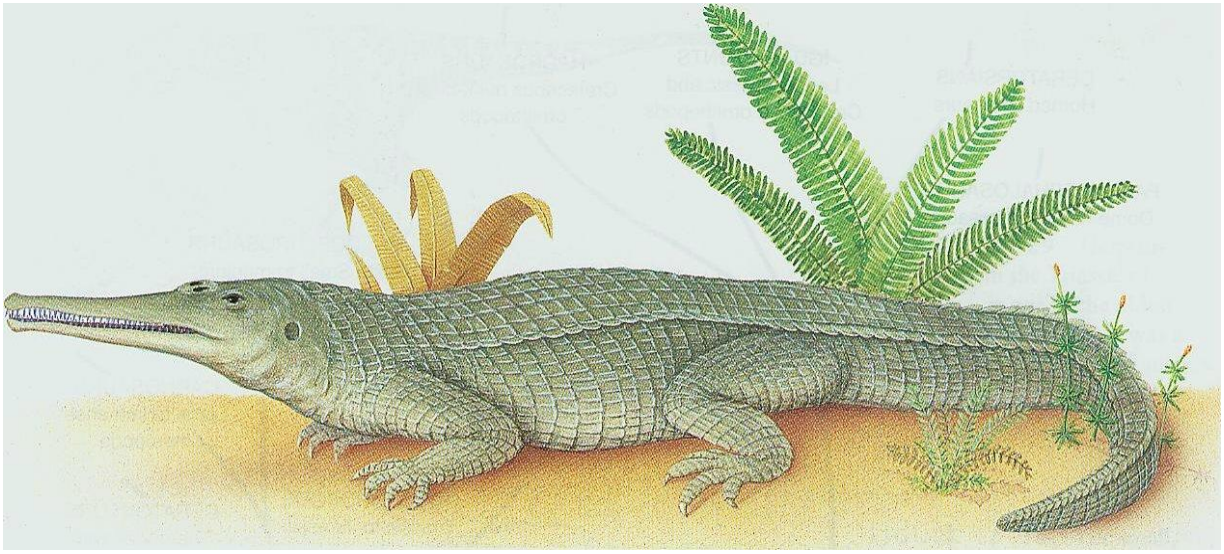
Ta njihova tadašnja, a i kasnija izrazita pokretljivost vuče porijeklo iz ishodišne skupine iz koje su se razvili svi ostali gmazovi; Archosauria. Najraniji gmazovi bili su većinom četveronožni, a rijeđe dvonožni, dimenzija od 20-tak cm do 1 m (sl.145 - *Lagosuchus,* sl.146 - *Hesperosuchus*). Iz arhosauria razvili su se tijekom mlađeg trijasa i "pravi"



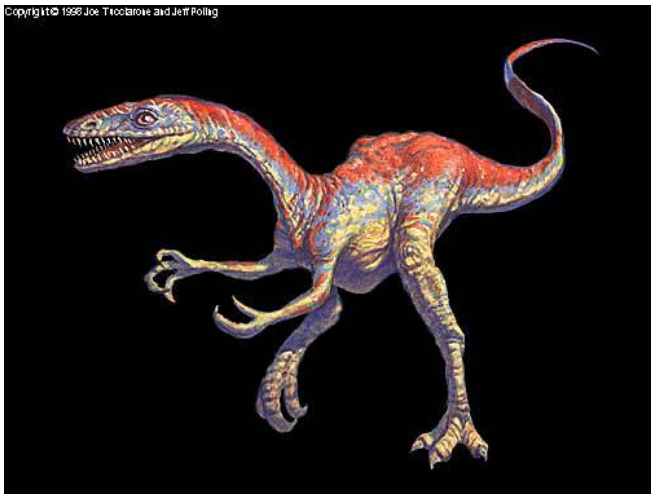
sl.146

dinosauri (redovi; Saurischia, sl. 148 - *Coelophysis* i Ornitischia). Do kraja trijasa ti najprimitivniji dinosauri već su poprimali dužine i do preko 6 m.

Od arhosauria u mlađem trijasu razvili su se i predstavnici gmazova iz skupine Phytosauridae, vrlo nalik današnjim krokodilima (sl. 147 - *Rutiodon*).

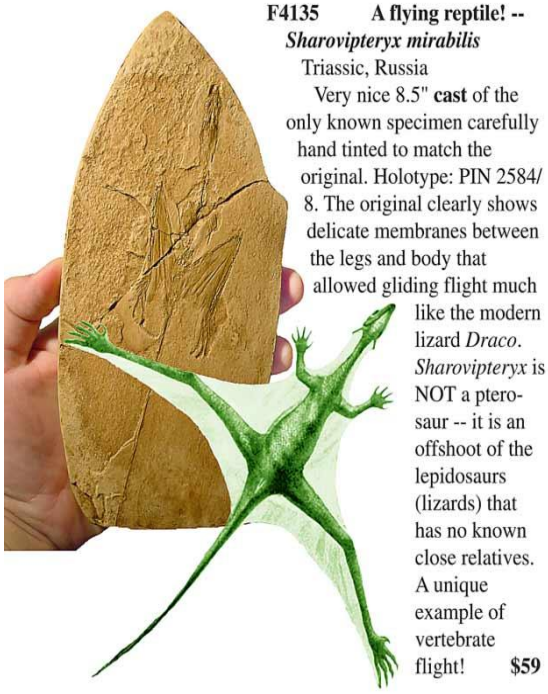


sl.147



sl.148

U mlađem trijasu javili su se i leteći gmazovi skupine Pterosauria šupljih kostiju poput ptica, ali s repom i zubima u čeljustima. Javili su se i lebdeći gmazovi skupine Sharovipterygidae (sl.149 - *Sharovipteryx*).

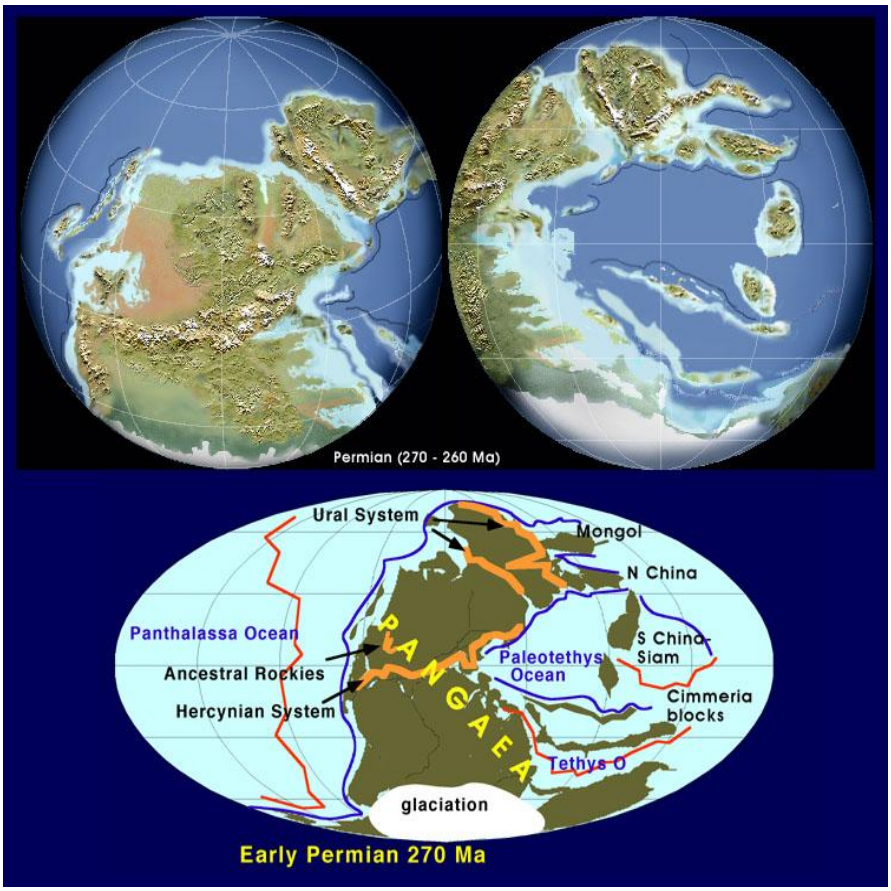


F4135 A flying reptile! --
Sharovipteryx mirabilis
Triassic, Russia
Very nice 8.5" **cast** of the only known specimen carefully hand tinted to match the original. Holotype: PIN 2584/8. The original clearly shows delicate membranes between the legs and body that allowed gliding flight much like the modern 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 grčkog "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 istočne 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"* pretpostavio da je prije otprilike 200 milijuna godina postojao jedinstveni superkontinent kojeg je nazvao Pangea, a koji se tijekom mlađeg trijasa počeo raspadati, da bi do kraja krede dijelovi Pangea-e bili međusobno potpuno razmaknuti. Ti fragmenti prijašnje Pangea-e umnogome su nalikovali današnjim kontinentima. Na ideju o postojanju jednog takvog jedinstvenog kontinenta Wegener je došao uočavanjem činjenice da se istočna obala Južne Amerike može fino uklopiti uz zapadnu obalu Afrike. No u prvi trenutak niti on u 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 istočne Južne Amerike (južni Brazil) i zapadne južne Afrike, bio je jasan dokaz da je taj prostor nekad bio spojen. Također to vrijedi i za nalaze *Lystrosaurus*-a u Africi, Indiji, Antartici, Rusiji i Kini



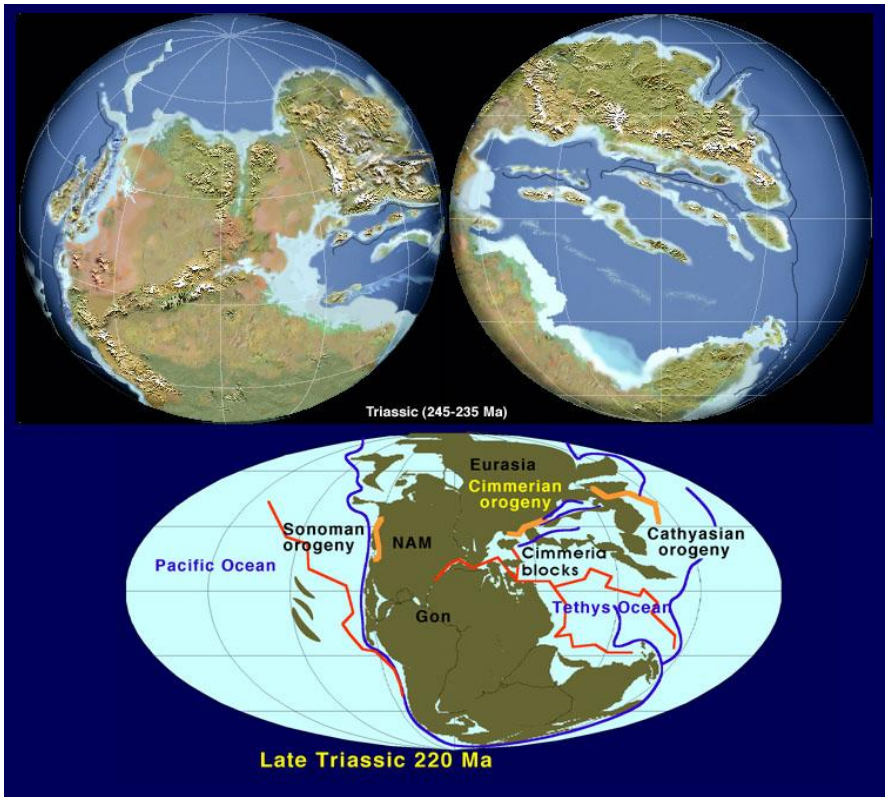
sl.150

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

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

istraživanjima, koja su bila omogućena istraživanjima oceanskog dna, istraživanjima seizmičke aktivnost 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 mlađem 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) čiji 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 otvarao, zamjenjujući postupno time oceanski prostor Paleotethysa. Kolizijom arhipelaga cimerijskih blokova sa laurazijskim djelom Pangea-e, dolazi, tijekom jure, do cimerijske orogeneze.



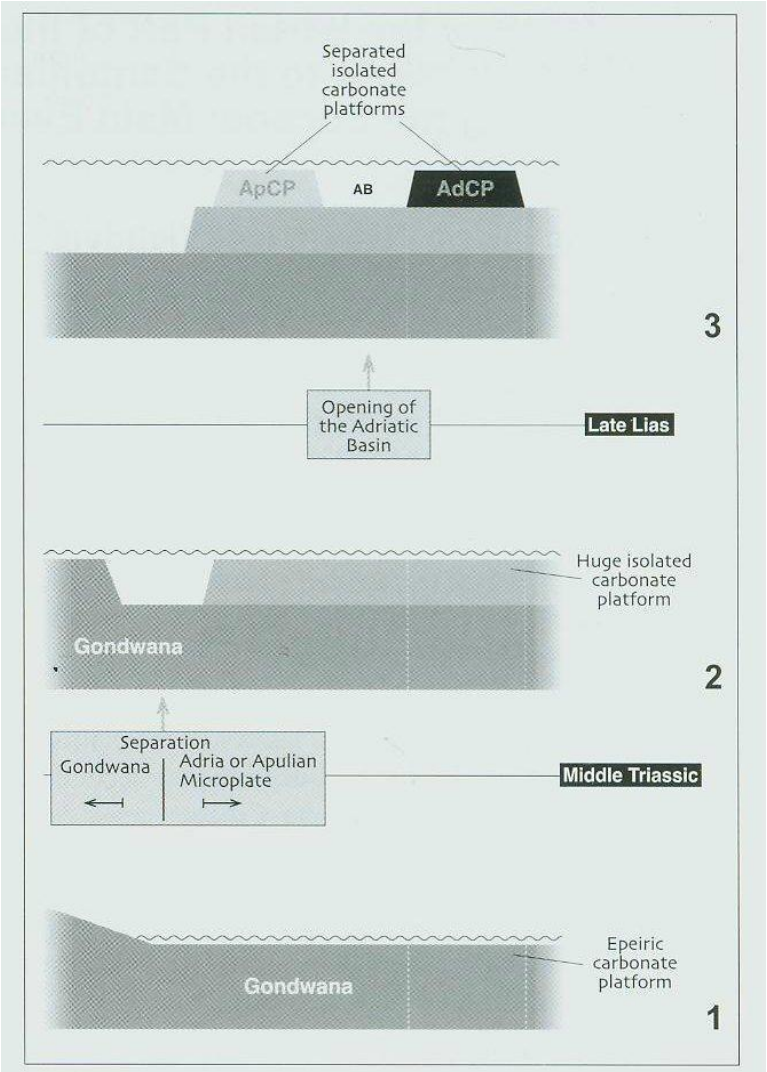
sl.151

Tijekom mlađeg trijasa, prema zapadu, na kopnu Pangea-e, stvara se postupno novi riftni prostor, te u početnoj fazi riftovanja nastajuću riftnu dolinu (jarak) postupno zapunjava more nadirući iz smjera Tethysa (sl.151 - *Paleogeografija Zemlje tijekom mlađeg trijasa*). U početnoj 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 početno riftovanje na Pangea-i samo je početak značajnijih zbivanja koje će taj prostor zahvatiti tijekom jure.

7.4.1.2.1. Geodinamski razvoj krških, Vanjskih Dinarida (vidi i DODATKE 11 i 12)

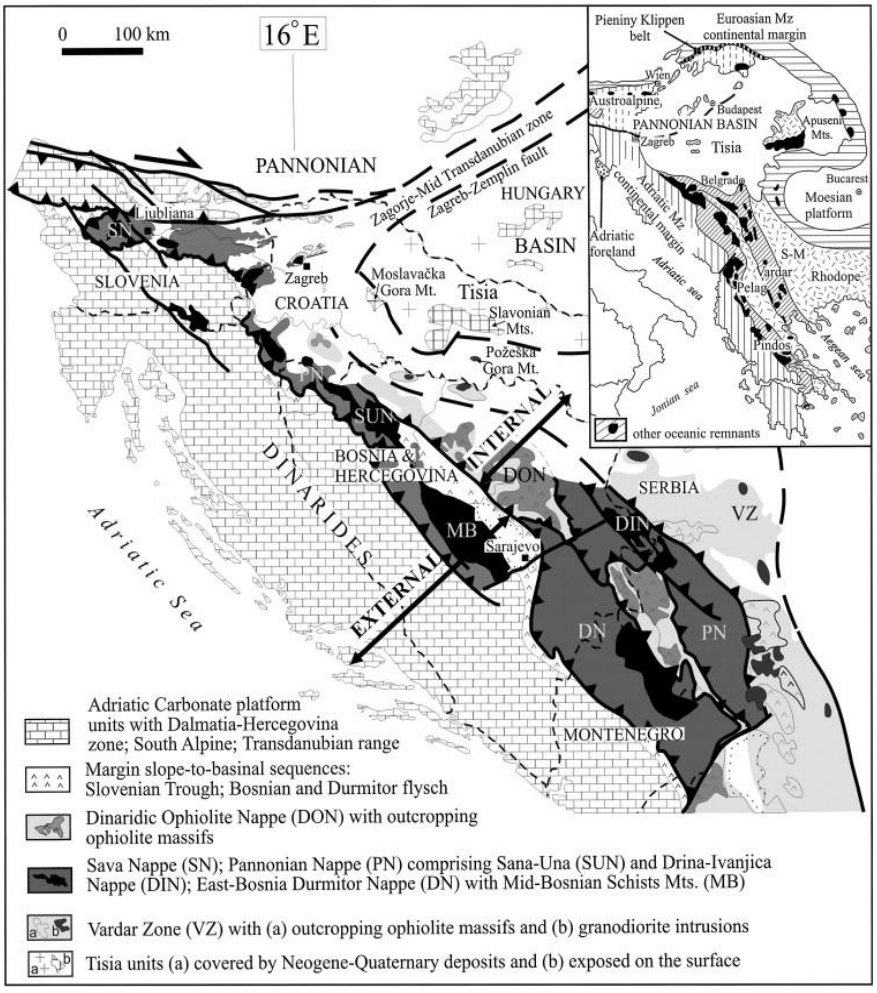
Na šelfnom prostoru Gondwane do početka srednjeg trijasa, prevladavajuće se odvijalo taloženje siliciklastita, a tek manjim dijelom i karbonata na plitkovodnom platformnom prostoru epiričkog tipa (šelf). Tijekom srednjeg trijasa na ovom je prostoru zbog riftovanja došlo do odvajanja velikog šelfnog fragmenta od Gondwane i taj odvojeni fragment (mikrokontinent) naziva se Jadranska mikroploča (Južnotetijska megaplatforma - *Vlahović et al., 2005*) (sl.152 - *Shematski prikaz zbivanja na prostoru sjeveroistočnog dijela gondwanskog šelfa i na Jadranskoj mikroploči tijekom*

trijasa i jure - Velić et al., 2003). Na taj način, unutar prostora Tethysa, u srednjem trijasu formirao se veliki, od kopna izolirani prostor bivšeg šelfa prevladavajućeg taloženja čistih karbonata. Tijekom starije jure, a naročito od početka mlađeg dijela starije jure, Jadranska mikroploča se diferencirala i od tog do tada golemog jedinstvenog prostora nastalo je nekoliko manjih platformnih prostora koji su međusobno bili odvojeni dubokomorskim koritima, a među kojima su bili i Jadranski, Apulijski i Apeninski platformni prostor. Između Jadranske i Apulijske platforme nalazio se Jadransko-Jonski bazen. Istovremeno, dakle od početka mlađeg dijela starije jure, duž sjeveroistočnog rubnog dijela Jadranske karbonatne platforme započelo 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 granična zona platforma-bazen počela pomicati u smjeru današnjeg jugozapada. Tijekom starije i srednje jure, te čitave krede, nastali platformni elementi prijašnje cjelovite Jadranske mikroploče kretali su se ispred Gondwane prema Lauraziji. Polagano tonjenje plitkovodnog platformnog prostora Jadranske karbonatne platforme, koja se tijekom jure i krede postupno približavala subdukcijskom jarku ispred Laurazije, a uz istovremenu izrazitu proizvodnju karbonatnog taloga u plitkomorskim platformnim uvjetima, omogućilo je u tom razdoblju na Jadranskoj karbonatnoj platformi istaložavanje oko 3.5-5 kilometara plitkovodnih platformnih vapnenaca (vidi Dodatke 3 i 8). Tijekom mlađe krede (cenoman) došlo je do izrazitog približavanja Jadranske platforme Lauraziji, što je na platformi izazvalo diferencijaciju taložnog prostora. Tako, neki njeni dijelovi bivaju emergirani, neki zadržavaju plitkovodne značajke, a neki su relativno spušteni. Na samom kraju krede (vidi Dodatke 9 i 10) 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 (npr. jarak Split-Dubrovnik kao produžetak dubokovodnog jarka Budva-Cukali) u kojima se u kontinuitetu od mlađe krede (kampana) do konca paleocena talože dubokovodni vapnenci. Zbog orogenih aktivnosti do kojih dolazi postupnim sudarom Jadranske mikroploče sa Euroazijom tijekom starijeg paleogena (alpska orogeneza), emergirani mlađekredni prostor bivše Jadranske karbonatne platforme se diferencira; dijelom postupno tone,



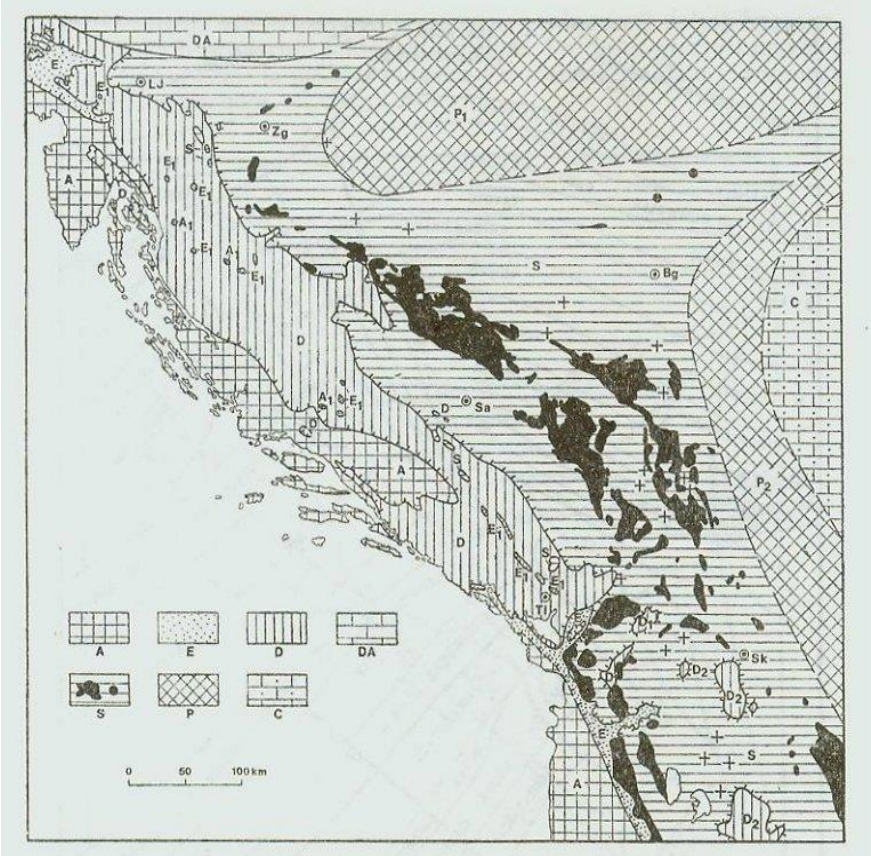
sl.152

uz istovremeno postupno formiranje okoliša dubokovodnih jaraka i plitkovodnih okoliša karbonatnih rampi - formiranje dinaridskog predgorskog bazena, a dijelom se izdiže - formiranje dinaridskog orogena. Time dolazi do istovremenog trošenja i transporta erodiranih čestica sa već tada izdignutog mladog orogena u smjeru nastajućeg dinaridskog predgorskog bazena, dubokovodnog taloženja fliša u jarcima dinaridskog predgorskog bazena i taloženja vapnenaca na karbonatnim rampama dinaridskog predgorskog bazena. Konačnom kolizijom struktura bivše Jadranske karbonatne platforme sa strukturama Eurazije, počevši od mlađeg eocena, izdižu se Vanjski (Krški) Dinaridi. Njihovim postupnim trošenjem tijekom eocen/oligocena, a zasigurno i tijekom dijela miocena, formiraju se klastični karbonatni sedimenti - molasa. Na širem dinaridskom prostoru ova molasa tijekom eocena i oligocena djelomice zapunjava prostor dinaridskog predgorskog bazena prekrivajući u njemu dubokovodne i plitkovodne naslage jaraka i karbonatnih rampi, a zatim i rubni marinski prostor formiranog Jadranskog bazena koji se prostirao ispred novoizdignutih krških dinarskih planina. Na takav način od trijasa do kraja paleogena evoluirao je i formirao se današnji strukturno-tektonski sklop krških planina - Vanjskih (Krških) Dinarida (sl.153 - *Strukturno - tektonski sklop krških, Vanjskih Dinarida i okolnog područja - Palinkaš et al., 2008*).



sl.153

Međutim, postoje i drugačija viđenja razvoja i nastanka strukturno - tektonskog sklopa današnjih krških, Vanjskih Dinarida. Prema Herak (1986), Dinaridi su nastali interakcijom četriju paleodinamska i paleoambijentalna pojasa koji su se kontinuirano pružali od grčkog Peloponeza do Južnih Alpi. To su bili: Adrijatik (strukture Jadranske karbonatne platforme), Epiadrijatik (strukture nastale u kontinuiranom međuplatformskom labilnom pojasu), Dinarik (izgrađen od formacija i struktura uže Dinarske karbonatne platforme) i Supradinarik (strukture koje se sastoje od formacija eudinamskog, tj. "unutrašnjodinarskog", "oceanskog" područja zajedno s elementima osnove) (sl.154 - *Tektonska karta Dinarida - Herak, 1986*). Laurazijska kristalinska područja hercinske konsolidacije (dijelovi Tisije - Moslavačka gora, Psunj, Papuk, Krndija) koja su graničila s eudinamskim pojasom, a djelomično su bila uključena u alpinsku orogenezu Dinarida, nazivaju se pak Paradinarik.



sl.154

Prema Herak (1986), glavne promjene tijekom alpinske orogeneze na prostoru Dinarida započele 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 budućih Dinarida došlo do procesa subdukcije. U prvo vrijeme nije bilo većeg sužavanja prostora među prisutnim paleoambijentalnim pojasovima, no kada je njihovo kretanje zbog potiskivanja od strane Gondwane postalo brže od konzumacije u subdukcijskoj zoni Epiadrijatika, došlo je do njihova međusobnog približavanja uz prisutan stanoviti otpor struktura Paradinarika. To se zbilo već u kredi, pa se time može objasniti diferencijacija mlađekrednog platformnog taložnog prostora Adrijatika. Sve jači otpor u blizini subdukcijske zone na sjevernom rubu Tethysa uzrokovao je i formiranje nove subdukcijske zone u međuplatformnom labilnom pojasu, 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 navlačnih i ljuskavih struktura.

Kasnija neotektonska vertikalna gibanja dovela su do probijanja naslaga subduciranog Epiadrijatika i Adrijatika kroz naslage Dinarika, te su se formirala tektonska okna Epiadrijatika i Adrijatika unutar naslaga 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).

7.4.1.3 Razvoji trijasa

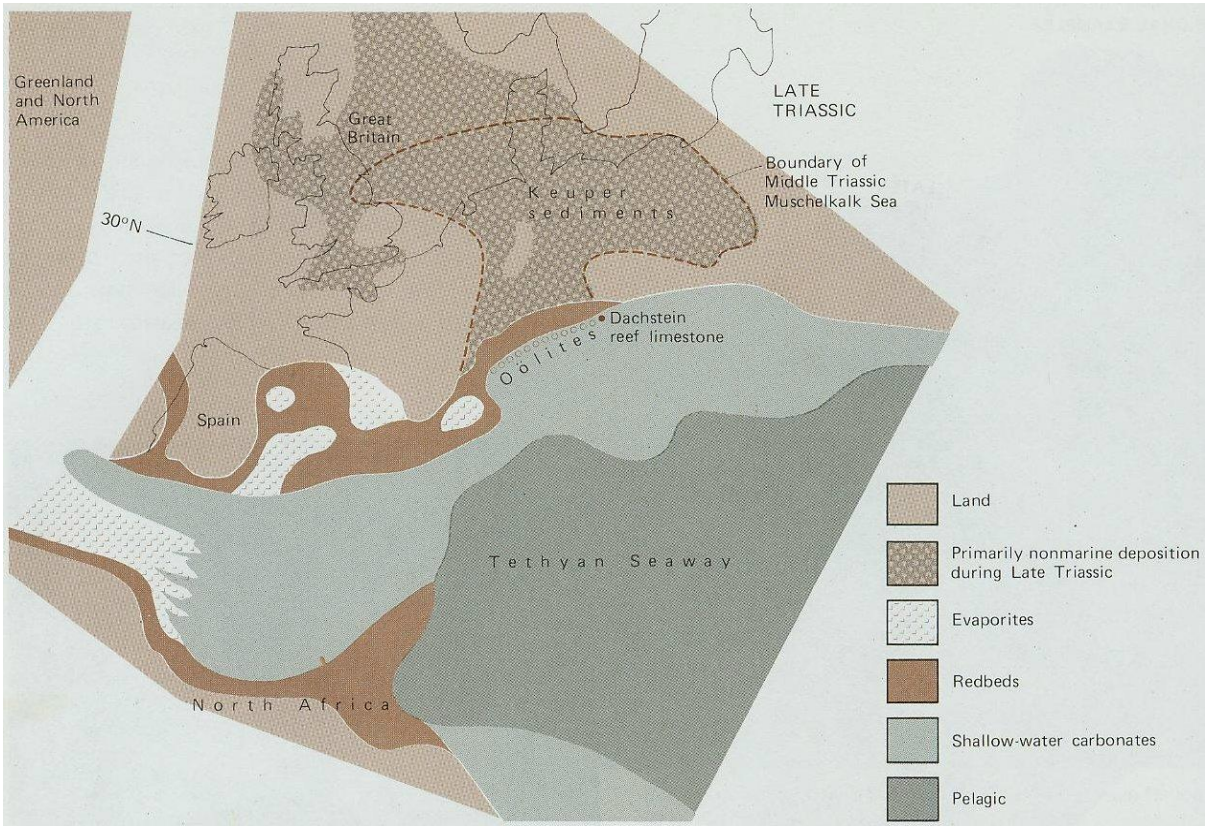
7.4.1.3.1. Kontinentalni razvoj trijasa (u Velikoj Britaniji, Rusiji i SAD)

Još iz mlađeg perma na kontinentalnom prostoru Pangea-e taloži se "*New Red Sandstone*", tj. molasa nastala trošenjem hercinida. To su pustinjski sedimenti s teksturama velikih dina, evaporiti i riječni klastiti, što upućuje da su se klimatske prilike mjenjale od suhih do

vlažnih. Ovi prostori Pangea-e tijekom srednjeg trijasa bili su zahvaćeni jednom manjom transgresijom, a na koju upućuju lokalno prisutni vapnenci.

7.4.1.3.2. Epikontinentalni (germanski, borealni) razvoj trijasa

Tijekom starijeg trijasa, more je iz smjera istoka i jugoistoka, samo povremeno preplavljivalo rubni kopneni prostor Pangea-e na području 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 način i vrijeme taloženja "*Bundsandstein naslaga"* (sl.156 - *Korelacija nekih područja trijasa - Herak, 1973*). Izgrađuje ih uglavnom slijed crvenih (od hematita) kopnenih klastita (glina, riječnih kvarcnih pješčenjaka i konglomerata), a u manjoj mjeri vapnenaca i evaporita kao posljedice povremenih

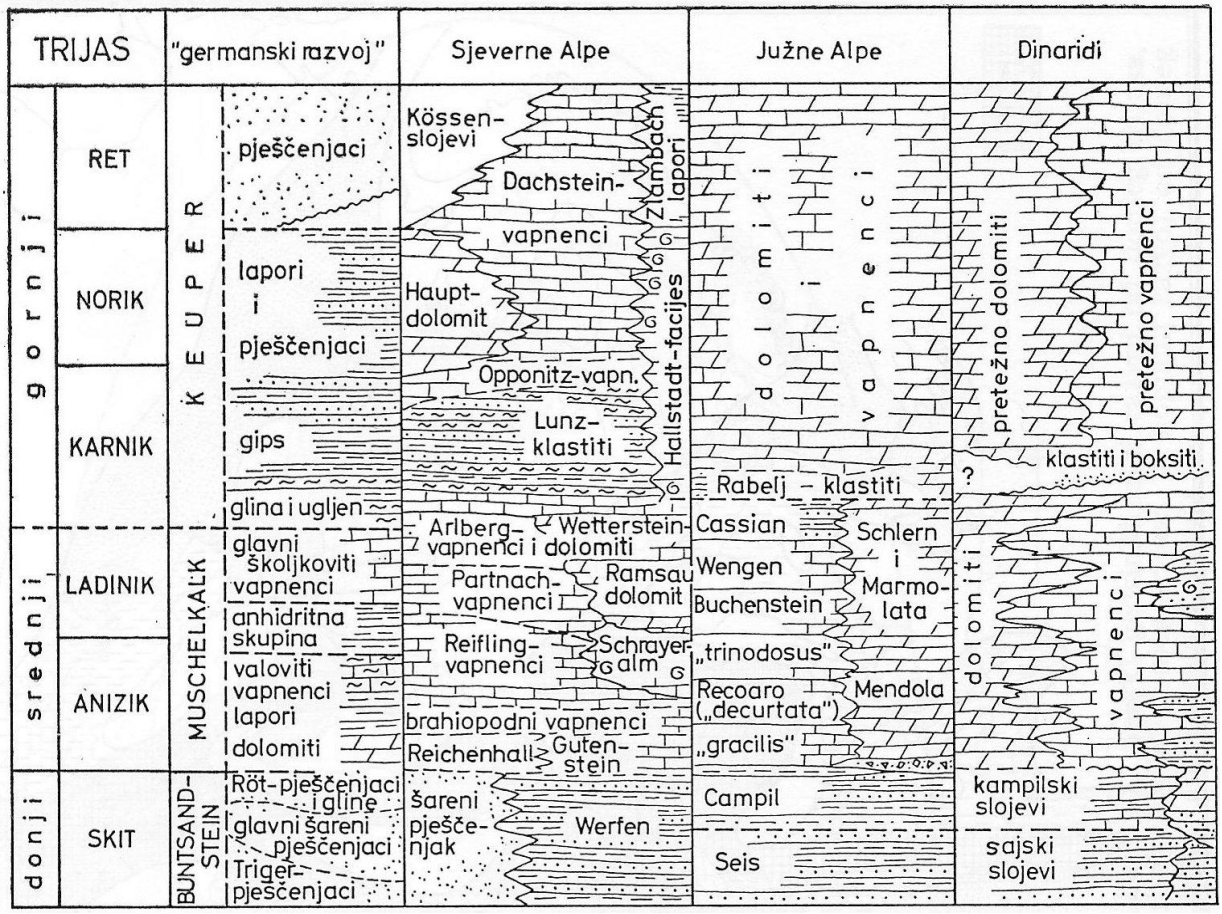


sl.155

marinskih transgresija i isparavanja. Unutar kopnenog dijela ovih naslaga može se naći četinjača *Voltzia heterophylla* i otisci vodozemca *Trematosaurus*, a unutar vapnenaca školjkaši *Myophoria costata* i *Myophoria ovata*.

Postupnim prodiranjem Tethysa na zapad, a zbog polaganog odmicanja Gondwane uzrokovanog njegovim otvaranjem, dolazi do preplavljivanja znatnog prostora Pangea-e, te se na području današnje sjeverne Njemačke talože plitkovodne "*Muschelkalk naslage"* (sl.155 i 156);
a) U donjem ih dijelu izgrađuju dolomiti i vapnenci sa školjkašom *Myophoria orbicularis*,
b) U srednjem, evaporiti i dolomitični vapnenci ("*Rauchwacke*" - šupljikavi dolomiti),
c) U gornjem, krinoidni vapnenci s *Encrinus liliiformis* i dolomitični 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 samo nekoliko fosilno očuvanih vrsta, ali u velikom



sl.156

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. Unutar ove serije moguće je naći ostatke plakodontnih gmazova koji su se hranili ribom.

Smanjenje marinskog utjecaja, odnosno povlačenje mora tijekom mlađeg trijasa sa sjevernog i centralno-europskog prostora Pangea-e, vidljivo je iz taložnog zapisa "*Keuper naslaga"* (sl. 155 i 156). Naime, njih izgrađuju vapnenci u izmjeni s kopnenim riječnim, deltnim i klastitima meanadra (gline, pješčenjaci) koji sadrže ostatke bilja i kopnenih životinja. Vapnenci sadrže ostatke školjkaša *Myophoria kefersteini*, a kopneni klastiti ostatke vodozemca *Metoposaurus* i gmaza *Aëtosaurus*.

7.4.1.3.3. Marinski (alpski, tetijski) razvoj trijasa

7.4.1.3.3.1. Razvoj trijasa u sjevernim vapnenačkim Alpama (Austrija)

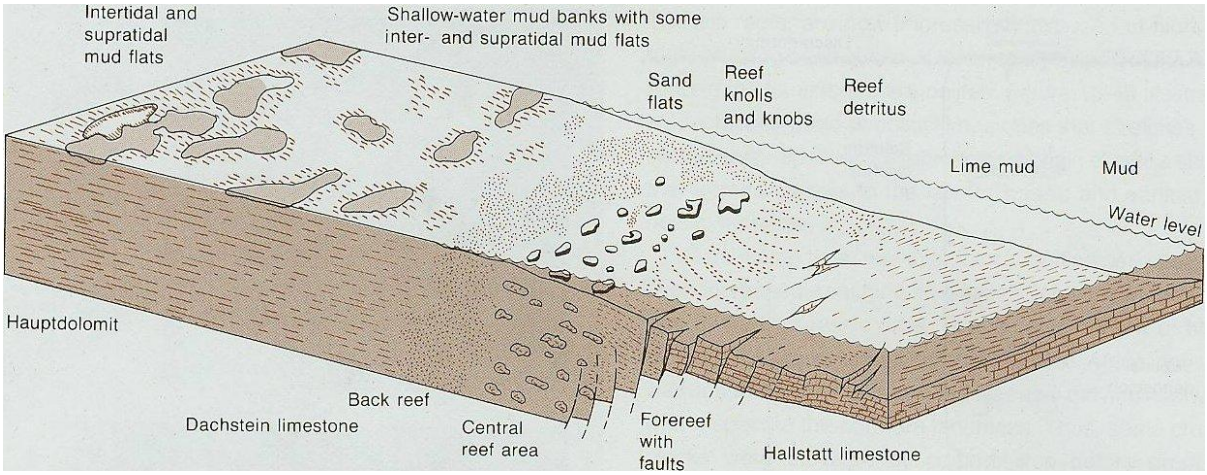
Stariji trijas sjevernoalpskog razvoja ima dosta analogija sa onim iz Buntsandsteina. Pretežu tankouslojeni crvenkasti tinjčasti verfenski pješčenjaci s čestim nalazima otisaka školjkaša *Anodontophora fassaënsis*, *Claraia clarai* i puža *Naticella costata*.

U starijem 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 zaleđu, lagune. Stoga, ovdje postoji taloženje plitkomorskih

grebenskih i lagunskih vapnenaca, a ispred grebena padinskih i dubljevodnih vapnenaca.

Od školjkaša unutar aniščkih 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*.

Slična je situacija i u mlađem aniziku. Česta je foraminifera *Meandrospira dinarica*, a mjestimice ima i dosta amonita; *Ceratites trinodosus*, *Ptychites studeri*, *Sturia sansovinii*. Ti "amonitski", dubljevodni vapnenci nazivaju se *"halštatski vapnenci"* (Hallstadt, grad u Austriji). I ladinik je vapnenački s čestim algama *Diplopora annulata* i *Teutloporella herculea*.



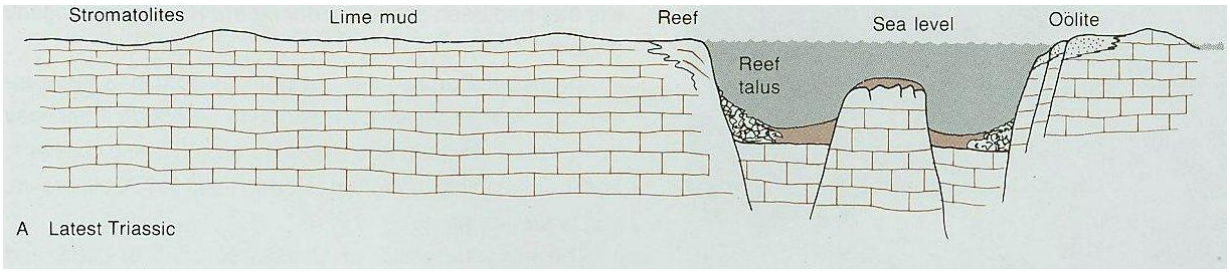
sl.157

Karnik je klastični (pješčenjaci), kopneni s nalazima kopnenog bilja: *Equisetites* i *Pterophyllum*, a što, naravno, upućuje na kratkotrajno uspostavljanje kopnenih uvjeta - emerziju.

Norik je ponovno vapnenački uz sličnu diferencijaciju taložnog prostora kao tijekom anizika i ladinika (sl.157 i 158 - *Taložni prostor sjevernoalpskog trijasa*). Norički plitkomorski vapnenci nazivaju se *"dahštajnski vapnenci"* (Dachstein - regija u Austriji). U vrlo plitkim marinskim prostorima često dolazi i do ranodijagenetske dolomitizacije vapnenačkih taložina, pa mjestimice na širem prostoru nastaju i dolomiti koji se nazivaju *"hauptdolomit"*, odnosno *"glavni dolomit"*.

Unutar dahštajnskih vapnenaca česti 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, značajan i nalaz megalodontida *Conchodus infraliassicus* i puža *Worthenia solitaria*.



sl.158

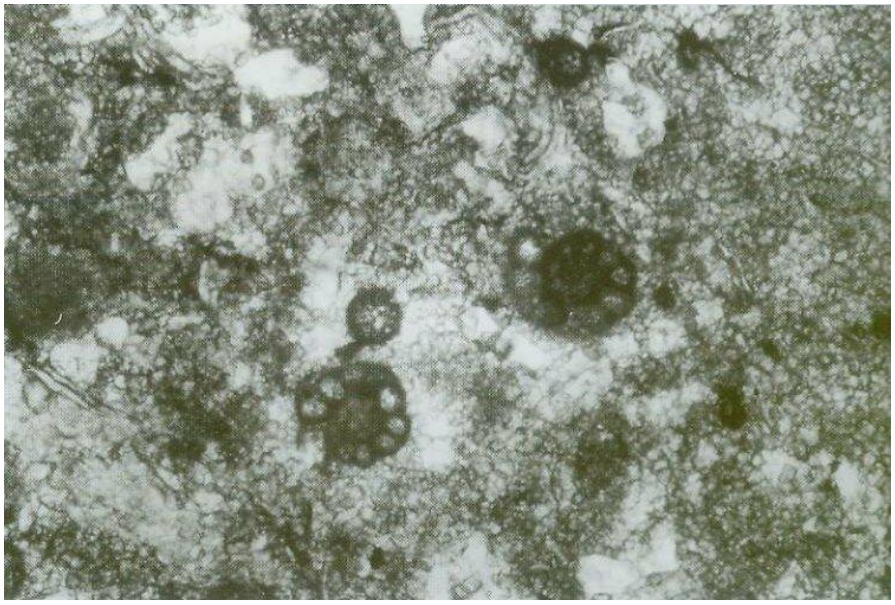
7.4.1.3.3.2. Razvoj trijasa u južnim vapnenačkim Alpama (Austrija, Italija, Slovenija)

Razvoj trijasa na prostoru južnih Alpa sličan je onom iz sjevernih. Ipak, postoje neke manje razlike. Tijekom starijeg dijela starijeg trijasa (induan) u plitkomorskom prostoru

gondwanskog šelfa, taložile su se tzv. *"sajske naslage"*, a u mlađem dijelu starijeg trijasa (olenekij), tzv. *"kampilske naslage"*.

"Sajske naslage" terigenog su porijekla (donešene s kopna) i izgrađuju ih pretežito sivi, crvenkasti tinjčasti pješčenjaci bogati različitim teksturama plitkog, uzburkanog mora (erozijske plohe, kosa slojevitost i dr.). Česti su i otisci školjkaša *Claraia clarai*, *Anodontophora fassaënsis*, *Myophoria laevigata*, *Myophoria ovata* i dr.

Unutar *"kampilskih naslaga"* udio terigene (pješčenjačke) komponente opada, a postupno počinje prevladavati udio karbonatne (marinske) komponente, te ih izgrađuju pjeskoviti i glinoviti vapnenci i dolomiti, a često ima i lapora. To upućuje na postupno sve izrazitije udaljavanje ovog prostora od obalne linije, tj. mjesta unosa terigene komponente s Gondwane tijekom mlađeg dijela starijeg trijasa (transgresija na Gondwanu tijekom otvaranja Tethysa). Unutar ovih naslaga česti su mnogobrojni ostaci puževa *Naticella costata* i *Turbo rectecostatus*, foraminifera *Meandrospira pusilla* (sl.159 - *Meandrospira pusilla - povećanje 360x*), razni školjkaši, te amoniti *Tirolites*, *Ceratites* i *Dinarites*. Također, česte su i mnogobrojne plitkovodne sedimentne strukture.



sl.159

Unutar vapnenačhih naslaga anizika i ladinika, a na temelju karakterističnog fosilnog sadržaja, moguće je razlikovati i nekoliko biostratigrafskih zona:

anizik**:**

1) *Gracilis-zona*, građena od tankopločastih 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 vapnenačke zone mjestimice su zamjenjene dolomitima

ladinik:

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

2) *Lommeli-zona*, od tankopločastih vapnenaca, tufitičnih pješčenjaka i tufova sa školjkašom *Daonella lommeli*,

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

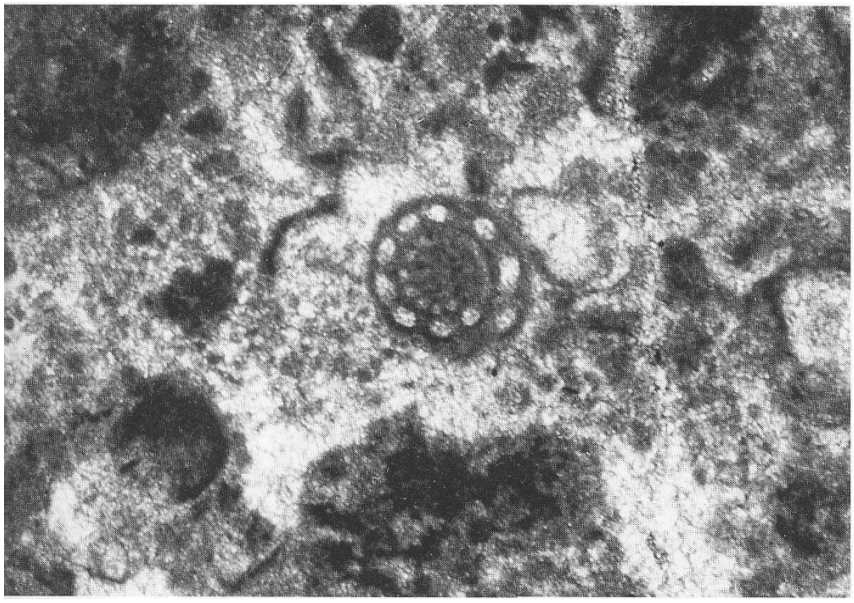
Sve ove tri vapnenačke zone također su mjestimice zamjenjene dolomitima.

Terigeni utjecaj kopna koji se već zapaža i unutar *Aon-zone*, izrazito je vidljiv u karniku koji je pretežito klastičan. Te nalage karakteristično su razvijene kod Rabelja (Raibl - grad u sjeverozapadnoj Italiji), pa ih stoga i nazivamo *"rabeljske naslage"*. Sastoje se iz tamnih lapora 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 (vidi i DODATAK 11)

Taložna zbivanja na dijelu gondwanskog šelfa koji danas pripada Dinaridima, umnogome su tijekom starijeg trijasa nalikovala onima iz južnih Alpa. Naslage starijeg 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).

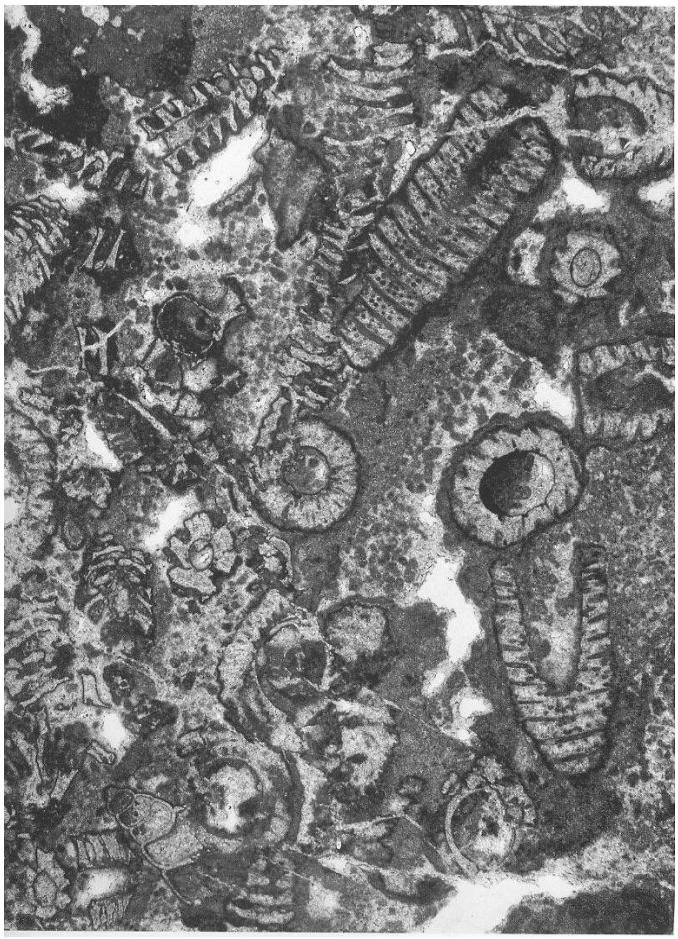


sl.160

Srednji trijas Dinarida karakteriziran je izrazitom diferencijacijom okoliša i sedimenata, a što je bilo uzrokovano tektonskim pokretima na prostoru Jadranske mikroploče. Formirani su različiti okoliši taloženja u kojima su se taložili različiti facijesi. Tako, unutar srednjotrijaskih naslaga mogu se izdvojiti četiri različita 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.*

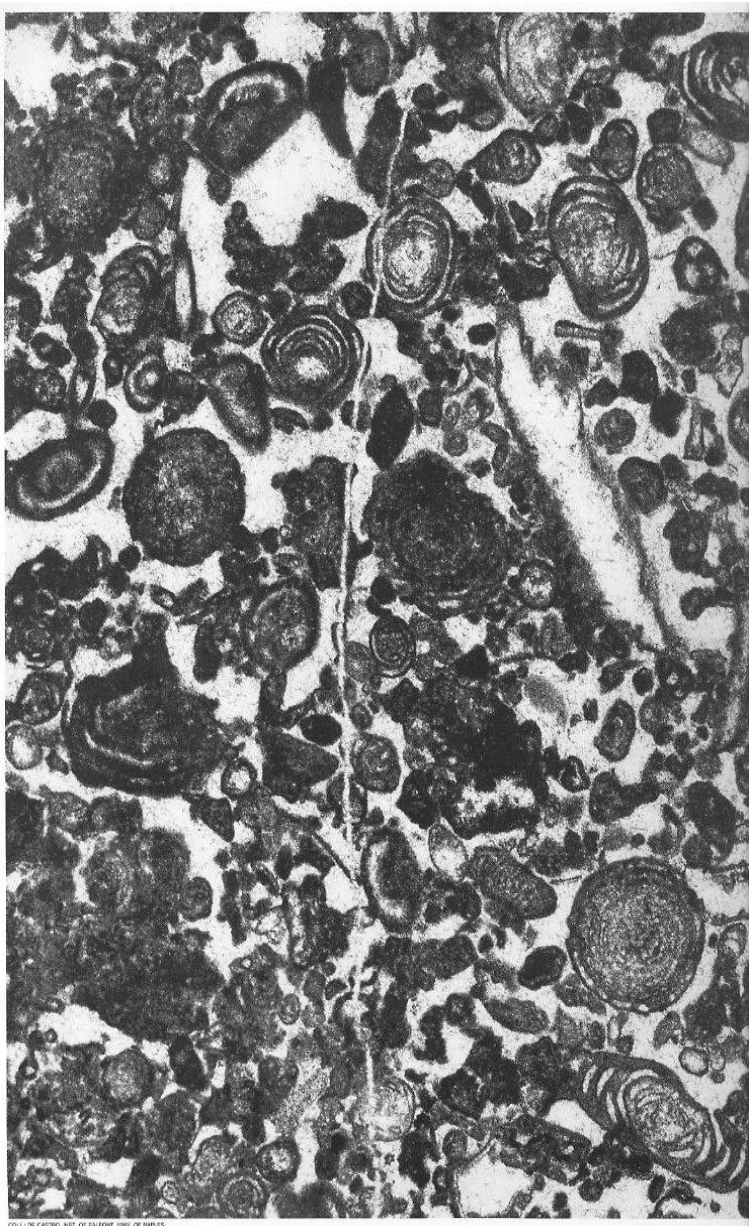
2) Facijes crvenih cefalopodnih vapnenaca; sadrže mnogobrojne amonite. U anizičkim cefalopodnim vapnencima dolaze npr. *Ptychites oppeli*, *Ceratites trinodosus*, *Sturia sansovinii* i dr., a u ladiničkim (npr. na Gregurić bregu kod Samobora) *Gymnites uhligi*,



sl.161

Protrachyceras curionii, Monophyllites wengensis, Sturia semistriata i dr.

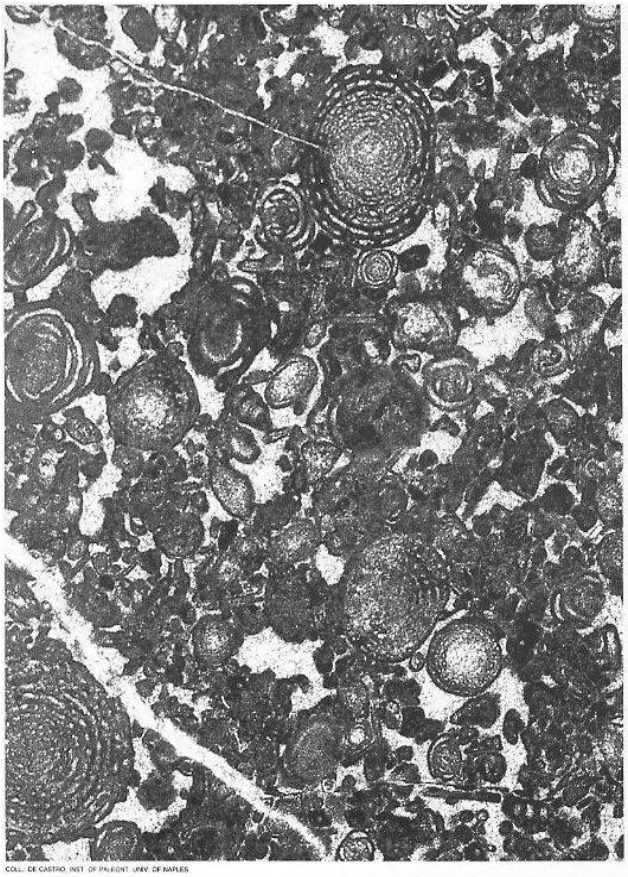
3) Vulkanogeno-sedimentni facijes; javlja se unutar anizičko-ladiničkih plitkomorskih vapnenaca i dolomita. Ukazuje na riftovanje prostora gondwanskog šelfa i Jadranske mikroploče kada uz riftne rasjede dolazi do submarinskog vulkanizma. Karakteristično je prisutan na području Donjeg Pazarišta (Lika). Ovdje ga izgrađuju dubljevodne flišolike naslage (grauvake i šejlovi) prevladavajuće građene od fragmenata efuzivnih stijena koje su bile erodirane sa topografski izdignutijih dijelova vulkanskog paleoreljefa. Na tim klastitima slijede pločasti vapnenci s rožnjacima, a zatim i tufovi ("*Pietra Verde*") u izmjeni s rožnjacima i pločastim vapnencima. Vapnenci unutar ovog facijesa su često silicificirani i dolomitizirani. Ovaj facijes predstavljaju i različite efuzivne stijene (dijabazi, spiliti, andeziti) prisutne na različitim 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 područjima dolazilo je do većih akumulacija tog pepela od kojeg su nastale zelenkaste tufitične naslage - "*Pietra verde*" (npr. Svilaja, Medvednica i dr.).Unutar vapnenačkog dijela ovog kompleksa mjestimice su prisutni i amoniti *Protrachyceras ladinium* i *Monophyllites wengensis.*

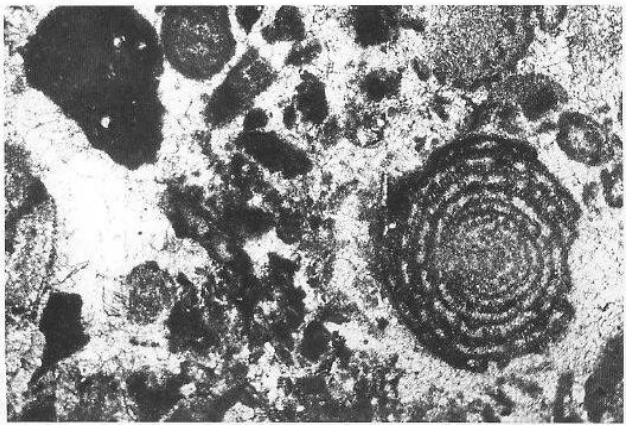


sl.162

4) Klastično-karbonatni facijes**;** građen je od pješčenjaka i glina u izmjeni s dolomitima/vapnencima. Rijedak je srednjotrijaski facijes na dinaridskom prostoru Hrvatske. Ima ga na Papuku, no znatno je učestaliji 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 mikroploče (koja se od gondwanskog šelfa odvojila tijekom srednjeg trijasa) došlo do srednjotrijaskog izdizanja (okopnjavanja) taložnog prostora. Na različitim dijelovim tog emergiranog prostora dolazilo je do taloženja i/ili erozije u kopnenim uvjetima. Na prostoru Gorskog kotara erodiran je tako čitav srednji trijas, te je erozija zahvatila i vršni dio naslaga olenekija. Na prostoru Velike Paklenice i Baških Oštarija (Velebit) erozijom je nestao čitav ladinik, dok je na prostoru Vraca kraj Gračaca i Svilaje, on ipak ostao sačuvan. Ova emerzija ponegdje je trajala i do konca norika/početka reta





sl.163

(npr. na Svilaji). Mjestimice u topografska udubljenja tog emergiranog kopna, posredstvom tekućica, ili eolski, bivao je donašan terigeni materijal s obližnjih i/ili udaljenijih prostora vulkanogeno-sedimentnog kompleksa, a koji je poslužio kao osnova za formiranje karničkih 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 vapnenačkih konglomerata prema šejlovima (npr. Lokve u Gorskom kotaru). Na ostalim prostorima ova mlađekarničko-norička postupna transgresija obilježena je prisutnošću transgresivnih breča i/ili konglomerata koji se sastoje od ulomaka podinskih donjo i/ili srednjotrijaskih stijena. Potpunim preplavljivanjem tog karničkog kopna tijekom norik/reta uspostavio se jedinstveni plitkovodni taložni prostor. Znači, unutar trijaskih naslaga Dinarida prisutan je vrlo izražen taložni prekid plitkovodnog karbonatnog taloženja, a dužina prisutnog hijatusa ovisna je intenzitetu karničkih erozijskih procesa na različitim dijelovima emergiranog platformnog prostora.

Plitkovodno karbonatno taloženje od norik-reta se, na dijelu Jadranske mikroploče koji danas pripada Dinaridima (Jadranska 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 ubrzo ranodijagenetski dolomitizirana. Te dolomite po analogiji s onima iz sjevernih vapnenačkih Alpa nazivamo *"Hauptdolomit"*. *"Hauptdolomiti"* često sadrže LLH stromatolite (LLH - *"Laterally linked hemispheroids"- bočno spojene polukugle*) onkoide "*Sphaerocodium bornemani*", foraminifere *Aulotortus friedly* (sl.162 - *Aulotortus friedly - povećanje 50x*), *Triasina hantkeni* (sl.163 - *Triasina hantkeni - povećanje 45x*), *Involutina communis* i dr., a rijeđe 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 vapnenačkih Alpa) su rjeđi i prisutni su samo mjestimice, npr. u Hrvatskom zagorju (Ivanščica), ali su zato češći u BiH, a pogotovo u Sloveniji, gdje izgrađuju 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.

7.4.2. Jura

Drugi period mezozojske ere obilježen je većinom tropskim uvjetima (bez polarnih kapa), plitkim epikontinentalnim morima, raspadom Pangea-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. Slično kao i u trijasu, postoji:

1) Kontinentalni razvoj jure (npr. na Ruskoj ploči),
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*):

PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina
JURA	mlađa jura	Titon	152 - 145
		Kimeridž	157 - 152
		Oksford	163 - 157
	srednja jura	Kalovij	166 - 163
		Bat	168 - 166
		Bajocij	170 - 168
		Alen	174 - 170
	starija jura	Toarcij	182 - 174
		Plinzbah	190 - 182
		Sinemurij	199 - 190
		Hetangij	201 - 199

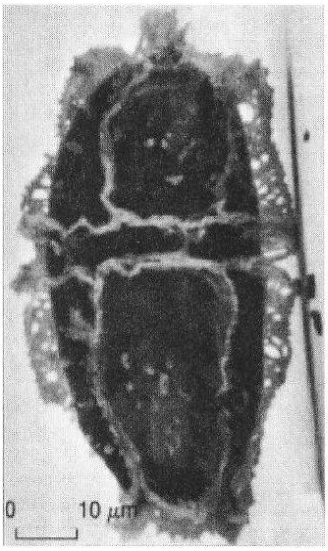
tab. 12

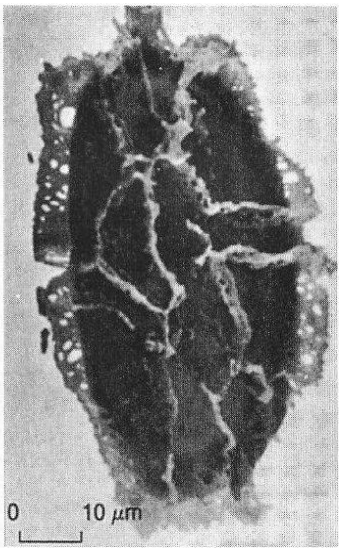
Tijekom jure globalni morski nivo postupno raste (zbog raspada Pangea-e), sve do sredine kimeridža (maksimum), a zatim, privremeno, postupno pada. I tijekom jure dolazi do preplavljivanja kontinentalnih prostora uz formiranje plitkih epikontinentalnih mora gdje su se taložili karbonati i s kopna donašani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

7.4.2.1. Živi svijet jure

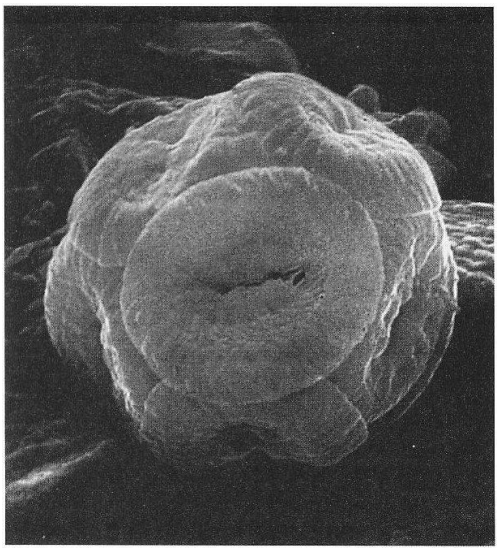
7.4.2.1.1. More

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

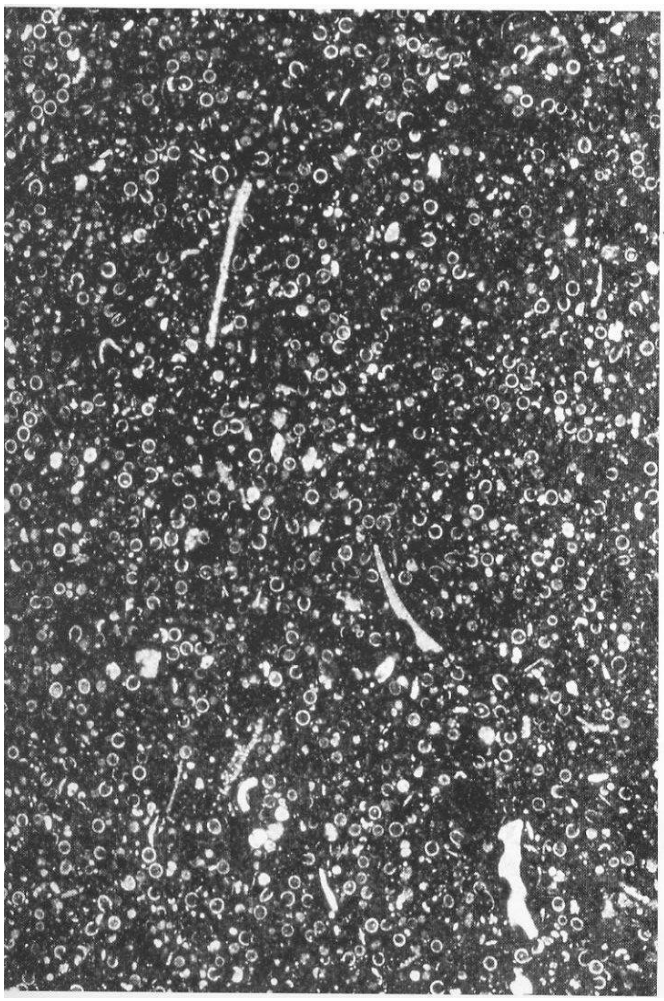




sl.164



sl.165



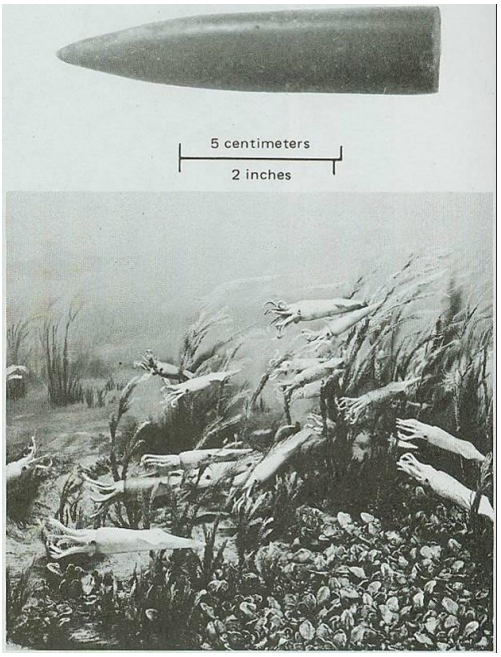
sl.166

kokolitoforida, kao i jednostaničnih 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 jednostanični 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 (bičevima) (sl.164 - *Prionodinium alveolatum*) .

Kokolitoforidi započinju svoj razvoj upravo od jure i njihova stanica je obavijena s pločicama (kokolitima) od $CaCO_3$ tvoreći kokosferu (sl.165 - *kokosfera, povećanje 6000x*). Vrlo često nakupine kokolita izgrađuju debele naslage dubljemorskih kokolitnih vapnenaca, a i danas su česti u dubokovodnim sedimentima.

Također, u juri (i starijoj kredi) javlja se i zooplankton čaškastih formi s vijencom trepetljika na rubu čašice -



sl.167

kalpionelidi (sl. 166 - *Calpionella alpina, povećanje 100x*), s ovojnicom od hitina. Dobri su provodni fosili pomoću kojih je unutar dubokovodnih naslaga izvršena i biostratigrafska zonacija vršnog dijela mlađe jure i dijela starije krede.

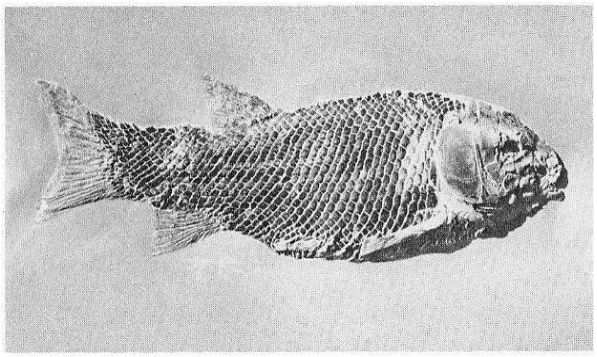
2) Od invertebratnih marinskih organizama najznačajniji su bili amoniti. Odlikovali su se velikom raznovrsnošću oblika i brzom evolucijom, tako da su mnogi imali kratak vertikalni (vremenski) raspon i kao takvi bili su pogodni za relativno precizne biostratigrafske razdiobe jurskih naslaga na katove, s preciznošću do 1 milijun godina (odredbe starosti s točnosti koje su bliske radiometrijskim metodama). Kućice su im bile građene od aragonita, a poklopci kućica (aptihusi) od kalcita (aragonit se otapa na manjoj dubini nego kalcit).

3) Srodnici amonita bili su belemniti (sl.167) i također su bili česti 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.



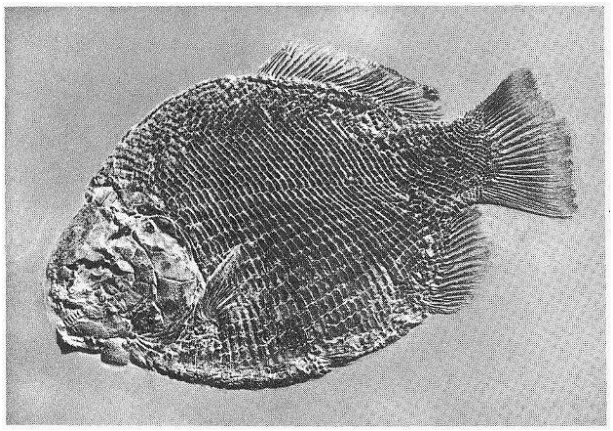
sl.168

4) Tijekom jure u morima su često bile prisutne i različite ribe skupina Chondrichthyes (hrskavičnjače) i Osteichthyes (koštunjače). Od hrskavičnjača najznačajniji su bili morski psi, npr. *Hybodus* (sl.168 - *Hybodus*) s durofagnim zubalom građenim od nekoliko nizova tupih plosnatih zubi (rijeđe šiljatih) koji se nalaze popločani po čitavom nepcu i u donjoj čeljusti, a služili su za drobljenje ljuštura mekušaca (morski pas *Heterodontus* sa sličnim zubalom živi i danas u Tihom i Indijskom oceanul). Tijekom jure unutar skupine morskih pasa Selachii javljaju se i predstavnici "modernijih" morskih pasa, a također se javljaju i raže (Batoidea), srodnici morskih pasa.

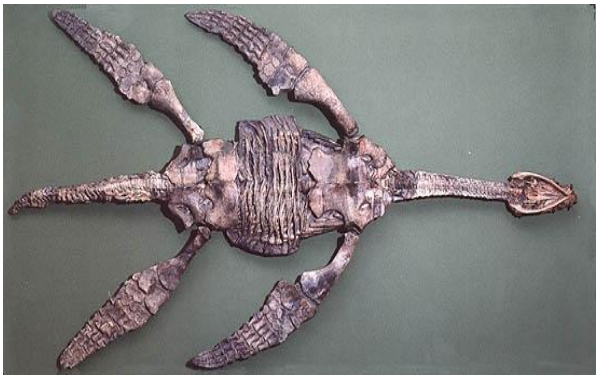


sl.170

Od koštunjača u juri maksimum razvoja



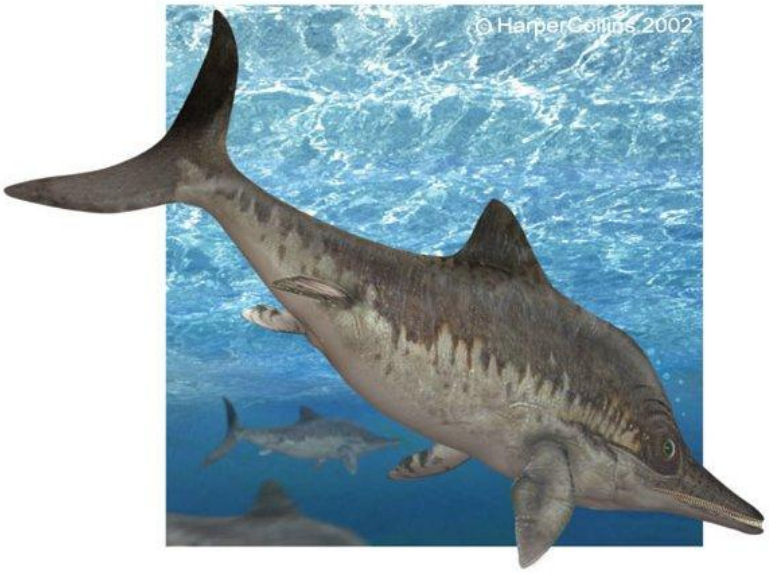
sl.169



sl.171

ima skupina Holostei s tzv. ganoidnim ljuskicama (odlika paleozojskih i mezozojskih riba). Ove ljuskice su glatko sjajne površine, crne boje i rombična oblika i čvrsto su međusobno spojene (sl.169 -*Dapedius* i sl.170 - *Lepidotus*). Od mlađe jure intenzivnije se počinje razvijati i skupina Teleostei s cikloidnim ljuskama koje se međusobno crijepoliko 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 *Meyerasaurus* (sl.171 - *Meyerasaurus*) i reda Ichthyosauria (konvergentni dupinima, osim repa), npr. 5 m dug rod *Stenopterygius* (sl.172 - *Stenopterygius*) iz starije jure Njemačke.



sl.172

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

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

8) Tijekom mlađe jure intenzivno se razvijaju i mnogobrojne vrste hermatipnih hexakoralja (žive isključivo u čistoj 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 izgrađuju grebene (ahermatipni hexakoralji ne izgrađuju grebene i mogu živjeti na većim dubinama) zajedno s predstavnicima skupine vodenpolipa Hydrozoa. Za razliku od rugoznih tetrakoralja iz paleozoika, koji su imali kalcitni skelet i bili pričvršćeni za podlogu ili postrance ili su ležali na morskom dnu, mezozojski hexakoralji imaju aragonitni skelet i za podlogu su prirasli bazom čaške.

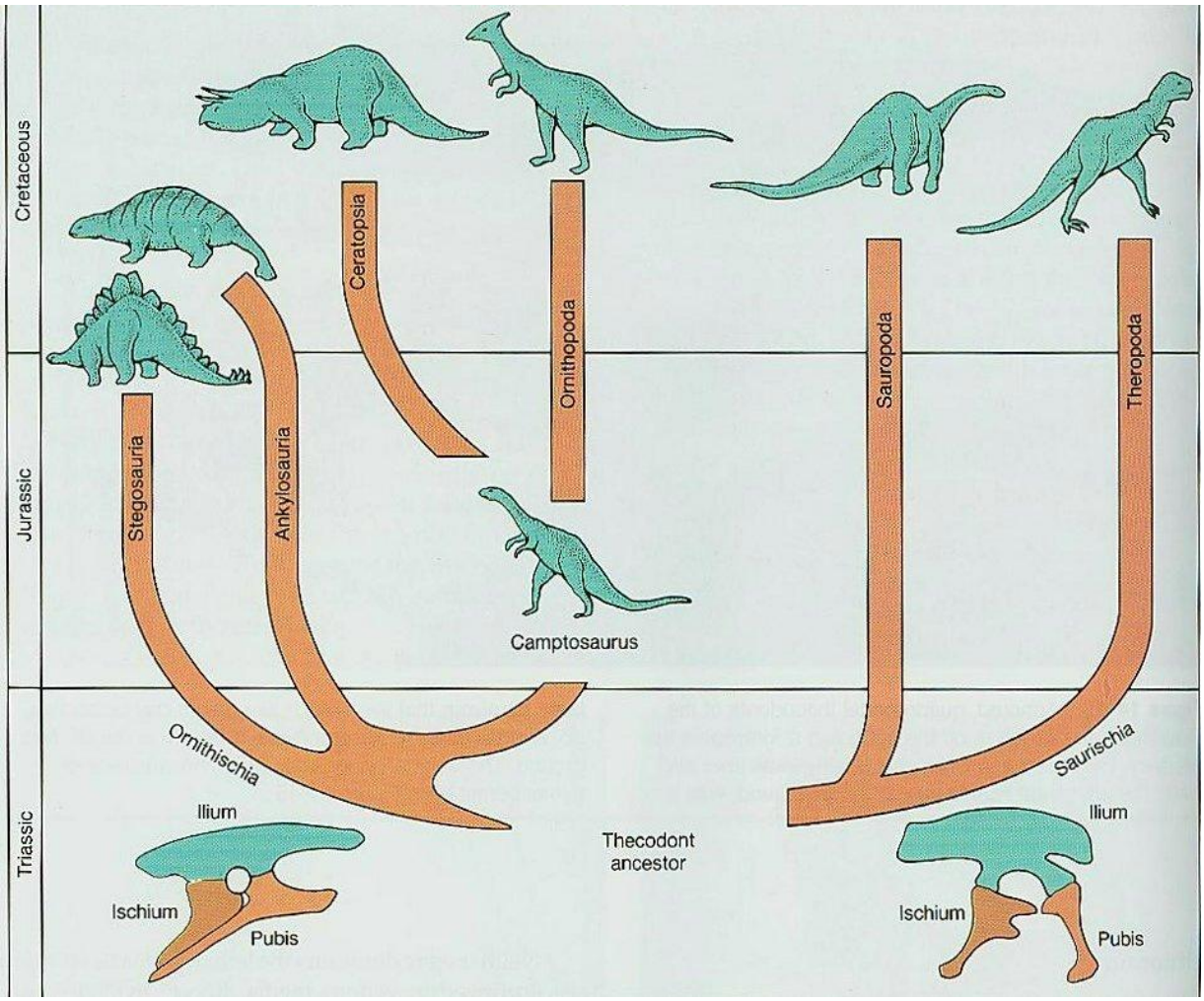
Na prostorima grebena bili su prisutni i mogobrojni drugi organizmi: člankonošci (npr. rakovi), puževi, brahiopodi, školjkaši, alge, briozoi, a u lagunskim prostorima iza grebena i različiti bodljikaši, ježinci, krinoidi i zvjezdače.

7.4.2.1.2. Kopno

1) Od beskralježnjaka na jurskom kopnu poznati su fosilni nalazi raznoraznih člankonožaca, prvenstveno kukaca, posebice unutar vapnenaca "*Solnhofen*" s područja Bavarske.

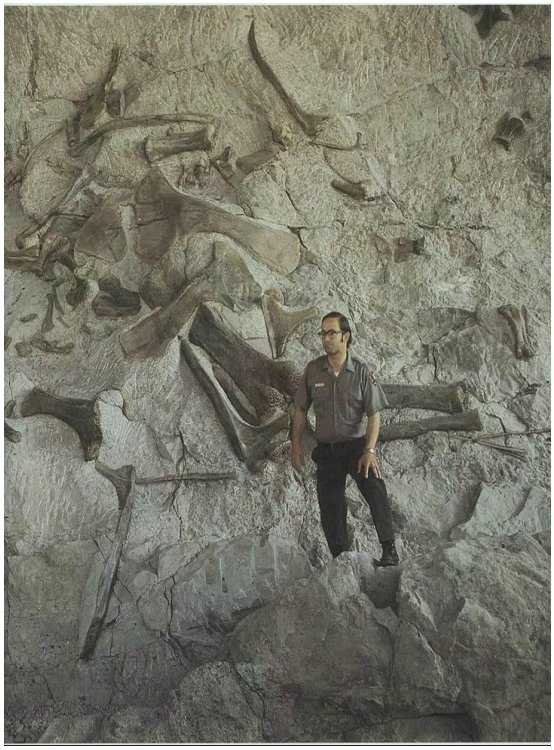
2) Kako paleontolozi mezozoik popularno nazivaju "dobom gmazova", tako ga paleobotaničari nazivaju "dobom cikadina" (skupina primitivnih golosjemenjača), a koje su maksimum imale upravo tijekom jure. Vrlo su nalik današnjim palmama. Kritosjemenjača tijekom jure još nema.

3) Najznačajnija skupina kopnenih životinja tijekom jure bili su gmazovi. Dominantna skupina tijekom mezozoika bili su arhosauri, unutar kojih su se tokom trijasa razvile i dvonožne preteče dinosaura. Dinosauri su već u mlađem trijasu bili gigantskih dimenzija (preko 6 m dužine).



sl.173

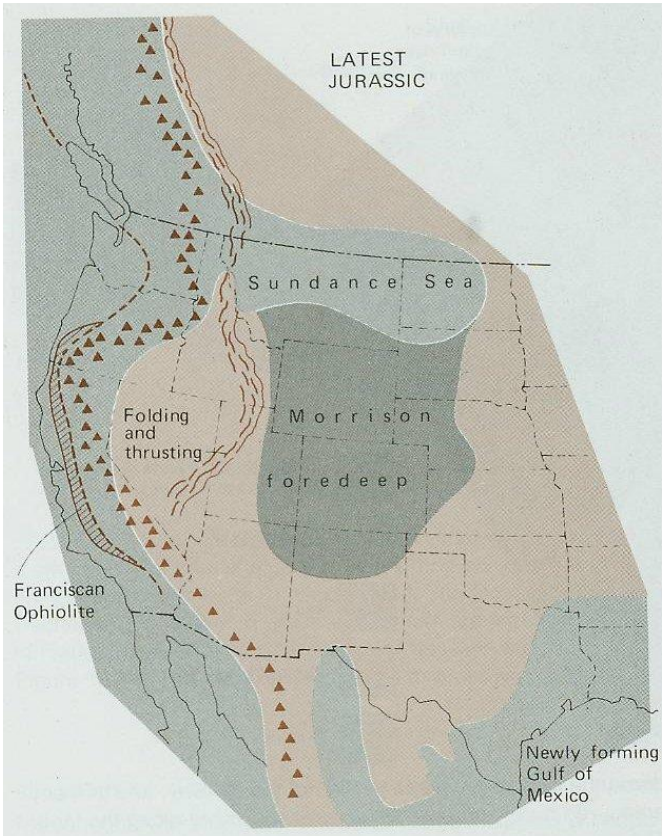
Prema građi kukovlja, dinosauri se dijele na one s kukovljem građenim kao u ptica - red biljojednih Ornitischia, i na one s kukovljem građenim kao u gmazova - red biljojedno-mesojednih Saurischia.



sl.174

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

Do kraja jure skupina dinosaura doživjela značajnu bioraznolikost . 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*). Također, značajni nalazi fosilnih kostiju dinosaura nađeni su i unutar srednjojurskih naslaga u Kini, kao i unutar gornjojurske "*Tendaguru*" formacije u Tanzaniji (istočna Afrika). Za razliku od "*Morrison*" formacije koja je u potpunosti kopnena,



sl.175

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 česte da ih je lokalno stanovništvo povremeno koristilo i kao građevni materijal za nastambe. Unutar Morrison formacije može se naći fosilnih ostataka oko tridesetak rodova dinosaura. Na području Pangea-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 bez trava i drugih kritosjemenjača.

I u "*Morrison*" i u "*Tendaguru*" formaciji najimpozantniji su nalazi Sauropoda i to skupina Diplodokida s rodovima *Diplodocus* (sl.176 - *Diplodocus*) (27 m dug) i *Supersaurus* (sl.177 - *Supersaurus*) (32 m dug, težine do 30 tona) i skupina Brahiosaurida sa rodovima *Brachiosaurus* (sl.178 - *Brachiosaurus*) i *Giraffatitan* (još masivniji od *Supersaurusa*, vjerojatne težine oko 70 tona). Predstavnici skupine Brahiosaurida bili su krupniji od Diplodokida. Imali su prednje noge duže od stražnjih (poput žirafa).



sl.176

Od teropoda u "*Morrison*" formaciji prisutni su ostaci rodova *Ceratosaurus* i *Allosaurus* (sl.179 - *Allosaurus*) (oba su dvonožnim kretanjem nalik mlađekrednom rodu *Tyrannosaurus*).

Od ornitišija u "*Morrison*" formaciji prisutni su predstavnici skupine dvonožnih i četvernonožnih Iguanodontida:. *Camptosaurus* (sl.180 - *Camptosaurus*) i *Dryosaurus* (sl.181 - *Dryosaurus*), kao i predstavnici skupine četveronožnih *Stegosauroida*: *Stegosaurus* (sl.182 - *Stegosaurus*), 8 m dug s dva reda trokutastih koštanih ploča na leđima i četri koštana šiljka na repu. U "*Morrison*" formaciji prisutni su i ostaci kornjača, pterosaura, sisavaca i krokodila. Bliski srodnici dinosaura - Crocodilomorphi (krokodili u širem smislu) intenzivnije se razvijaju upravo od jure. Tijekom jure ima čak i potpuno akvatičnih oblika gotovo konvergentnih kasnijim vodenim ihtiosaurima (s razvijenom repnom perajom).Kao i dinosauri, imaju diapsidnu lubanju.



sl.177

5) Još od trijasa javljaju se 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 mišići za letenje. Kosti su im bile šuplje, čeljusti šiljate sa zubima koji tijekom razvoje ove skupine kržljave, pa oni posljednji u razvoju već imaju pravi kljun bez zuba. Starijejurski leteći gmazovi bili su veličine ševe ili kosa, dok su oni posljednji iz krede imali raspon krila i do 11 m. Postojale su dvije skupine letećih gmazova: trijasko-jurski Rhamphorhynchoidea i jursko-kredni Pterodactyloidea.



sl.178

Od Rhamphorhynchoidea u juri dolazi *Rhamphorhynchus* (sl.183 - *Rhamphorhynchus*) veličine galeba, a i istog načina 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 čeljustima kljunata oblika, te duga uska krila. Bio je dobar letač.



sl.179

Od Pterodactyloidea u juri se javlja *Pterodactylus* (sl.184 - *Pterodactylus*) koji je bio najrasprostranjeniji jurski leteći gmaz, ali i najslabiji letač jer su mu krila bila kratka. Rep mu je bio kržljav, kao i peti prst na nogama,



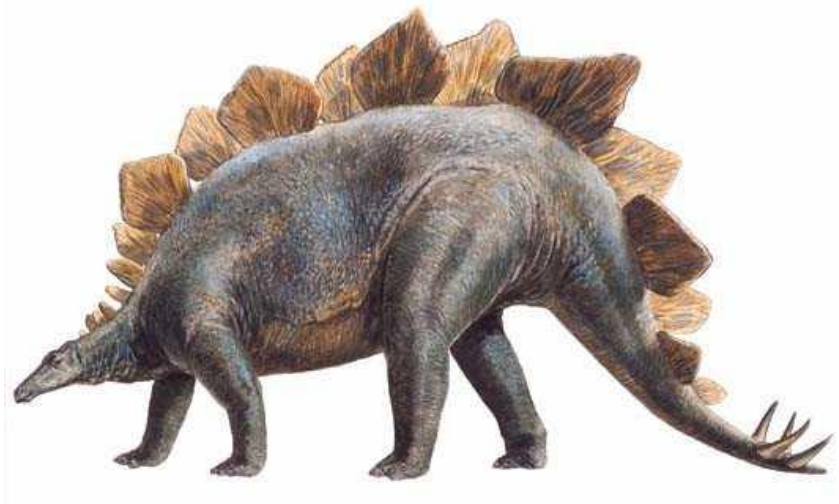
sl.180



sl.181

dok je zube imao samo u vrhu kljunastih čeljusti.

Na prostoru današnje Bavarske, između Nürnberga i Münchena izdanjuju naslage pločastih "*Solnhofen*" vapnenaca (korištenih lokalno i za prekrivanje krovova kuća, litografiju), s rijetkim, ali dobro očuvanim fosilnim ostacima vertebrata i biljaka. Ove naslage taložene su tijekom mlađe jure u izoliranim, anoksičnim i hipersalinim lagunama bez prisutnosti organizama, pa su se ostaci krupnijih organizama koji su u taj prostor bili donešeni uspjevali dobro sačuvati. U ovim naslagama najznačajniji su nalazi sedam primjeraka pra-ptice *Archaeopteryx lithographica* (sl.185 - *Archaeopteryx lithographica*) koja predstavlja prijelazni oblik između gmazova (Saurischia, Theropoda) i ptica (čak ima više obilježja gmazova, tako da je tijekom istraživanja jedan skelet i interpretiran kao da je od dinosaura *Compsognathusa*). 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 letač



sl.182



sl.183



sl.184

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, U starijoj kredi izumrli su i stegosauri.

(plosnata prsna kost nije bila pogodna za prihvat snažnog letaćeg mišičja), nego je sposobnost kratkotrajnog letenja koristila samo povremeno (npr. kao današnja kokoš).

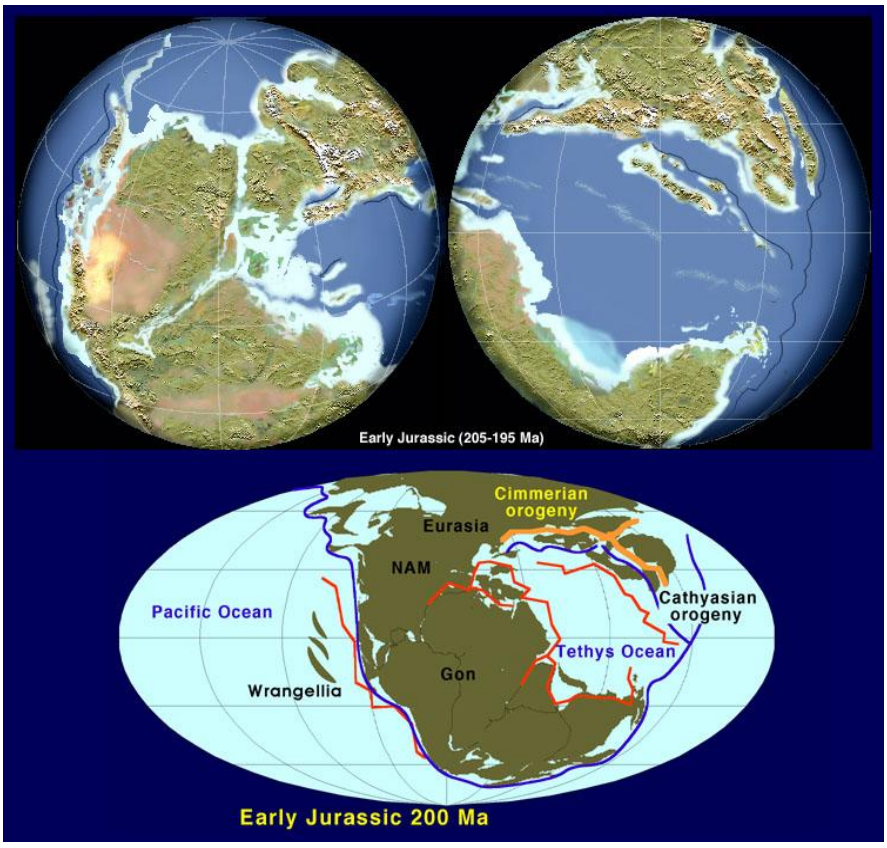
I trijas i jura završavaju masovnim izumiranjima, ali ni približno onog intenziteta kao što je bilo izumiranje krajem perma. Trijasko izumiranje nisu prebrodili "nosioci" konodonata i plakodontni gmazovi, a terapsidni



sl.185

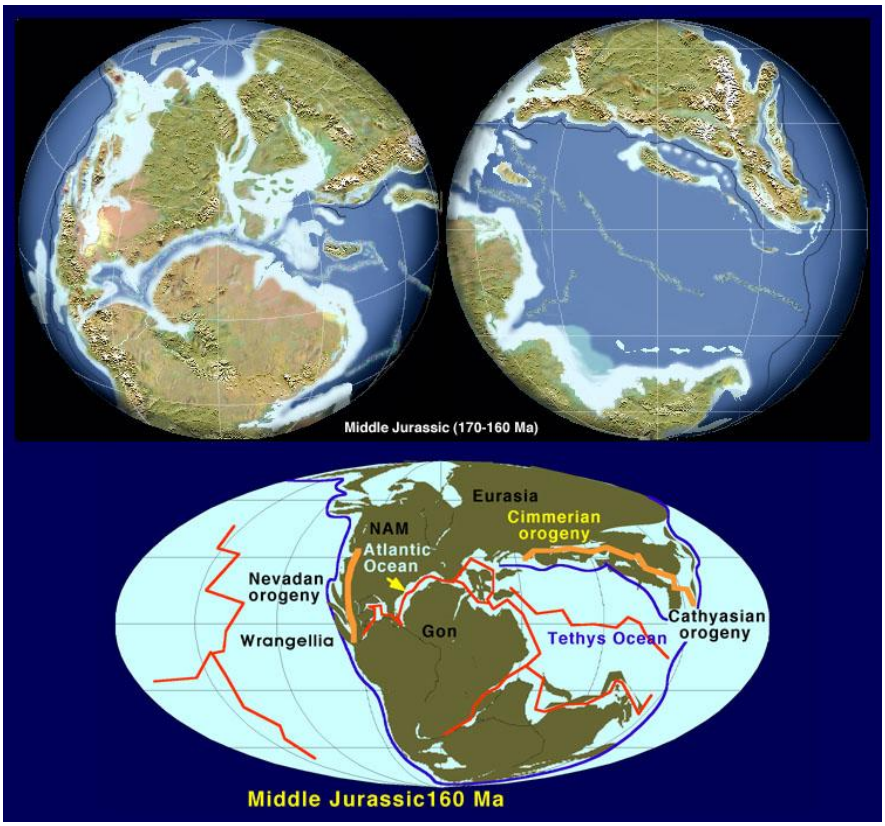
7.4.2.2. Paleogeografija jure

Tijekom starije 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 dugačkog prostora Pangea-e, postupno se pruža sve dalje na zapad, u smjeru oceanskog prostora Pantalase na suprotnoj strani Pangea-e. Ovim procesom tijekom starije i srednje jure postupno se između laurazijskog i gondwanskog dijela Pangea-e otvarao novi oceanski prostor - centralni dio Atlanskog



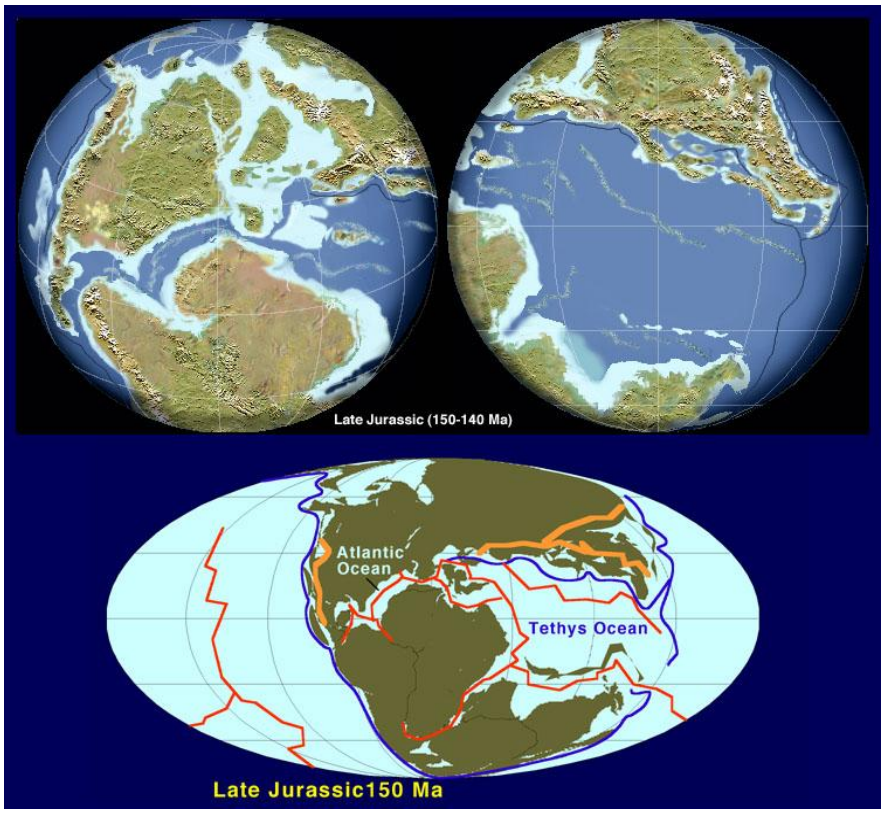
sl.186

oceana (sl.186 - *Paleogeografija Zemlje tijekom starije jure;* sl.187 - *Paleogeografija Zemlje tijekom srednje jure*); (sl.188 - *Paleogeografija Zemlje tijekom mlađe jure*).



sl.187

Tijekom srednje jure, Pangea u potpunosti puca, razdvajajući se na gondwanski i na laurazijski dio. Tijekom mlađe jure laurazijski dio bivše Pangea-e počeo se rotirati u smjeru kazaljke na satu čime je započelo zatvaranje oceanskog prostora Tethysa (zbog ove rotacije npr. starijejurske naslage ugljena na prostoru istočne Azije u mlađoj su juri zamjenjene pustinjskim taložinama i evaporitima - prijelaz iz umjerenog u tropski pojas). Proces zatvaranja Tethysa bio je potpomognut i istovremenim početkom rotacije gondwanskog dijela bivše Pangea-e u smjeru obrnutom od kazaljke na satu.



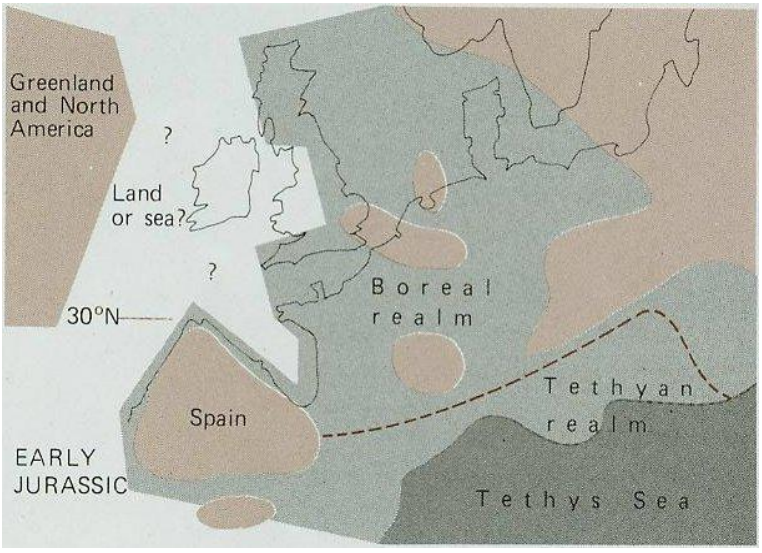
sl.188

Udaljavanjem laurazijskog od gondwanskog dijela bivše Pangea-e uz zapadnu obalu današnje Sjeverne Amerike dolazi do subdukcije oceanske kore i kolizije prisutnih podmorskih platoa, a čime dolazi do nevadske orogeneze uz formiranje planinskih lanaca (Sierra Nevada u Kaliforniji i Nevadi).

Istovremeno s jurskim otvaranjem centralnog Atlantika na gondwanskom prostoru, s istočne strane današnje Afrike, te na rubnom prostoru Antartike i Madagaskara, dolazi do

riftovanja, a što označava početak otvaranja Indijskog oceana.

Tijekom starije, srednje i mlađe jure arhipelag cimerijskih blokova kolidirao je s Laurazijom, čime je u tom prostoru došlo do cimerijske orogeneze.



sl.189

7.4.2.3. Razvoji jure

7.4.2.3.1. Epikontinentalni (borealni) razvoj jure

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 okopnjavanja započela je još tijekom mlađeg trijasa ("*Keuper*" serija). Tijekom starije jure, iz smjera Tethysa ponovno je započela transgresija kako na taj prostor tako i na prostor današnje istočne Europe (ruska platforma), te do kraja starije jure ovi prostori u potpunosti bivaju preplavljeni (sl.*189 - Paleogeografija Europe tijekom starije jure*). Tethys također povremeno preplavljuje i kopneni prostor gondwanskog dijela Pangea-e i tu se taloži velika količina evaporita, koju danas možemo naći u podmorju Meksičkog 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.

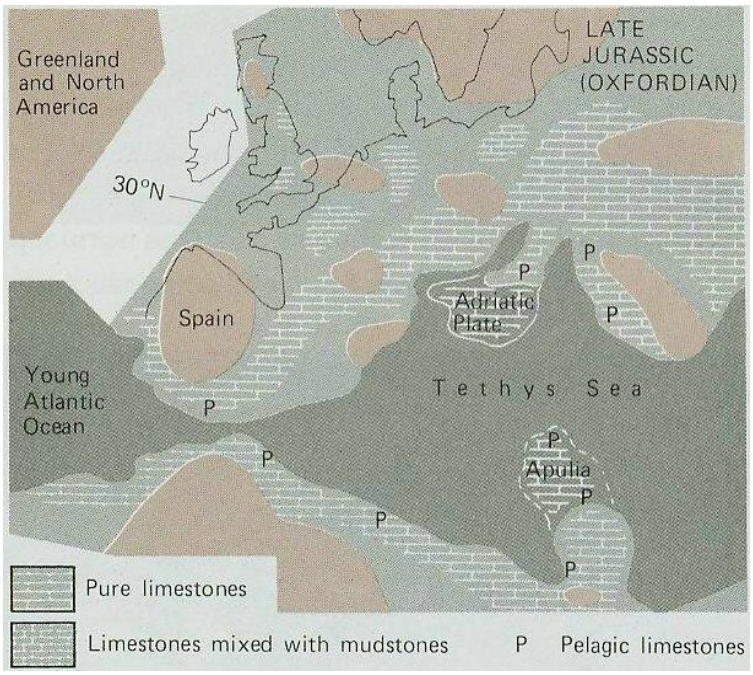
7.4.2.3.1.1. Švapsko-franački bazen

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-franački", 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 - izgrađuju je crni do plavosivi šejlovi, laporoviti vapnenci i vapnenci. Šejlovi i laporoviti vapnenci taložili su se u dubljim dijelovima bazena u anoksičnim uvjetima i često sadrže mnogobrojne ostatke školjkaša *Posidonia* (živjela pseudoplanktonski, tj. plutala je pričvršćena 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 - izgrađuju je željezovitim mineralima bogati oolitični vapnenci i pješčenjaci. Pri

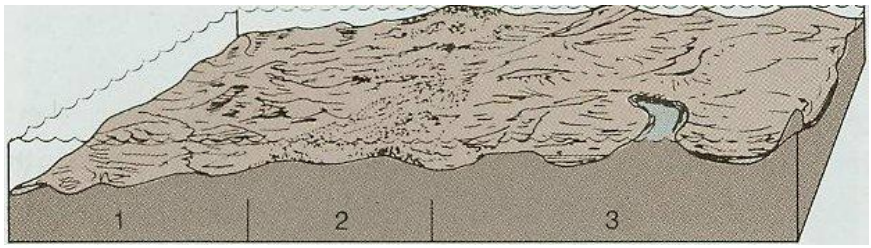
tome, vapnenci su prevladavajući u prostorima današnje južne Engleske ("*Great oolite Series*"), a idući prema današnjem baltičkom štitu, te na područje istočnog Grenlanda i Sjeverne Amerike (sjevernog Atlantika još nije bilo), sve više prevladavaju deltni i lagunski siliciklastiti. Od fosila, u ovim naslagama najčešći su razni rodovi amonita.



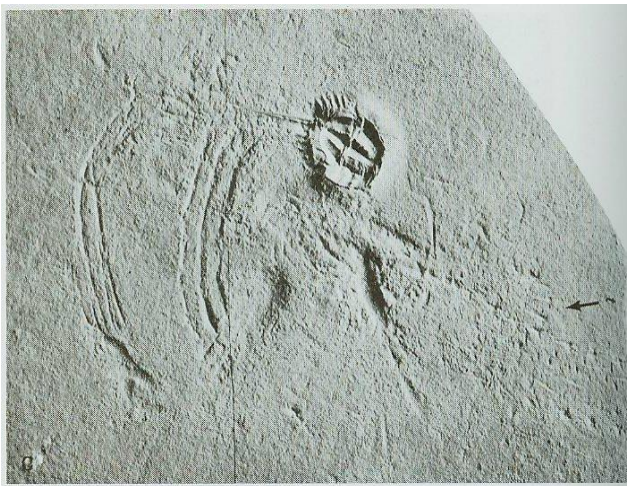
sl.190

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

Tipični 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, ograđujući 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 nađeni ostaci i tragovi potkovičaste rakovice *Mesolimulus*, ali uglavnom nepravilni, iz vremena kada je zalutavši u takav, za život negostoljubiv prostor, već bila pred uginućem (sl.192 - *Trag završetka kretanja rakovice Mesolimulus*).



sl.191



sl.192

7.4.2.3.1.2. Anglo-pariški bazen

Prijelazno područje između borealnog i tethyskog prostora nalazilo se unutar Anglo-pariškog bazena. Ovdje se mogu

izdvojiti dva neznatno različita razvoja: jedan u njegovu engleskom, a drugi u njegovu francuskom dijelu.

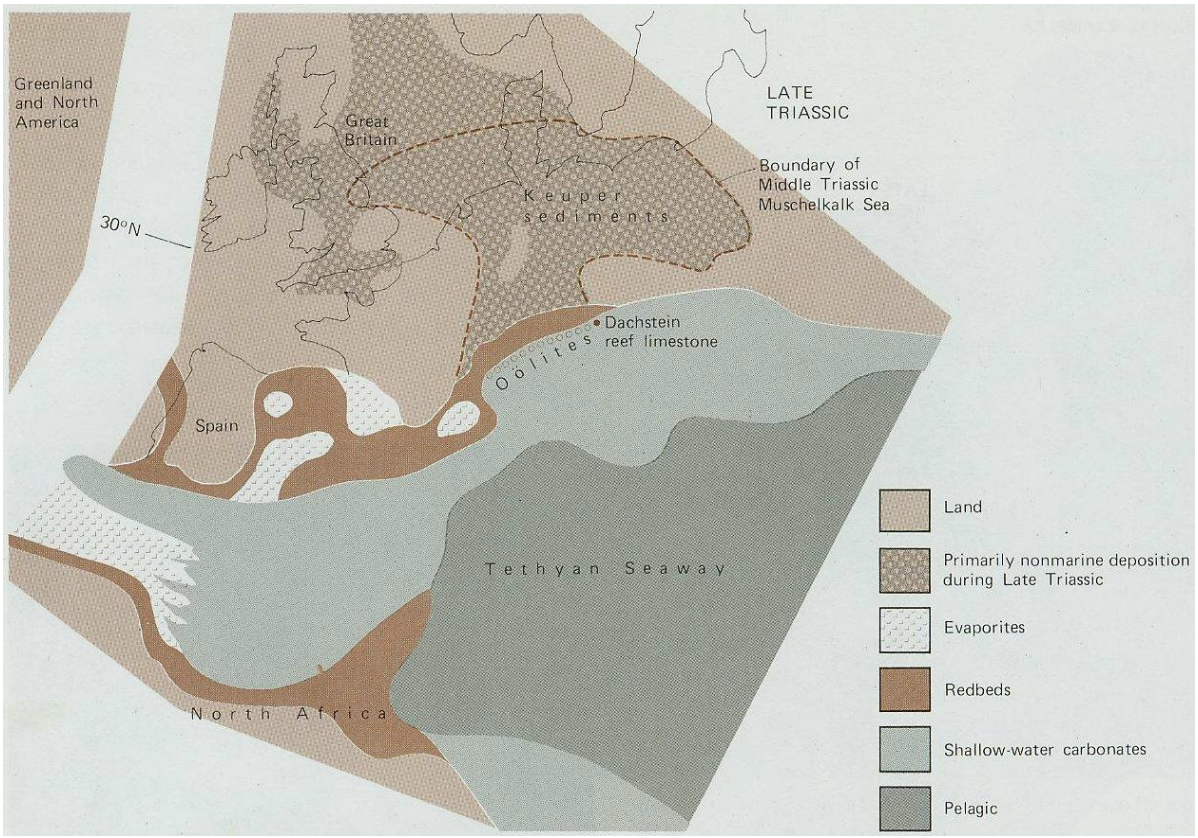
U engleskom dijelu starija jura započinje laporovito-pješčanim naslagama s kostima morskih gmazova, zatim slijede laporoviti vapnenci s ostacima gmazova i amonitima, a zatim lapori s amonitima. Od amonita dolaze *Amaltheus*, *Arietites*, *Oxynoticeras*.

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

Gornja jura započinje glinama s ostacima morskih gmazova, zatim dolaze koraljni grebenski vapnenci, pa opet gline s ostacima gmazova, pa na kraju pješčenjaci sa školjkašem *Trigonia* i amonitima u izmjeni s brakičnim i lakustričnim 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, plićim, karbonati i pješčenjaci. Starija jura je pjeskovito-laporovito-vapnenačka s različitim udjelima ovih komponenti u različitim njenim djelovima. Srednja jura je pretežito vapnenačka, plitkovodna, dok je gornja jura pretežno glinovita, dubljevodna, osim u svom vršnom dijelu kada ima i plitkovodnih vapnenaca i grebena (vapnenci "*Portlanda*").

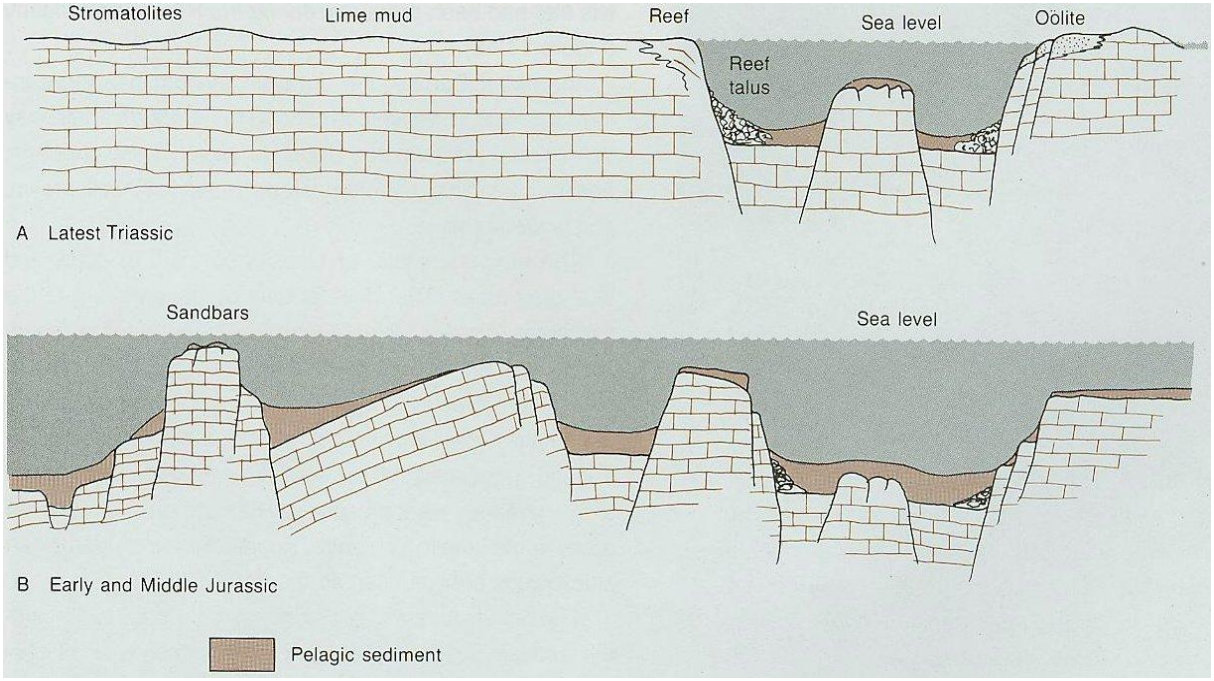
7.4.2.3.2. Marinski (alpski, tetijski) razvoj jure



sl.193

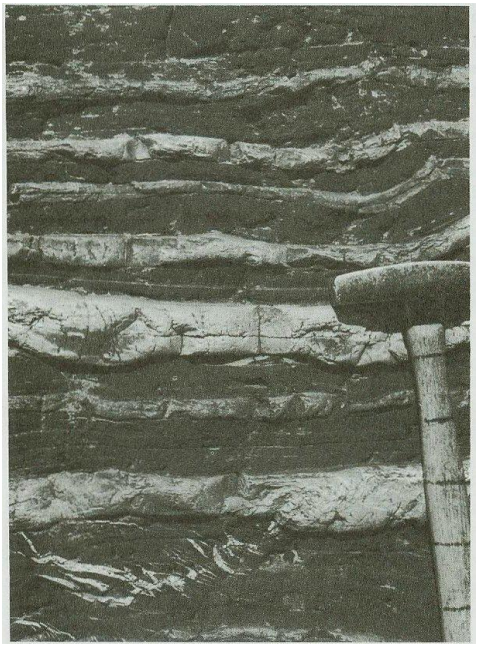
Plitkovodna karbonatna sedimentacija na rubnim prostorima Tethysa iz trijasa se mjestimice nastavila i u juru. Tako se npr. u rubnom, obalnom prostoru Tethysa, uz laurazijski dio Pangea-e tijekom prijelaznog razdoblja trijas-jura formirao oko 150 km dug pojas obalnih

ooidnih pjesaka (sl.193 - *Pojas obalnih ooidnih pjesaka uz eurazijski dio Pangea-e*). Početkom jure dolazi do diferencijacije Jadranske mikroploče, 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 mikroploča, te neki njeni dijelovi bivaju izdignuti, a neki spušteni. Stoga, tijekom starije jure, mnoga mlađetrijaska plitkovodna područja Jadranske mikroploče, postaju dubokovodna (sl.194 - *Usporedba intenziteta blokovskog rasjedanje uz rub gondwanskog šelfa i na Jadranskoj mikroploči tijekom mlađeg trijasa i jure*). Znači, na mnogim dijelovima trijaskog



sl.194

plitkomorskog prostora Jadranske mikroploče tijekom jure su se taložili dubokovodni sedimenti.



sl.195

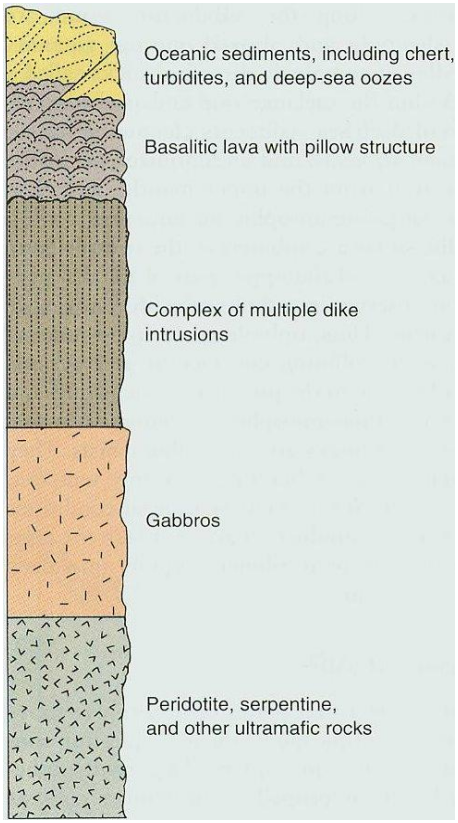
7.4.2.3.2.1. Razvoj jure u zapadnim Alpama (Francuska, Italija, Švicarska)

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

Unutar dofinejskog bazena starija jura je zastupljena laporovitim vapnencima s nešto čistih vapnenaca u vrhu, a srednja jura laporovitim vapnencima sa podređeno prisutnim sitnozrnatim klastitima. Klastita ima sve do kraja oxforda kada započinje taloženje dubokovodnih vapnenaca s kalpionelama. Ovi kalpionelski vapnenci portlanda s čestim nalazima

amonita *Oppelia lithographica*, nazvani su ovdje vapnencima "*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 čijem se dnu tijekom jure formira oceanska kora otvarajućeg oceana Tethysa. Ispod dubokomorskih šejlova i rožnjaka nalaze se jastučaste bazaltne lave, ispod kojih su bazaltne žile (koje diskordantno presjecaju slojeve), a ispod kojih su pak gabro silovi (koji su konkordantno utisnuti među slojeve). To je tipična serija ofiolita (sl.196 - *Tipična serija ofiolita*), odnosno oceanska kora ispod koje se nalaze stijene gornjeg plašta (ultrabazične stijene metamorfozom obično promijenjene u serpentinite), a dijeli ih Mohorovičićev diskontinuitet. Oceanska kora se danas može naći i na mnogim mjestima unutar kontinenata. To ukazuje da je prilikom konvergentnih kretanja Zemljinih ploča, tj. tijekom subdukcije oceanske pod kontinentalnu koru, ponekad dolazilo i do otkidanja dijelova oceanske kore i njenog navlačenja (obdukcije), te ugrađivanja u kontinentalnu koru. Podmorski greben brijansonskog područja izgrađuju vapnenci i breče i on je ustvari predstavljao granični pojas između prostora nastajuće oceanske kore pijemontskog pojasa i kontinentalne kore dofinejskog pojasa.



sl.196

7.4.2.3.2.2. Razvoj jure u sjevernim vapnenačkim Alpama

Diferencijacija okoliša u sjevernim Alpama (Austrija) bila je veća nego u zapadnim, a njihova rekonstrukcija je danas prilično komplicirana zbog izrazite tektonske poremećenosti 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"*.

Mlađa jura je najrasprostranjenija. Morfološki se ističu 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 vapnenačkim Alpama

U području južnih Alpa (Italija, dijelom Austrija - Karničke Alpe, Dolomiti u Sloveniji) i Apenina za stariju juru su karakteristični crveni amonitni vapnenci (*"Calcare ammonitico rosso inferiore"*) i crni šejlovi s amonitnim rodovima *Phylloceras, Lytoceras, Hildoceras* i *Harpoceras*.

U srednjoj juri ima aptiških vapnenaca, a u gornjoj juri 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 Jadranskoj 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 bazaltima, tj. od karbonata i kaotičnog ofiolitnog melanža sa šejlno-siltitnim matriksom.

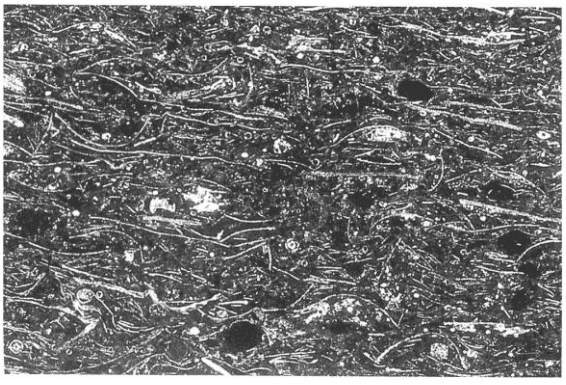
7.4.2.3.2.4.1. Unutrašnji Dinaridi

Starija jura

Na platformnom prostoru koji će tijekom starije 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 starijeg i srednjeg dijela starije jure na gornjotrijaskim dolomitima. Vapnenačke naslage taložile su se na ovom prostoru i u mlađem dijelu starije jure, ali su već dubljevodnijih značajki. Na to ukazuje prisutnost bodljikaša, spikula spužvi, lagenidnih foraminifera, itd. U vapnencima donjeg, a napose srednjeg dijela starije jure česti su alga *Palaeodasycladus mediterraneus*, te foramnifere *Orbitopsella praecursor* i *Lituosepta recoarensis*. Mjestimice su prisutni i fragmenti školjkaša *Lithiotis problematica*.

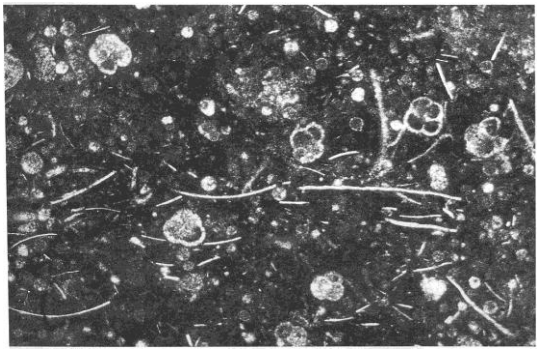
Srednja jura

Krajem starije jure dolazi do izrazitijeg produbljavanja dna taložnog prostora na sjeveroistočnom dijelu Jadranske karbonatne platforme. Ovo produbljavanje u vezi je s riftnim procesima na tom djelu platforme. Istovremeno, u oceanskom prostoru dinaridskog dijela Tethysa dolazi do izrazite vulkanske aktivnosti čime se stvara vulkanogeno-sedimentni (ofiolitni) facijes naslaga koji svoj maksimum razvoja ipak dostiže u mlađoj juri. Iz produbljenog platformnog



sl.197

prostora danas su u Hrvatskoj prisutne naslage samo jednog srednjojurskog facijesa:
a) Facijes vapnenaca - dubokovodni vapnenci s fragmentima ljuštura pučinskih školjkaša ("filamentima"), kalcitiziranim radiolarijama, protoglobigerinidama, spikulama spužvi i fragmentima ostrakoda u Hrvatskoj su prisutni na području Žumberačkog gorja (sl.197 - *Fragmenti ljuštura pučinskih školjkaša, povećanje 20x);* sl.198 - *"Protoglobigerinide" i radiolarije, povećanje 40x*).



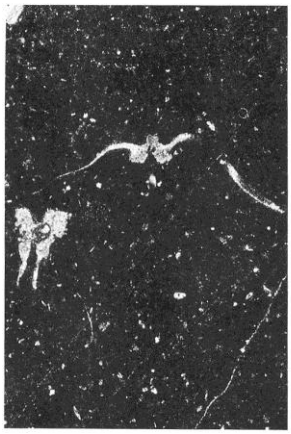
sl.198

Mlađa jura

Produbljavanje marinskog prostora na mjestu bivšeg plitkovodnog područja sjeveroistočnog dijela Jadranske karbonatne platforme, doživjelo je svoj maksimum u mlađoj juri. U oceanskom prostoru otvarajućeg (*"sea-floor spreading"*) dinaridskog dijela Tethysa dolazilo je do podmorskog vulkanizma, a što je na širokom prostoru uvjetovalo stvaranje vulkanogeno-sedimentne (ofiolitne) 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-mlađa 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. Prevladavajuće ga izgrađuju razni tipovi pješčenjaka. Od klastita podređenije su prisutni lapori i šejlovi. Treći član ovog facijesa su rožnjaci koji su učestalo interstratificirani unutar klastita. Mjestimice su prisutne vapnenačke breče i vapnenci s kalpionelama, briozoima, hidrozojima, amonitima i belemnitima. Na temelju ovih fosilnih nalaza određena je i starost ovog facijesa. Od magmatskih stijena dolaze dijabazi, spiliti, doleriti, gabri, peridotiti i serpentiniti.



sl.199





sl.200

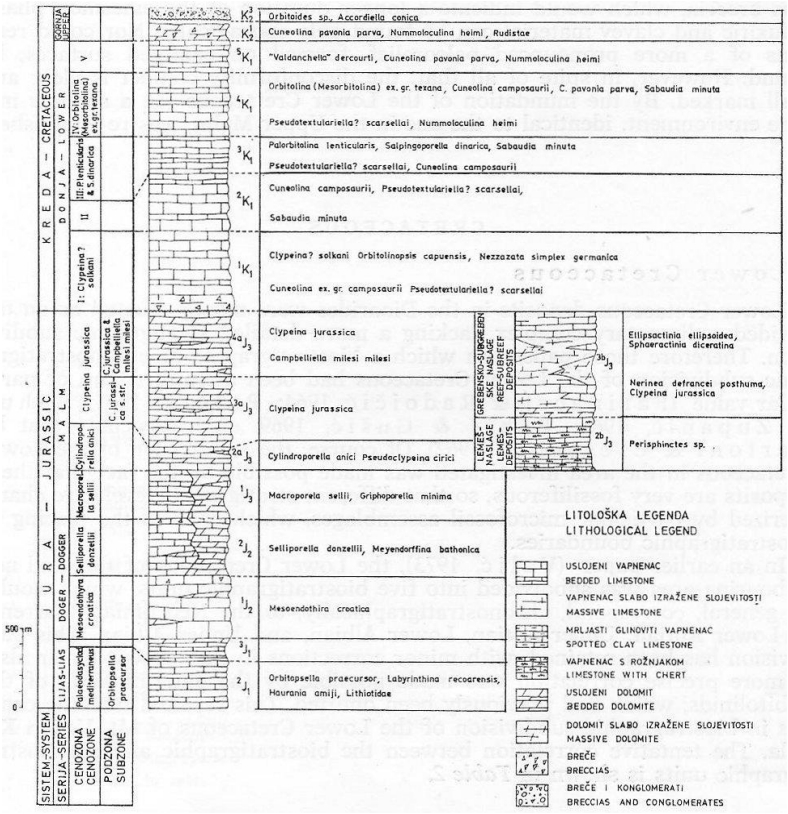
b) Facijes vapnenaca s amonitima - naslage ovog facijesa u Hrvatskoj prisutne su na prostoru Žumberačkog gorja, no za razliku od mnogih drugih lokaliteta po Unutrašnjim Dinaridima, ne sadrže amonite nego samo njihove čeljusti - aptihuse (sl.199 - *Aptihus i radiolarije, povećanje 30x*), kalpionele; *Calpionella alpina* (sl. 166), *Calpionella elliptica*, radiolarije, sakokome (pučinske krinoide) (sl.200 - *Saccocoma, povećanje: lijevo 70x, desno 55x*), spikule spužvi i dr.
c) Facijes grebenskih vapnenaca - grebenski 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 (vidi i DODATKE 3-7, 11 i 12)

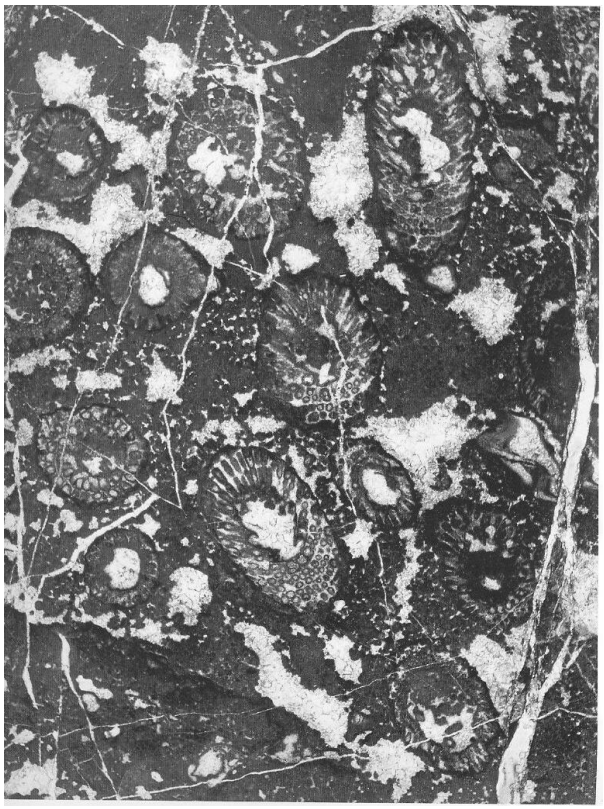
(sl.201 - *Tipični stratigrafski stup jursko-donjokrednih naslaga Vanjskih Dinrida - Velić, 1977*)

Jurske karbonatne naslage Vanjskih Dinarida taložene su na prostoru Jadranske karbonatne platforme. Tijekom jure, unutrašnji platformni prostor bio je karakteriziran stabilnim i jednoličnim karbonatnim taloženjem. Krajem prošlog stoljeća plitkovodni vapnenci starije jure uobičajeno su se na prostoru Vanjskih Dinarida djelili na tri dijela; donji, srednji i gornji dio. Ipak, detaljnija istraživanja mnogobrojnih jurskih bentičkih foraminifera i njihovih tipičnih stratigrafskih raspona, omogućila su u novije vrijeme na ovom prostoru jasnije raspoznavanje čak i pojedinih katova donje, srednje i gornje jure (isto vrijedi i za krednu seriju - vidi Dodatak 2). No u terenskoj praksi često se i dalje koristi "starija" razdioba jurskih vapnenaca u smislu *Velić, 1977*. Tako, donji i srednji dio starije jure izgrađuju vapnenački slijedovi pokrupnjavnja naviše unutar kojih se mogu izdvojiti donji muljeviti članovi građeni od madstona-vekstona u izmjeni sa gornjim, zrnatijim, članovima bioklastično - peloidnih vekston/pekstona do grejnstona i/ili ooidnih grejnstona. Debljine ovih članova iznose po nekoliko decimetara i vrlo su promjenjive. Unutar donjeg dijela starije jure najznačajniji je nalaz alge *Palaeodasycladus mediterraneus* (sl.202 - *Palaeodasycladus mediterraneus, povećanje 16x*)**,** a unutar srednjeg, foraminifere *Orbitopsella praecursor* (sl.203 - *Orbitopsella praecursor, povećanje: gore 45x, sredina 20, dolje 12x*), *Lituosepta compressa* (sl.204 - *Lituosepta compressa, povećanje 70x*), *Amijella amiji, Mayncina termieri, Haurania deserta*, te metarski debele kokine litiotida ("*litiotis vapnenci*"). Na čitavom vanjskodinaridskom prostoru naslage gornjeg dijela donje jure karakterizirane su prisutnošću "*mrljastih vapnenaca*" (*"Flekenkalk"*). Radi se o izrazito bioturbiranim vapnencima prevladavajućeg strukturnog tipa madston-bioklastični vekston, koji su prošarani svijetlim "mrljama".



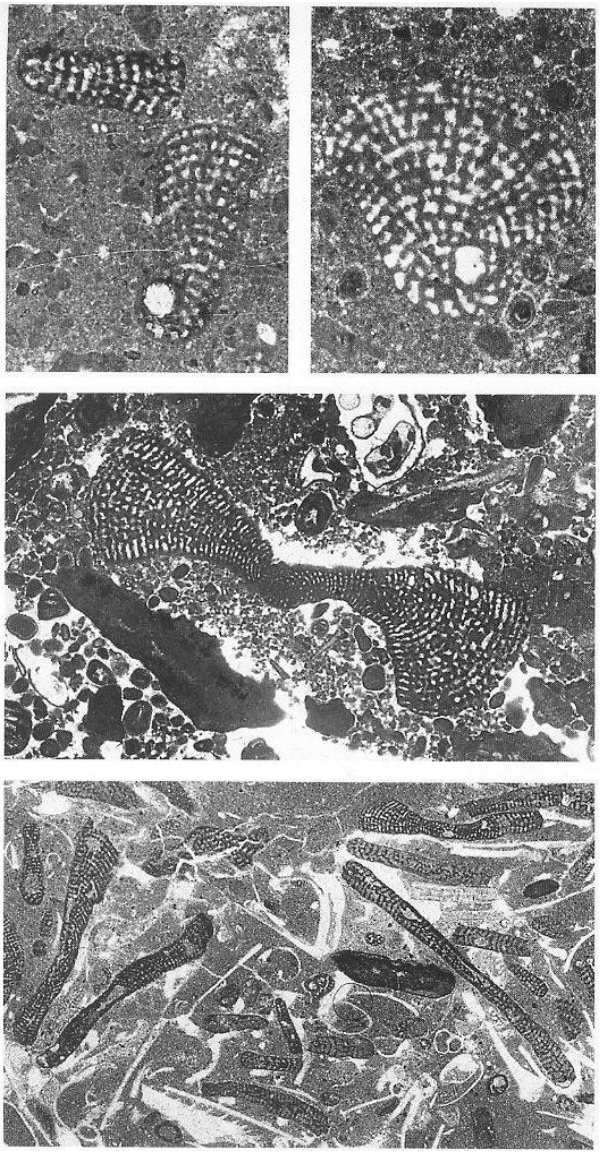
sl.201

organizama. Zbog manje količine organske tvari u tim dijelovima sedimenta, koji su probavili muljojedni organizmi, u slojevima se danas javljaju kružne mrlje svijetlije boje. Od mikrofosilnog sadržaja *"mrljasti vapnenci"* sadrže pojedinačne skelete i skeletne fragmente sitnih foraminifera šireg vertikalnog raspona, tj. ne sadrže provodne mikrofosilne oblike. Mjestimice se i unutar "*mrljastih vapnenaca*" može naći nekoliko metara debelih intervala građenih od slijedova pokrupnjavanja naviše, s gornjim članom građenim od ooidnih grejnstona, a koji povremeno iskazuju i lijepe teksture kose laminacije. Također, vršnih dvadesetak metara "*mrljastih vapnenaca*" često je i kasnodijagenetski dolomitizirano.



sl.202

Izostanak bioturbacija, a veća debljina slojeva (do 2.5 m), nakon *"mrljastih vapnenaca"*, označava početak srednje jure. I vapnenci plitkovodne srednje jure u "starijoj" terenskoj praksi se uobičajeno na području Vanjskih Dinarida dijele na dva dijela; donji i gornji dio (sl. 201). Vapnenci donjeg dijela srednje jure bogati su karbonatnim muljem i prevladavajućeg su strukturnog tipa madston-bioklastični vekston, s povremenim centimetarski debelim ulošcima ooidnih grejnstona i/ili bioklastično-intraklastičnih pekstona i grejnstona. Mikrofosilni sadržaj je siromašan, a najveći provodni značaj ima foraminifera *Mesoendothyra croatica* (sl. 205 - *Mesoendothyra croatica, povećanje: gore 80, sredina 100x, dolje 65x*).

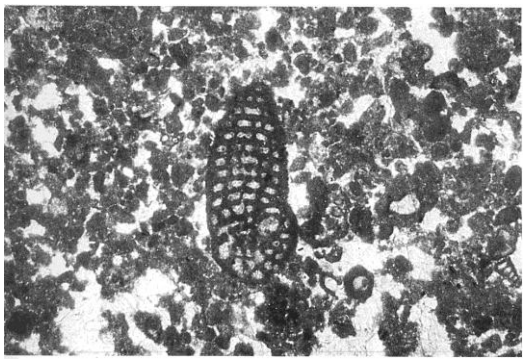


sl.203

Tanja uslojenost i znatno češći bioklastični proslojci centimetarskih debljina, glavne su strukturne značajke koje razlikuju naslage donjeg, od naslaga gornjeg dijela srednje jure. Pored toga, mikrofosilni sadržaj je unutar gornjeg dijela bogatiji i raznovrsniji. Česte su foraminiferske vrste *Pfenderina salernitana* (sl.206 - *Pfenderina salernitana, povećanje: gore 40x*), *Pfenderina trochoidea* (sl.206 - *Pfenderina trochoidea, povećanje: dolje 30x*), *Kilianina blancheti*, *Satorina apuliensis* (sl.206 - *Satorina apuliensis, povećanje: dolje 30x*),

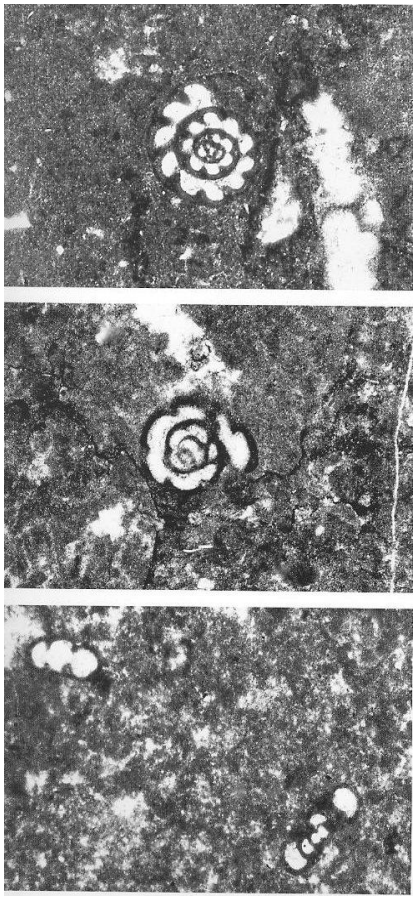
Praekurnubia crusei, *Redmondoides lugeoni*, *Pseudcyclammina lituus*, a najveći provodni značaj ima alga *Selliporella donzellii* (sl.207 - *Selliporella donzelli. povećanje 10x*).

Početak mlađe jure karakteriziran je prvim nalazima foraminiferske vrste *Kurnubia palastiniensis* (sl.208 - *Kurnubia palastiniensis, povećanje 50x*), a nakon nekoliko desetaka metara i algalne vrste *Salpingoporella sellii* (sl.209 - *Salpingoporella sellii, povećanje 45x*).



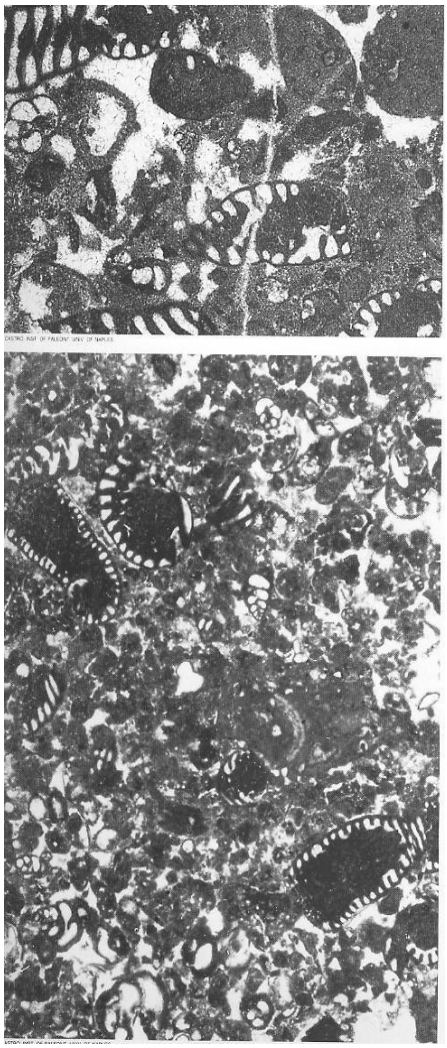
sl.204

Za razliku od starije i srednje jure, naslage gornje jure obuhvaćaju više različitih facijesa koji su nastajali u različitim okolišnim uvjetima, a koji su tijekom mlađe jure postojali na Jadranskoj karbonatnoj platformi. Tako da se unutar gornje jure Vanjskih Dinarida mogu razlikovati tri tipa vapnenačkih 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 karakteristično izdanjuju), a na njih prigrebensko-grebenski vapnenci; 3) slijed plitkovodnih platformnih vapnenaca prekinut emerzijom, nakon koje se plitkovodno taloženje obnovilo. Uobičajeno se u "starijoj" terenskoj praksi na prostoru Vanjskih Dinarida gornja jura dijeli na stariju (oksford-stariji kimeridž) i gornju (mlađi kimeridž-titon). Mjestimice je moguće uspostaviti i trodjelnu podjelu na donji, srednji i gornji dio gornje jure, kada granice između ovih dijelova definira mikrofosilni sadržaj; donji sa *Salpingoporella sellii*, srednji sa *Cylindroporella anici*, i gornji sa *Clypeina jurassica*.



sl.205

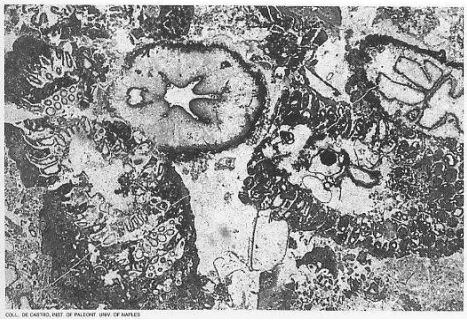
1) Donji dijelovi slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca gornje jure karakterizirani su muljevitim vapnencima strukturnih tipova od foraminiferskih vekstona do pekstona sa *Kurnubia palastiniensis, Salpingoporella sellii, Trocholina elongata, Nautiloculina oolithica, Labyrinthina mirabilis, Chablaisia chablaisensis, Mohlerina basiliensis, Pseudocyclammina lituus, Redmondoides lugeoni, Praekurnubia crusei* i dr.



sl.206

Često se unutar ovih vapnenaca mogu naći i fragmenti hidrozojske vrste *Cladocoropsis mirabilis* prema

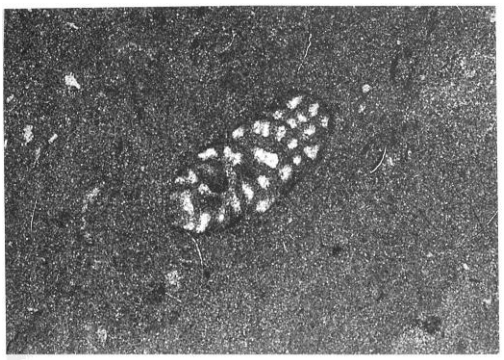


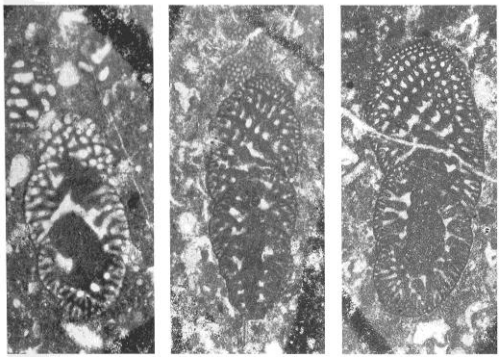


sl.207

čijim se nalazima ovi vapnenci donjeg malma neformalno zovu i "*kladokoropsis vapnenci"*. Granica između donjeg i gornjeg dijela gornje jure uobičajeno se postavlja pri prvim nalazima alge *Clypeina jurassica* (sl.210 - *Clypeina jurassica, povećanje 25x*). Vapnenci gornjeg dijela gornje jure su zrnatiji, s čestim slijedovima oplićavanja naviše nastalim u peritajdalu. Njihove donje članove predstavljaju ooidni grejnstoni, srednje, madstoni-bioklastični vekstoni, a vršne, fenestralni madstoni i vekstoni. Debljine ovih članova decimetarskih su dimenzija. Vršni dio gornje jure (titon) uz algu *Clypeina jurassica*, karakteriziran je i čestim nalazima alge *Campbelliella striata* (sl.211 - *Campbelliella striata, povećanje 30x*).

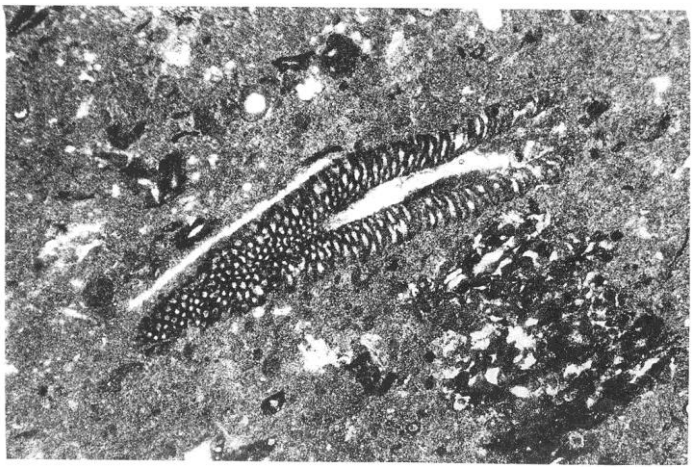
2) Donji dijelovi gornjojurskih slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca na koje naliježu dubokovodni vapnenci karakterizirani su gore opisanim značajkama. Tijekom srednjeg-mlađeg kimeridža na dijelovima Jadranske karbonatne platforme (današnji Gorski kotar i Dalmatinska zagora) došlo je do blokovskog rasjedanja i s time povezanog tonjenja dijelova platforme. Ti produbljeni dijelovi platforme zadobili su vezu i s otvorenim prostorom Tethysa, čime je u unutrašnjost platforme bio omogućen dolazak tipičnih bazenskih vrsta: radiolarija i amonita (*Virgatosphinctes, Perisphinctes*)





sl.208

U ovim dubljevodnim okolišnim uvjetima unutarnjoplatformnog korita taložili su se bioklastični vekstoni *lemeš naslaga*. Postupno, s rubova ovih unutarnjoplatformnih korita nastanjenih grebenotvornim organizmima, dolazilo je do odlamanja krupnog bioklastičnog materijala koji je mehanizmima turbidnih tokova bivao snašan u dubokovodni prostor korita, gdje su se taložili



sl.209

bioklastično - intraklastični pekstoni/floutstoni. Na taj način dolazilo je do postupnog zapunjavanja dubokovodnog korita, odnosno do progradacije grebenskih okoliša preko prostora dubljevodnog korita. Tijekom mlađeg titona, na ovaj način korito je bilo



sl.210

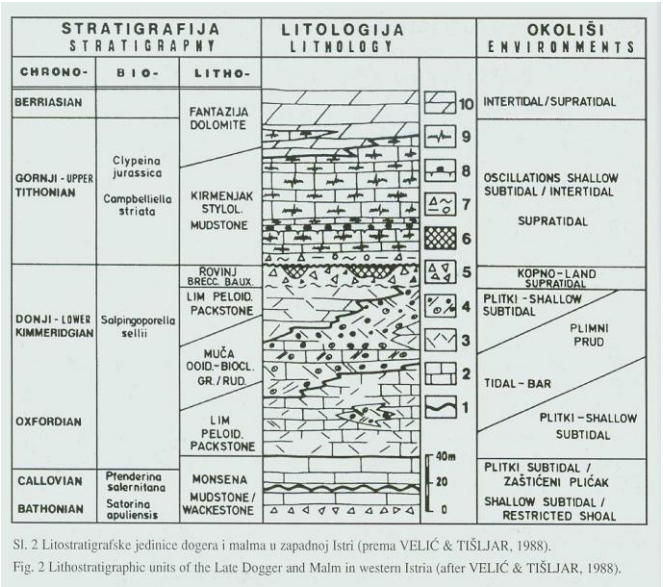
zatrpano, te se u krovini dubokovodnih "*lemeš naslaga*" do kraja titona nastavilo plitkovodno platformno taloženje prigrebensko-grebenskih značajki (sl.201).

3) Donji dijelovi gornjojurskih slijedova plitkovodnih platformnih vapnenaca prekinutih ("kraćom") emerzijom, nakon koje se plitkovodno taloženje obnovilo, karakterizirani su tipičnim mikrofosilnim sadržajem kako je već ranije navedeno. U Istri, u široj okolici od Rovinja do Poreča, ovi se vapnenci svrstavaju u neformalnu litostratigrafsku jedinicu "*lim peletni vapnenci*" (sl.212 - *Litostratigrafske jedinice srednje i gornje jure u zapadnoj Istri - Velić & Tišljar, 1988*) a taloženi su tijekom oksforda i najstarijeg kimeridža. Predstavljeni su peloidno-foraminiferskim vekstonima unutar kojih se nalazi jedan dekametarski uložak zrnatijih vapnenaca građen od slijedova pokrupnjavanja naviše decimetarski debelih članova. U izmjeni dolaze članovi; peloidno-foraminiferski vekstoni, ooidni grejnstoni i ooidno-bioklastični grejnston/radstoni. Tijekom starijeg kimeridža ovdje dolazi do emerzije. Dvije emerzijske faze vidljive su na Biokovu, jedna duža, od srednjeg oksforda do starijeg kimeridža i druga, mlađa, od mlađeg kimeridža do u stariji titon (vidi Dodatak 4). Još je izrazitija emerzija zabilježena u rubnom platformnom prostoru (okolica Karlovca) gdje je emerzija započela tijekom starije jure (kraj plinzbaha) i trajala je sve do početka kimeridža, kada se ovdje od tada pa u stariji titon počinju taložiti dubokovodni "lemeš" vapnenci sa rožnjacima, a zatim do kraja titona, visokoenergetski ooidni grejnstoni/radstoni (vidi Dodatak 6).



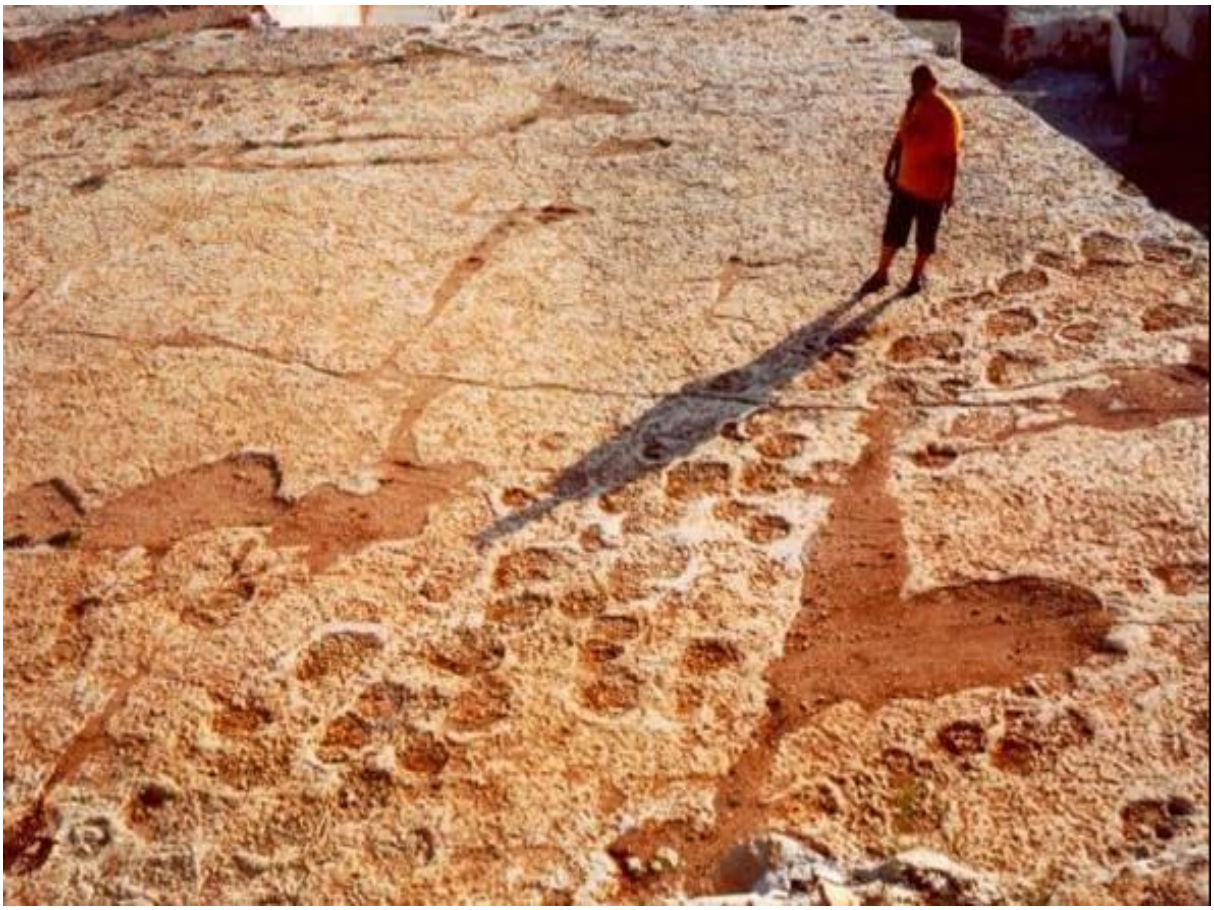
sl.211

U početnoj fazi emerzije, na prostoru današnje Istre, formiraju se "*Rovinj-Vrsar regresivne breče*", a nakon konačnog 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 starijeg titona. Početkom mlađeg titona dolazi do transgresije i u obnovljenim plitkovodnim platformnim



sl.212

Sl. 2 Litostratigrafske jedinice dogera i malma u zapadnoj Istri (prema VELIĆ & TIŠLJAR, 1988).
Fig. 2 Lithostratigraphic units of the Late Dogger and Malm in western Istria (after VELIĆ & TIŠLJAR, 1988).



sl.213

uvjetima peritajdala talože se tzv. "*Kirmenjak vapnenci"* s tipičnim slijedovima oplićavanja naviše građeni u donjim dijelovima od black-pebble breča, 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 području 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 će dosadašnja mišljenja o Jadranskoj karbonatnoj platformi, kao potpuno izoliranoj platformi unutar Tethysa, morati biti promijenjena. To stoga jer tragovi dinosaura upućuju na boravak dinosaura na Jadranskoj karbonatnoj platformi, a to je bilo moguće jedino ako je platforma na neki način bila povezana ili sa gondwanskim, ili sa laurazijskim kopnom sa kojeg su dinosauri mogli "došetati", te dugotrajnije boraviti u unutrašnjosti platforme. Naravno, postoji i mogućnost da su dinosauri i trajno obitavali na emergiranim dijelovima izolirane karbonatne platforme, no za to bi im bilo potrebno prostrano emergirano prostranstvo platforme, bogato biljem i slatkom vodom. Da li je to uistinu bio slučaj, zasigurno će pokazati daljnja istraživanja.

7.4.3. Kreda

Treći period mezozoika, razdoblje raspada Gondwane, više globalne morske razine no danas (najviše u čitavom fanerozoiku), velike rasprostranjenosti plitkomorskih taložnih okoliša na kontinentalnim prostorima, te razdoblje na čijem 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 jasno prepoznavali između podinskih (jurskih) i krovinskih naslaga, sada znanih kao naslage paleogena. Ime perioda dolazi od latinskog naziva za pisaću 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 Meksičkom zaljevu) taložio u lagunskim, marinskim prostorima.

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

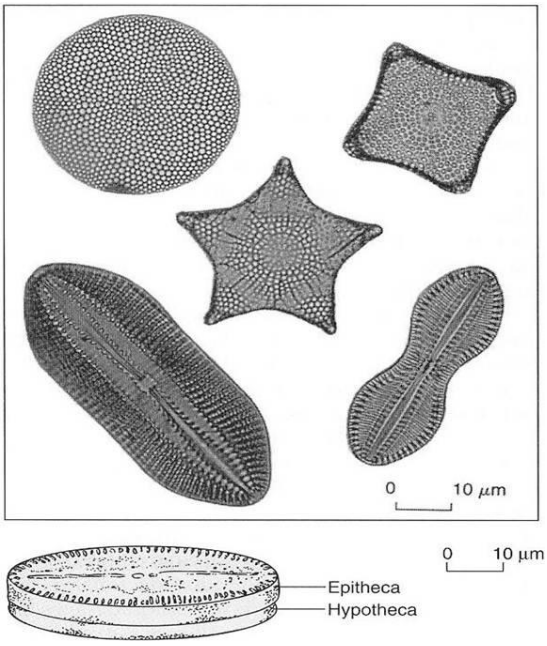
PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina
KREDA	mlađa kreda	Mastriht	72 - 66
		Kampan	83 - 72
		Santon	86 - 83
		Konijak	89 - 86
		Turon	93 - 89
		Cenoman	100 - 93
	starija kreda	Alb	113 - 100
		Apt	125 - 113
		Barem	129 - 125
		Hauterivij	132 - 129
		Valanginij	139 - 132
		Berijas	145 - 139

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 će u kredi izumrijeti. Tako npr. amoniti i belemniti žive zajedno s mnogim tipovima koštunjavih riba čiji srodnici žive i danas. Na kopnu tijekom krede tipična mezozojska flora golosjemenjača postupno se zamjenjuje kritosjemenjačama. Dinosauri će izumrijeti krajem krede, ali u kredi se javljaju i mnoge današnje skupine zmija, kornjača, guštera i krokodila. Kreda je razdoblje tijekom kojeg se, nakon jure, raspadaju preostali jedinstveni kontinentalni prostori bivše Pangea-e (osobito Gondwana).

7.4.3.1. Živi svijet krede
7.4.3.1.1. More

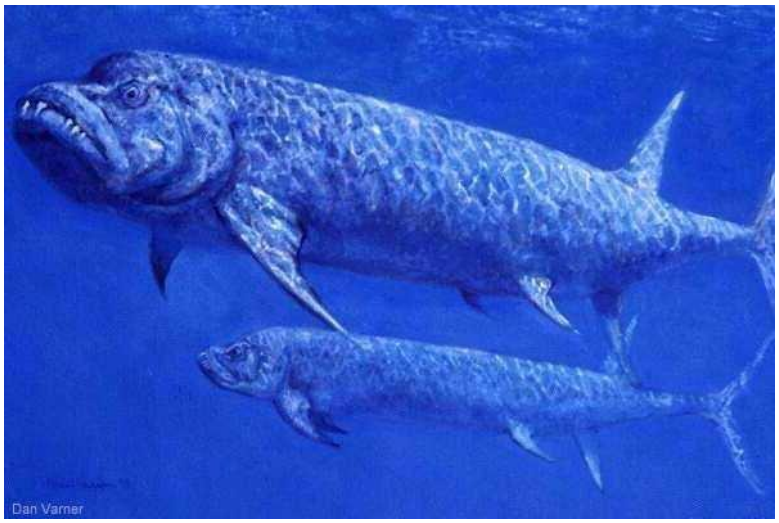
1) Fitoplankton je i nadalje vrlo čest u morskim prostranstvima, te do konca krede gotovo poprima sastav kakav je prisutan i u današnjim morima. Od već ranije prisutnih dinoflagelata i kokolitoforida, sredinom krede javljaju se alge kremenjašice - dijatomeje (sl.214 - *Dijatomeje*). Skelet im je građen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



sl.214

2) Od zooplanktona, u kredi je značajna prisutnost planktonskih foraminifera. Prisutni su predstavnici dvaju skupina; Globigerinidae (žive još od jure, a i danas) i Globotruncanidae. Globotrunkane su vrlo dobri provodni fosili, naročito u mlađoj kredi. Ove dvije skupine planktonskih foraminifera, zajedno s kokolitoforidima, od sredine krede često izgrađuju debele nalage karbonatnog mulja na dnima oceana, a što do tada nije bio slučaj (barem ne u tolikom obimu).

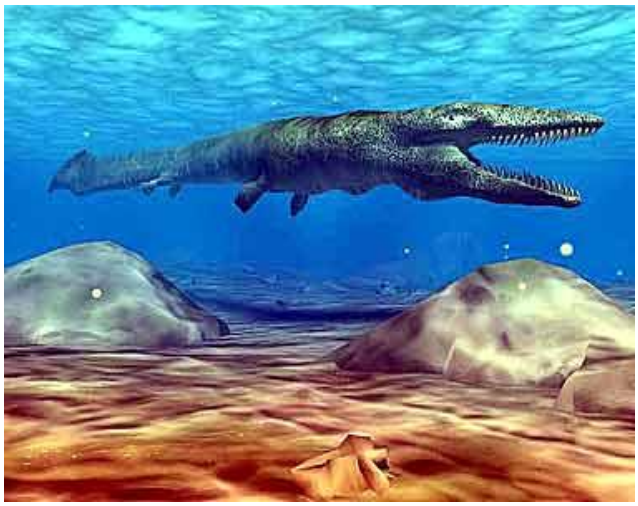
3) Amoniti i belemniti su i tijekom krede bili glavni invertebratni predatori. Za biostratigrafske razdiobe krednih naslaga posebno su bili važni amoniti, tako da je mjestimice u donjokrednim sedimentima na temelju amonita izdvojeno oko 50-ak biozona, a u gornjokrednim 30-ak. Prisutni su predstavnici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



sl.215

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

5) Najveći grabežljivci krednih mora bili su ihtiosauri i morski krokodili (iako rjeđi nego u juri), plesiosauri (dužine i do 10 m), morski gušteri mosaurusi (dužine i do 12 m), npr. *Tylosaurus* (sl.216 - *Tylosaurus*), te prve morske zmije (nađene i u donjoj kredi Hercegovine).



sl.216

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

6) Tijekom krede velike bentičke foraminifere nastavljaju svoj razvoj započet još u juri, no radi se o novim oblicima. Tijekom starije krede i cenomana naročito su česte vrste iz skupine Orbitolinidae (aglutinirane stijenke, biostratigrafski značajne), a u mlađoj kredi skupine Orbitoididae i Siderolitidae (perforatne, staklaste stijenke).



sl.217

7) Maksimum razvoja tijekom krede, imaju pahiodontni školjkaši - rudisti. U starijoj kredi prisutni su oni pričvršćeni za podlogu lijevom ljušturom (npr. rodovi *Requienia* i *Toucasia*), a u mlađoj kredi, oni pričvršćeni desnom ljušturom; skupina Radiolitidae (sl.219 - *Radiolites*) - javljaju se od alba kroz cijelu mlađu kredu, i skupina Hippuritidae (sl.220 - *Vaccinites*) - javljaju se tijekom konijak-mastrihta. Dobri su facijesni fosili, a također, i pogodni su za biostratigrafske zonacije (npr. u gornjoj kredi Dinarida). Nastanjivali su grebenske okoliše kada su tvorili bioherme, a neki su živjeli čineći podmorske "rudistne livade", kada su tvorili biostrome. Rudisti tijekom svog razvoja imaju larvalni stadij. Larve žive pseudoplanktonski, pa se tako ti, inače sesilni organizmi, mogu globalno proširiti. Najjužniji nalazi rudista su na Madagaskaru, a najsjeverniji na jugu današnje Švedske.



sl.218

8) Tijekom starije krede, prije maksimalnog razvoja rudista, značajni grebenotvorci bili su hermatipni heksakoralji koji žive u simbiozi s jednostaničnim algama - zooxantelama (primat heksakoralja se obnavlja nakon izumiranja rudista). Kako su rudisti konvergentni koraljima, a također redovito nastanjuju samo fotičku zonu, pretpostavlja se da su također imali endosimbionte. Algalne endosimbionte ima i današnja školjka *Tridacna gigas* koja naraste do 1-2 m. Endosimbionti iz morske vode uzimaju CO_2, te time snižavaju njegov parcijalni tlak, a što onda olakšava izlučivanje $CaCO_3$ i omogućava malom mekanom dijelu organizma da izgradi mnogostruko veću i debelu ljušturu (kod rudista i preko 1 metar visine).



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 utočište raznim sitnijim organizmima (ribama, foraminiferama, člankonošcima). Prostori obrasli morskim travama su "zreli" okoliši (ne mijenjaju se tako često), a što omogućava boravak raznih vrsta organizama i njihov postupni daljnji razvoj. Morske trave su kritosjemenjače, koje su se najprije razvile na kopnu, pa su zatim prešle u more.

10) U mlađoj 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 čamaca).



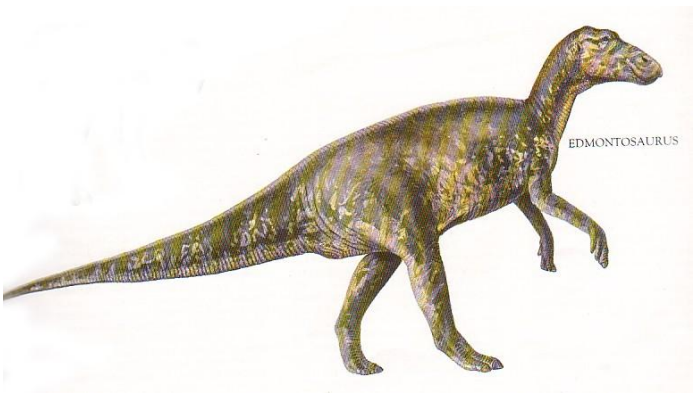
sl.220

7.4.3.1.2. Kopno

1**)** Najveća novost kopnenog krednog ekosistema, bila je pojava kritosjemenjača (sjemenke im se nalaze u okruglastom ovariju koji se razvio modifikacijom lista papratnjača). Javljaju se u starijoj kredi (prije oko 130 mil. god.), te već tijekom mlađe krede u svojoj raznolikosti nadmašuju golosjemenjače. Danas ih ima oko 200 000 vrsta, za razliku od samo oko 550 vrsta četinjača (skupina golosjemenjača). Od 500 danas živućih porodica kritosjemenjača, samo ih 50-ak ima svoje srodnike u mlađoj kredi (npr. porodica hrastova, oraha). Glavni razlog brze diverzifikacije i prevlasti kritosjemenjača nad golosjemenjačama 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 golosjemenjačama za takav ciklus potrebno i do 18 mjeseci. Takvu sposobnost nemaju baš sve kritosjemenjače (npr. drveće), no ipak, sve se mnogo brže razmnožavaju no golosjemenjače.

Drugi razlog njihove brze diverzifikacije leži u činjenici da njihovi cvjetovi privlače kukce zbog nektara, a ti kukci raznose polen naokolo oprašujući 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, te će se na takav način dalje razvijati i ta skupina kukaca i ta skupina kritosjemenjača. Takav odnos obaju vrsta upravo je i omogućio njihovu brzu diverzifikaciju od sredine krede. To je koevolucija.

2) Starijekredna 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 mlađekredna fauna na prostorima Wyominga, Montane, Alberte (Sj. Amerika) i Azije (Mongolija). Na tim su 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 -



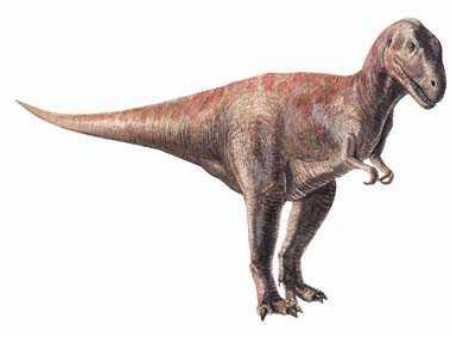
sl.221

Edmontosaurus), i "rogati" dinosauri, npr. rod *Triceratops* (sl.222 - *Triceratops*) (jedan od posljednjih živućih dinosaura). Njihovi predatori, brojčano znatno manje zastupljeni, bili su najveći mesojedi svih vremena, npr. rodovi *Albertosaurus* (sl.223 - *Albertosaurus*) i *Tyrannosaurus* (sl.224 - *Tyrannosaurus*). Također, na tom su prostoru živjeli i krokodili dužina i do 10 m, npr. rod *Deinosuchus*, i naravno, mnogobrojni manji, kako biljojedni, tako i mesojedni gmazovi.

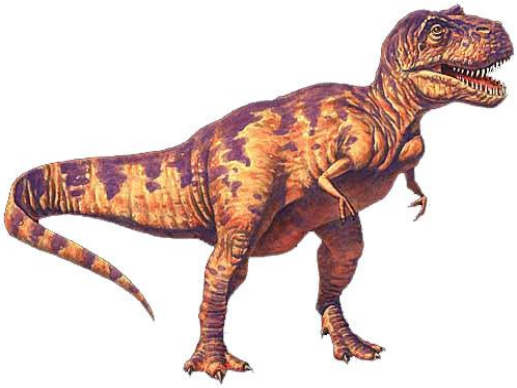


sl.222

Zrakom su letjeli različiti leteći gmazovi skupine Pterodactyloidea od kojih je najveći, s rasponom krila od 10-ak metara, bio *Quetzalcoatlus* (sl.225 - *Quetzalcoatlus*), a nešto je manji, raspona krila od oko 7 m, bio rod *Pteranodon* (sl.226 - *Pteranodon*) (uske, duge glave sa šupljom krijestom, dužine kod mužjaka i do 1 m), 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 čaplji i ždralova.



sl.223



sl.224

Manjeg su značaja bile žabe, kornjače, zmije (javljaju se upravo od krede i jedne od najstarijih su nađene u donjoj kredi Hercegovine) i gušteri. Tijekom krede, unutar ovih skupina razvijaju se i neke moderne porodice.



sl.225



sl.226

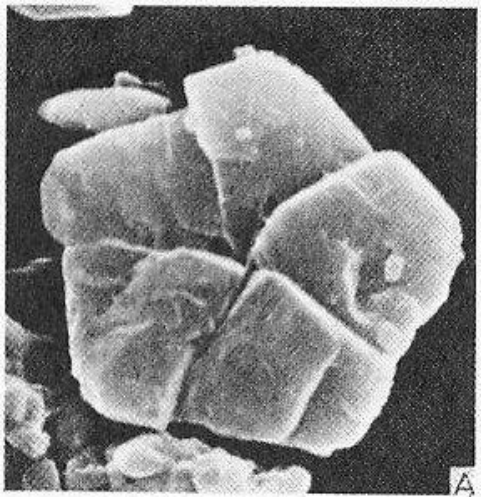
3) Tijekom krede i sisavci su postali raznovrsniji premda su pretežno bili sitni kao današnji glodavci. No bilo je i većih kao npr. mesojed *Repenomamus* (dužine ok 1 m, težine 10-15 kg) ili biljojed *Vintana*. Kretali su se uglavnom noću. Najznačajnije nove skupine bile su tobolčari i placentalni sisavci.

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 gmazovi (plesiosauri i mosasauri), leteći gmazovi, 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 mastrihta ? To stoga jer se opadanje raznovrsnosti nekih organizama, kao npr. inoceramidnih školjkaša i amonita dešavalo tijekom mastrihta kroz vremenski interval od 8 milijuna godina. Također, različite skupine dinosaura nestajale su u različito vrijeme, ali ih je većina nestala na samom kraju krede.



sl.227

S druge strane pak, planktonski su organizmi izumrli u intervalu od oko 10000 godina vršnog dijela mastrihta, 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*) (mlađa jura-danas). Vrlo brzo desilo se izumiranje i najvećeg broja rudista (krajem sredine mastrihta), tako da ih je potkraj mastrihta bilo još samo nekoliko vrsta.

7.4.3.2.1. Uzroci izumiranja

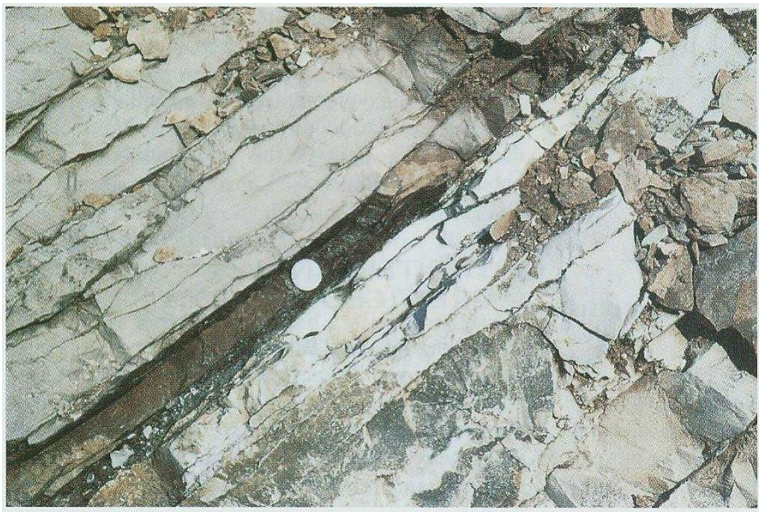
1) Do nedavno se smatralo da je izumiranje krajem krede bilo uzrokovano globalnim padom morske razine sredinom mastrihta. No ipak, do kraja mastrihta i na prijelazu u kenozoik, globalni morski nivo je ponovno porastao. Osim toga, a kako bi to utjecalo i na kopneni živi svijet ?
2) Hlađenje klime tijekom mastrihta, također je mogao biti jedan od uzroka izumiranja. Hlađenje 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 hlađenje 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 hlađenje klime i mora bili vrlo bitni uzroci izumiranja mnogih marinskih zajednica u tropskom pojasu. To stoga jer dok su s jedne strane organizmi iz borealnog prostora imali

mogućnost migriranja u toplije prostore, takva mogućnost nije postojala za one organizme koji su već nastanjivali tropske 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 debeo sloj sa znatno povećanom koncentracijom čađe i iridija, elementa koji je inače vrlo rijedak u Zemljinoj kori (sl.228 - *Sloj s povećanom koncentracijom čađe 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 debljina su i do 40 cm. Ova iridijska anomalija mogla je biti posljedica:



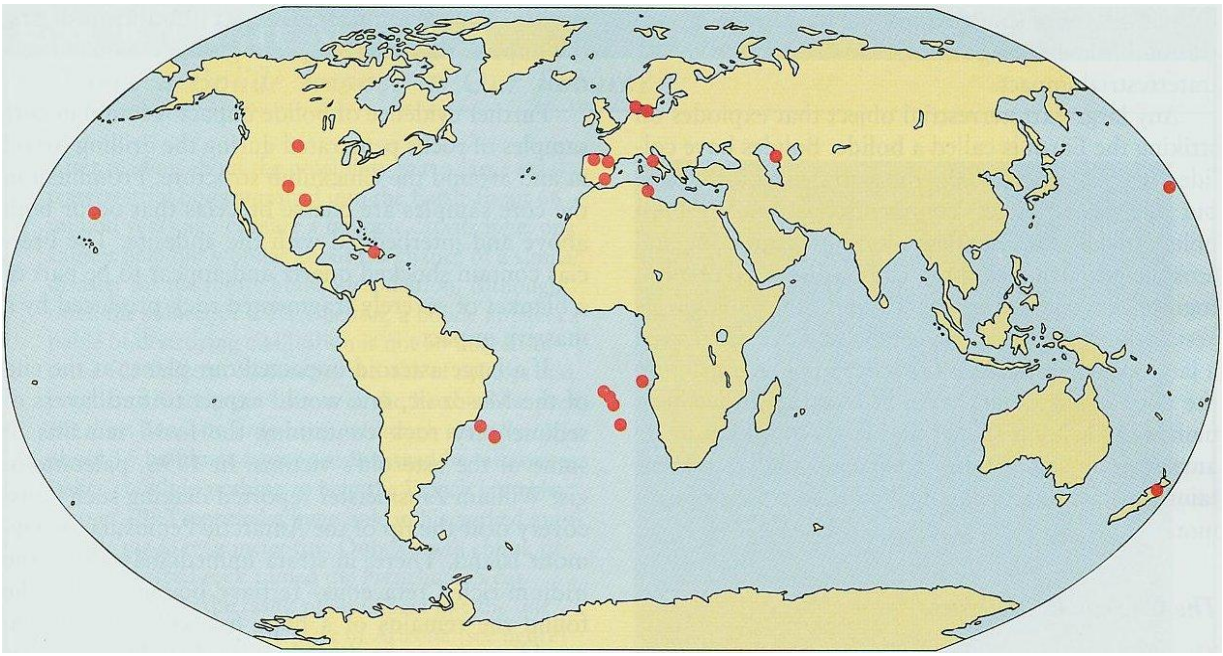
sl.228

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 po čitavoj 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 dubokovodnim sedimentima, a u takvim različitim okolišima intenzitet sedimentacije ne može

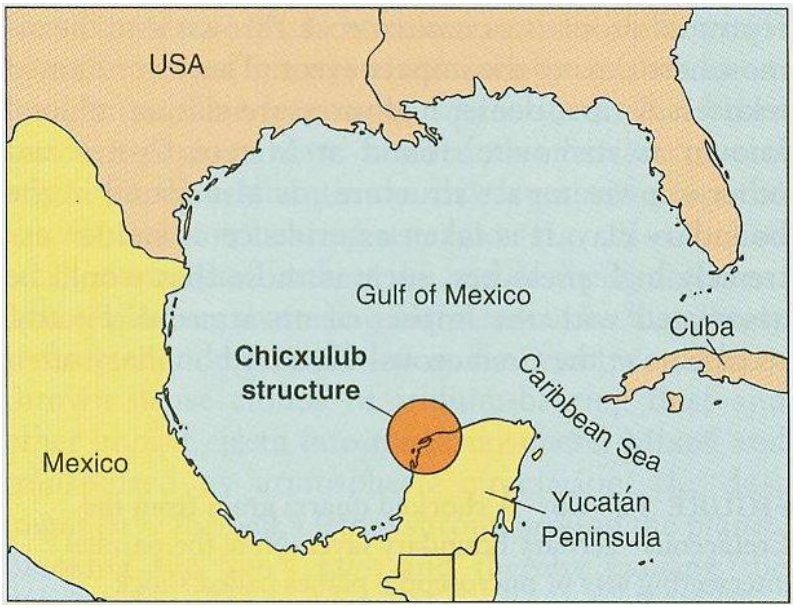


sl.229

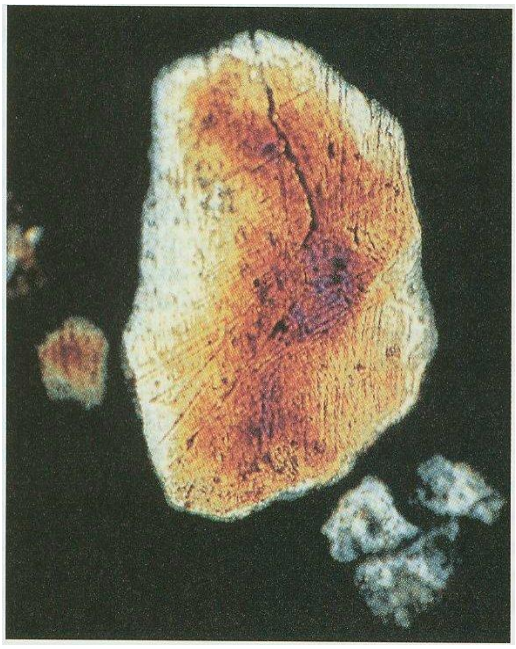
istovremeno i istovrsno biti slabiji. Također, za istaloženu količinu "iridijskog" sloja donosom iz svemira, bilo bi potrebno najmanje 10 milijuna godina, a što je znatno više no vrijeme koje je, u stvari, bilo potrebno za taloženje tog sloja. Opet, s druge strane, u slučaju vulkanskih erupcija, potrebno 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 česti upravo u vulkanskom pepelu.

Stoga, preostaje samo udar (impakt) nekog svemirskog tijela - meteora. Velika količina prašine, vodene pare i ugljičnog dioksida koja se pri udaru oslobodila, mogla je kroz tisuće godina znatno umanjiti sunčevu svijetlost, bitno hladeći površinu Zemlje, a što je dovelo do nestanka većine biljaka, čime su nestali i biljojedni dinosauri, a posljedično, 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 otopljena, a zatim u otopljenom stanju izbačena u atmosferu, da bi se prilikom pada ti otopljeni dijelovi skrutnuli u kuglaste forme. Također, prisutne su i udarne breče koje sadrže "udareni", "šokirani" kvarc (stišovit) (zrna kvarca koja sadrže mnoštvo međusobno paralelnih sustava lamela nastalih prolaskom udarnog vala kroz njih) (sl.231 - *Stišovit*), 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.



sl.230



sl.231

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

Također, 1997. godine, u jezgri bušotine izvađenoj s morskog dna, 320 km istočno 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.

Čađa koja se često može naći u "iridijskom" sloju, potječe od velikih požara koji su zahvatili široka prostranstva Zemlje nakon udara meteora.

U svakom slučaju, obzirom da je izumirenje krajem krede za neke organizme trajalo kroz duža, a za neke kroz kraća vremenska razdoblja, mora se pretpostaviti da je ono bilo posljedica nekoliko različitih faktora, među kojima je zasigurno jedan od značajnijih bio i klimatski, a ne samo udar meteora prije 65 milijuna godina.

Od drugih faktora koji su mogli utjecati na život krajem krede tu su još i intenzivna

svemirska zračenja koja su mogla snažno utjecati na živi svijet (eksplozija supernove ?)

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

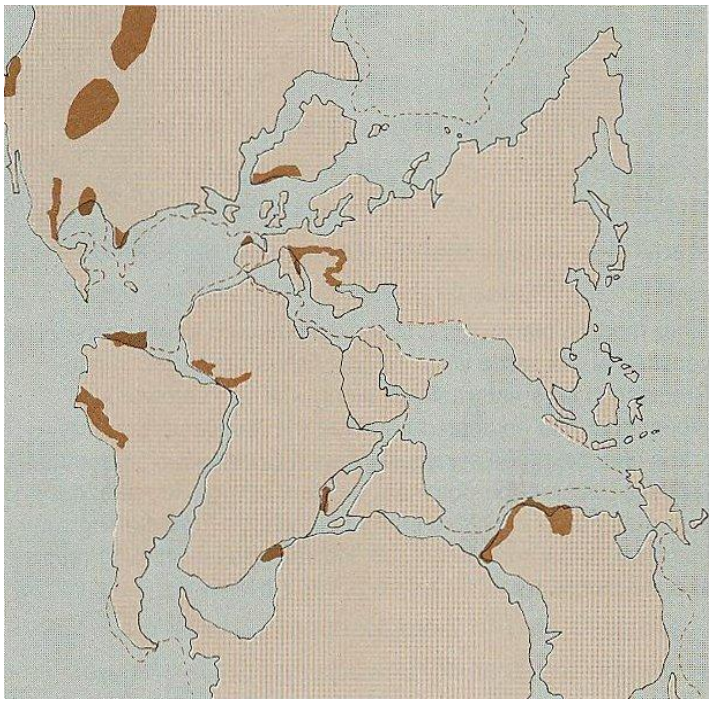
Prije 65 milijuna godina dešavale su se i ogromne vulkanske erupcije na području Indije (Dekan - bazaltni plato), a što je također moglo u atmosferu izbaciti dosta prašine i pepela. Istovremene erupcije događale su se i na prostoru Sjeverne Amerike, Grenlanda, Velike Britanije i zapadnog Pacifika.

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 kontinente).

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 hrbtova, a što je globalno podizalo morsku razinu. Također, izostanak polarnih ledenih pokrova omogućavao je višu globalnu morsku razinu. Postojale su manje oscilacije globalne morske razine, tako da je jedan maksimum zabilježen oko granice cenoman-turon, a drugi u kampanu.

Tijekom starije krede temperature na Zemlji rastu da bi do turona dosegle maksimum nakon čega je temperatura opadala sve do mastrihta (manja za oko 10 C od krednih prosjeka, ali još uvijek prosječno oko 20-21 C) (na to ukazuje smanjene populacije kritosjemenjača s "pravim" velikim listovima, a koje zamjenjuju manji listići nazubljenih rubova). Jedan od uzroka tako tople klime je mogla biti povećana količina CO_2 u atmosferi (efekt staklenika) zbog intenzivnih riftovanja kada se u moru otapala velika količina CO_2 koji je zatim isparavao u atmosferu.



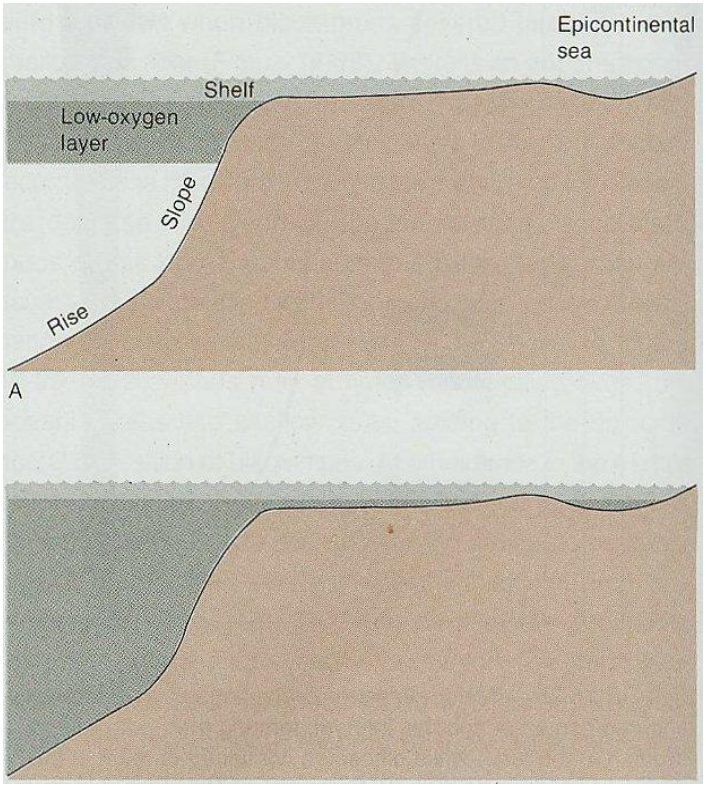
sl.232

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 paleotemperaturnih istraživanja na kalcitnim ljušturama dubokomorskih bentičkih foraminifera, a na temelju promatranja odnosa izotopa kisika ^{16}O i ^{18}O u njihovim kalcitnim ljušturama. Naime, porastom temperature iz morske vode isparava sve više lakšeg izotopa ^{16}O, te ga organizam manje ugrađuje u svoju kalcitnu ljušturu. Tijekom krednog perioda na mnogim mjestima, batijalne, pa čak i plitkomorske sedimente, povremeno izgrađuju tamni muljevi (šejlovi) nastali u anoksičnim uvjetima (sl.232 -

Rasprostranjenje tamnih muljeva apta i alba).

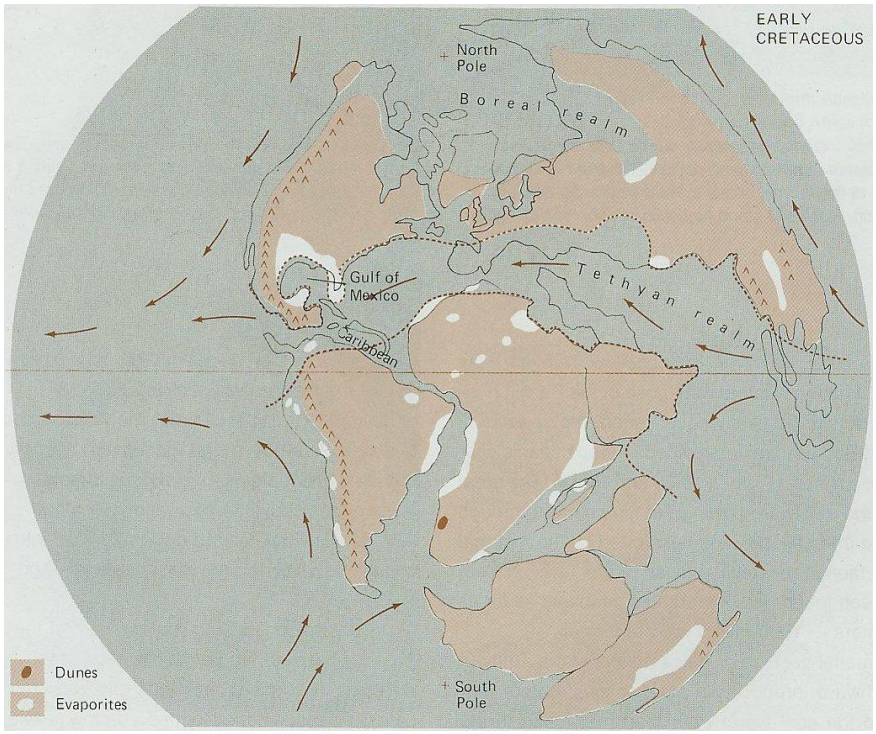
Naime, zbog povremeno izrazitije povišene temperature na Zemlji, u more s kopna pristiže i veća količina nutrijenata (nitrata, fosfata…), čime se u moru povećava proizvodnja organske materije (algi, fitoplanktona, bakterija), a što dovodi do smanjenja količine O_2 i povećanja količine CO_2 u moru (eutrofikacija mora).

Također, tijekom tih izrazitije toplih klimatskih razdoblja nema ni izrazitijeg dotoka hladnih polarnih voda, a koje zbog svoje veće gustoće tonu na dno i opskrbljuju ga kisikom. Stoga se u tim razdobljima kisik zadržava samo u plitkom stupcu vode, a ispod toga prevladavaju anoskični, reduktivni uvjeti, kako u dubokim, tako, u ekstemnim slučajevima, i u plitkomorskim epikontinentalnim okolišima (sl.233 - *Rasprostiranje anoksičnog stupca vode tijekom zagrijavanja mora*). To su tzv. oceanski anoksični događaji (OAE) i tijekom krede je bilo nekoliko takvih događaja; OAE 1a - stariji apt, OAE 1b - stariji alb, OAE 1c i d - mlađi alb, OAE 2 - granica cenoman/turon i OAE 3 - konijak-santon.



sl.233

Jedna od glavnih značajki krednog perioda bila je i maksimalna površina Tethysa, u kojem su pasati puhali u smjeru zapada, omogućavajući time rasprostranjenje rudista (njihovih 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 omogućena i migracija organizama iz Tethysa u Pacifik (sl.234 - *Smjer glavnih strujanja u svjetskim morima tijekom krede*). Tako, danas kredne tetijske fosilne zajednice možemo naći unutar istovremenih sedimenata na ugaslim podmorskim vulkanima (*"seamounts", "guyots"*), koji su se zbog širenja udaljili od pacifičkog srednjooceanskog



sl.234

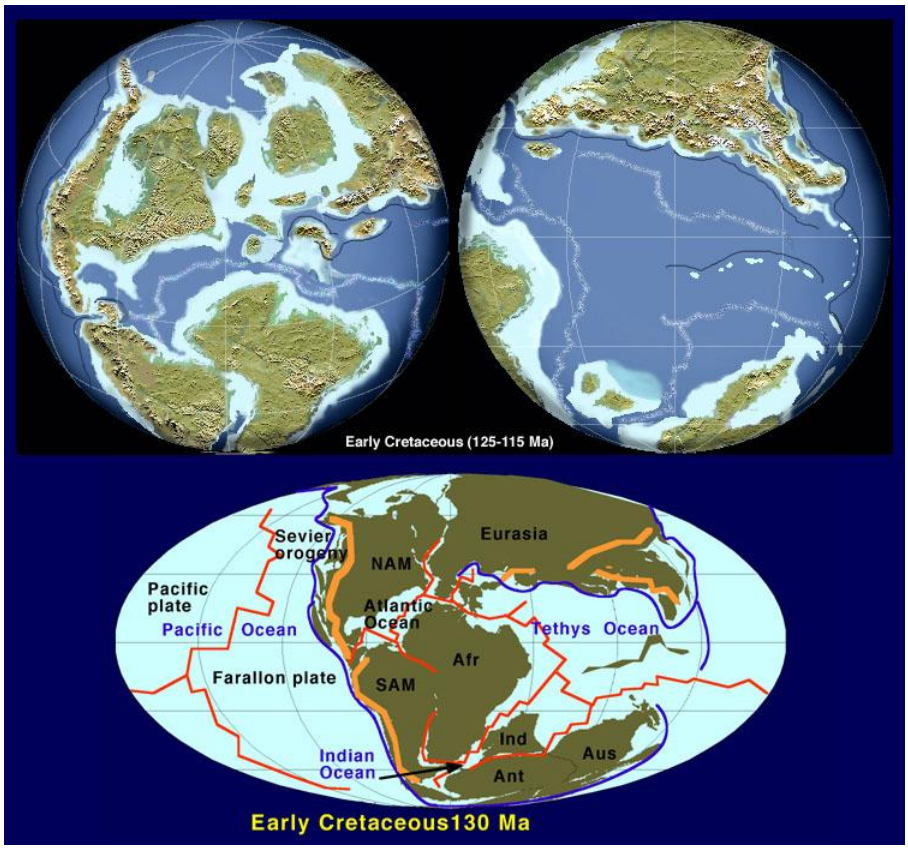
grebena (danas su prisutni i 1000 milja zapadno od Havaja). Ti podmorski vulkani udaljavanjem od zone širenja (akrecije) u prvo vrijeme predstavljaju plitkovodne taložne okoliše tipa malih karbonatnih platformi, a zatim dolaskom u sve dublje dijelove oceana, postaju dubokomorski oceanski platoi na kojima je moguće naći plitkovodne karbonate. Daljnjim "putovanjem" prema zoni subdukcije, ovi platoi mogu biti "priljepljeni" i uz kontinent (tzv. *"egzotični 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 onemogućavao 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, naročito tijekom mlađe krede, uzrokovala je potapanje dijela Sjeverne Amerike s istočne strane Stijenjaka, idući 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 omogućava njihovo detaljno razdvajanje, tj. tu je omogućena *"High Resolution Stratigraphy"*. Ovo more se povuklo krajem krede.

7.4.3.4. Paleogeografija krede

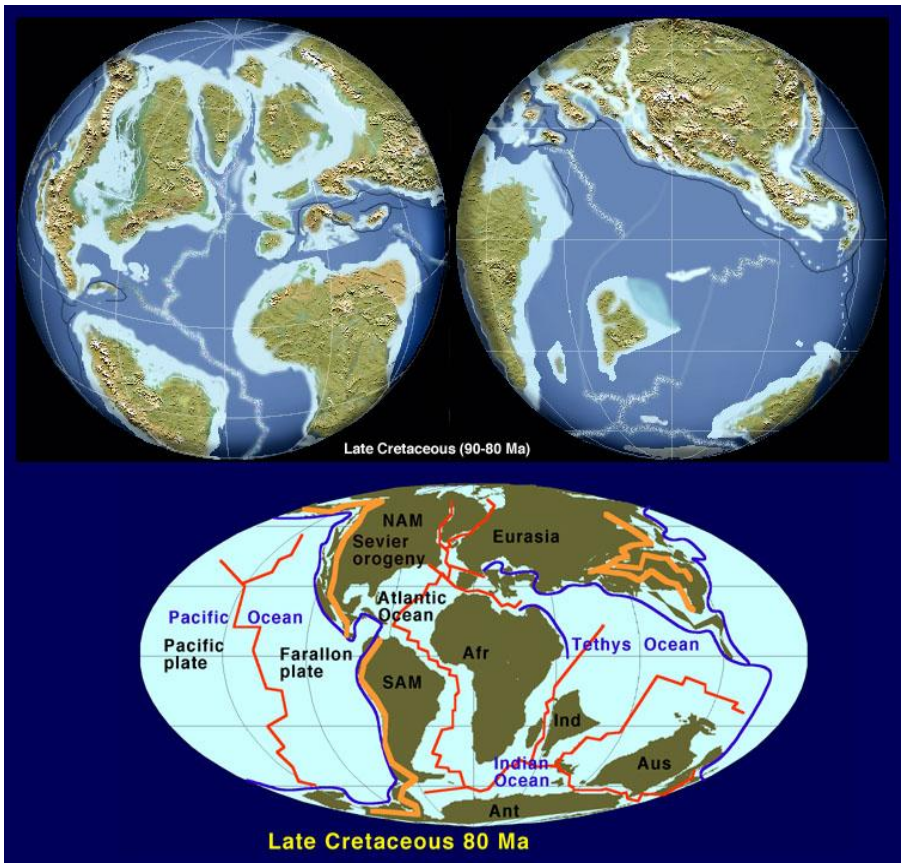
Početkom krede Gondwana se počela raspadati (a već je tijekom srednje jure izgubila vezu sa Laurazijom) da bi se koncem krede iz Gondwane formirali zasebni kontinenti; Južna Amerika, Afrika i Indija, dok su budući kontinenti; Antartika i Australija još ostali spojeni u formi cjelovitog kontinenta, ali sada odvojenog od Južne Amerike i Afrike. Tijekom starije krede, odvajanjem Južne Amerike od Afrike otvara se južni dio Atlanskog oceana (južni Atlantik), a također se otvara i marinski prostor Meksičkog zaljeva (sl.235 - *Paleogeografija Zemlje*



sl.235

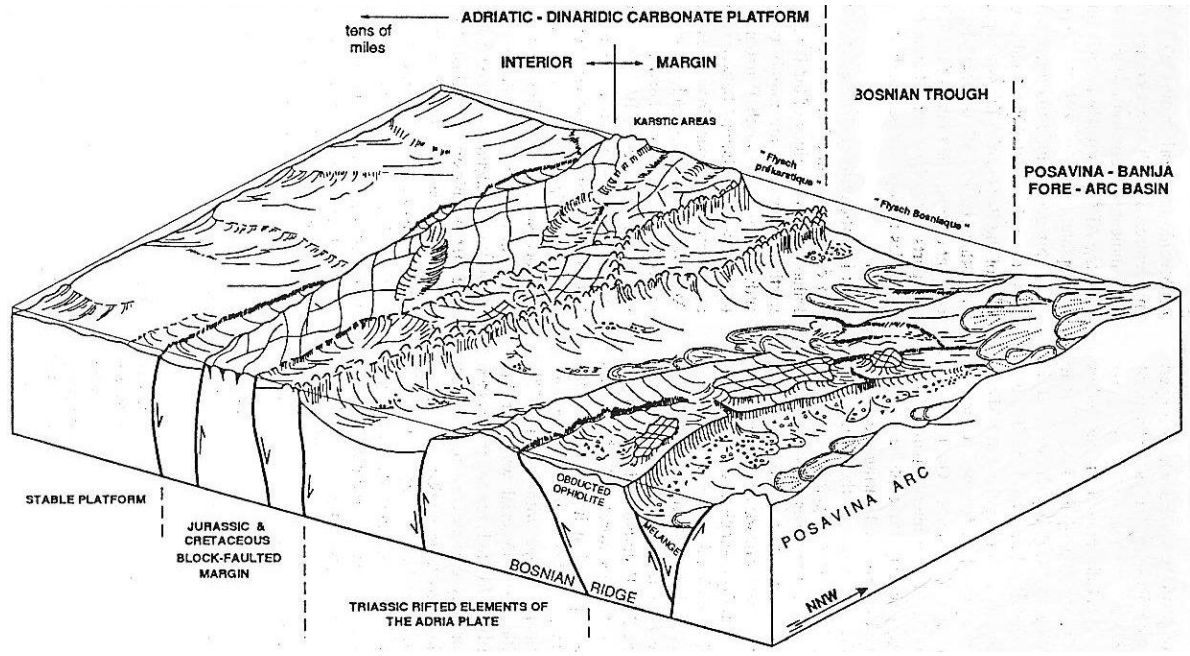
tijekom starije krede).

Tijekom jure, ti prostori su još bili u fazi inicijalnog riftovanja, te je u njih povremeno prodiralo more, nakon čijeg su se isparavanja formirale debele naslage evaporita. Slična 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 grebena i do 30 stupnja sjeverne i južne geografske širine, kao i prisutnošću tropskih biljaka na Grenlandu i Aljasci. Početkom 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 mlađoj kredi, kada se riftovanjem raspala veza između Sjeverne Amerike i sada - Eurazije (sl.236 - *Paleogeografija Zemlje tijekom mlađe krede*).



sl.236

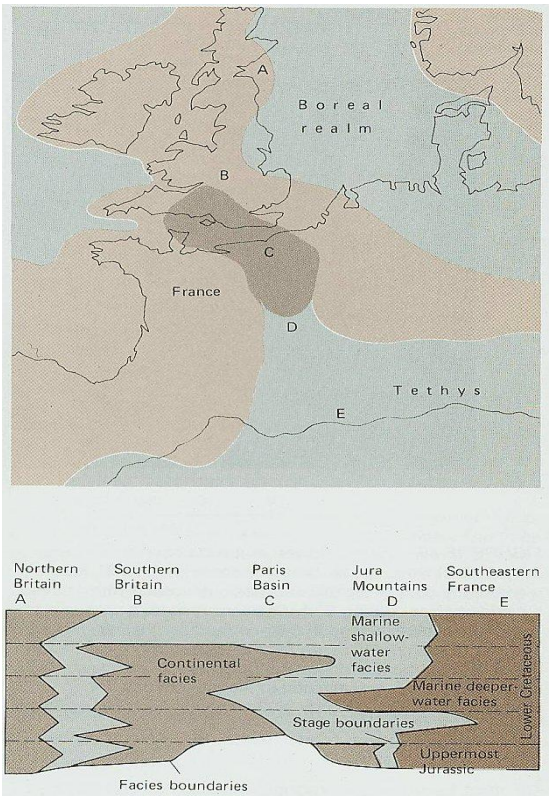
Na području Tethysa, tijekom jure zbog uznapredovalog kretanja Afrike ka sjeveroistoku, a istovremenog kretanja laurazijske ploče u smjeru kazaljke na satu, započinju subdukcijski procesi na sjevernom rubu Tethysa, tj. ispred laurazijskog kontinentalnog prostora. Dakle, daleko ispred Jadranske karbonatne platforme koncem jure/početkom krede započela je subdukcija, a čime i započinje zatvaranje oceanskog prostora Tethysa. Ispred te subdukcijske zone formirao se magmatski otočni luk uz granitne intruzije i bazaltni vulkanizam, a koji se protezao daleko na istok (sve do današnjih područja Indokine). 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, čime 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 navučena (obducirana) na susjedne tektonske blokove, uz istovremenu metamorfozu podinskih dubokovodnih naslaga. Na taj je način čitav 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 - Jadranske karbonatne platforme. Tijekom mlađe krede dolazi do daljnjeg približavanje Jadranske karbonatne platforme Lauraziji, a što na njoj, zbog otpora laurazijskih struktura, izaziva kontrakcije prostora i izrazitiju okolišnu diferencijaciju: neki dijelovi platforme bivaju u potpunosti emergirani, neki zadržavaju plitkovodne značajke kao i do tada, a negdje se



sl.237

formiraju
dubokovodni jarci u kojima se talože dubokovodni vapnenci.

Na samom kraju krede, najveći dio platforme biva u potpunosti emergiran (vidi Dodatke 9 i 10), 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.



sl.238

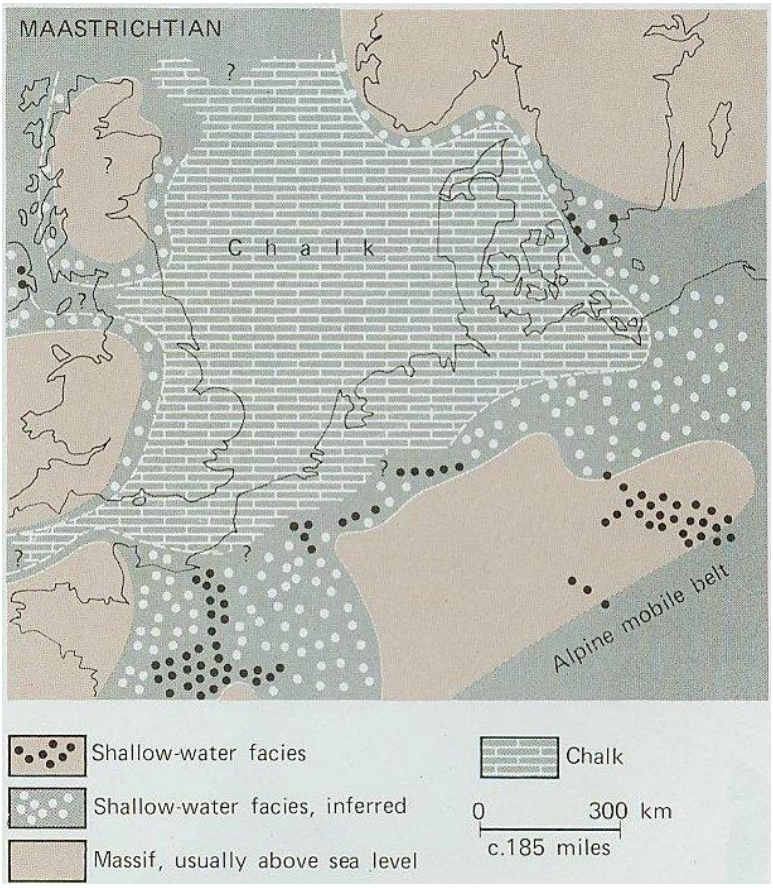
7.4.3.5. Razvoji krede

7.4.3.5.1. Epikonetinentalni (borealni) razvoj krede

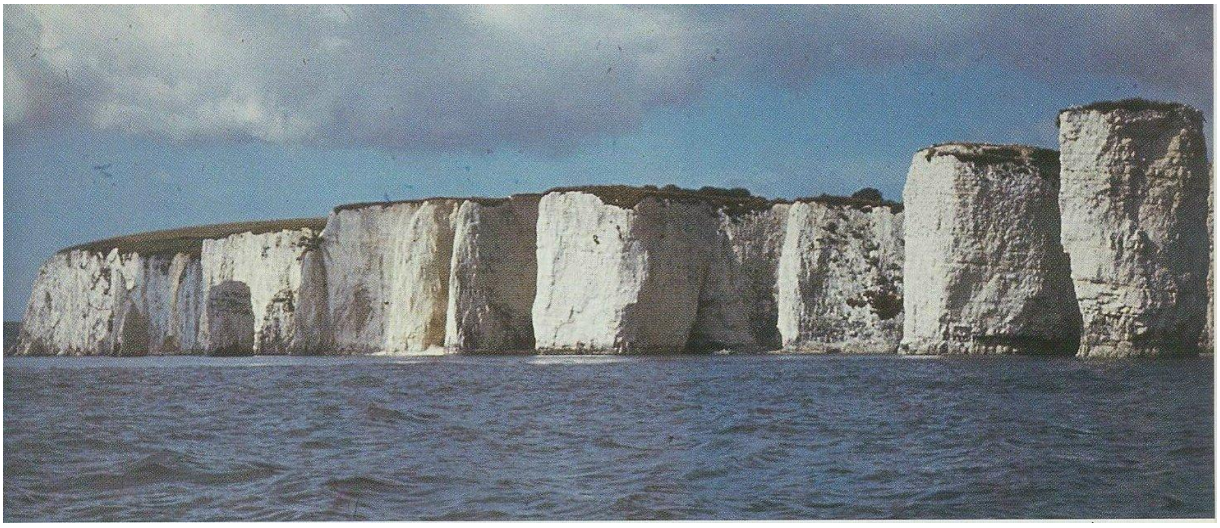
Na prijelazu iz jure u kredu najveći dio današnje Velike Britanije, te dijelovi današnje Belgije, Francuske i Njemačke, bili su kopno (sl.238 - *Taložni uvjeti na prostoru zapadne Europe tijekom starije krede*). To je kopno razdvajalo sjeverni, borealni prostor od južnog tetijskog. Na tom se kopnenom prostoru (*"Wealden bazen"*) taloženje odvijalo u okolišima jezera, močvara, rijeka, pustinja i delti, i s tog je prostora danas poznato bogato nalazište fosilnih kostiju dinosaura - St. Bernissart u Belgiji. Ovdje je nađeno oko 20-ak skeleta dinosaura roda *Iguanadon* (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 talože se siliciklastiti poznati pod nazivom *"Folkstone"* i *"Greensands"* naslage (zelene od

glaukonita). Kasnije, tijekom mlađe 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 *"pisaće krede"* - *"chalk-a"* (sl. 239 - *Taložni uvjeti na prostoru sjeverozapadne Europe tijekom mastrihta)* (sl. 240 - *Engleske "White Cliffs of Dover" izgrađuju naslage "chalk-a"*). Prevladavajuće ju izgrađuju kokoliti (75 %), a nađe se dosta i ježinaca, brahiopoda, briozoa, ostrakoda, foraminifera, te školjkaša. Prisutnost ovih bentičkih organizama na relativno velikim dubinama za epikontintalna mora, ukazuje da na dnu nije vladala anoksija. Slojevi *"pisaće krede"* ritmički se izmjenjuju s glinovitim slojevima, a što se tumači oscilacijama klimatskih prilika (vlažnija klima - više glinovite komponente donešene s kopna). Ovakva izmjena omogućava čvrstoću, 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 *"pisaće krede"* bila je velika, tako da je prosječna brzina sedimentacije iznosila 15 cm tijekom 1000 godina, a što ukazuje da je prisutnost kokolitoforida bila masovna (mnogo više no danas). *"Pisaća kreda"* je mekana jer kalcitni kokoliti nisu bili podložni otapanjima (kao što je aragonit), a time i izrazitijem međusobnom "sljepljivanju". Zajednica vrsta tih kokolitoforida ne odgovara istovremenim oceanskim zajednicama kokolitoforidnih

vrsta, a što upućuje ili na izoliranost ovog prostora od oceana, ili pak na neku njegovu drugu posebnost. Taloženje pisaće 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 (započela još u mlađoj juri) i bio je aktivan vulkanizam, tako da se unutar "chalk-a" tog prostora može naći i vulkanskog 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 lapori s radiolarijama, kalpionelama i amonitima. Ipak, tijekom mlađe 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 klastična, dijelom i plitkovodna, vapnenačka s rudistima *Requienia* i *Toucasia* (*"urgonski facijes"*), a u mlađoj kredi najprije dolaze glaukonitni *"turrilites-slojevi"*, zatim foraminiferski vapnenci i na kraju lapori i glaukonitni pješčenjaci i vapnenci.

Brijansonski prostor je tijekom krede uglavnom bio emergiran, i tek je tijekom konijak-mastrihta bio preplavljen kada se tu talože pučinski vapnenci s globotrunkanama.

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

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

7.4.3.5.2.2. Razvoj krede u sjevernim vapnenačkim Alpama

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

Mjestimice na ovom prostoru nedostaju naslage gornjeg turona zbog izdizanja kojeg su lateralno pratila istovremena formiranja nekoliko taložnih bazena. U njima su se tijekom konijak-mastrihta taložili različiti tipovi klastita (lapori, pješčenjaci, konglomerati), plitkovodni vapnenci u okviru krpastih 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 vapnenačkim Alpama

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

nastavlja se i u mlađoj kredi. Tijekom konijak-mastrihta se talože crvenkasti i sivi pločasti 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

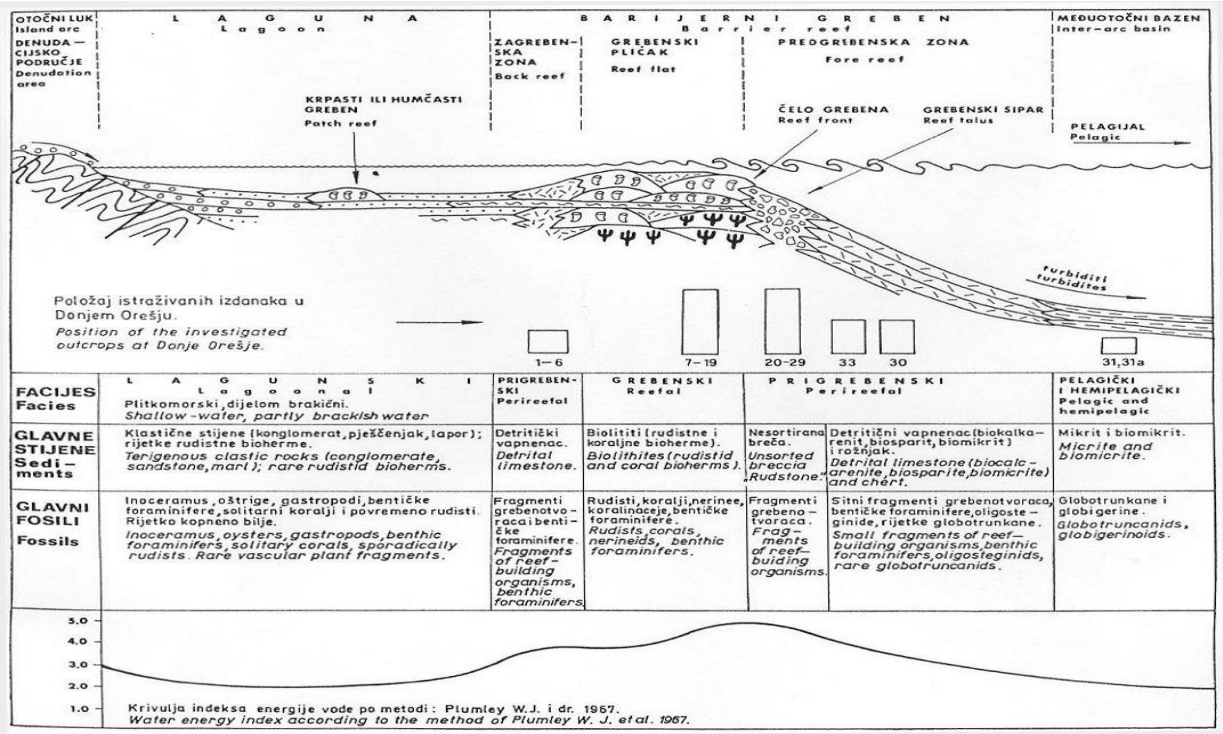
Na južne Alpe se prema jugoistoku nastavlja prostor Dinarida. Od mlađeg dijela starije jure na prostoru sjeveroistočnog dijela Jadranske karbonatne platforme započelo je produbljavanje čime je do tada plitkovodni prostor platforme poprimio značajke dubokovodnog prostora uz taloženje pučinskih, bazenskih 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

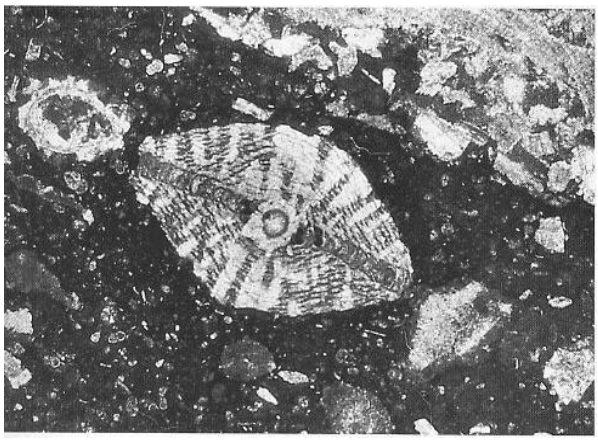
Iz dubokovodnog prostora smještenog ispred Jadranske karbonatne platforme (pasivni kontinentalni rub) danas su u Hrvatskoj poznate donjokredne naslage slijedećih facijesa:
a) Fliš - na gornjojurske dubokovodne vapnence s kalpionelama taložili su se sivi pješčenjaci, grauvake, radiolariti, lapori i vapnenačke breče. Breče sadrže foraminifere *Sabaudia minuta, Cuneolina camposauri, Orbitolina* sp. Fosilni sadržaj ovih naslaga ukazuje na starost do maksimalno stariji 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 Ivanščici.
b) Facijes vapnenaca - aptiški vapnenci berijasa mogu se naći na prostoru Bregane. Litološki u potpunosti odgovaraju podinskim gornjojurskim vapnencima. To su tankopločasti dubokovodni vapnenci i laporoviti vapnenci s rožnjacima i kalpionelama. c) Vulkanogeno-sedimentna serija - istovrsne je građe kao i ona taložena tijekom jure. U kredi su značajne pojave granita i metamorfita na Moslavačkoj 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, breče, vapnenci, lapori i laporoviti vapnenci. Naslage ovog miješanog marinsko-terigenog facijesa taložene su u lagunskim prostorima uz otoke dinaridskog dijela Tethysa. Često sadrže različite globotrunkane. 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 grebenskom kompleksu Donjeg Orešja iz konijak-mastrihta 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 globutrunkane, 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).

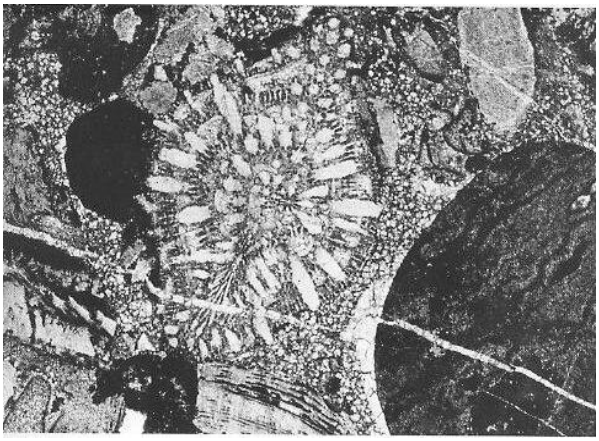
d) Facijes lapora, laporovitih vapnenaca i vapnenaca s rožnjacima (*"Scaglia"*) - naslage ovog facijesa taložile su se u dijelovima taložnog prostora koji su bili dalje ili izvan dosega turbidnih struja kojima je taložen facijes fliša. Uz globotrunkane, unutar lapora česti su i otisci školjkaša *Inoceramus*.



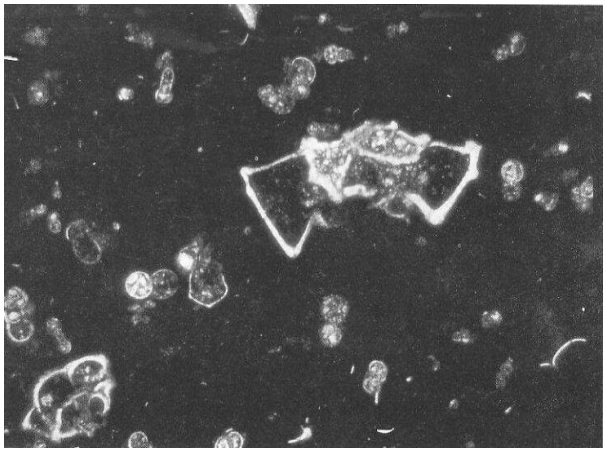
sl.241



sl.242



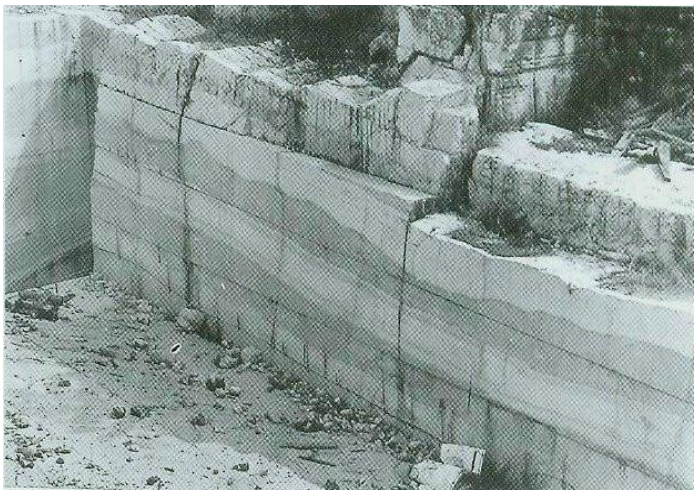
sl.243



sl.244

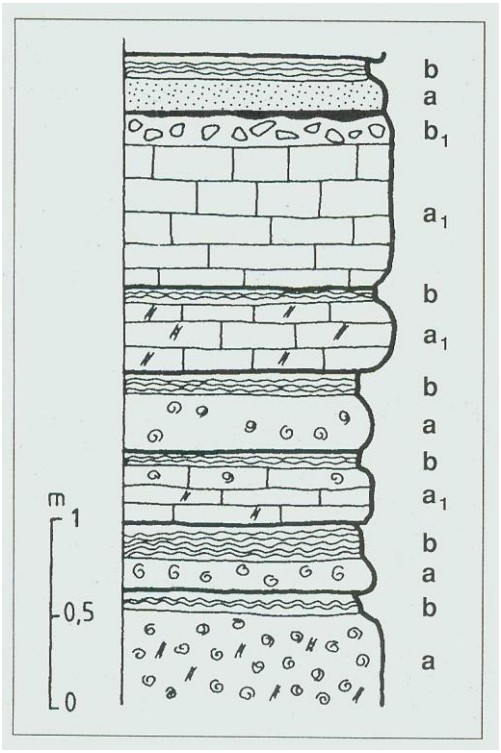
7.4.3.5.2.4.2. Vanjski Dinaridi (vidi i DODATKE 8-10, 11 i 12)

Na prijelazu iz jure u kredu, zbog globalnog sniženja morske razine (koje se nastavljalo još iz mlađe jure), na plitkovodnom prostoru Jadranske karbonatne platforme dolazi do izrazitije evaporizacije, a time i do mjestimične ranodijagenetske dolomitizacije vapnenačkih naslaga. To se lijepo može vidjeti u berijaskim naslagama kraj Rovinja (sl.245 -



sl.245

kamenolom "Fantazija" - "fantazija" dolomiti). Također, mjestimice dolazi i do kratkotrajnog okopnjavanja uz formiranje tankih desikacijskih breča oko granice jura-kreda. Nakon ove plitkovodne epizode (berijas-stariji valanginij), globalna morska razina postupno raste. No ipak, i u mlađem 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 čestim slijedovima oplićavanja naviše. U naslagama mlađeg valanginija kod Šošića (sl.246 - *Primjer slijedova oplićavanja naviše u peritajdalnim naslagama valanginija kod Šošića - Velić et al., 1995*) dolazi alga *Salpingoporella annulata, S. pygmaea, S. istriana*, te foraminifere *Vercorsella camposaurii, V. scarsellai*, itd. Izmjenjuju se peloidno-intraklastični grejnstoni s LLH-stromatolitima. Unutar slijedova oplićavanja naviše hauterivija Limske drage, a koje izgrađuju stilolitizirani madstoni koji se izmjenjuju s LLH-stromatolitima i emerzijskim brečama, dolaze alge *Clypeina solkani, Salpingoporella annulata*, te foraminifere *Campanellula capuensis, Mayncina bulgarica*, itd. Slično su građeni i ciklusi oplićavanja naviše barema Limske drage. Ovdje unutar pojedinačnog slijeda oplićavanja, nakon fenestralnih madstona, slijede LLH- stromatoliti, a zatim i plimne ili olujne breče. Prisutne su alge *Salpingoporella melitae, S. muehlbergii, S. genevensis*, te foraminifere *Sabaudia minuta, Vercorsella scarsellai, Novalesia distorta, N. cornucopia, Debarina hahounerensis, Praechrysalidina infracretacea*, itd. U takvim baremskim vapnencima na otoku Veli Brijun nađeni su otisci stopa dinosaura (sl.247 - *Otisci stopa dinosaura s Velog Brijuna*), a na zapadnoj obali Istre, unutar hautervijsko-baremskih okoliša, i dijelovi njihovih kostura (sl.248 - *Kosti dinosaura sa područja Bala, zapadna Istra*).



sl.246



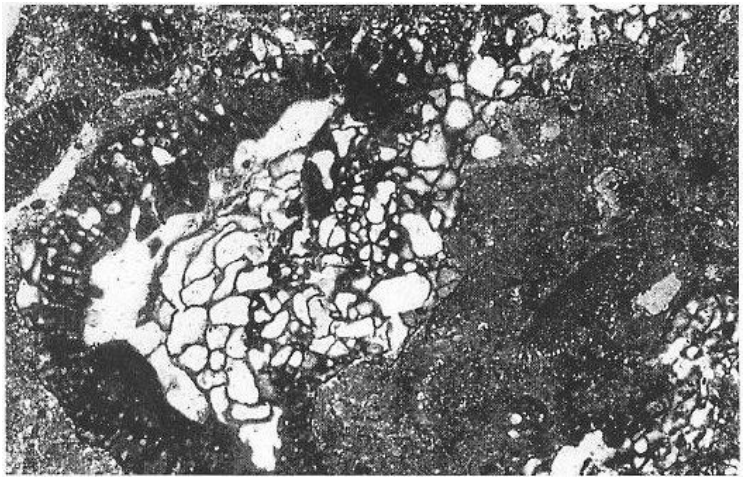
sl.247

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

(sl.249 - *Bacinella irregularis, povećanje 15x*). Također, ima i rudista - *Requienia ammonia*, algi - npr. *Salpingoporella dinarica*, i mnogobrojnih primjeraka foraminiferskih vrsta - npr. *Palorbitolina lenticularis* (sl. 250 - *Palorbitolina lenticularis, povećanje, 20x*) i *Praeorbitolina cormyi*. Nasuprot tim starijeaptskim zbivanjima, mlađi apt je karakteriziran oplićavanjem taložnog prostora i regionalnom emerzijom (vidi Dodatak 9). Sve ove facijesne značajke prisutne su unutar naslaga šireg prostora sela Dvigrad i Kanfanar (sl.251 - *Geološki stup iz kamenoloma Kanfanar," Istarski žuti" je označen slovom b - Velić et al., 1995)*.

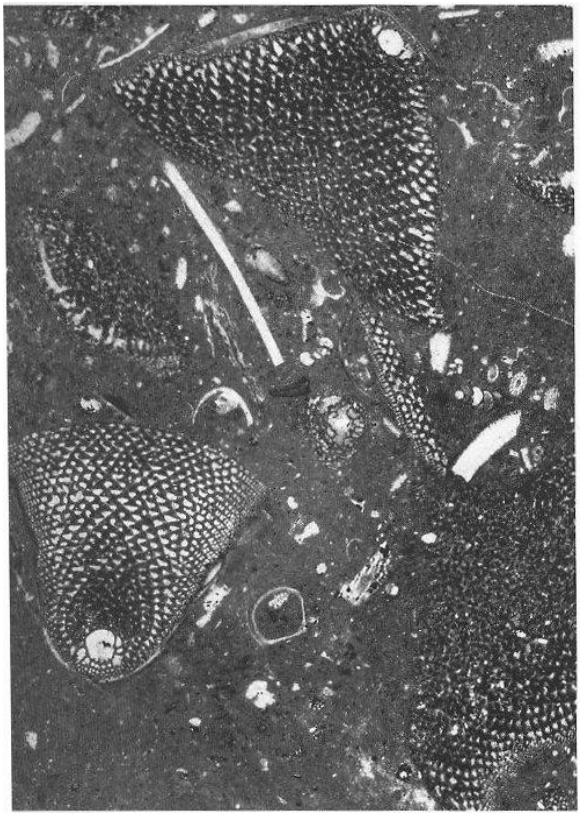


sl.248



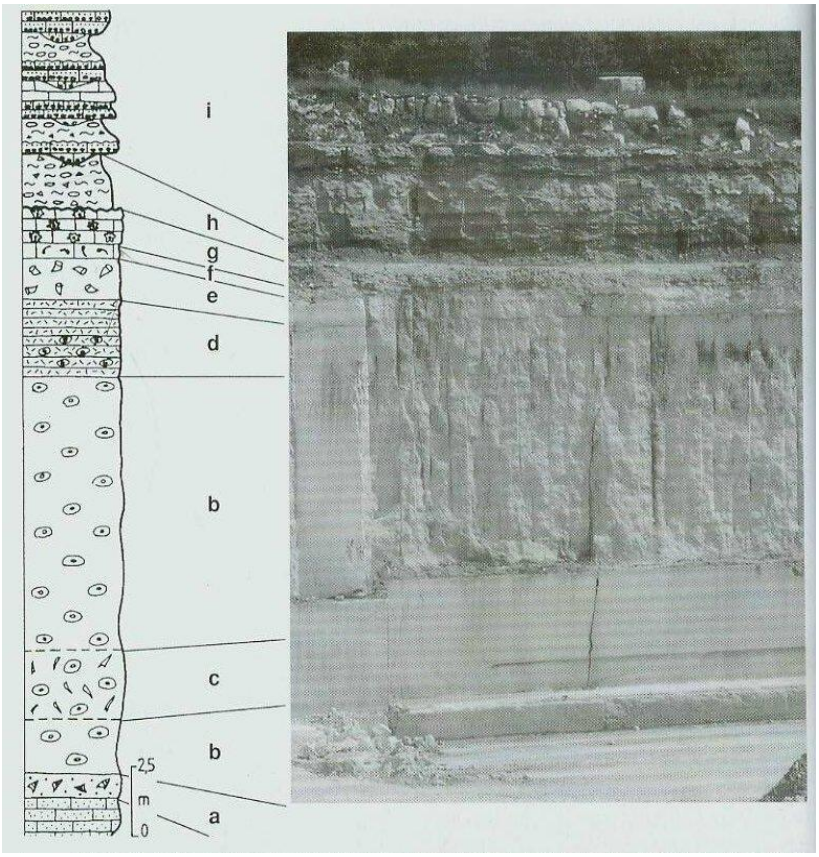
sl.249

Sredinom alba, transgresija zahvaća šire područje Jadranske karbonatne platforme, te su na otoku Veli Brijun i unutar naslaga iz tog razdoblja prisutni tragovi dinosaura. Prisutne su i mnogobrojne foraminiferske vrste kao npr.: *Valdanhella dercourti, Neoiraquia insolita, Nummoluculina heimi, Cuneolina parva, Cuneolina pavonia, Nezzazatinella picardi*, itd. Tijekom tog dijela alba također prevladavaju peritajdalni okoliši uz taloženje plitkovodnih vapnenaca često izraženih olujnih karakteristika (npr. uvala Banjole**,** južno od Pule).



sl.250

Početkom cenomana, koji je obilježen nalazima foraminiferske vrste *Orbitolina conica*, mjestimice dolazi do lokalnih produbljavanja taložnog prostora uz taloženje sitnog rudistnog kršja. Na lokalnim, lateralno smještenim uzvišenjima formiraju se rudistni grebeni (biostrome) s kojih se spira rudistni detritus u taj dubljevodniji prostor. Ovi grebeni tijekom starijeg i srednjeg cenomana progradiraju preko tih dubljevodnih prostora formirajući izrazite rudistne klinoforme na kojima se nalaze rudistne biostrome (sl.252 - *Shema taložnih zbivanja tijekom cenomana - Vlahović et al., 2003*) (npr. kamenolom Vinkuran, južno od Pule). Od rudista dolaze različite vrste rodova *Gyropleura, Monopleura, Ichthyosarcolites, Sauvagesia, Radiolites, Praeradiolites*, školjka *Chondrodonta joannae*, te foraminiferska vrsta *Chrysalidina gradata*.



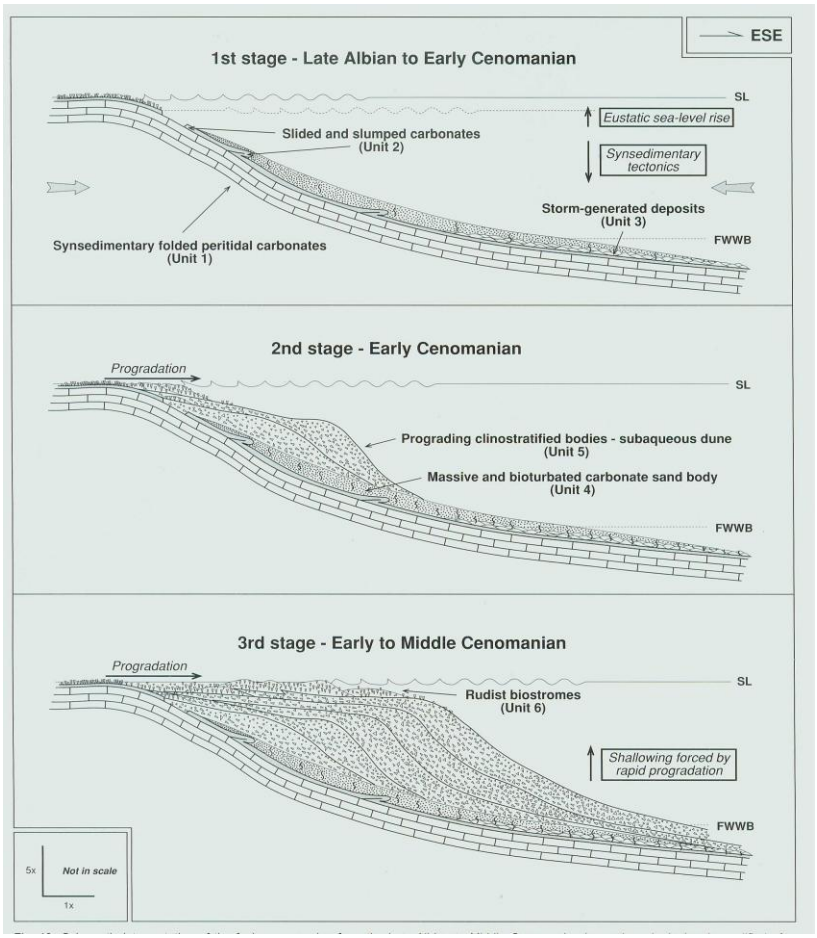
sl.251

Unutar tako građenih rudistnih naslaga mlađeg cenomana na otoku Fenoliga također su nađeni otisci tragova dinosaura.

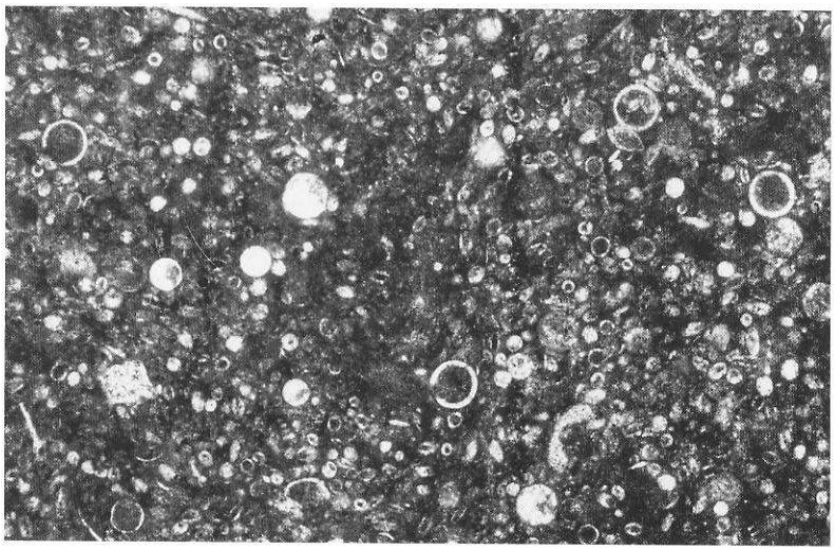
U najmlađem dijelu cenomanskih vapnenaca prisutne su nodule i leće rožnjaka, te radiolarije i spikule spužvi (npr. obala Premanture, južno od Pule), a što ukazuje na postupno sve izraženiji utjecaj dubokovodnog prostora.

Početkom turona, čitav plitkovodni prostor platforme biva potopljen (vidi Dodatak 9) uz neke istovremeno izdižuće dijelove; npr. na sjevernom dijelu Istre, na Cresu sa emerzijom čak do eocena, na SI rubnom dijelu platforme sa emerzijom do konca santona. Unutar dubokovodnih naslaga česti su amoniti *Vascoceras* i *Acanthoceras*. Od pučinskih formi dolaze *Pithonella ovalis* (sl.253 - *Pithonella ovalis, povećanje 80x*), te različite globotrunkane, globigerine i radiolarije (npr. na jugu Istre, na Dugom otoku: stariji turon - santon).

Od mlađeg turona globalni morski nivo opada, pa se sve do kraja santona u današnjoj južnoj Istri i na vrhu današnje Učke odvijalo taloženje plitkovodnih vapnenaca sa slijedovima oplićavanja naviše s čestim rudistnim kokinama (u području današnje sjeverne Istre taloženje je zbog izdizanja prekinuto još tijekom mlađeg cenomana).



sl.252



sl.253

Vapnenci donje krede na prostoru Gorskog kotara površinski izdanjuju na manjem broju izdanaka, često su tektonski izrazito poremećeni i prekriveni vegetacijom pa je njihovo praćenje otežano. Na području Dalmacije (Dalmatinska zagora, Svilaja, otok Mljet), vapnenci donje krede površinski su zastupljeniji. Facijesne karakteristike donjokrednih vapnenaca sa svih tih prostora uglavnom odgovaraju onima s prostora Istre. Ipak, za razliku od Istre, na ovim prostorima mlađeaptsko-starijealbska emerzija nije tako izrazita, nego se manifestira s nekoliko "kraćih" emerzijskih horizonata obilježenih emerzijskim brečama i/ili laporima, između kojih su vapnenci s foraminiferom *Orbitolina texana* (sl.254 - *Orbitolina texana, povećanje 15x*).



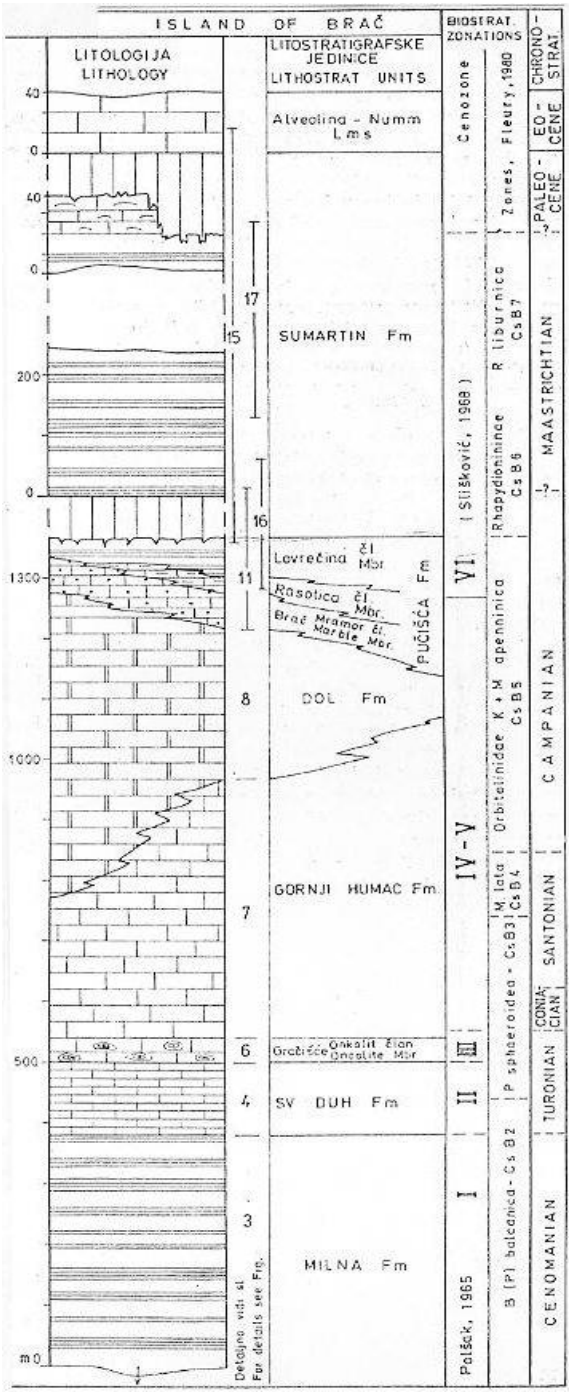
sl.254

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 oplićavanja naviše; pekston/grejnston – vekston – laminit; b) srednji: građen od dolomita (dolomitizirani donji član); 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. Stariji turon. Ovo je prva kredna taložna "pučinska epizoda".

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

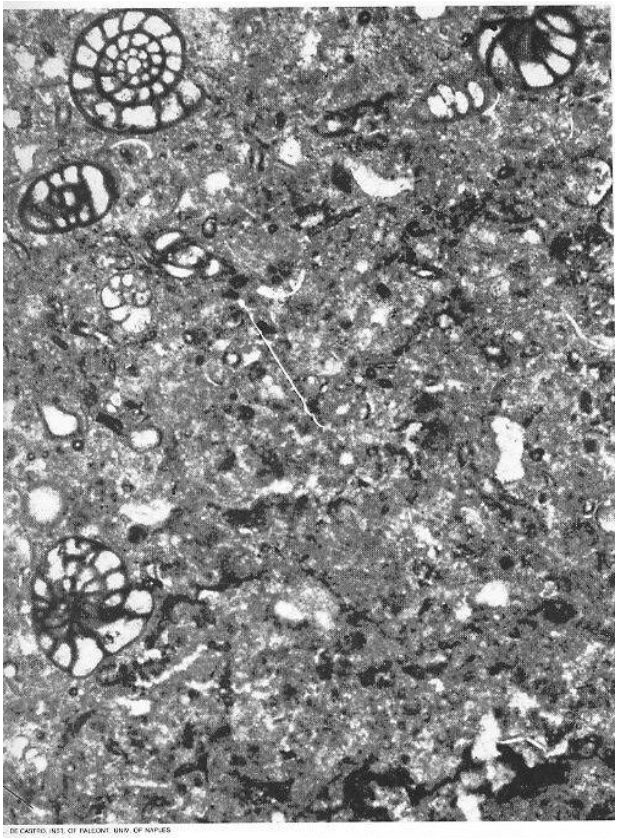


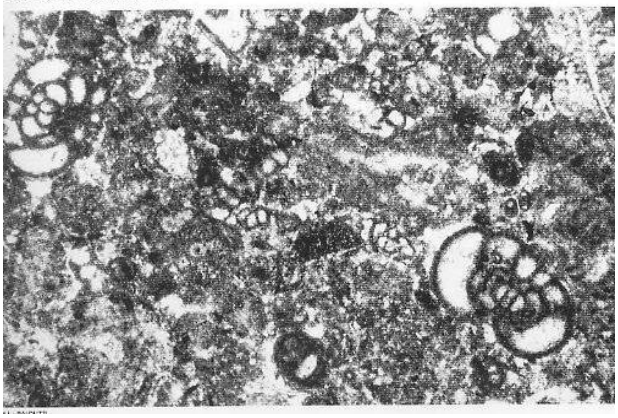
sl.255

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

5) Formacija Pučišća – unutar ove formacije foraminifersko-peletnih vekstona i rudistnih zona. Unutar foraminifersko-peletnih vekstona česte su foraminifere: *Montcharmontia apenninica* (sl. 256 - *Montcharmontia apenninica, povećanje; gore 50x, dolje 70x*), *Scandonea samnitica* (sl.257 - *Scandonea samnitica, povećanje 30x)*, *Murgella lata* (sl.258 - *Murgella lata, povećanje 20x*), *Keramosphaerina tergestina* (sl.259 - *Keramosphaerina tergestina, povećanje 10x*), *Accordiella conica* (sl.260 - *Accordiella conica, povećanje; lijevo 40x, desno 35x*) i *Dicyclina* (sl.261 - *Dicyclina, povećanje; gore 30x, dolje 10x*). U donjem dijelu prevladavaju prva dva varijeteta, a u gornjem druga dva. Mlađi turon-stariji kampan.

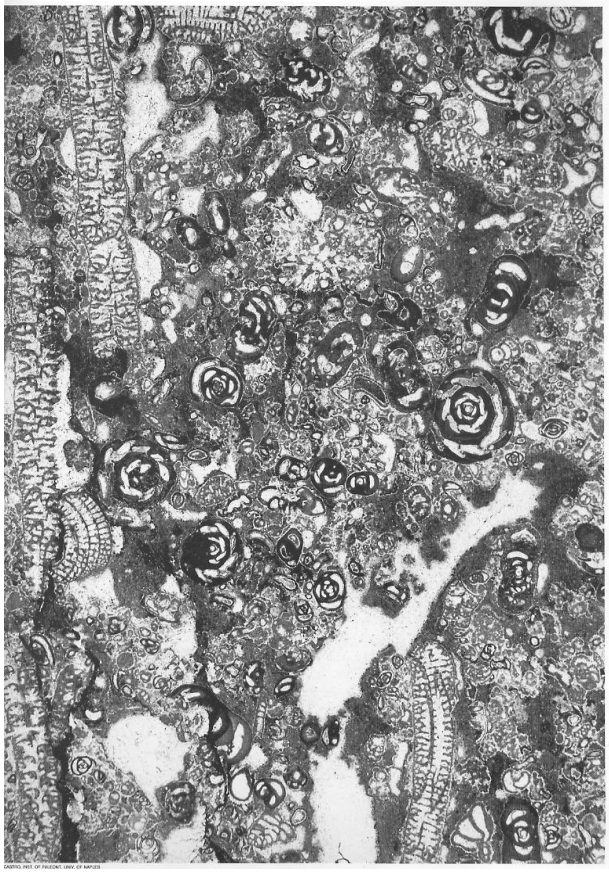
4) Formacija Dol – izgrađuju je madstoni-





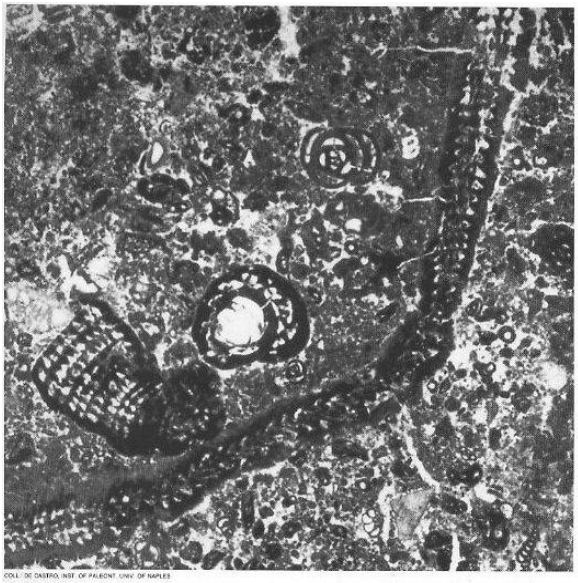
sl.256

moguće je izdvojiti tri člana. a) Bračk"mramori" - građeni od različitog skeletnog kršja u izmjeni sa rudistnim grejnstonima, b) Rasotica - izgrađuju je rudistne biostrome i rudistne kokine, te rudistni do rudistno-foraminiferski floatstoni. Matriks kod vapnenaca ovog člana je tamnih nijansi, pa se bijele ljušture rudista lijepo ističu. Stoga je ovaj kamen u svijetu cijenjen po svojim arhitektonskim kvalitetama, c) Lovrečina - izgrađuju je foraminiferskobioklastični vekstoni i pekstoni u izmjeni s laminitima (LLH-stromatolitima), čineći time slijedove oplićavanja naviše. Srednji-mlađi kampan. Krajem kampana ovdje dolazi do emerzije, ali za razliku od Istre, taloženje se obnavlja početkom mastrihta.



sl.257

6) Formacija Sumartin - uglavnom je izgrađena od dolomitiziranih rudistno-foraminiferskih i laminitnih vapnenačkih varijeteta, koji se izmjenjuju s madstonima i vekstonima laminirane ili masivne građe. Česta je foraminifera *Rhapydionina liburnica* (sl.262 - *Rhapydionina liburnica, povećanje 30x)*. U vrhu ove formacije dolaze slijedovi oplićavanja što ukazuje na sniženje morske razine.



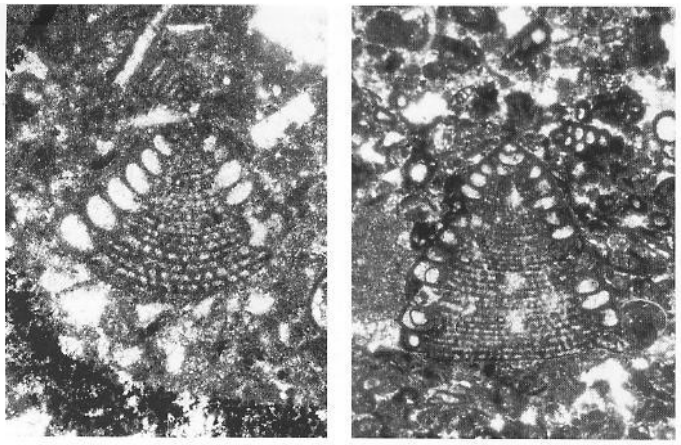


sl.258

Krajem mastrihta dolazi do izrazite kontrakcije, razlamanja i izdizanja prostora Jadranske karbonatne platforme, a što u kombinaciji s globalnim sniženjem morske razine, dovodi do emerzije na većini njenog prostora (vidi Dodatak 10). 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, bočat i slatkovodan. Ove vršne naslage marinskog mastrihta sa sekvencijama oplićavanja, 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

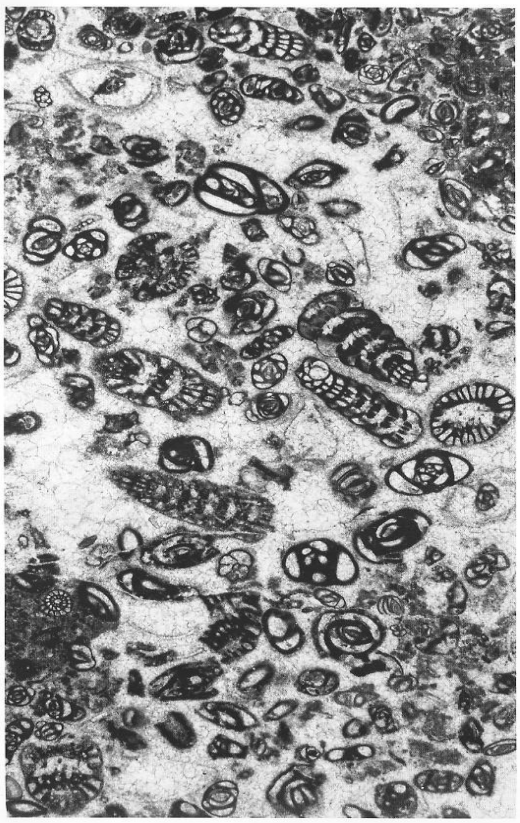


sl.259

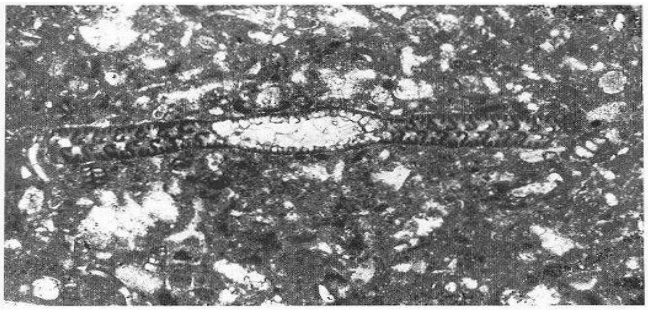


sl.260

hara. Nakon “kratkotrajne” emerzije, napredovanjem starijeeocenske transgresije diže se nivo podzemnih voda na emergiranom starijekrednom kopnu, čime se mjestimice u udubljenjima starijekrednog reljefa formiraju jezera. U njima se tijekom mlađeg paleocena/ najstarijeg eocena također odvija slatkovodno do brakično taloženje bogato organskom materijom, tj. istovrsnih facijesnih karakteristika kao što je bilo ono iz starijeg paleocena. To su *"liburnijske naslage"*. Napredovanjem transgresije te preplavljivanjem kopna i tih jezera, započinje taloženje eocenskih marinskih foraminiferskih vapnenaca. Na granici kredni vapnenci-eocenski vapnenci, zbog dugotrajnih kopnenih uvjeta, na mnogim mjestima Dinarida nastala su ležišta boksita. Mlađekredna emerzija Jadranske karbonatne platforme započela je na njenim različitim dijelovima u različito



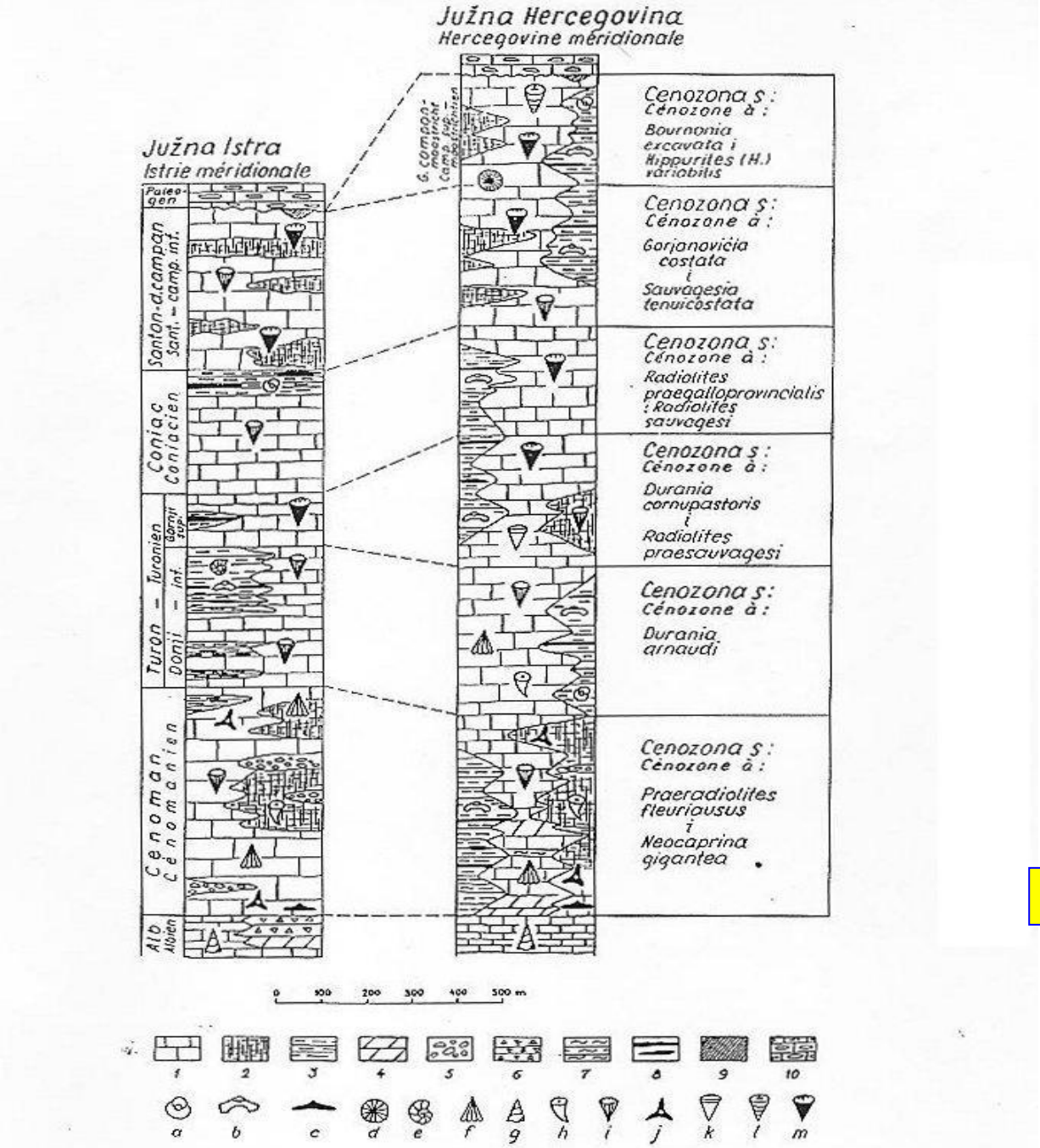
sl.262





sl.261

vrijeme (vidi Dodatak 9). Stoga npr. u Istri nedostaje gornjokredna rudistna cenozona Bournonia excavata (sl.263 - *Rudistne cenozone gornje krede - Polšak & Sliškovi ć, 1966)*.



sl.263

1. Uslojeni plitkomorski vapnenac s rudistima, nerineama, algama i dr. fosilima, 2. Masivni rudistni vapnenac s grebenskim obilježjima, 3. Vapnenac dubljeg mora s pelagičkim i dijelom lagunarnim obilježjima (globotrunkane, globigerine, amoniti), 4. Dolomiti, 5. Subgrebenski konglomerat od kršja rudista i drugih školjkaša, 6. Dolomitno-vapnena 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. Ichthyosarcolites, k. Distefanell, l. Pseudopolyconites, m. Hippurites.

7.5. Kenozoik

Zbog brzog razvoja sisavaca, nakon izumiranja dinosaura, kenozojsku eru obično 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 *"pisaće krede"*. Do tada prevladavajuće 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 također, tijekom kenozoika razvio se i živi svijet kakvog danas znamo.

Kenozojska era dijeli se na tri perioda; paleogen, neogen i kvartar. Prema podjeli *"Međunarodnog povjerenstva za stratigrafiju"*, paleogen se dijeli na (tab.14 - *Podjelak paleogena*):

PERIOD	EPOHA	DOBA	prije sadašnjosti u milijunima godina
PALEOGEN	Oligocen	Hat	27 - 23
		Rupel	33 - 27
	Eocen	Priabon	37 - 33
		Barton	41 - 37
		Lutet	47 - 41
		Ipres	56 - 47
	Paleocen	Tanet	59 - 56
		Seland	61 - 59
		Dan	66 - 61

tab.14

Kenozoik se ranije dijelio na tercijar i kvartar, gdje je tercijar obuhvaćao paleogen i neogen, a kvartar pleistocensku i holocensku epohu. Američki geolozi su i ranije dijelili kenozoik na dva perioda; paleogen i neogen**,** gdje je neogen uključivao i kvartar. Oni su smatrali da je to puno "prirodnija" i vremenski "ujednačenija" podjela kenozoika, a koja bolje odgovara relativno jasno prisutnim granicama između naslaga kenozojskih sedimentnih sistema u Europi (naročito se jasno poklapaju granice kenozojskih epoha s granicama različitih kenozojskih sedimentnih serija) (u novije vrijeme naziv kvartar ponovno se uvodi u upotrebu i to kao period kenozoika).

Tako npr. u području pariškog bazena, gdje su tipično razvijene naslage kenozojskih epoha, 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 čitavog paleogena, a što su još tijekom druge polovine 19. stoljeća, ustanovili neki drugi istraživači.

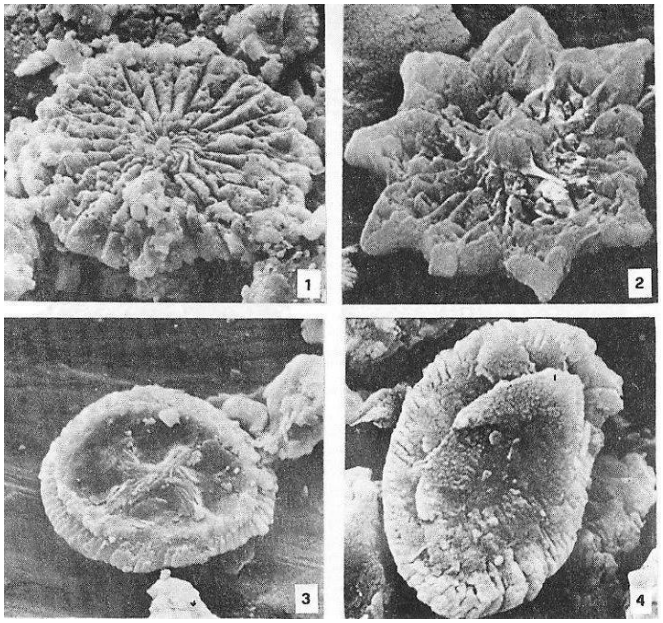
7.5.1. Paleogen

7.5.1.1. Živi svijet paleogena

Današnji živi svijet uglavnom čine 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 čine važnu kariku u prehrambenom lancu mnogih marinskih organizama.



sl.264

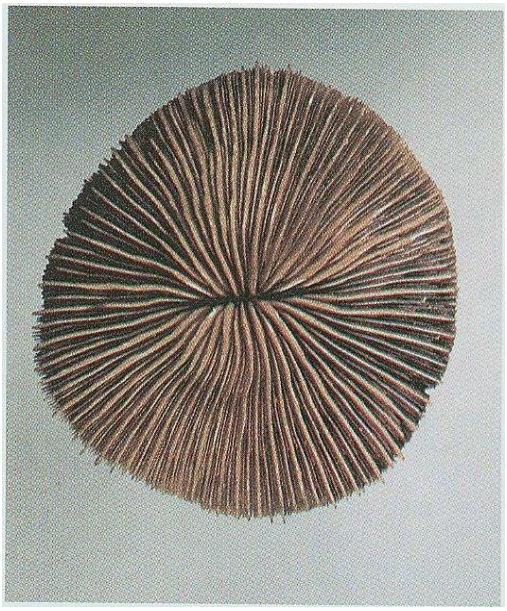
2) U novije vrijeme osobito se mnogo proučava nanoplankton, koji je veoma pogodan za precizne stratigrafske razdiobe (sl.264 - *neke vrste nanoplanktona: 1-Discoaster multiradiatus iz mlađeg paleocena; 2-Discoaster saipanensis iz srednjeg eocena; 3-Chiasmolithus solitus iz srednjeg eocena; 4-Helicopontosphaera 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 značenju. Ima i zelenih algi iz porodice Codiaceae, npr. *Halimeda*, smeđih algi (Phaeophyta), npr. *Fucus*.

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

5) Foraminifere su sastavni dio planktona i bentosa. Među planktonskim ističu se rodovi *Globigerina*, *Globorotalia*, *Orbulina*, dok su u bentosu česte mnogobrojne vrste rodova velikih foramnifera: *Nummulites*, *Assilina*, *Operculina*, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Lepidocyclina*, *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 preuzeli rudisti. Ipak, paleocenski koraljni grebeni nisu baš česti 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 "podređenosti". No, tijekom toplih ocenskih razdoblja koralji su se u potpunosti



sl.265

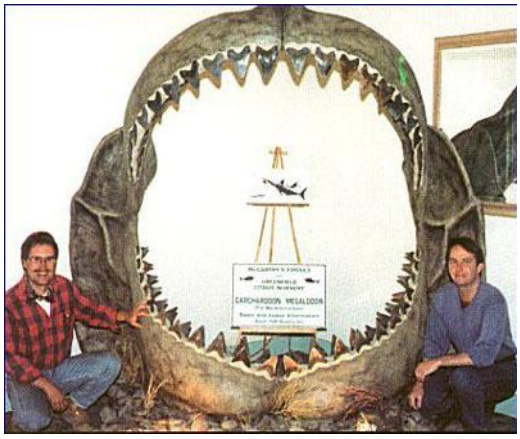
"oporavili" i raširili po plitkim i toplim eocenskim morima.

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



sl.266

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



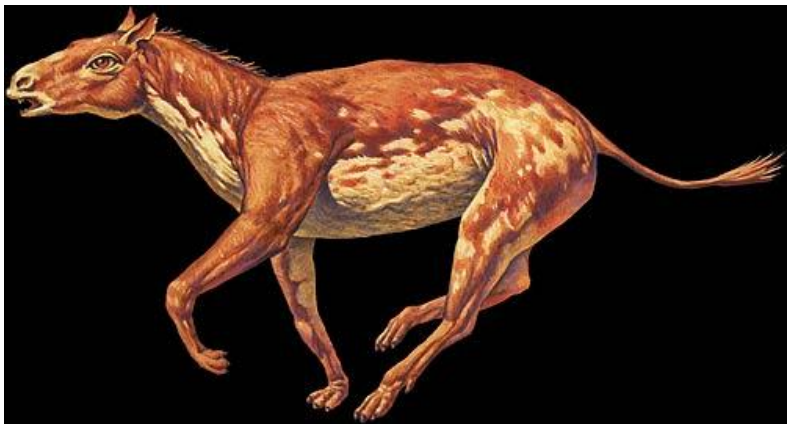
sl.267

9) Tijekom paleogena razvili su se i ježinci skupine Irregularia (nepravilni ježinci) iz skupine Clypeasteroidea (*"Sand dollars")* kao i mnogobrojni školjkaši koji su živjeli na nestabilnim pjeskovitim plićacima zahvaljujući 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 paleocena razvila se i osobita skupina ptica - pingvini, a vrlo vjerojatno i predstavnici mesojeda skupine Pinnipedia; morževi, morski lavovi i tuljani**,** iako su njihovi fosilni nalazi poznati tek od neogena. Uz pinipedije i kitove, važna skupina morskih sisavaca su i morske krave, tj. sirene koje su se javile u eocenu.

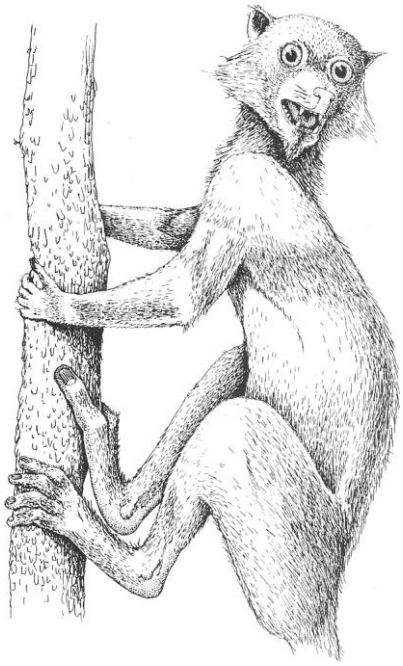
7.5.1.1.2. Kopno

Tijekom paleogena nastavljen je bujan razvoj kritosjemenjača iako je kredno izumiranje uzrokovalo njihovu kratku redukciju, a početkom paleogena i kraću 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 mlađeg eocena su poznate i prve vrste ruža).



sl.268

Bitan evolutivni pomak tijekom oligocena doživjele su trave razvijajući 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 sposobnost razmnožavanja pomoću vjetra, a također i iz već izraslih travnih individua "ubodenih" u zemlju. Te evolucijske novine omogućile su im masovan razvoj na širokim kopnenim prostranstvima.



sl.269

Tijekom paleogena 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 paleocen "su prešli" još iz krede poznati predstavnici skupina Marsupialia (tobolčari), Multituberculata i primitivni placentalni sisavci.

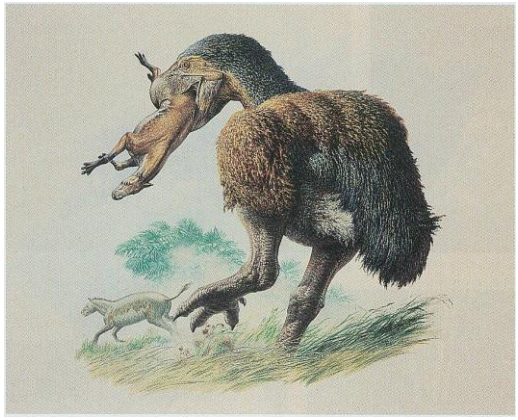
Tijekom srednjeg eocena javili su se i "pravi" mesojedni sisavci - zvijeri (Carnivora) (preteče današnjih lisica, vukova, mačaka). Koncem paleocena javio se i prvi predstavnik familije konja - *Eohippus*. Bio je veličine manjeg psa (sl.268 - *Eohippus*).

U paleocenu su se javili i prvi primati. Tijekom starijeg eocena, predstavnici primata, npr. *Cantius* (sl.269 - *Cantius*), iako bitno različiti od kasnijih majmuna, živjeli su poput njih uglavnom boraveći i penjući se po drveću.



sl.270

Krajem starijeg eocena javili su se i druge "moderne" skupine; npr. šišmiši. Tijekom eocena broj porodica sisavaca bio je oko 100, koliko ih približno ima i danas. U paleocenu su se javili i predstavnici skupine Ungulata (kopitari) 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)**.**



sl.271

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

Tijekom eocena svoj su razvoj iz paleocena nastavili i glodavci. Kako se povećavao njihov broj

smanjivao se broj arhaičnih Multituberculata jer su se obje skupine hranile sjemenkama i koštunjavim voćem, tako da su početkom oligocena multituberkulati izumrli.

Tijekom paleocena javljaju se i gigantske ptice neletačice visine 2.5 m (nalik današnjim nojevima) (izumiru u eocenu), npr. *Gastornis* (sl.271 - *Gastornis*), te mesojedne životinje nalik današnjim psima i hijenama iz skupine Ungulata, no veličine medvjeda, npr. *Pachyaena*. Gastornisi nisu bile jedine ptice paleocena i eocena, no one ptice koje su letjele bile su mnogo rjeđe no danas. To su uglavnom bile vrste koje su se zadržavale uz jezera i plitka mora, npr. *Presbyornis* (sl.272 - *Presbyornis*).



sl.272



sl.273

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

Tijekom oligocena naročito napreduju predstavnici skupine nosoroga, npr. rod *Paraceratherium* (sl.274 - *Paraceratherium*), najveći sisavac koji je ikada živio, visine ramenog pojasa 4.8 m iznad zemlje (što je prosječna veličina današnjih žirafa).

Također, prisutni su i predstavnici skupine Brontotheridae (nalik današnjim nosorozima i vodenim konjima), npr. rod *Magacerops* (sl.275 - *Megacerops*).

Tijekom oligocena sve veći primat nad perisodiktilama zadobivaju artiodaktile nalik današnjim jelenima; npr. *Leptomeryx,* i/ili svinjama. Razvijaju se i predstavnici skupine Carnivora: psi i mačke, npr. rod *Dinictis* (sl.276 - *Dinictis*). Tijekom oligocena naročito je bitna pojava majmuna te se pojavljuju dvije današnje skupine; "majmuni novog svijeta" i "majmuni



sl.274



sl.275

sl.276



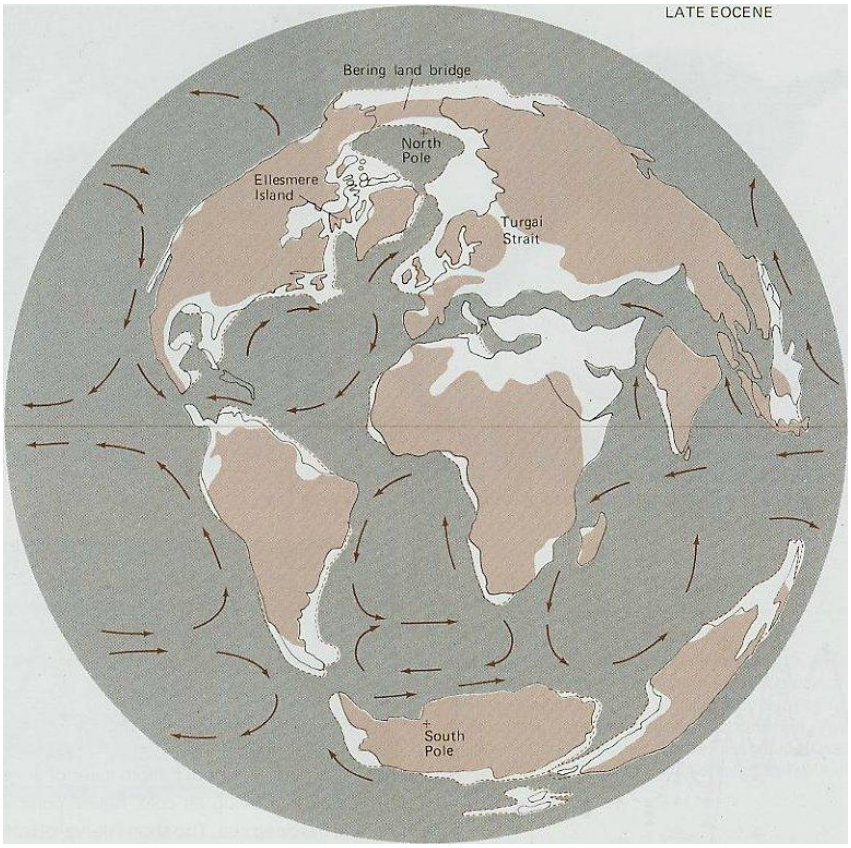
starog svijeta", npr. rod *Aegyptopithecus* (sl.277 - *Aegyptopithecus*), veličine mačke, zubiju kao kod bezrepih (čovjekolikih) majmuna, a glave i repa građenih kao u majmuna. Veličina lubanje ukazuje da je imao prilično velik mozak za svoju veličinu, što moguće ukazuje na prilično inteligentno biće u oligocenskom svijetu.



sl.277

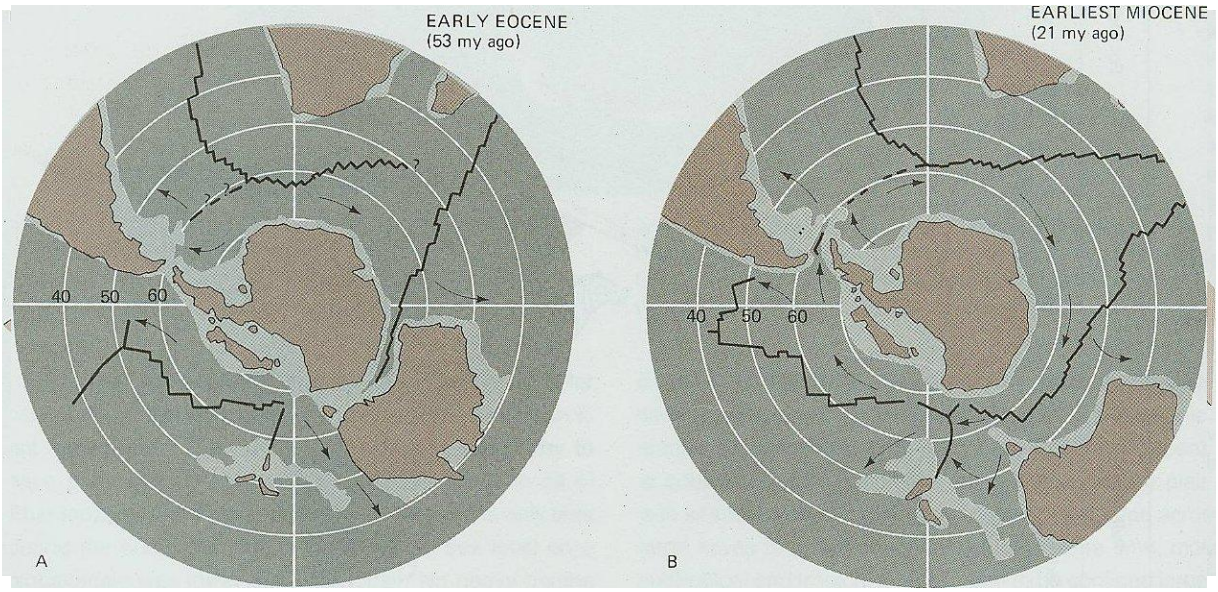
7.5.1.2. Paleogeografija i klima paleogena

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 Pacifika, Atlanskog i Indijskog oceana. Tijekom širenja Atlantika, Sjeverna Amerika se pomiče na sjeverozapad i u području današnje Kalifornije smiče se uz Pacifičku ploču, koja se pomiče 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 onemogućilo "komunikaciju" između Atlantika i Pacifika, tj. prodor sjeveroatlanske struje u Pacifik (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 paleogena riftovanje sjevernog Atlantika se nastavlja, te puca veza između Europe i Sjeverne Amerike (razdvajaju se Grenland i Skandinavija, nastaje Laurazija). No ipak, Azija i Sjeverna Amerika tijekom paleogena ostaju vezane u prostoru beringovog "mosta" (sl. 278 - *Paleogeografija Zemlje tijekom mlađeg eocena*), koji je tijekom tog razdoblja omogućio migraciju živog svijeta iz Azije u Ameriku i obrnuto.



sl.278

Tijekom paleogena počelo se otvarati 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 tetijskog prostora uzrokovalo



sl.279

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 pojasovi, a što tijekom mezozoika nije bio slučaj. Na promjenu klimatskih prilika naročito dobro reagiraju kritosjemenače; smanjenjem temperature povećava se učestalost vrsta s malim i nazubljenim listićima. Učestalost kritosjemenjača s malim i nazubljenim listićima sa granice mastriht-paleocen ukazivala bi time na nižu temperaturu no ipak, novija istraživanja pokazala su da je temperatura početkom paleocena bila za nekoliko stupnjeva viša u odnosu na mastriht. Temperatura je nešto pala tijekom mlađeg paleocena, da bi na prijelazu u u eocen klima ponovno postala toplija. I tijekom prevladavajuće "toplog" eocena, zabilježena su dva još toplija razdoblja: jedno u starijem eocenu (EECO - Early Eocene Climatic Optimum), a drugo u srednjem eocenu (MECO - Middle Eocene Climatic Optimum). Tijekom eocena (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, a na kopnu je bio omogućen rast bujnih tropskih i subtropskih šuma.

Koncem eocena klima globalno zahlađuje i prosječna temperatura pada za oko 10 stupnjeva C, a što je bilo uvjetovano globalnim tektonskim zbivanjima. Naime, tijekom starijeg 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 početkom 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 vodeni krug (obrnut od okretanja Zemlje) (sl.279 - *Paleogeografija južne Zemljine hemisfere i smjer morskih strujanja tijekom starijeg eocena i miocena*).

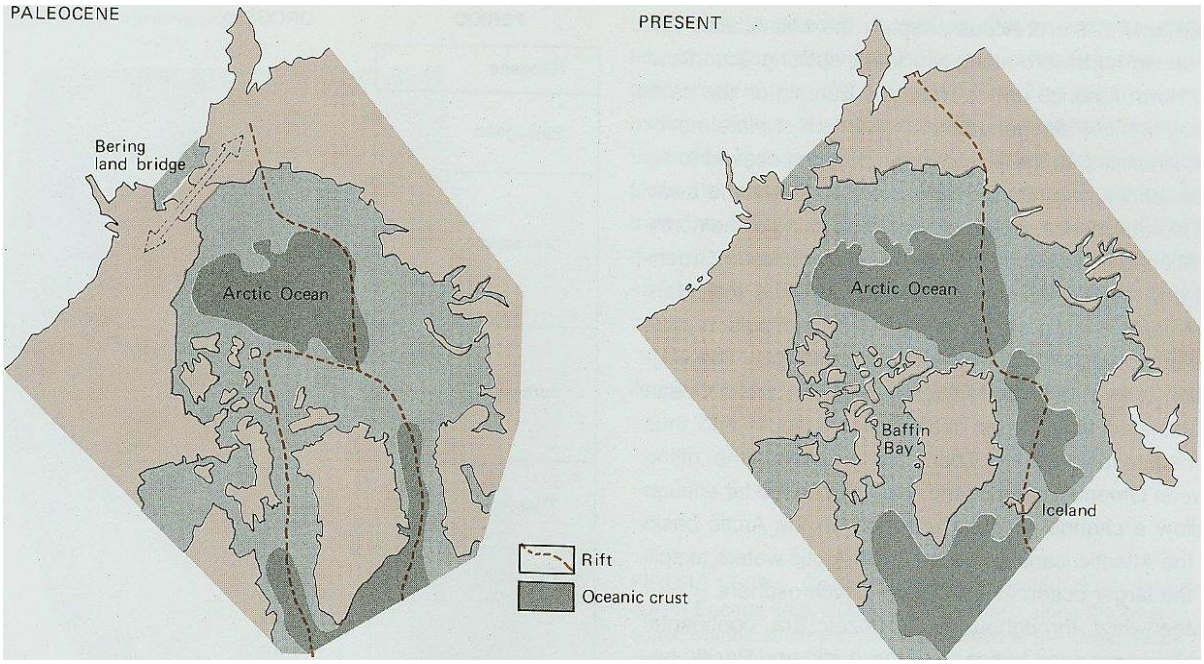
Ova hladna strujanja onemogućila su dotok i utjecaj toplih strujanja tako da je Antartika postala potpuno okružena samo s hladnim strujanjima, a što je uzrokovalo njenu oledbu koja traje sve do danas. Guste, hladne vode oko Antartike - psikrosfera, "padale" su na dno oceana, dijelom se krećući i ka sjeveru,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

uvjeta na dnima oceana.

Paleotemperaturna istraživanja na foraminiferskim skeletima izvađenim iz dubokomorskih bušotina Zemljinih oceana, na području Antarktike i na ekvatorijalnim prostorima, ukazuju na istovremeno povećanje količine izotopa O^{18} u odnosu na O^{16}. Ovakav odnos ovih izotopa upravo ukazuje na globalno zahlađenje, tj. na oledbe, kada se lakši izotop (O^{16}) isparavanjem više vezao za formirane ledene pokrove, čime se smanjivao njegov udio u moru. Time je u foraminiferskim skeletima nastao suvišak O^{18}. 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 količinu morske vode, što je pak uzrokovalo globalno sniženje morske razine. S druge strane pak, tijekom starijeg 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 tropske i subtropske vegetacije kao što je bio slučaj tijekom eocena, nego su široka kontinentalna prostranstva imala vegetaciju sličnu današnjim savanama, a tropske i subtropske šume "spustile" su se na niže geografske širine gdje se nalaze i danas.

Dakle, na prijelazu iz eocena u oligocen dolazi do naglog pada globalne razine mora uzrokovanog formiranjem velikog kontinentalnog ledenog pokrova na Antarktici. Taj je pad globalne razine mora bio jedan od najizraženijih u kenozoiku, no razina mora je u paleogenu i dalje većinom ostala viša nego danas (dok je u nekim mlađim razdobljima, poput pleistocenskih glacijala, padala znatno niže). Ovaj pad razine mora nije uzrokovao masovno izumiranje morskih organizama, ali je popratno globalno zahlađenje i isušivanje klime na kopnu uzrokovalo nestanak



sl.280

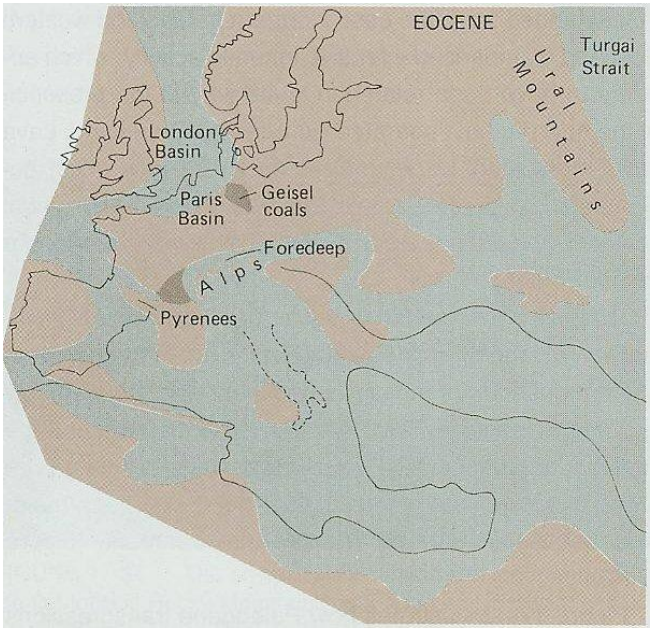
određenih skupina sisavaca prilagođenih tropskim šumama, poput titanoterija.

Značajna tektonska zbivanja dešavaju se tijekom paleogena i na sjevernim geografskim

širinama. Naime, Arktički ocean je do kraja krede bio izoliran od Atlantika jer su još tada Sjeverna Amerika, Grenland i Eurazija činile cjelovit kontinentalni prostor - Lauraziju. Srednjoatlanski rift je, cijepajući se u dva kraka, koncem krede razbio vezu između Grenlanda i Sjeverne Amerike sa zapadne strane, te Grenlanda i Eurazije s istočne strane (nestaje Laurazija).

Tijekom eocena riftovanje u zapadnom kraku rifta prestaje, a nastavlja se riftovanje između 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 mlađeg eocena iz Arktičkog oceana ka jugu također krenula hladna psikrosfera, a što je s onom antarktičkom, također pridonjelo globalnom zahlađenju klime oko granice eocen-oligocen.

7.5.1.2.1. Paleogeografija paleogena na prostoru Europe



sl.281

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 lučenje 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 kojemu se tijekom paleogena istaložilo nekoliko tisuća metara klastičnih naslaga (u kojima se danas nalaze bogata ležišta nafte).

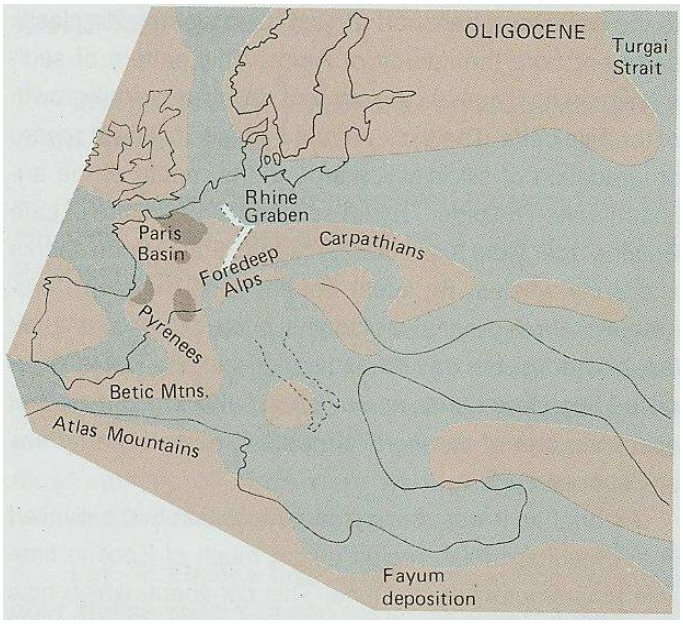
Također, Sjeverno more je povremeno preplavljivalo jugoistočnu Veliku Britaniju i prostor između sjeverne Francuske i Danske, tako da na prostorima londonskog i pariškog bazena (sl.281 - *Paleogeografija Europe tijekom eocena*) postoji izmjena marinskih i kopnenih sedimenata. Tako, unutar *"londonske gline"*, taložene tijekom starijeg eocena, ustanovljeno je oko 350 različitih vrsta kopnene flore koja se danas može naći u tropskom pojasu. To upućuje da je tijekom eocena klima na ovom prostoru bila znatno toplija no danas (tijekom eocena prostor jugoistočne Velike Britanije imao je prosječnu temperaturu od oko 25 stupnjeva C, a danas ima oko 10 stupnjeva C). Također, unutar *"londonske gline"* ima i ostataka marinskih krokodila, iz čega 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 puta uveo u praksu 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 mnoštvo fosilnih kostiju sisavaca, te je istraživanjima na tom prostoru udario 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 Frankfurta. Odsutnost kisika u organskim sedimentima iz kojih je nastao lignit, onemogućila je proces truljenja, pa fosilni ostaci uključuju čak i dobro očuvane fragmente cvjetova, lišće s klorofilom, različite kukce očuvanih boja, te žabe s očuvanom kožom u kojoj su očuvane ćak i stanice s jezgrom.



sl.282

Uz istočnu stranu Urala, povezujući prostor Tethysa s Arktičkim oceanom, tijekom eocena i oligocena nalazio se turgajski marinski tjesnac (sl.282 - *Paleogeografija Europe tijekom oligocena*). Postojanje i prekid "mostobrana" preko ovog tjesnaca, diktiralo je mogućnost 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.

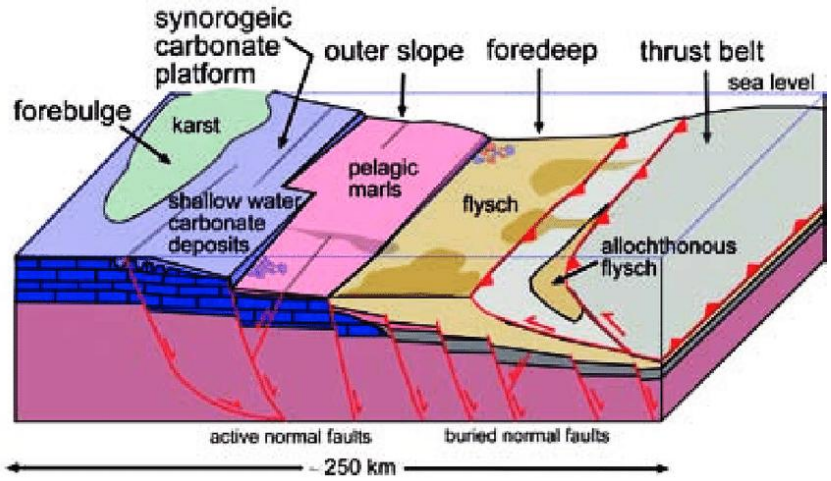
Tijekom mlađeg paleocena i starijeg eocena fauna sisavaca na prostorima Sjeverne Amerike i Europe bila je vrlo slična, tako npr. prakonja, rod ***Hyracotherium*****,** nalazimo na oba prostora. To ukazuje da iako je tijekom mlađeg paleocena i starijeg eocena riftovanje na prostoru sjevernog Atlantika 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 naročito oligocena, manje ili više međusobno razlikuje.

U mlađem 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 paleogena 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 njihovoj podini nalazi se debeli slijed kopnenih (riječnih) sedimenata iz razdoblja kada je riftni prostor *"Rajna bazena"* bio kopno.

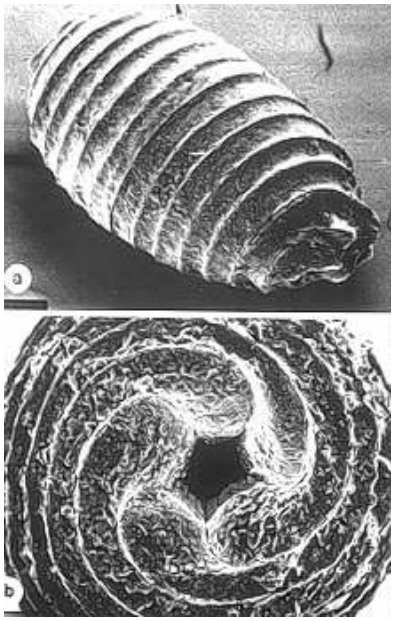
Koncem oligocena dolazi do izrazite regresije što uzrokuje i isušivanje turgajskog marinskog tjesnaca. Ova regresija kojom čitav europski prostor krajem oligocena postaje emergiran, globalnog je karaktera, te je tada morska razina bila jedna od najnižih u Zemljinoj prošlosti.

7.5.1.3. Razvoj paleogena u Vanjskim Dinaridima (vidi i DODATKE 11 i 12)

Tijekom najmlađeg paleocena i eocena prostor bivše mezozojske Jadranske karbonatne platforme postaje dijelom zona postupnog izdizanja dinaridskog orogena, a dijelom i zona istovremenog spuštanja uz formiranje kompleksnog taložnog sustava dinaridskog predgorskog bazena (sl.283 - *Shematski prikaz dinaridskog predgorskog bazena tijekom eocena - Otonicar, 2007*). Karbonatne rampe kao dijelovi dinaridskog predgorskog bazena bile su mjesta taloženja slijeda *"foraminiferskih vapnenaca"* i *"prijelaznih naslaga"* (*lijeva strana sl. 283*), njegovi dubokovodni dijelovi jaraka bili su mjesta taloženja fliša (*središnji dio sl. 283*), a njegovi dijelovi uz izdižuće strukture dinaridskog orogena, bili su mjesta taloženja karbonatnih klastita *"promina i jelar naslaga"* (*desna strana sl. 283*). Formiranje karbonatnih rampi na različitim dijelovima Vanjskih Dinarida dešavalo se u različito vrijeme. Idući od sjeverozapada prema jugoistoku Vanjskih Dinarida jasno se može uočiti odstupanje u vremenu početka, završetka i ukupnog trajanja uvjeta taloženja na prostorima ovih karbonatnih rampi. Na području današnje Istre taloženje u okolišima karbonatnih rampi odvijalo se od mlađeg ipresa do bartona, u sjevernoj Dalmaciji od srednjeg dijela mlađeg ipresa pa do mlađeg luteta/bartona, a u središnjoj Dalmaciji od starijeg/srednjeg dijela mlađeg ipresa do srednjeg mlađeg luteta/bartona. Dakle, na području Vanjskih Dinarida, u razdoblju od ipresa do bartona nastalo je nekoliko sustava karbonatnih rampi. Svaka od rampi bila je obilježena različitim razvojem i odlikama tijekom svojeg postojanja: razlikovale su se različitim debljinama istaloženih naslaga, vremenima početka taloženja, vremenima trajanja taloženja i postojanjem različitih taložnih okoliša, a što je sve najvećim dijelom bilo kontrolirano sinsedimentacijskom tektonikom vezanom uz izdizanje dinaridskog orogena i razvoj dinaridskog predgorskog bazena. Da bi se ovaj taložni sustav formiran tijekom paleogena na prostoru Vanjskih Dinarida razlikovao od mezozojskog, izoliranog platformnog, može se uvesti i novi paleogeografski termin - Dinaridski sustav karbonatnih rampi. Povišenjem nivoa podzemnih voda zbog nadolazeće transgresije u početnim fazama formiranja dinaridskog predgorskog bazena i dinaridskog orogena, mjestimice se u postojećim topografskim udubljenjima emergiranog mlađekrednog kopna formiraju izolirana jezerca u kojima se odvija brakična do slatkovodna vapnenačka sedimentacija, uz mjestimice i veliku akumulaciju organske materije iz koje su tijekom dijageneze nastajali i ugljeni. To su tzv. *"liburnijske naslage"* (ili *"kozina naslage"* - prema lokalitetu u JZ Sloveniji gdje postoji kontinuitet ovakve sedimentacije iz mastrihta u paleocen). Izgrađuju ih tamni i



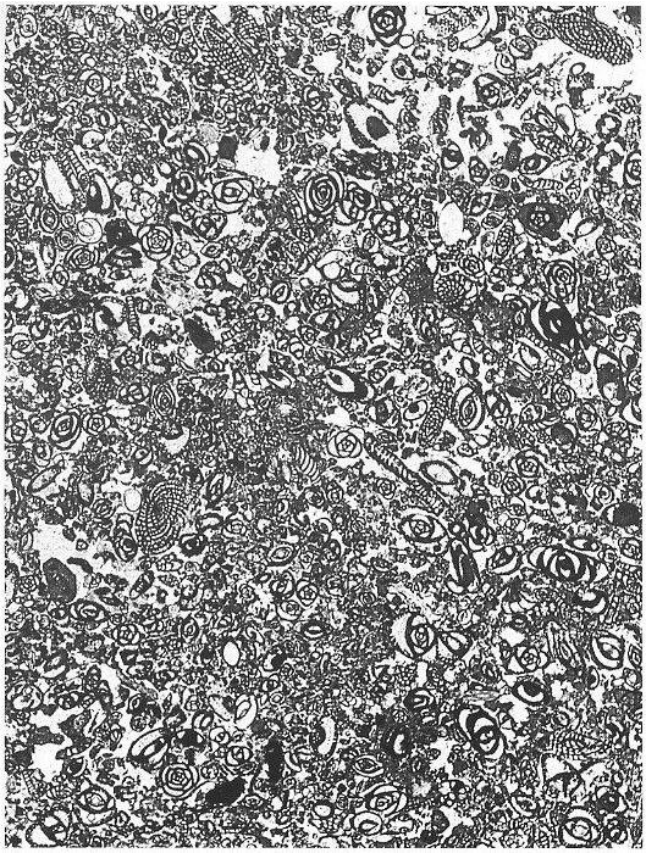
sl.283



sl.284

smeđi vapnenci s ugljenom (npr. u okolici Labina). Sadrže slatkovodne puževe *Stomatopsis* i *Cosinia*, a od biljaka oogonije ("sjemenke") algi skupine Charophyta (sl.284 - *Oogoniji hara, povećanje 35x*).

Sinsedimentacijskim spuštanjima na širem prostoru formirajućeg dinaridskog predgorskog bazena, a s tim u vezi i napredovanjem transgresije, dolazi do potpunog preplavljivanja mlađekrednog kopna, te se uspostavljaju taložni uvjeti karbonatnih rampi. U toj najranijoj fazi, u zaštićenim lagunskim okolišima karbonatnih rampi, vrlo plitkim i vrlo niske energije vode, otpočinje taloženje vapnenaca bogatih foraminiferama - miliolidama. Stoga se ovi vapnenci nazivaju - *"miliolidni vapnenci"* (sl.285 - *"miliolidni vapnenci", povećanje 10x*). Velika prisutnost miliolida unutar ovih vapnenaca ukazuje ili na uvjete povišene količine nutrijenata i/ili na ekstremni salinitet u vrijeme njihova taloženja. Miliolide su uglavnom živjele na vlatima morskih trava ili uz njihovo korijenje, i/ili na algama. Znači, u podini *"miliolidnih vapnenaca"* samo mjestimice se nalaze *"liburnijske (kozina) naslage"*, no najčešće su u njihovoj podini vapnenci iz različitih nivoa mlađe krede (konijak-mastriht). U Istri su *"miliolidni vapnenci"* stariji, a jugozapadnije na prostoru Vanjskih Dinarida su mlađi, a to zbog kasnijeg preplavljivanja tog dijela taložnog prostora, odnosno zbog tamo kasnije uspostave taložnih uvjeta karbonatnih rampi.



sl.285



sl.286

Slični okolišni uvjeti na formiranim karbonatnim rampama, no ipak malo dubljevodniji (između cca 5 do max. 30 m) i otvoreniji, vladali su i u vrijeme taloženje slijedećeg nivoa foraminiferskih vapnenaca, a to su *"alveolinski vapnenci"* (sl. 286 - *"alveolinski vapnenci", povećanje 15x*). Uloga morskih trava u životnom prostoru i miliolida i alveolina bila je dvostruka; trave su ″fiksirale″ poziciju njihovih kućica u slučaju mogućih kretanja morske vode, a također, vlati trave su djelovale i kao absorbenti prevelike količine sunčeve energije stvarajući miliolidama i

alveolinama ″zelena skrovišta″. U *"alveolinskim vapnencima"* prisutne su različite vrste alveolina, npr. *Aleveolina solida, A. cucumiformis, A. trempina, A. oblonga* i dr. Podređeno ima i foraminifera - numulita, npr. *N. subplanulatus, N. exilis*, a čest je i *Orbitolites* sp. Također, starost *"alveolinskih vapnenaca"* na prostoru Vanjskih Dinarida je različita; na sjeverozapadu su malo stariji, a jugoistočnije su malo mlađi.

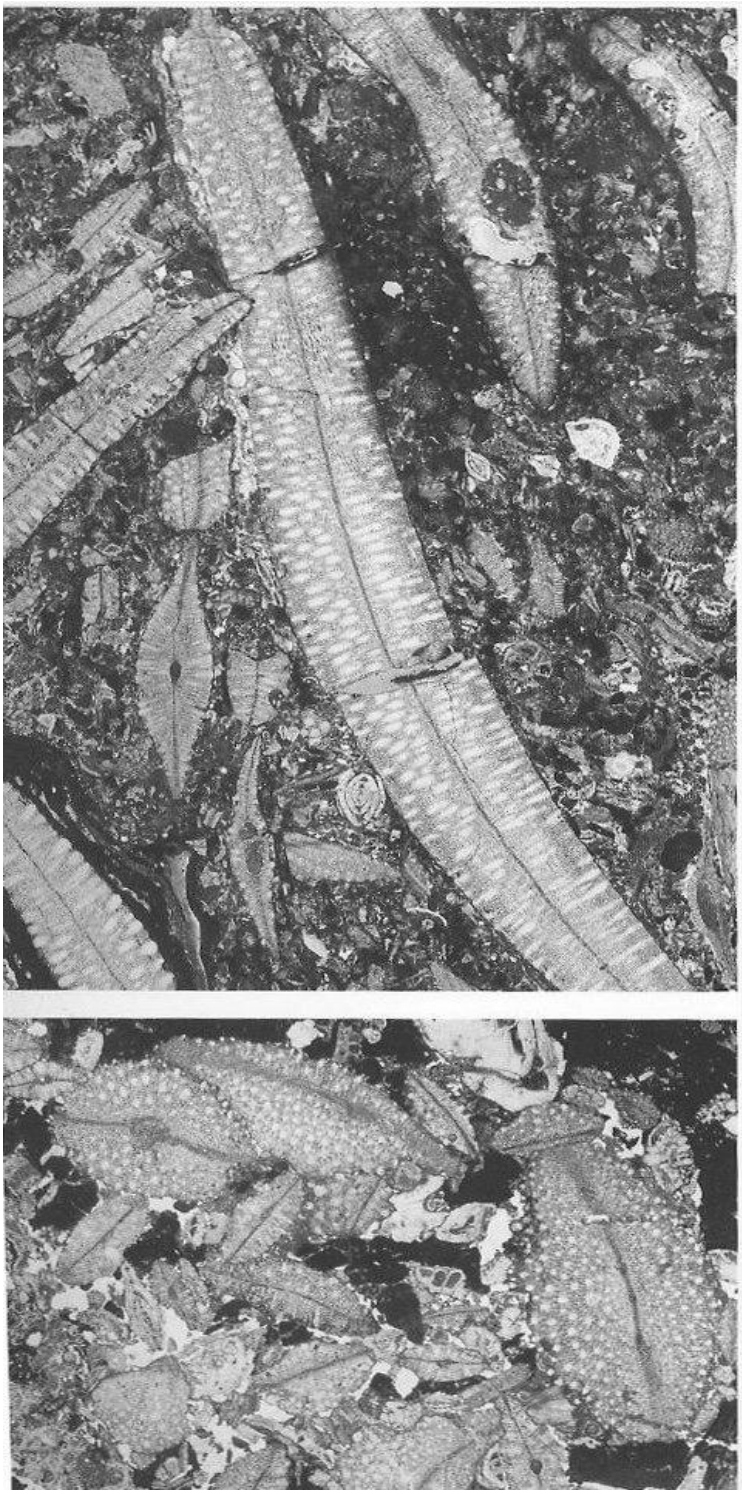
U relativno dubljevodnijim okolišima karbonatnih rampi (cca 30-80 m) izostaju morske trave a dno je pjeskovito, što je ekološki prihvatljivije sljedećoj skupini foraminifera - numulitima. Stoga se na *"alveolinskim vapnencima*" počinju taložiti *"numulitni vapnenci"* (sl.287 - *"numulitni vapnenci", povećanje 15x*). Današnja česta prisutnost i alveolina i numulita u vapnencima zasigurno više ukazuje na miješanje ljuštura obaju skupina pod utjecajem podmorskih strujanja tijekom razdoblja oluja, a manje na mogućnost njihovih istovrsnih okolišnih afiniteta. U *"numulitnim vapnencima"* su prisutni npr: *Nummulites millecaput, N. laevigatus, N. partschi, N. polygnathus, Assilina spira* i dr**.** Česte su i krupnoljušturne oštrige, različiti ježinci i dr.



sl.287

Na postojanje već izrazitije dubljevodnih taložnih uvjeta na karbonatnim rampama (dubina od cca 80-130 m), ukazuje učestala pojava foraminifera - diskociklina. One prevladavajuće izgrađuju *"diskociklinske vapnence"* (sl.288 - *"diskociklinski vapnenci", povećanje; gore 10x; dolje 15x*) koji naležu na *"numulitne vapnence"*. Asiline i numuliti česti su sa diskociklinama u ovim vapnencima, no kako oni ipak preferiraju relativno plićevodnije okoliše, njihova zajednička pojava u ovim naslagama ukazuje na post mortem transport. U relativno još dubljevodnijim dijelovima karbonatnih rampi (dubina preko 130 m) talože se *"prijelazne naslage" i/ili "globigerinski lapori"*. Izgrađuju ih glaukonitni vapnenci, glinoviti vapnenci i/ili lapori s manjom ili većom količinom glinovite komponente. Dakle, ove naslage ukazuju i na donos znatne količine najsitnije terigene komponente s udaljenih kopnenih prostora Eurazije. U njima se kao posljedica post mortem transporta mogu naći i *Nummulites polygyratus, Nummulites millecaput, Assilina spira*, a u nekim slojevima i rakovice *Harpactocarcinus puntulatus* i *Ranina***,** no najkarakterističnije su u njima prisutne pučinske foraminifere; razne globigerine, globorotalije, te nanoplankton. U zapadnoj Hercegovini naslage slične litologije (no ne i biofacijesa) upućuju pak na postupnu regresiju, tj. na postupno oplićavanje plitkovodnog taložnog prostora, kada se on oslađuje.

U prisutnim dubokovodnim jarcima, smještenim bočno od karbonatnih rampi na kojima se odvija taloženje *"foraminiferskih vapnenaca"* i *"prijelaznih naslaga"*, taloži se fliš. Formiranje ovih jaraka nije bilo vremenski ujednačeno, tako da su neki jarci formirani još i tijekom taloženja *"foraminiferskih vapnenaca"*. Znači, neki fliševi su vremenski ekvivalenti *"foraminiferskih vapnenaca"*. Fliš se sastoji od lapora, pješčenjaka, uložaka konglomerata i breča (npr. Pazinski fliški bazen), a odlikuje se turbiditnim karakteristikama.



sl.288

Krupnoklastični, marinsko-slatkovodni razvoj paleogenskih naslaga u Vanjskim Dinaridima predstavljen je *"promina naslagama"* (ime po planini Promina kraj Drniša). Radi se o klastitima sa širokim rasponom veličine zrna, a koji su taloženi u dinaridskom predgorskom bazenu i to u njegovu dijelu neposredno uz/ispred izdižućih struktura dinaridskog orogena. Zastupljene su laporima, kalkarenitima, čestim vapnenačkim konglomeratima, te čak i ugljenima. *"Promina naslage"* rasprostranjene su u Dalmaciji (širi prostor Obrovca i Benkovca - Bukovica, planina Promina), jugozapadnoj Bosni, zapadnoj i istočnoj Hercegovini, te kao manje pojave i u drugim područjima Vanjskih Dinarida. Njihov petrografski sastav, strukturno-teksturne karakteristike, te njihov prostorni i vremenski raspored ukazuju da su *"promina naslage"* taložene u predjelima najintenzivnijih tektonsko-strukturnih promjena dinaridskog orogena i dinaridskog predgorskog bazena. Njihovo taloženje započelo je na prijelazu stariji-srednji eocen, dakle istovremeno uz marinsko taloženje foraminiferskih vapnenaca u prostorima karbonatnih rampi dinaridskog predgorskog bazena. Znači, u dinaridskom predgorskom bazenu, u njegovim različitim dijelovima postoji istovremeno taloženje *"promina naslaga"*, kao molase erodirane sa već izdignutih dijelova dinaridskog orogena, zatim taloženje fliša u dubokovodnim jarcima smještenim ispred izdižućeg dinaridskog orogena, te taloženje foraminiferskih vapnenaca na karbonatnim rampama smještenim ispred dubokovodnih jaraka u kojima se taloži fliš. To upućuje kako na različite batimetrijske odnose u taložnom prostoru dinaridskog predgorskog bazena, tako i na postojanje već emergiranih prostora izdignutog dinaridskog orogena u njegovu zaleđu.

Taloženje *"promina naslaga"* nastavlja se i nakon potpunog izdizanja dinaridskog orogena (Dinarida) tijekom mlađeg eocena/oligocena/miocena. Čitavo vrijeme njihova taloženja tekućice

koje su tekle po manje ili više izdignutim dijelovima dinaridskog orogena erodirale su njegovu karbonatnu podlogu, te se taloženje ovih krupnozrnatih karbonatnih konglomerata i pješčenjaka, redovito s izrazitim teksturnim karakteristikama riječnih, deltnih, pa i močvarnih sedimenata, odvijalo dijelom u kopnenim, a mjestimice i na rubnim kopneno-morskim prostorima dinaridskog predgorskog bazena. Kasnije, nakon konačnog izdizanja Dinarida, njihovo taloženje se odvijalo i u prostorima Jadranskog bazena. Najsitnozrmatiji dio tog karbonatnog materijala koji je tijekom mlađeg eocena/oligocena rijekama bio donašan u priobalje Jadranskog bazena, a zatim podmorskim strujanjima prenašan u bazen i distalnije, vremenski je ekvivalent krupnozrnatih *"promina naslaga"*. To sitnozrnate naslaga bogate različitim ihnofosilima poznate su danas pod nazivom *"benkovački kamen"*.

Drugi tip krupnoklastičnog razvoja paleogenskih naslaga u Krškim Dinaridima predstavljen je *"jelar/velebitskim brečama"* (ime *"jelar breče"* po brdu Jelar u zapadnoj Lici). Izgrađuju ih krupnozrnati karbonatni klastiti pretežno uglatih, loše sortiranih fragmenata različitih dimenzija (od milimetarskih do metarskih), što ukazuje da fragmenti ovih breča nisu daleko transportirani. Ovi fragmenti su različitih mezozojsko-paleogenskih stratigrafskih pripadnosti, te ne ukazuju na starost ovih breča, nego pak na blizinu i vrstu ishodišnog stijenskog materijala od kojeg su nastale. Nastanak ovih breča vezan je za tektonske poremećaje na prostoru dinaridskog orogena tijekom srednjeg eocen/oligocena, te ih se može odrediti kao svojevrsne tektonske i/ili rasjedne breče do čije je litifikacije dolazilo u subaerskim (kopnenim) uvjetima pod utjecajem meteorske vode koja je tijekom dugih razdoblja cirkulirala kroz takav razdrobljeni stijenski materijal. Rasprostranjenost *"jelar/velebitskih breča"* u prostoru današnjih Vanjskih Dinarida je nepravilna. Formirale su se u zonama snažnih tektonskih kontakata i pokreta različita intenziteta, te se danas često lateralno, prstasto i vertikalno izmjenjuju sa čvrstim/nerazdrobljenim stijenskim zonama podinskih stijena koje prekrivaju. Prisutne su mjestimice u Lici, na Velebitu (otuda i naziv *"velebitske breče"*), otocima sjevernog Jadrana. Veći blokovi *"jelar/velebitskih breča"* zaostajali su bliže mjestima njihova nastanka, a manji fragmenti mogli su putovati i malo dalje i tako se u većoj ili manjoj mjeri zaobliti, pa mjestimice postoje i prijelazi od karbonatnih *"jelar/velebitskih breča"* do *"promina-konglomerata"*. To upućuje na približnu istodobnost formiranja ovih dvaju tipova krupnoklastičnih, molasnih paleogenskih naslaga Vanjskih Dinarida.

7.5.1.4. Paleogenski bazenski prostor Unutrašnjih Dinarida

Za razliku od prostora Jadranske karbonatne platforme gdje je krajem krede došlo do emerzije, unutar bazenskog prostora dinaridskog dijela Tethysa na prijelazu krede u paleogen postoji kontinuitet taloženja koji je vidljiv na nekim lokalitetima na Medvednici, u Samoborskom gorju, na Baniji i drugdje. Na Medvednici (npr. Jablanovec), u Samoborskom gorju, na Baniji, ima paleocenskih 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 sporadično vapnenci. Eocen je znatno prisutniji na površini. Prisutni su različiti klastiti: breče, pješčenjaci, šejlovi, tufitične gline i grebenski vapnenci. Unutar dubokovodnih klastita Banije dolaze različite vrste gastropodnog roda *Cerithium*, a ima i pučinskih mikrofosila; *Globorotalia* i *Globigerina*.

Oligocen je slabije poznat, a tamo gdje ga ima (npr. Ravna Gora, Strahinšćica, Ivanšćica, Požeška gora, Kalnik) uglavnom je klastičan (lapori, gline, pjesci, pješčenjaci, konglomerati) i slatkovodan (zbog oligocenske regresije) (vapnenci i ugljeni). Oligocen je prisutniji u susjednoj Sloveniji. Starijeg oligocena nema pa su naslage srednjeg oligocena transgresivne na

diferenciranu podlogu i često se međusobno razlikuju. Na mnogim mjestima nakon transgresivnih konglomerata dolazi do diferenciranja naslaga s mogućnošću 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 nađena je i bogata flora (*Sequoia*, *Eucalyptus* i dr.), zatim morske ribe i dr.. Ove naslage su pretežno brakično-slatkovodne.

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

7.5.2. Neogen i Kvartar

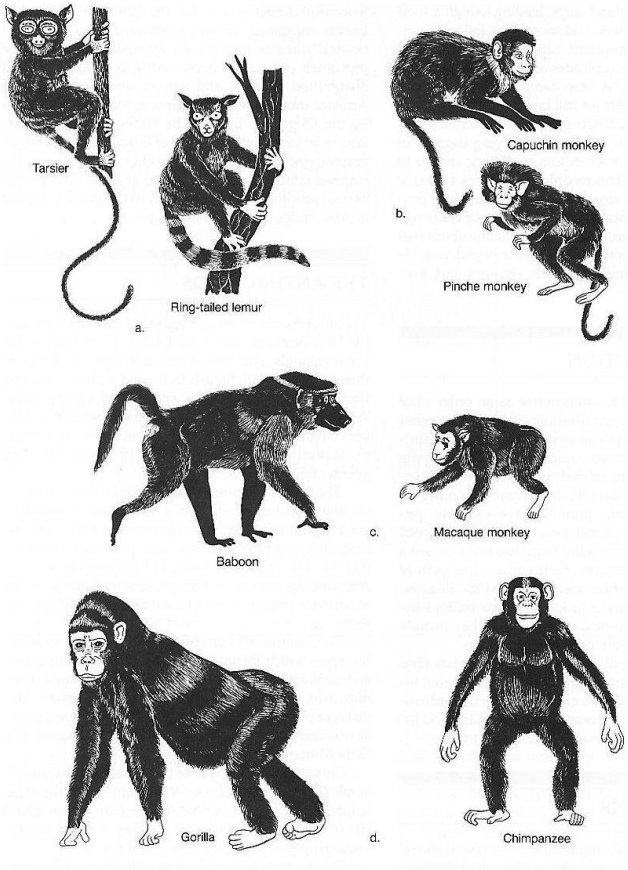
Granica između paleogena i neogena nije obilježena nekim dramatičnim zbivanjima, kako u evolucijskom, tako ni u tektonskom smislu. Dvije neogenske i dvije kvartarne epohe: miocen, pliocen, pleistocen i holocen, imenovao je Charles Lyell, 1833. godine, a to na temelju podjele marinskih sedimenata u Francuskoj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

PERIOD	EPOHA	DOBA		prije sadašnjosti u milijunima godina
KVARTAR	Holocen	Antropocen		0,001950 - 0
		Meghalayan		0,0042 -0,001950
		Northgrippian		0,0082 - 0,0042
		Greenlandian		0,0117 - 0,0082
	Pleistocen	Tarantian		0,126 - 0,0117
		Chibanian		0,781 - 0,126
		Calabrian		1.80 - 0,781
		Gelasian		2,58 - 1.80
NEOGEN	Pliocen	TETHYS	PARATETHYS	
		Piacenzij	Romanij	3,60 - 2,58
		Zanklij	Dacij	5 - 3,60
	Miocen		Pont	
		Mesin		7,24 - 5,33
			Panon	
		Torton	Sarmat	11,63 - 7,24
			Baden	
		Seraval		13,82 - 11,63
			Karpat	
		Langij	Otnang	15,97 - 13,82
		Burdigal	Egenburg	20,44 - 15,97
		Akvitan	Eger	23 - 20,44

tab.15

7.5.2.1 Živi svijet neogena i kvartara

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



sl.289

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 provodni fosili unutar neogenskih dubokovodnih sedimenata.

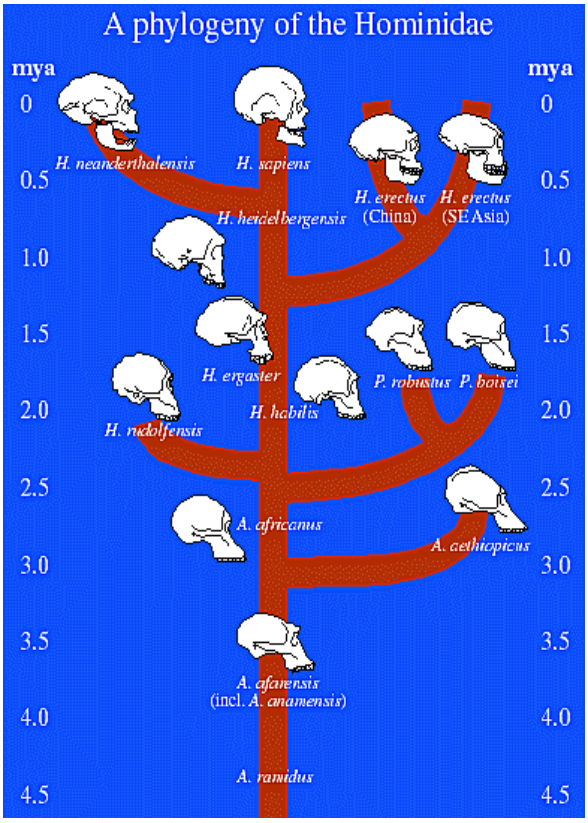
U miocenu se po prvi puta na koraljnim grebenima javljaju i čvrste algalne prevlake koje su izgrađene od crvenih algi iz skupine Corallinaceae (naročito rod *Lithothamnium*), a koje su učvršćivale grebene od udara snažnih oceanskih valova, te time omogućile njihov još bujniji razvoj.

U miocenu procvat doživljavaju i slatkovodne 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.

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 skupina, 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 starijeg miocena postali su značajni i dupini (javljaju se još od oligocena), koji u stvari predstavljaju "specijalizirane" male kitove.



sl.290

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 nazivati i dobom žaba, dobom štakora, dobom miševa,



sl.291

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). Također, 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 pospješen 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 neogenskom ekosistemu svakako je bio daljnji razvoj primata (sl.289 - *Podjela primata*). Pojavili su se još u paleocenu. Dijele se u dva podreda: Strepsirrhini (sl.289a) i Haplorhini (sl.289b-d). Haplorhini se nadalje dijele u tri porodice: "majmuni novog svijeta" (širokonosni majmuni - Platyrrhini) (sl.289b); "majmuni starog svijeta" (uskonosni majmuni - Catarrhini) (sl.289c), te "čovjekoliki majmuni" (sl.289d) i Hominidi (ljudi)".



sl.292

S početka pliocena datiraju i najstariji fosilni nalazi predstavnika familije čovjekoliki majmuni i Hominidi (sl.290 - *Filogenija hominida*). Radiometrijskim datiranjem utvrđeno je da najstariji ostaci ove familije pripadaju vrsti *Ardipithicus 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), *Paranthropus robustus* (2.2-1.6), *Homo habilis* (2.2-1.6), *Homo erectus* (2.0-0.4), *Homo heidelbergensis*, (0.7-0.2), *Homo sapiens neandertalensis* (0.2-0.03) i *Homo sapiens sapiens* (0.2-danas). Postoji nekoliko razvojnih linija afričkog roda pliocenskih čovjekolikih majmuna *Australopithecus* (sl.290), no zbog izostanka potpunije fosilne dokumentacije, tj. zbog samo pojedinačnih nalaza različitih vrsta iz različitih 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.291 - *Homo habilis*)

volumen mozga bio već oko 700 cm^3, kod *Australopithecus afarensis-a* (*Lucy*) (sl.292 - *Australopithecus afarensis*) iznosio je oko 450 cm^3 (kao i kod današnjih gorila i čimpanzi).

7.5.2.2. Klima neogena i kvartara

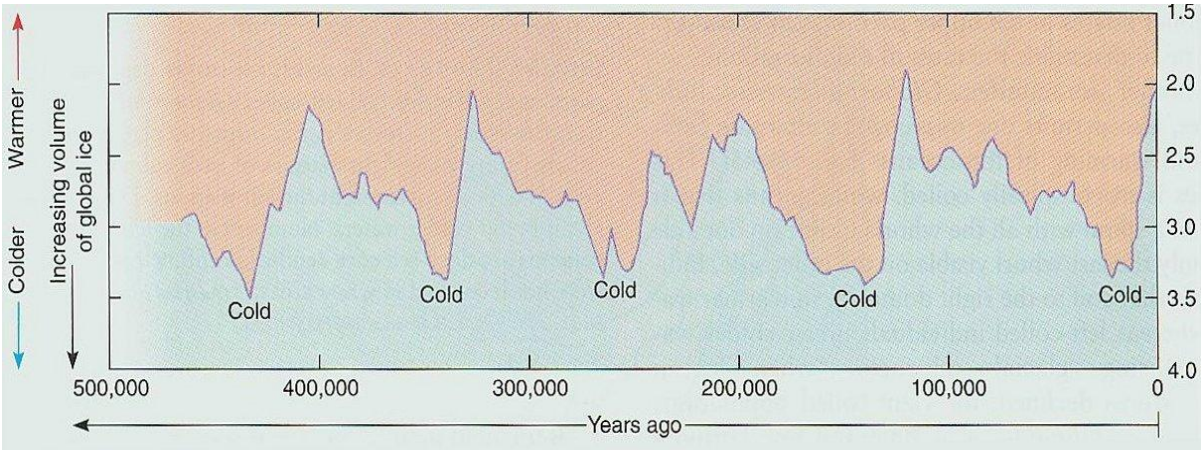
Krajem miocena globalna morska razina pala je za 50-tak metara, a to kao posljedica izrazitih oledbi na području Antartike. Ovaj tzv. *"mesinski događaj"* (Mesin - zadnji kat miocenske serije taložene u tetijskom prostoru) izolirao je Sredozemno more, a što je uzrokovalo njegovo privremeno isušivanje (*"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 zahlađenje nije zahvatilo čitavu Zemlju, jer npr. kopnena flora i marinski mikrofosili uz pacifičku obalu Sjeverne Amerike ukazuju na suprotni trend: zagrijavanje.

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.293

Početkom pliocena globalna morska razina ponovno je počela rasti te je tijekom starijeg pliocena bila viša no danas. Plitka i topla epikontinentalna mora preplavljivala 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 hlađenje klime na sjevernoj Zemljinoj hemisferi zabilježeno je u sedimentima promjenom planktonske zajednice, a što je utvrđeno u dubokim bušotinama sjevernog Atlantika. Također, iz tog su razdoblja i prvi morenski sedimenti prisutni na prostorima sjevernog Atlantika i Islanda gdje se nalaze iznad radiometrijski datiranih efuziva. No



sl.294

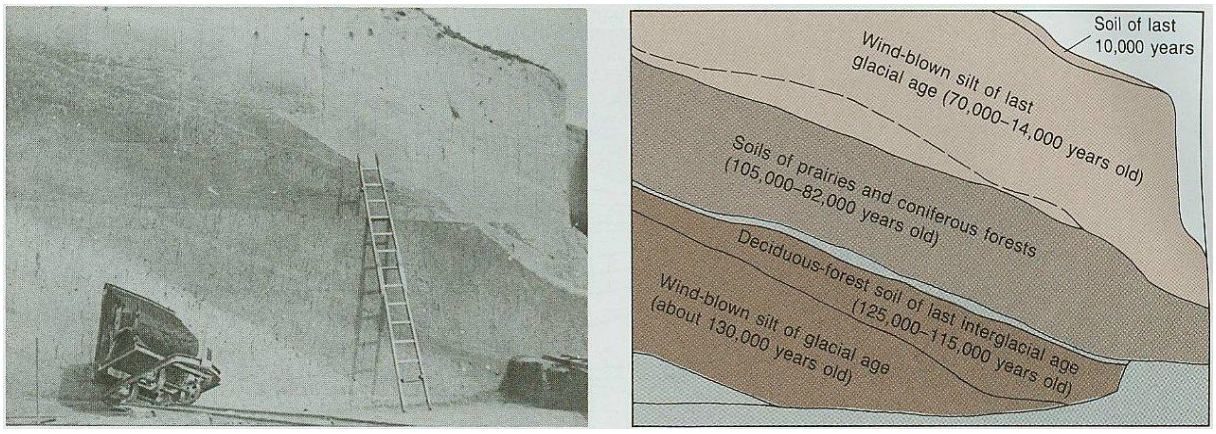
ipak, najčešće su zabilježeni tragovi oledbi na sjevernoj Zemljinoj hemisferi iz razdoblja pleistocena, kada su zabilježena četiri glavna razdoblja kontinentalnih oledbi koja se nazivaju glacijalima, a između kojih je bilo četiri razdoblja bez kontinentalnih oledbi koja se nazivaju interglacijalima (sl.293 - *Podjela pleistocena*).

Tijekom glacijala bilo je manjih oscilacija u površini rasprostranjenja ledenih pokrova, a isto tako i tijekom interglacijala bilo je "kraćih" razdoblja sa formiranjem manjih ledenih pokrova, a što je dokazano proučavanjem odnosa izotopa kisika O^{18} i O^{16} u kućicama pučinskih foraminifera izvađenim iz dubokih bušotina. Na temelju tih proučavanja ustanovljeno je da je bilo 18 manjih glacijalnih ekspanzija tijekom pleistocena, po jedna nakon svakih 100 000 godina, pri 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.294 - *Dinamika napredovanja i povlačenja ledenih pokrova tijekom posljednjih 500 000 godina*).

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 otprilike 15 000 - 8000 godine.

Pleistocenski sedimenti (naravno, sa prostora koji nisu bili zahvaćeni glacijacijom) pokazuju pravilnu cikličnost (sl.295 - *Cikličnost naslaga pleistocena*). Najniži interglacijalni nivo izgrađuju sedimenti listopadnog šumskog tla bogati polenom koji su se istaložili tijekom vlažnih i toplijih interglacijalnih razdoblja nego što je ono u kojem mi danas živimo. Na njima slijede sedimenti prerija i šuma četinjača koji ukazuju na posupno zahlađenje klime. Na kraju interglacijalnog slijeda uvijek se nalazi les - sediment glacijala, donešen vjetrom iz

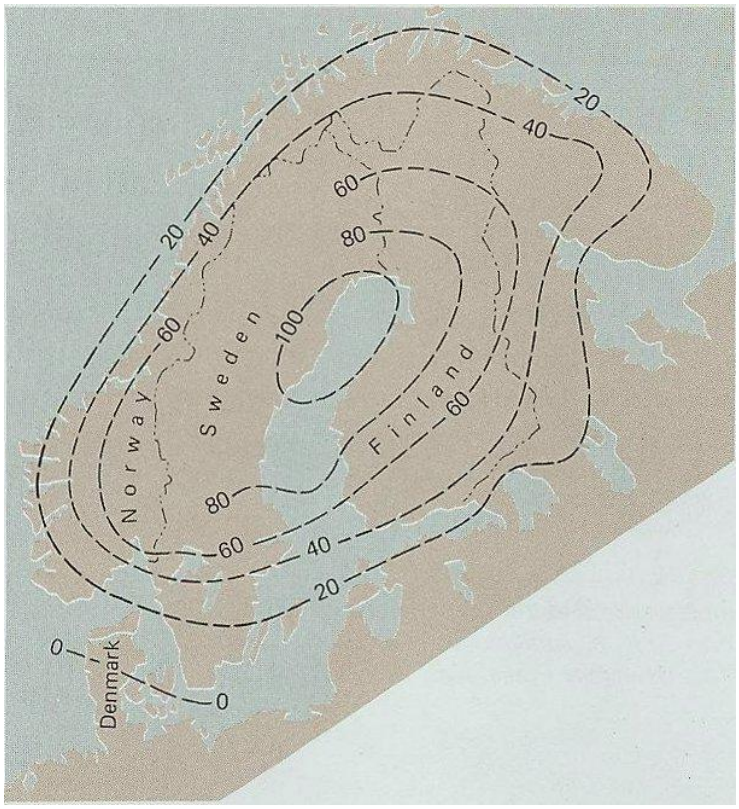


sl.295

pleistocenskih ledenih pustinja koje su se uvijek razvijale ispred ledenih pokrova, a u koje je taj sitnozrnati 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 čudno što generacije prirodoslovca tijekom 19. stoljeća te *"zapise"* nisu uspjeli pravilno pročitati. Ogromni *"eratički blokovi"* koji mjestimice i samostalno stoje jako udaljeni od planina građenih 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 izgrađuju mnoge poznate geografske lokalitete kao npr. *Cape Cod*, Massachusetts, SAD. Neke pak zatvaraju ogromne depresije zaostale nakon otapanja ledenjaka, npr. američka Velika jezera. Hudsonov zaljev je također depresija u koju je prodro



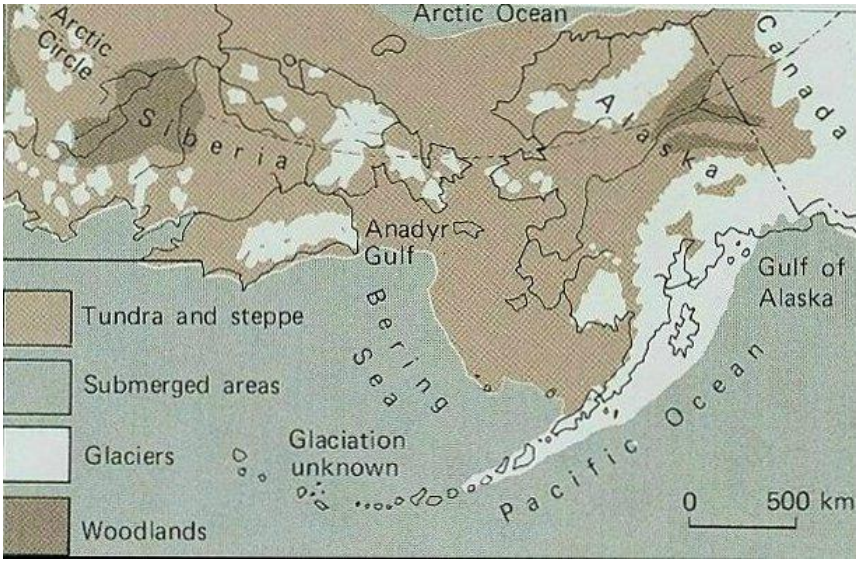
sl.296

Atlantik, a koja je nastala pod pritiskom leda. Također, na prostoru središnje Skandinavije izmjerno je izdizanje terena za oko 100 m nakon što se otopio ledeni pokrov prije 10 000 godina (sl.296 - *Iznosi izdizanja u metrima na prostoru Skandinavije nakon otapanja pleistocenskog leda*). Spuštanjem ledenjaka s viših, hladnijih planinskih predjela u niže, toplije, oblikovane su mnoge ledenjačke doline karakterističnog "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 čak toplija od ovog interglacijala u kojem mi danas živimo.

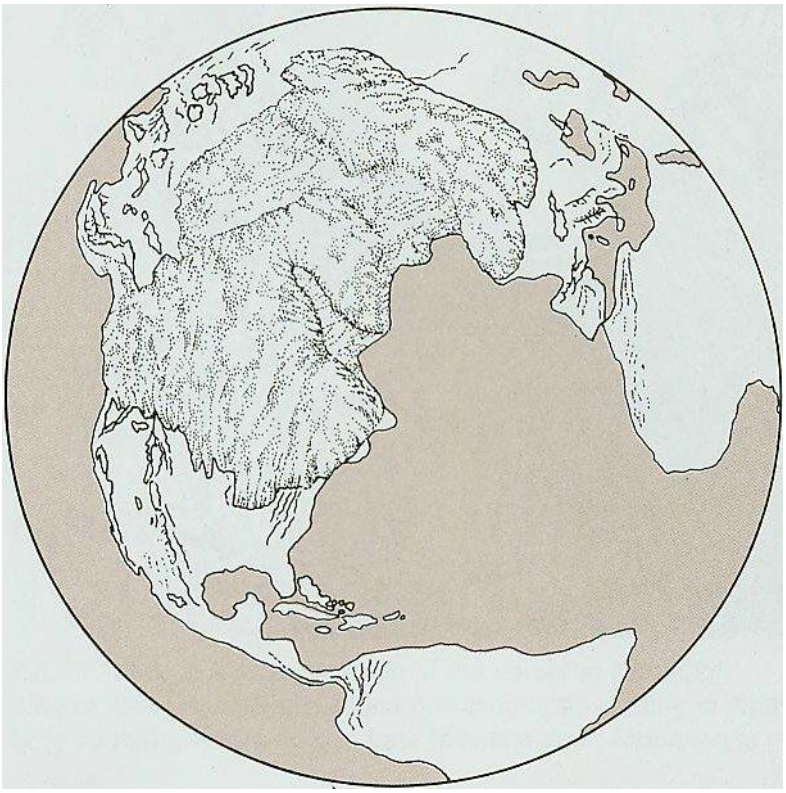
Za praćenja promjena klime tijekom pleistocena veliki značaj ima i istraživanje polena kopnenih biljaka, iz čega se jasno vidi migracija biljnih vrsta ka jugu, odnosno sjeveru.

Osim migracija biljaka dešavale su se i migracije životinja, pa čak 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 bez leda bila je tzv. Beringija (sl.297 - *Paleogeografija Beringije tijekom posljednjg glacijala*); prostor Aljaske i Sibira između kojeg, 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 time prostor Sjeverne Amerike.



sl.297

Danas postoje samo dva kontinentalna ledena pokrova onakvog izgleda kakvi su na Zemlji bili prisutni tijekom pleistocenskih glacijala; jedan prekriva najveći dio Grenlanda, a drugi gotovo čitavu 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 prosječnih debljina od oko 2

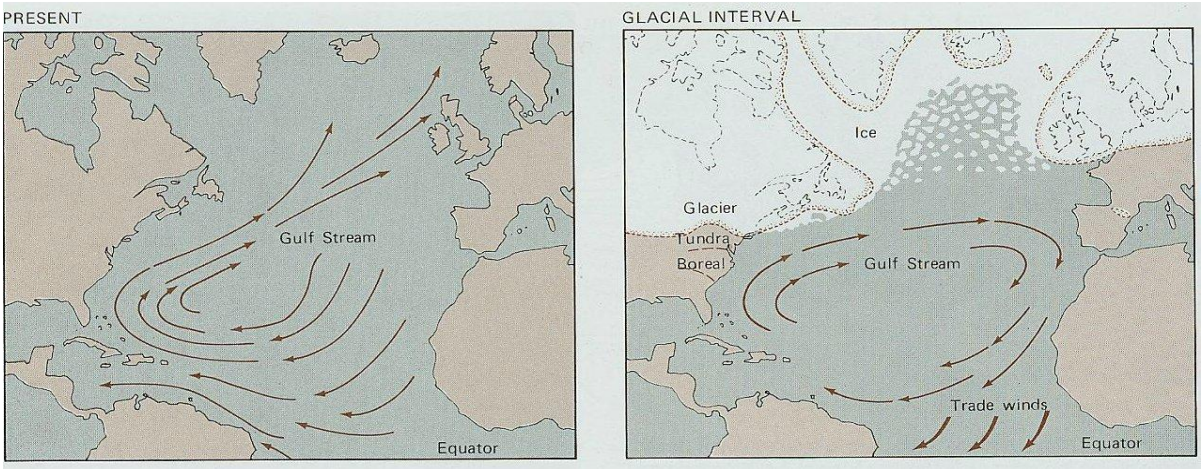


sl.298

kilometra. S kontinentalnih prostora u mora 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 građeno od mekanog sedimenta po kojemu su tekle rijeke, usjecajući duboke riječne 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.298 - *Rasprostranjenje kontinentalnog leda tijekom pleistocenskih glacijala*). Kako je prostor sjevernog Atlantika bio blizu svim tim glacijalnim centrima, bio je u velikoj mjeri zaleđen. To je onemogućilo prodiranje Golfske struje na sjeveroistok tako daleko kao danas (do 55 stupnja sjev.geog.širine), te je ona bila usmjerena više na istok, ka Španjolskoj (sl.299 - *Strujanja u Atlantiku danas i tijekom posljednjeg glacijala*). To je uzrokovalo mjenjanje smjera puhanja pasatnih vjetrova koji su počeli 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



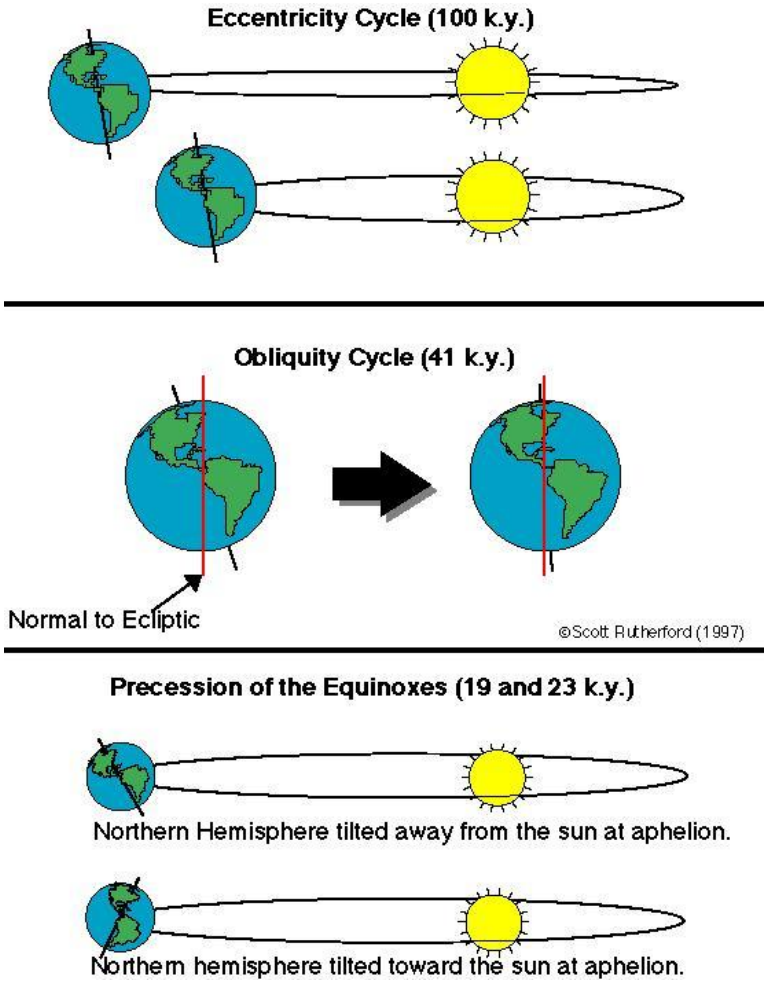
sl.299

Meksičkom zaljevu, kao danas). Na taj je način golfska struja dobivala manju količinu 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 daljnjeg hlađenja i stvaranja još većih ledenih pokrova. Također, kada se led jednom počne topiti tamna podloga kopna absorbira više sunčeve svijetlosti, te se zagrijavanje i topljenje leda *"automatski"* nastavlja. Stoga je pravo pitanje: "A što inicira stvaranje prvog leda, odnosno početak 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 zahlađenja 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.



sl.300

Za pleistocen ovo objašnjenje ne vrijedi jer je sjeverni pol bio smješten upravo u Arktičkom 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.

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

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 interglacijala objašnjavaju promjenom orbitalnih parametara Zemlje (*"Milankovićevi ciklusi"*) (sl.300 - *Promjene orbitalnih parametara Zemlje*). Naime, nagib osi Zemljine rotacije (*obliquity*) mijenja se svakih 41 tisuće godina, ekscentricitet 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 orijentacije Zemlje prema Suncu

postupno i različito mjenjaju intenzitet Sunčeva zračenja na različitim djelovima Zemlje. Tako, tijekom razdoblja manjeg ili većeg smanjenja intenziteta Sunčeva 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 i raspored kopna i mora, a koji je bio promjenjiv tijekom geološke prošlosti. Oledbe su bile intenzivnije kada su zahvaćale i kontinetalne prostore. Periodičke oledbe i otapanja ledenih pokrova uzrokuju i periodičke oscilacije globalne morske razine, a što se ponekad jasno može prepoznati i u sedimentnim *"zapisima"*.

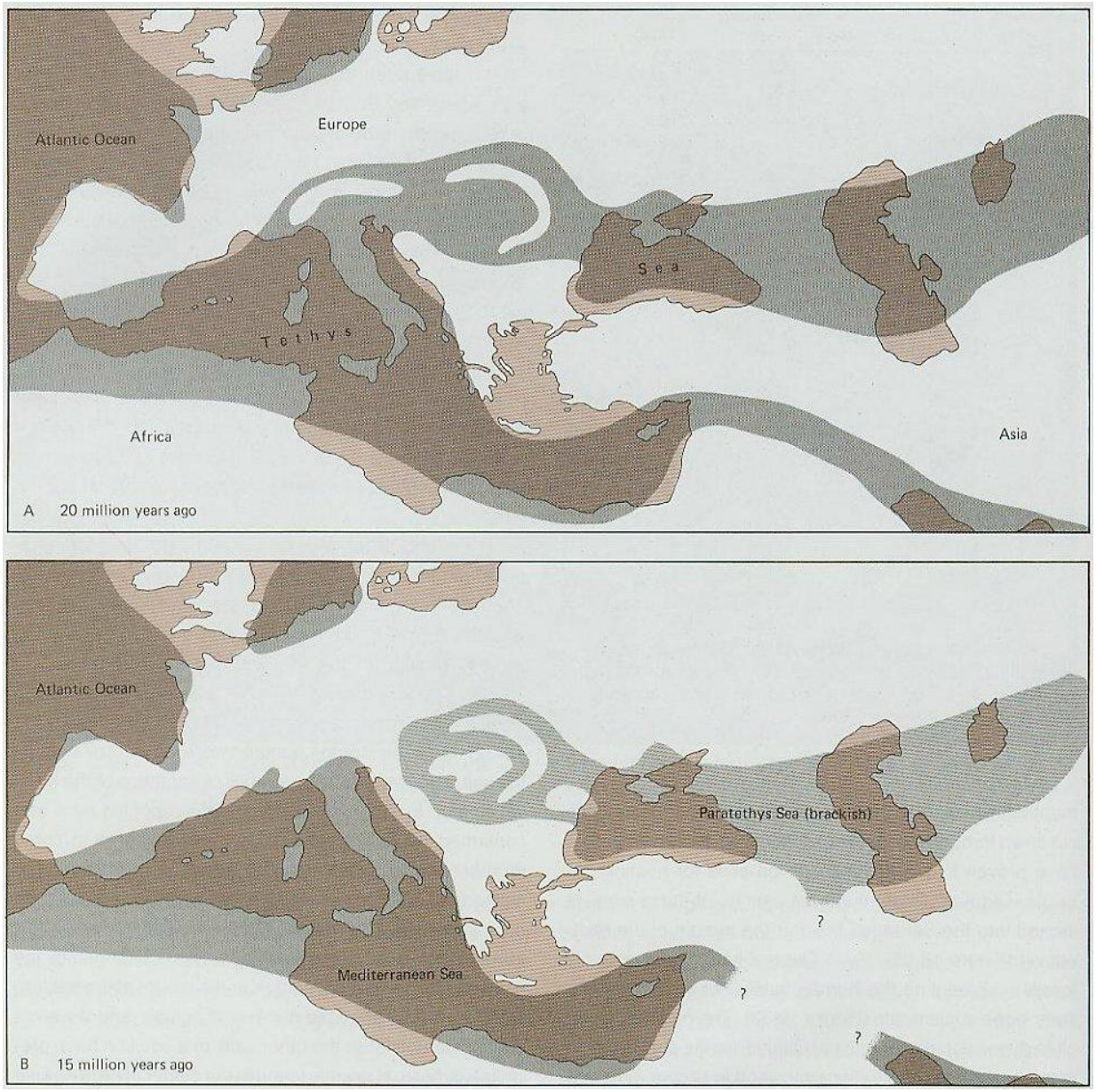
Pored izrazitih klimatskih promjena kao što su glacijali i interglacijali, u prošlosti su bile prisutne i manje klimatske promjene unutar kraćih vremenskih razdoblja. Tako npr. između 1500. i 1850. godine bilo je jedno hladno razdoblje koje se može nazvati *"Malim ledenim dobom"*, a koje je svoj vrhunac imalo oko 1700. godine. U tom je razdoblju na prostorima Skandinavije i istočnog dijela SAD klima bila znatno hladnija no ikada prije i kasnije.

7.5.2.4. Paleogeografija neogena na prostoru Tethysa

Postupnom kolizijom afričke i eurazijske ploče koja je otpočela još negdje oko granice eocen-oligocen postupno se izdižu planinski lanci Alpa, Dinarida, Helenida (u Grčkoj) i Taurusa (u Turskoj). Formiranjem ovih planinskih lanaca istočni dio Tethysa dijeli se na dva dijela; južni, i sjeverni koji se naziva Paratethys (sl.301 - *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. Na prijelazu sarmata u baden, prije oko 12-11 milijuna godina, puca veza između južnog kraka Tethysa i Paratethysa u području Alpa, čime Paratethys postaje ogromno jezero koje se zbog dotoka slatkih voda sa eurazijskog kopna postupno oslađuje. Na području današnjih Sirije i Iraka, uznapredovalom kolizijom afričke i eurazijske ploče tijekom mlađeg egenburga i starijeg otnanga (prije 18-17 milijuna godina), puca veza južnog kraka Tethysa s indopacifičkim prostorom na istoku, čime se od južnog kraka Tethysa formira Sredozemno more, a i omogućuje migracija kopnenih životinja iz Afrike u Europu i obrnuto. Krajem miocena, prije otprilike 6 milijuna godina, zbog izrazitih oledbi u antarktičkom prostoru, globalna morska razina pada čime i u prostoru Sredozemnog mora dolazi do izrazitog oplićavanja uz taloženje debelih naslaga evaporita (*"mesinska solna kriza"*) (sl. 302 - *"Mesinska kriza" i raspad Paratethysa*). Prisutnost miocenskih solnih doma, sličnih 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 predstavljao plitkovodni evaporitni bazen sa prostranim potpuno emergiranim dijelovima. To je potvrđeno i bušenjima na prostoru Sredozemnog mora, provedenim 1970 godine, kada je u istočnim dijelovima Sredozemlja nađen i halit koji je predzadnja sol u evaporitnoj seriji koja se izlučuje iz otopine prije njena potpuna isparavanja. Također, prisutnost dubokih kanjona ispunjenih pliocenskim sedimentima na mjestima današnjih podmorskih sedimenata rijeka Rhone i Po, još je jedan dokaz da su tada te rijeke tekle po dijelom okopnjenom prostoru dna današnjeg Sredozemnog mora. Rijeke su u taj isušeni prostor doticale iz smjera oslađenog 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.302), a istovremeno je započelo ispunjavanje Sredozemnog prostora s morem iz smjera Atlantika. Na to ukazuje prisutnost dubokovodne

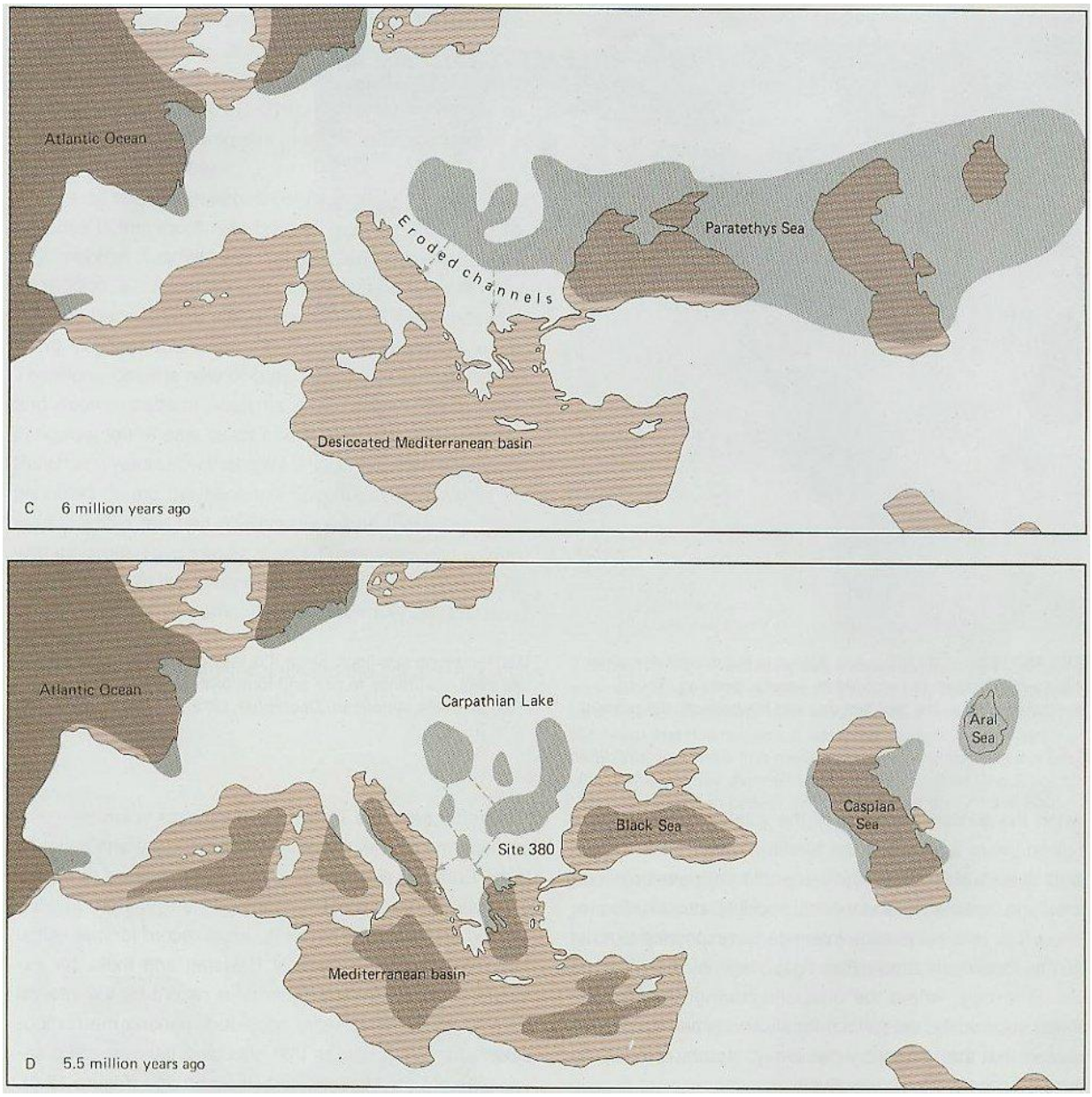
marinske mikrofosilne zajednice u vrhu solnih doma Sredozemlja.



sl.301

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

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



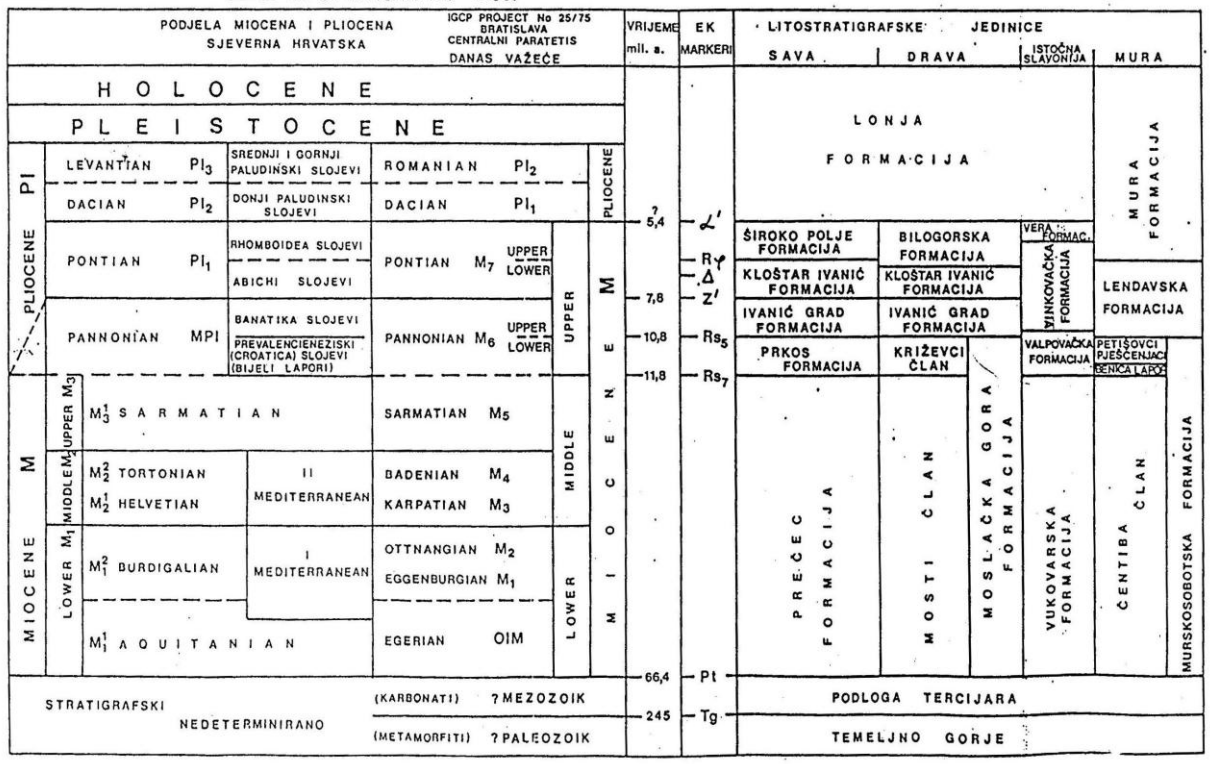
sl.302

7.5.2.5. Razvoj neogena u području sjeverne Hrvatske

Razvoj neogena u području Paratethysa razlikuje se od onog na području Sredozemlja, pa zato postoje i drugačiji nazivi za pojedine dijelove miocena i pliocena (tab.15). Nakon formiranja Paratethysa (negdje oko granice eocen-oligocen), najveći dio današnjeg prostora sjeverne Hrvatske postao je kopno, a tijekom oligocena taloženje se nastavilo samo u njenom sjeverozapadnom dijelu.

Neogenske naslage na prostoru sjeverne Hrvatske pripadaju prostoru centralnog Paratethysa (postoji još i zapadni, te istočni Paratethys) koji se nalazi na prostoru između Bavarske i Karpata. U geotektonskom smislu najveći dio centralnog Paratethysa obuhvaća Panonski bazenski sustav ograničen Alpama, Karpatima i Dinaridima. Naslage na prostoru Panonskog bazenskog sustava mjestimice naliježu na oligocenske slatkovodne do brakične naslage, a mjestimice diskordantno naliježu i na još stariju podlogu. Podloga im je često i

nepoznata (zbog izrazite prekrivenosti). Na prostoru Panonskog bazenskog sustava koji danas pripada sjevernoj Hrvatskoj tijekom starijeg miocena formirala su se dva taložna prostora; manji, bazen Hrvatskog Zagorja koji je obuhvaćao prostor sjeverozapadne Hrvatske s prelaskom i u susjednu Sloveniju i, veći, Sjevernohrvatski bazen koji je obuhvaćao gotovo cjelokupni prostor sjeverne Hrvatske, površine otprilike 32 000 km^2. Tijekom starijeg miocena, ova dva bazena odlikovala su se različitim taložnim zbivanjima, da bi se od sredine badena taložni uvjeti u njima ujednačili, te od tada govorimo samo o jednom, jedinstvenom Sjevernohrvatskom bazenu. Sjevernohrvatski bazen predstavlja prostor kontinentalnog riftovanja u kojem je formirano nekoliko subbazena (depresija, potolina) kao što su; Drava depresija (sa 7000 m neogenskih naslaga), Bjelovar depresija (3000 m), Požega depresija (2700 m), Sava depresija (5500 m) i Karlovac depresija (3000 m), koja se nastavlja prema sjevernoj Bosni. Najveća debljina naslaga u Dravskoj depresiji ukazuje na najraniji početak njena formiranja, a uz to, u njoj su prisutni i badenski bazalt-andeziti i piroklastiti u mjestimičnoj debljini i od nekoliko stotina metara. Dravska depresija u stvari predstavlja mjesto inicijalnog kontinentalnog riftovanja na prostoru



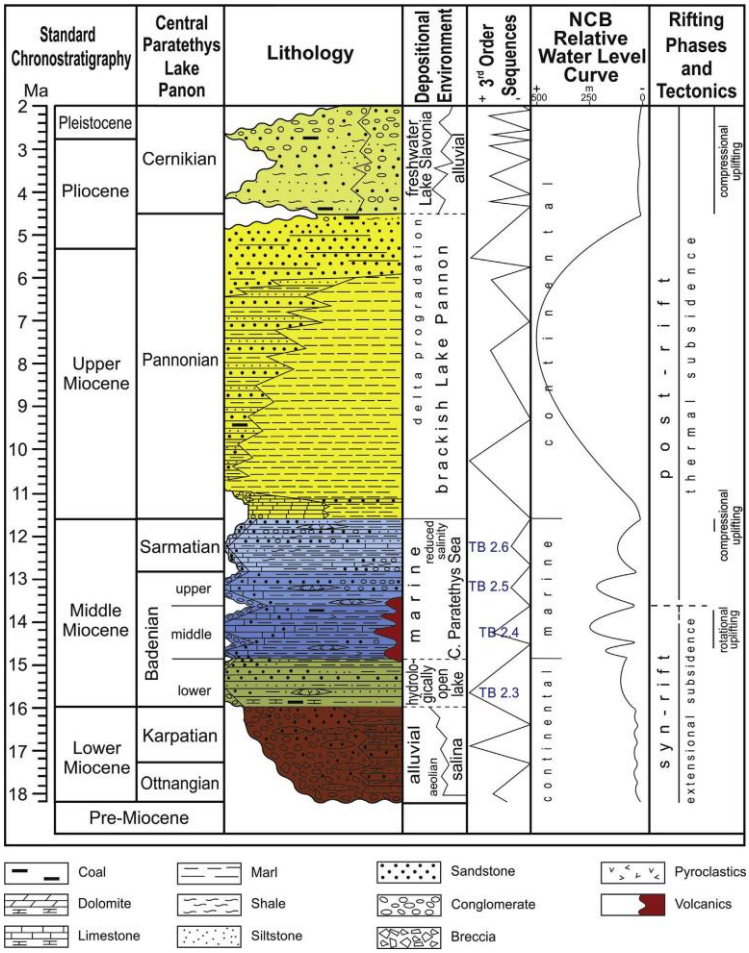
tab.16

Sjevernohrvatskog bazena. Zbog postojanja ležišta nafte i plina u ovim je depresijama tijekom druge polovine prošlog stoljeća izveden velik broj dubokih bušenja (od strane nekadašnje INE Naftaplin), te su one iznimno dobro istražene i poznate. Zbog praktičnih razloga, pri razradi ležišta ugljikovodika, prisutne neogenske naslage podjeljene su na različite litostratigrafske jedinice: grupe, formacije i članove. Tako npr. u savskoj depresiji određene su formacije: Prečec, Prkos, Ivanić-grad, Kloštar, Široko polje i Lonja (tab.16 - *Korelativni prikaz neogenskih naslaga iz depresija Panonskog bazenskog sustava*). No ipak, u narednom tekstu biti će dan opis samo onih naslaga Panonskog bazenskog sustava koje su dostupne površinskom promatranju.

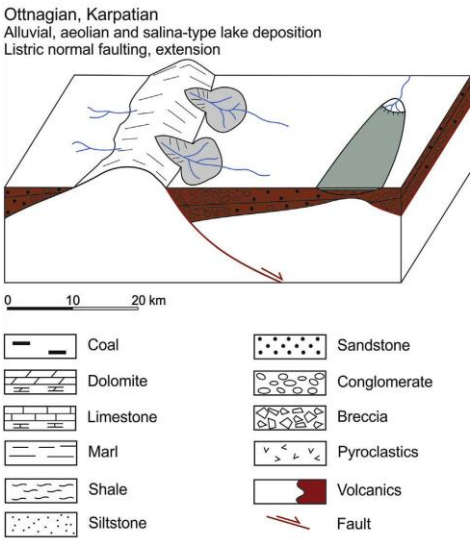
Moguće je razlikovati dvije faze razvoja Sjevernohrvatskog bazena (sl.303 - *Sedimentološko-stratigrafski stup Sjevernohrvatskog bazena* i sl. 304-311- *Pavelić & Kovačić, 2018*); 1) sin-riftna faza, koja je trajala od otnanga do srednjeg badena i koja je bila karakterizirana kontinentalno-marinskim taloženjem i; 2) post-riftna faza koja je trajala od mlađeg badena do kvartara i koja je bila karakterizirana marinsko-kontinentalnim taloženjem. Granica između ovih dvaju faza jasno je

obilježena u bazi gornjobadenskih naslaga blokovskim izdizanjima, a s time u vezi i intenzivnom erozijom sin-riftnih naslaga, te čak i površinskom pojavom predneogenskih naslaga. Nakon toga, tijekom mlađebadenske transgresije, nove marinske naslage istaložile su se na tu izdignutu/erodiranu podlogu.

U bazenu Hrvatskog Zagorja koji obuhvaća prostore Ivanščice, Strahinščice, sjevernog Kalnika, murske depresije i zapadnog dijela dravske depresije, eger i egenburg su predstavljeni brakičnim do marinskim pjescima, pješčenjacima, laporima, brečama, 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 pješčenjaci"* prisutni na padinama Strahinščice i Ivančice. U njima ima i tufova. Od mekušaca dolaze: *Chlamys northamptoni*, *Pecten reussi*, *Pecten beudanti* i drugi. Istovremeno, na prostoru Sjevernohrvatskog bazena bila je emerzija.



sl.303

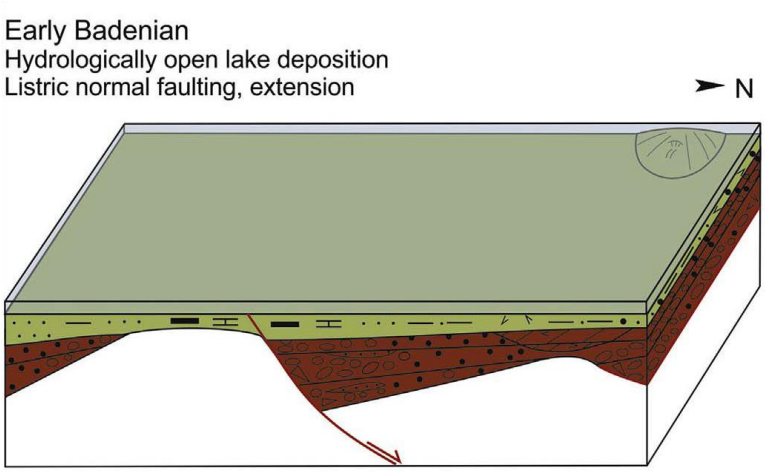


sl.304

Otnang se također razlikuje na ova dva prostora. Na području bazena Hrvatskog Zagorja karakteriziran je taloženjem raznovrsnih marinskih klastita glina, lapora i pješčenjaka s foraminiferama: *Globigerina ciperoensis*, *Globigerina ottnangiensis*, *Elphidium flexuosum*, a koji se nastavljaju na *"maceljske pješčenjake"*. S druge strane pak, na prostoru Sjevernohrvatskog bazena taloženje se tijekom otnanga i karpata odvijalo u kontinentalnim, aluvijalnim okolišima (sl. 303 i 304). Debljina istaloženih naslaga iznosi oko 350 m i radi se o brečama i konglomeratima koji se vertikalno i lateralno izmjenjuju sa podređeno prisutnim pješčenjacima i siltitima, a koji su istaloženi na prostorima aluvijalnih lepeza. Rijeđe su prisutne crvene naslage, laminirani kalkreti, kopneni karbonati i piroklastiti. Ostaci flore i faune izostaju. Ove naslage mogu se naći na prostorima Kalnika, Medvednice, Psunja i Požeške gore gdje naliježu na predneogensku

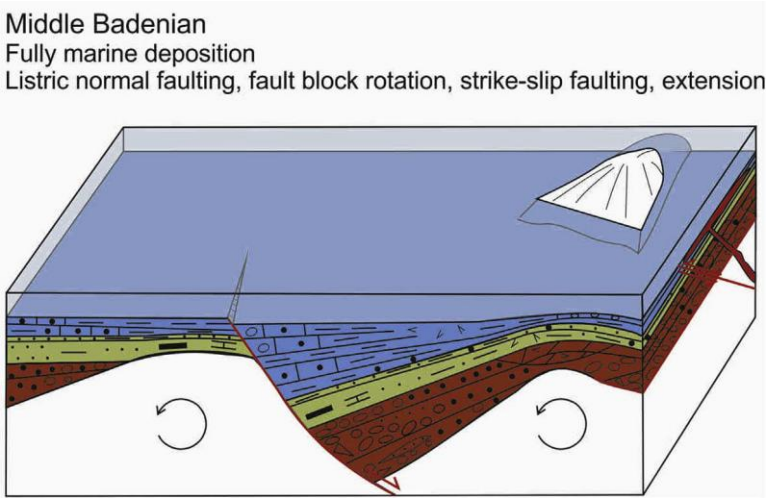
osnovu. Na Papuku su naslage otnanga i karpata malo drugačije građene. Sastoje se od pelita, dolomita, pješčenjaka i tufova. Mogu se naći i ostaci kopnenog bilja, fragmenti ugljena i slatkovodni školjkaši. Sve to ovdje ukazuje na postojanje salinskog jezerskog okoliša uz povremene veze se okolinim marinskim prostorom.

Taloženje tijekom starijeg badena na prostoru Sjevernohrvatskog bazena i nadalje je kontinentalnih karakteristika (sl. 303 i 305). Radi se o jezerskim naslagama debljine do 150 m koje prekrivaju donjomiocenske naslage aluvijalnih lepeza i jezerskih salina otnanga i karpata. U donjem dijelu ovog taložnog slijeda prisutni su sitnozrnati klastiti močvara prekriveni mjestimice sa jezerskim karbonatima, laporima i šejlovima. Mjestimice prisutni pješčenjaci i konglomerati iskazuju i odlike turbidita, a što upućuje na dubljevodnije jezerske okoliše. Gornji dio taložnog slijeda starijeg badena građen je od klastita koji iskazuju karakteristike postupnog pokrupnjavanja zrna naviše, a što upućuje na okolišne uvjete progradirajuće delte i time postupnog zapunjavanja ovog jezerskog okoliša. Na samom vrhu ovih naslaga može se uočiti kratak interval siltoznih lapora koji ukazuju na ponovno produbljavanje, tj. širenje jezerskog okoliša. Ove naslage su bogate slatkovodnom faunom mekušaca i ostrakoda, te ostacima kopnenog bilja. Česti su i tufovi koji ukazuju na vulkanizam. Ovaj jezerski okoliš starijeg badena prekrivao je čitav prostor Sjevernohrvatskog bazena. Od mekušaca su prisutni npr. *Andrusoviconcha neumayri, Andrusoviconcha venusta, Gyraulus* sp., *Illyricocongeria dalmatica, Illyricocongeria pikijai, Trogonipraxis boeckhi* i mnogi drugi.



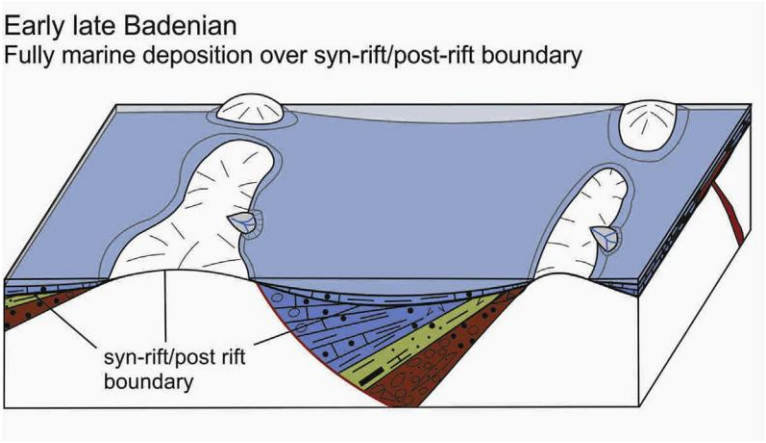
sl.305

Početkom srednjeg badena, naslage jezerskih okoliša starijeg badena kontinuirano su, preko tanjeg prijelaznog brakičnog intervala, zamijenjene naslagama marinskog okoliša (sl. 303 i 306), a to kao posljedica srednjobadenske transgresije kojom se ujednačuju taložni uvjeti na čitavom prostoru sjeverne Hrvatske. Srednjobadenske naslage izgrađuju dva transgresivno-regresivna slijeda ukupne debljine od oko 600 m, uz povremene intervale tufova i vulkanskih stijena. Prvi slijed izgrađuju marinske naslage otvorenog mora; glinovti lapori sa povremenim proslojcima krupnozrnatih klastita donešenih u ovaj taložni prostor gravitacijskim tokovima. Konac ovog prvog slijeda označava trend pokrupnjavanja veličine zrna, kada su sve češći plitkovodni kalkareniti i konglomerati, a što ukazuje na postupnu regresiju, pad morskog nivoa i donos



sl.306

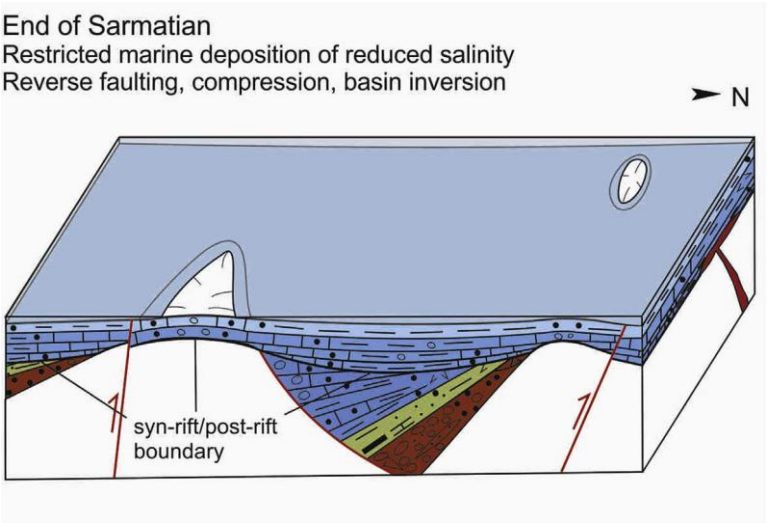
materijala s obližnjeg kopna. Drugi slijed je slične litologije, no unutar lapora je sada prisutna nešto manja količina gline. Regresivni dio ovog drugog slijeda vidljiv je samo na zapadnom dijelu Sjevernohrvatskog bazena gdje su prisutni marinski kalkareniti, a zatim čak i jezerske naslage sa ugljenom. Jezerski okoliši sa ovog prostora početkom kasnog badena ponovno prelaze u marinske. Od mekušaca u ovim naslagama dolaze npr. *Cirsotrema crassicostata, Macoma elliptica, Paroxystele orientale, Pecten* sp., *Solemya doderleini.* Od foraminifera dolaze *Amphistegina mammilla, Ammonia beccarii, Cibicides haidingeri, Elphidium crispum, Globigerina bulloides, Heterostegina costata, Lenticulina rotulata,* i mnoge druge.



sl.307

Naslage kasnog badena (sl.303) taložene su u uvjetima rasta morske razine što je dovelo do transgresije na čitavom prostoru Sjevernohrvatskog bazena, pa čak i do dijelomičnog preplavljivanja izdignutih otočnih prostora građenih od stijena predneogenske osnove (blokovsko izdizanje koncem sin-riftne faze). Debljina ovih naslaga je oko 300 m i unutar njih je također moguće uočiti transgresivno-regresivni trend. U donjem dijelu ovog slijeda prisutni su konglomerati koji su prekriveni algalnim litotamnijskim i koraljnim vapnencima (uz povremenu prisutnost i piroklastičnih fragmenata), a što upućuje na postojanje manjih karbonatnih platformi koje su se razvile na rubovima izdizanjem formiranih otočnih prostora. Lapori koji naležu na ove naslage ukazuju na produbljavanje taložnog prostora, pa čak i do batijalnih dubina, da bi koncem badena ponovno došlo do pada morske razine i oplićavanja uz mjestimičnu pojavu emerzija, tj. ponovne pojave niza otoka sa kojih se erodirani materijal (biokalkareniti i konglomerati) unašao u okolno more (sl. 307). Od mekušaca unutar ovih naslaga prisutni su npr. *Costellamussiopecten badense, Delectopecten auensis zollikoferi, Gigantopecten nodosiformis, Nucula nucleus, Solecurtus candidus,* a od foraminifera: *Discorbina planorbis, Bolivina dilatata, Elphidium crispum, Globigerina bulloides, Textularia gramen, Uvigerina venusta* i mnoge druge.

Naslage sarmata (sl.303) također su predstavljenje transgresivno-regresivnim taložnim slijedom u debljini od oko 150 m. I tijekom sarmata, kasnobadenski otoci bivali su i nadalje

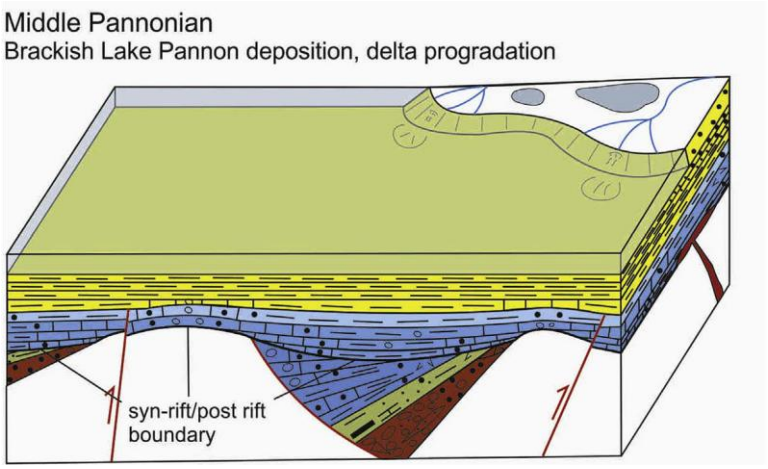


sl.308

erodirani te se taj kasnobadenski stijenski materijal prenašao u okolno sarmatsko more koje je sada u najvećoj mjeri postalo izolirano i zatvoreno, te smanjenog saliniteta. Rast morske razine u mlađem dijelu sarmata uzrokovao je novu transgresiju i preplavljivanje prisutnih otoka. Počinju se taložiti naslage građene od horizontalno laminiranih i/ili masivnih lapora. Unutar ovih sarmatskih lapora tek su povremeno prisutni ulošci pješčenjaka a koji ukazuju na donos krupnozrnatijeg materijala sa obližnjih otočnih prostora, no

ipak, ovi otoci su sada površinom manjih dimenzija no što je to bio slučaj koncem badena i početkom sarmata (sl. 308). Dubina ovog sarmatskog mora se procijenjuje na 20-120 m. Tijekom kasnog sarmata morski nivo pada i otpočinje taloženje pješčenjaka, a tek mjestimice i konglomerata, a to i sada kao posljedica emerzije i erozije otočnih prostora. Unutar sarmatskog slijeda mjestimice su prisutni i bentoniti kao rezultat dijagenetske pretvorbe vulkanskog stakla, a što upućuje na sarmatski post-riftni vulkanizam. Od mekušaca su unutar ovih naslaga prisutni npr. *Chartocardium carasi, Ervilia dissita, Musculus sarmaticus, Obsoletiforma vindobonense* a od foraminifera: *Articulina problema, Elphidium hauerinum, Elphidium reginum, Rosalina obtusa* i *Porosononion granosum* i mnoge druge

Razdoblje panona karakterizirano je izolacijom taložnog prostora Panonskog bazenskog sustava, tj. formiranjem brakičnog Panonskog jezera (sl.303) što je dovelo do izumiranja većine sarmatskih organizama, kao i pojave mnogobrojnih endemskih mekušaca što je jasno vidljivo na granici sarmat-panon. Panonski transgresivno-regresivni slijed debljine je preko 1000 m. Pri tome, najstarije panonske naslage predstavljene su plitkovodnim, jezerskim pločastim i/ili tankoslojevitim vapnencima sa rijetkim proslojcima lapora, pješčenjaka i/ili konglomerata (Croatica naslage). Postupnim produbljavanjem Panonskog jezera, mjestimice i do dubina od oko 500 m, sve učestaliji postaju bazenski lapori (Banatica i Abichi naslage). Otoci koji su postojali ovdje tijekom sarmata i sada su prisutni i sa njih je, kao i sa obližnjeg kopnenog prostora, u Panonsko jezero bivao spiran erodirani gornjobadenski i sarmatski materijal. U sjeverozapadnom dijelu Panonskog jezera tijekom starijeg panona dolazilo je do oplićavanja zbog njegova zapunjavanja pješčenjačko-siltnim materijalom progradirajućih riječnih delti i deltnih ravnica (Rhomboidea naslage), dok je pak njegov istočni dio ovakvo zapunjavanje doživio tek tijekom mlađeg panona i starijeg pliocena. Stoga je starost Rhomboidea naslaga i njihove krovine na različitim dijelovima Panonskog jezera različita. Dakle, ovi progradirajući deltni sustavi, počevši još od starijeg panona, postupno i konačno zapunjavaju Panonsko jezero materijalom donešenim sa prostora Alpi i zapadnih Karpata, a zapunjavanje jezera se odvija postupno, najprije na sjeverozapadu (stariji panon) a zatim na jugoistoku (mlađi panon-stariji pliocen) (sl. 309). Od mekušaca unutar ovih naslaga dolaze npr. *Congeria banatica, Congeria partschi, Congeria rhomboidea, Congeria susedana, Gyraulus praeponticus, Helix* sp., *Lymnocardium praeponticum, Melanopsis sabolici, Paradacna abichi, Radix croatica, Unio* sp., *Valenciennius reussi,* a od foraminifera: *Bacunella dorsoarcuata, Candona (Pontoniella) lotzy, Candona (Pontoniella) truncata, Hemicytheria pejinovicensis, Hemicytheria reticulata, Herpetocyprella auriculata* i mnoge druge.

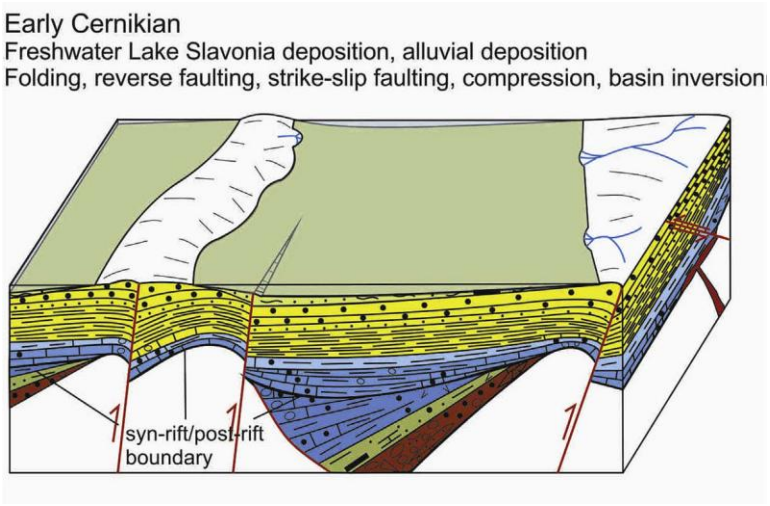


sl.309

Ranije, gornjomiocenske naslage Sjevernohrvatskog bazena djelile su se na panonske i pontske. Temeljem nalaza tipičnih mekušaca, naslage panona djelile su se na naslage donjeg panona (Croatica naslage, prema *Radix croatica*) i gornjeg panona (Banatica naslage, prema *Congeria banatica*). S druge strane, naslage ponta bile su podjeljene na naslage donjeg ponta (Abichi naslage, prema *Paradacna abichi*) i naslage gornjeg ponta (Rhomboidea naslage, prema *Congeria rhomboidea*). U novije vrijeme ustanovljeno je da je ovakva podjela gornjomiocenskih

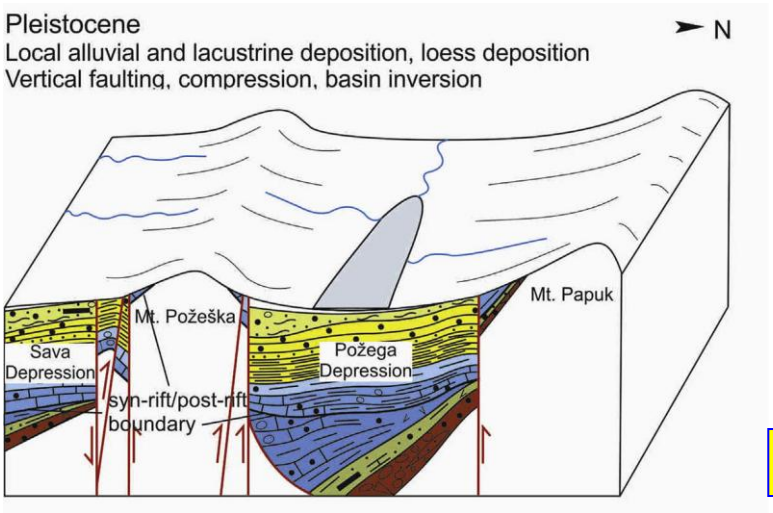
naslaga neodrživa jer se npr. u Crnomorskom bazenu prva pojava *Paradacne abichi* uočava već u mlađem panonu, zajedno sa mlađepanonskom zajednicom ostrakoda, polena i fitoplanktona. Stoga je odlučeno da se Abichi naslage i Rhomboidea naslage Panonskog bazenskog sustava također pripišu panonu, a da se pont izbaci iz stratigrafske nomenklature Panonskog bazenskog sustava. Znači, Croatica naslage, Banatica naslage, Abichi naslage i Rhomboidea naslage Panonskog bazenskog sustava pripadaju panonu. Pri tome, u Panonskom bazenskom sustavu stariji nivoi Rhomboidea naslaga pripadaju starijem panonu i na njima se talože gornjopanonske pre-Viviparus slatkovodne naslage, a mlađi nivoi Rhomboidea naslaga pripadaju mlađem panonu i starijem pliocenu i na njima se talože srednjopliocenske Viviparus slatkovodne naslage.

Srednjopliocenske i starije pleistocenske naslage (Cernikian) prekrivaju naslage panona. Taložene su u slatkovodnom Slavonskom jezeru (sl.303 i 310) koje je preostalo nakon riječnog zapunjavanja predhodnog i većeg Panonskog jezera. Slavonsko jezero obuhvaćalo je južni i istočni dio Sjevernohrvatskog bazena, protežući se dalje na istok prema Rumunjskoj. Njegove naslage izgrađuju dva manja transgresivno-regresivna slijeda ukupne debljine od oko 500 m. U starijem slijedu prevladavajuće su prisutne gline i siltovi, a u mlađem krupnijezrnati pijesci. Ove slatkovodne naslage prema tipičnoj fauni nazivaju se Viviparus naslage. Oko Slavonskog jezera, taloženje krupnijezrnatog materijala odvijalo se u rijekama i njihovim poplavnim ravnicama. Od mekušaca u ovim naslagama dolaze npr. *Bithynia vukotinovici, Melanopsis clavigera, Viviparus aulacophorus, Viviparus dezmanianus, Viviparus hoernesi, Viviparus kochanskyae, Viviparus neumayri, Unio* sp., a od foraminifera *Candona neglecta, Cyprideis torosa, Heterocypris salina, Ilyocypris bradyi, Pseudocandona albicans, Scottia browniana* i mnoge druge.



sl.310

Kvartarne naslage na prostoru Sjevernohrvatskog bazena predstavljene su i dalje taložinama rijeka (Sava, Drava i dr.) i njihovih poplavnih ravnica, te onima taloženim u manjim, mjestimice prisutnim jezerima (sl. 303 i 311). Ove naslage su značajni vodonosnici, a vrlo su bitne i kao prostrana, i do nekoliko stotina metara debela ležišta građevinskih sirovina (šljunka, pijeska). Uz to, kvartarne naslage ovdje često izgrađuje i les donešen vjetrom sa sjevernoeuropskih periglacijalnih prostora. Nalazimo ih na području Bilogore, Đakova, Đurđevca, Vukovara. U njima ima kopnenih puževa *Helix* i *Pupa*, a sporadične su i fosilne kosti sisavaca, osobito mamuta, bizona, vunastog nosoroga, konja itd. Eolskih kvartarnih naslaga ima i na Korčuli, Lastovu, Mljetu, Hvaru, u Ravnim kotarima, Istri, na



sl.311

Susku. Najljepše je razvijen les uz Dunav, gdje se vidi izmjena slojeva lesa kao taložina suhe stepske klime i ilovastih proslojaka kao posljedice trošenja u vrijeme interglacijala i prestanka donošenja prašinastog lesnog materijala iz periglacijalnih prostora Europe.

7.5.2.6. Razvoj neogena u području 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 području Knina, Miočića, 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 daljnjom kolizijom Jadranske mikroploče i već izdignutih Dinarida, došlo je do smanjenja njihovih dimenzija. Debljina neogenskih taložina u ovim bazenima varira od nekoliko stotina metara, pa čak do 2600 m kao što je slučaj kod Sarajevo-Zenica bazena.

U ovim se bazenima tijekom miocena i pliocena odvijalo taloženje siliciklastita, lapora, glina, vapnenaca, vapnenačkih konglomerata, a mjestimice i lignita. U području 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 bazenima na temelju lokalno prisutnih fosilnih ostataka školjkaša, ostrakoda, flore, na temelju superpozicije, litostratigrafske korelacije, ili pak na temelju lokalnih nalaza fosilnih ostataka sisavaca. Foslini sadržaj je vrlo bogat. Na prijelazu u miocen prisutni su: *Helix rugulosa*, *Helix geniculata*, *Lymnaea socialis*, u starijem 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 također brojnom zajednicom mekušaca, naročito bogatom raznim kongerijama i melanopsidima. U Sinjskom bazenu određeni 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 području 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 omogućavali 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-stariji miocen. U bazenskom prostoru tijekom neogena prevladavajuće su se taložili vapnenci, pjeskoviti i glinoviti vapnenci, te lapori u debljini od maksimalno do 800 metara, a što je bitno manje no što je debljina neogenskih slijedova u panonskom bazenskom prostoru. To ukazuje da

prostor Jadranskog bazena nije bio izložen izrazitijim tektonskim spuštanjima. Proučavajem slijedova neogenskih naslaga iz dubokomorskih bušotina sa ovog prostora, ustanovljeno je postojanje nekoliko depresija (Jadransko-jonska, Dugootočna, Padska i Venecijanska) što ipak ukazuje na određenu 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 lapori s: *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *Amphistegina lessonii* i dr. Srednji miocen prevladavajuće karakteriziraju lapori, dok su vapnenci i pjeskoviti vapnenci podređeni. Od foraminifera prisutne su: *Praeorbulina glomerosa*, *Orbulina saturalis, Globorotalia praemenardii, Lenticulina vortex* i dr. U mlađem 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 foramnifere: *Globigerina nepenthes*, *Lenticulina costata*, *Uvigerina rutila*, *Elphidium crispum*, *Globigerinoides bollii* i dr.

Tijekom pliocena zbog globalnog povišenja morske razine otvara se veza između Atlantika i Sredozemlja, te se ponovno uspostavljaju dubokovodni taložni uvjeti bazena. Talože se lapori, siltiti i pješčenjaci, a tek sporadično se javljaju i konglomerati.

Mjestimice, pliocena ima i na površini Jadranskog prostora, kao npr. na području Palagruže. Na otocima Korčula, 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 1: Osnove geološke građe 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 ploča sa Euroazijskom tektonskom pločom. Konvergentna gibanja ovih ploča započela su još tijekom starijeg mezozoika, da bi izdizanja planinskih lanaca u okviru Alpske orogeneze započela 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), Betičkih kordiljera (južna i istočna Španjolska) Kantabrijskih planina (sjeverna Španjolska), Pirineja (granica između Francuske i Španjolske), Alpi, Apenina, Dinarida, Helenida, Karpata, Balkanskih planina (od istočne Srbije preko centralne Bugarske do Crnog mora), Taurusa (južna Turska), Kukasusa (između Crnog mora i Kaspijskog jezera) Alborza (sjeverni Iran), Zagrosa (od sjeverozapadnog Irana do Hormuškog tjesnaca), Hindu Kusha (između centralnog Afganistana i sjevernog Pakistana), Pamira (Tađikistan, Kirgistan, Afganistan, Pakistan, Kina), Karakorama (Pakistan, Indija, Kina) i Himalaja.

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

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

1) Istočne Alpe (istočna Švicarska, Lihtenštajn, Austrija, južna Njemačka, sjeveroistočna Italija, sjeverna Slovenija);
2) Centralne Alpe (Švicarska);
3) Zapadne Alpe (jugoistočna Francuska, Monako, sjeverozapadna Italija, jugozapadna Švicarska);
4) Južne Alpe (sjeverna Italija, Austrija, Slovenija).

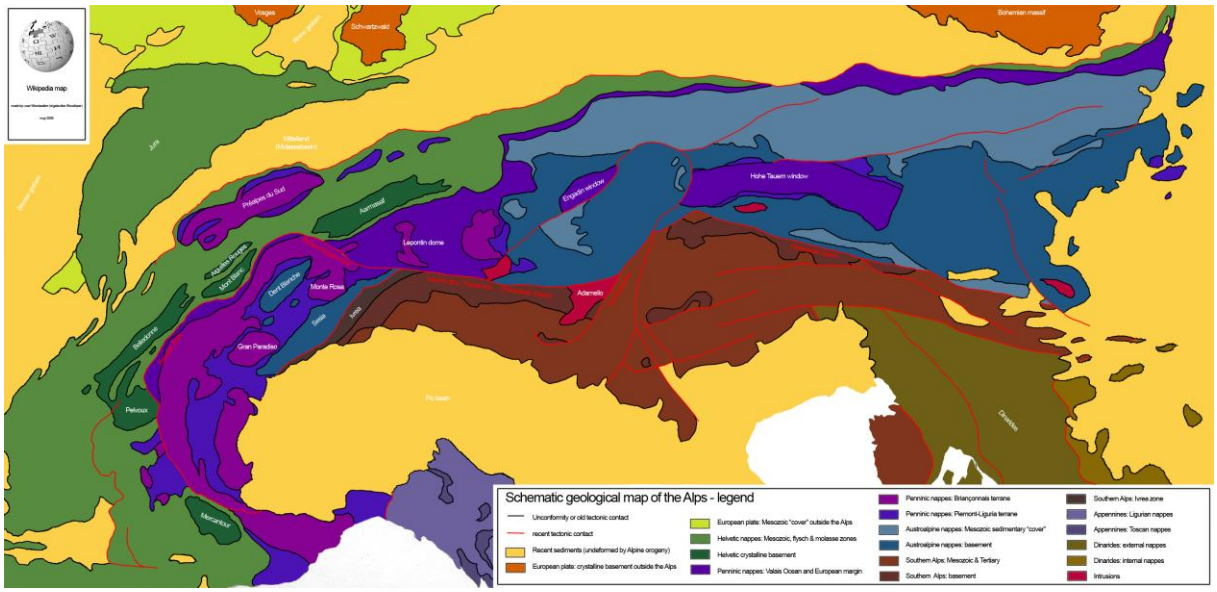
Glavna alpska sutura ("spojnica" duž velike rasjedne zone koja spaja terene različitih paleogeografskih razvoja) predstavljena je Periadriatičkim lineamentom. On predstavlja "granicu" između stijenskog materijala Euroazije i stijenskog materijala Jadranske ploče. Sjeverno od Periadriatičkog lineamenta nalazi se "torta navlaka" građena od stijena koje pripadaju trima paleogeografski različitim zonama, a čije se tragovi time nalaze u vertikalnom slijedu uklopljeni u današnje strukture Alpi. To su Helvetska, Peninska i Austroalpinska navlačna zona (sl. 303 - *Geološka građa Alpi*).

Stijene Helvetske navlačne zone čine najdonju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran na južnom rubu Euroazijske ploče. To su većinom različiti varijeteti sedimentnih stijena; vapnenci, lapori i šejlovi, a koje prevladavajuće izdanjuju na prostoru Centralnih i Zapadnih Alpi. U Istočnim Alpama stijene Helvetske zone izdanjuju u formi uskih pojasova,

Stijene Peninske navlačne zone čine srednju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran između Euroazijske i Jadranske ploče (stijene Tethysa). To su prvotno bili ofioliti i dubokovodni sedimenti koji su danas metamorfozirani u filite, škriljavce i amfibolite, a koji prevladavajuće izdanjuju na prostoru Zapadnih Alpi. U Istočnim Alpama stijene Peninske zone izdanjuju u formi uskih pojasova, osim na prostoru tektonskog okna Hohe Tauern (Austrija) gdje stijene Peninske zone u formi tektonskog okna izdanjuju kroz erodirane naslage krovinske Austroalpinske zone.

Stijene Austroalpinske navlačne zone čine najgornju zonu "torte navlaka", a predstavljaju materijal formiran na kontinetalnoj padini i kontinentalnom šelfu Jadranske ploče. To su često metamorfne stijene nižeg stupnja metamorfizma no što je to slučaj u Peninskoj zoni, a prisutni su i klastiti (grauvake). Stijene ove zone prevladavajuće izdanjuju na prostoru Istočnih Alpi. Na sjevernom dijelu ove zone (sjeverni dio Istočnih Alpi) prevladavajuće su prisutni plitkomorski vapnenci koji čine planinske masive nazvane "Sjeverne vapnenačke Alpe". U području Centralnih i Zapadnih Alpi stijene Austroalpinske zone su rijeđe prisutne.

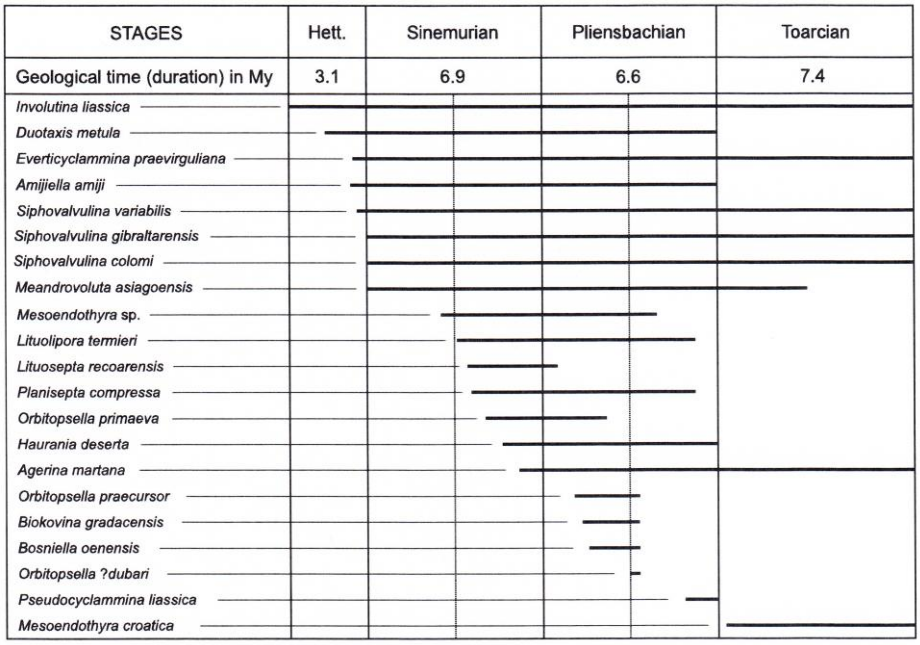
Južno od Periadriatičkog lineamenta nalaze se Južne Alpe. Prevladavajuće ih izgrađuju mezozojski vapnenci taloženi na Jadranskoj ploči, pa se često nazivaju i "Južne vapnenačke Alpe". Prema jugoistoku, Južne Alpe prelaze u Dinaride.



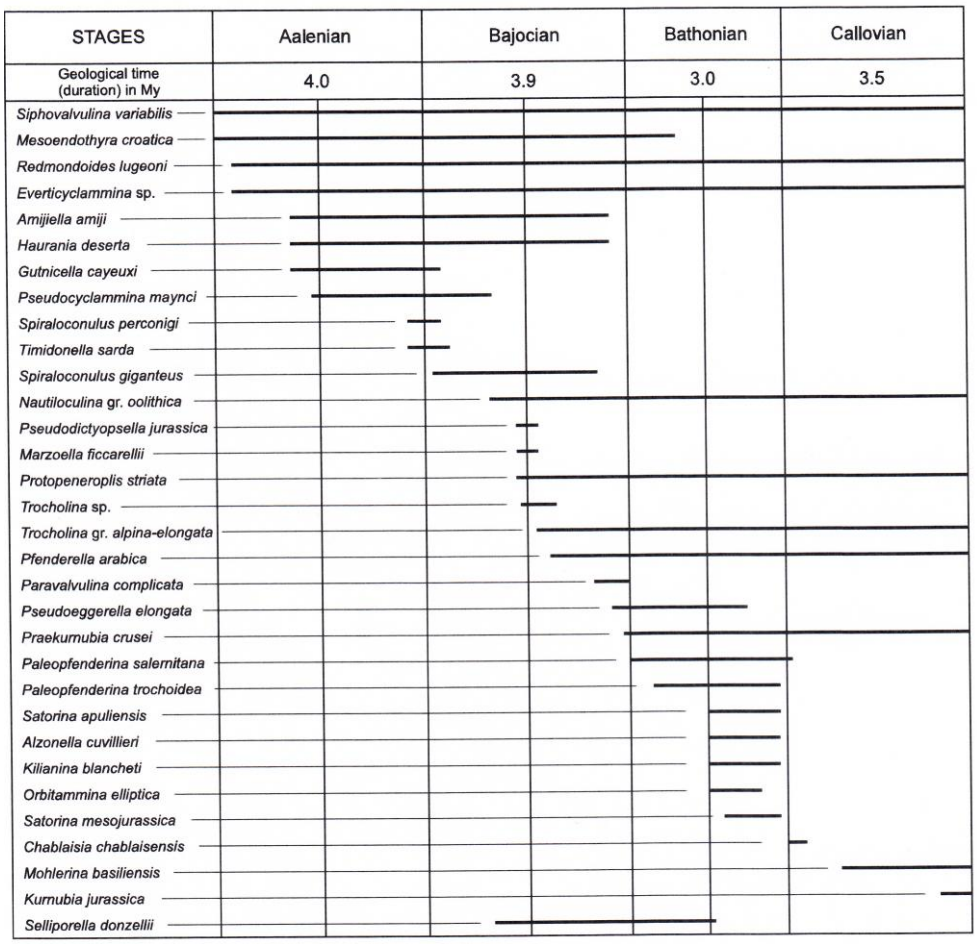
sl.312

DODATAK 2: Stratigrafski rasponi jurskih i krednih bentičkih foraminifera na Jadranskoj karbonatnoj platformi (prema *Velić, 2007*)

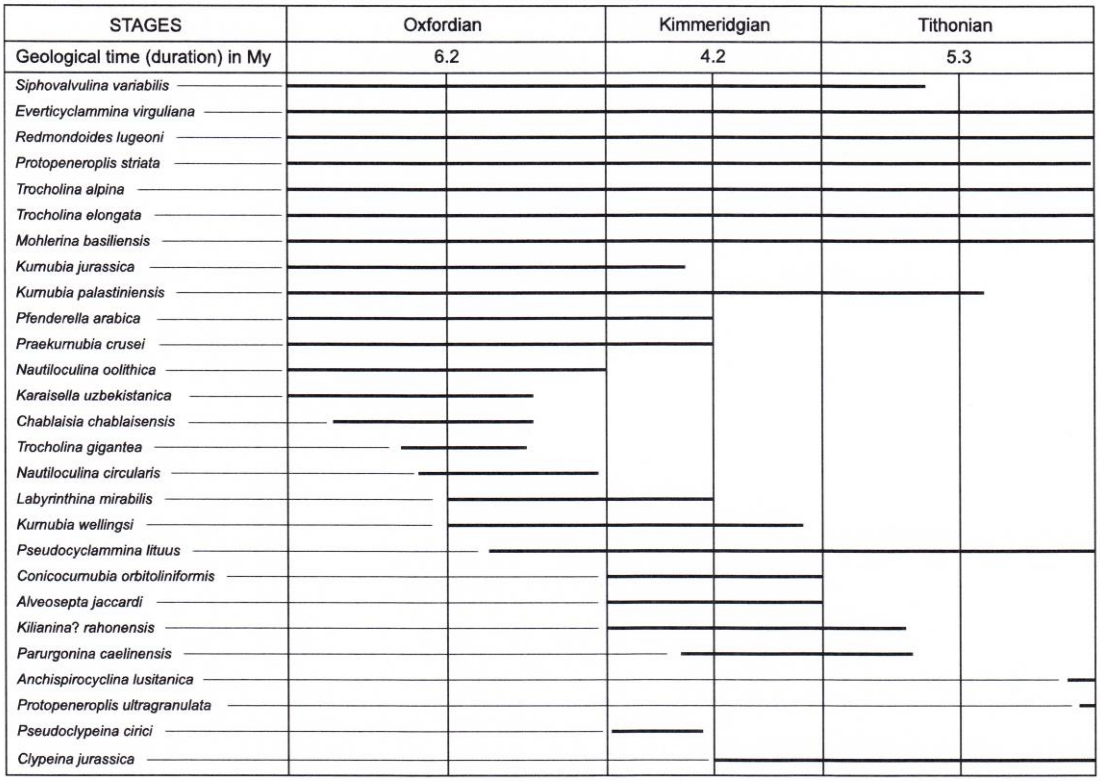
Donja Jura



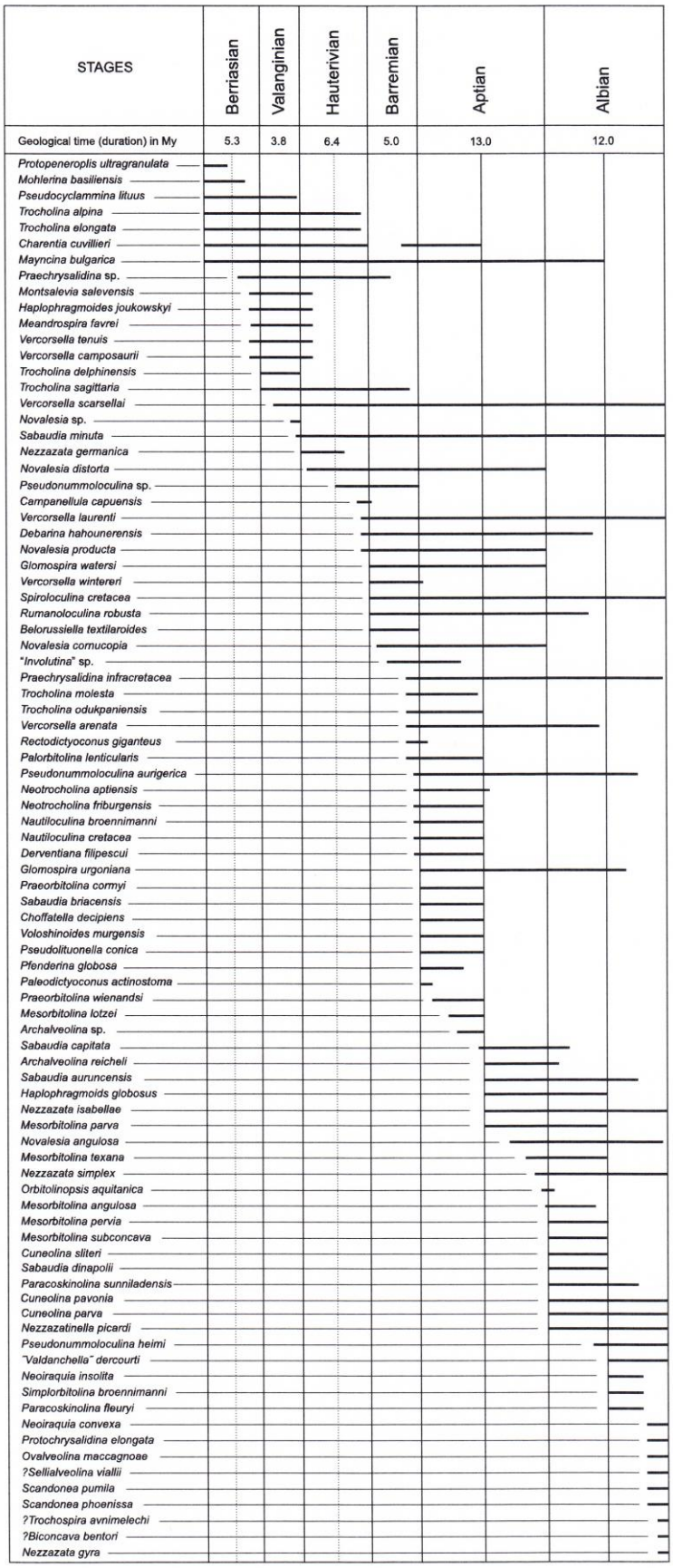
Srednja jura



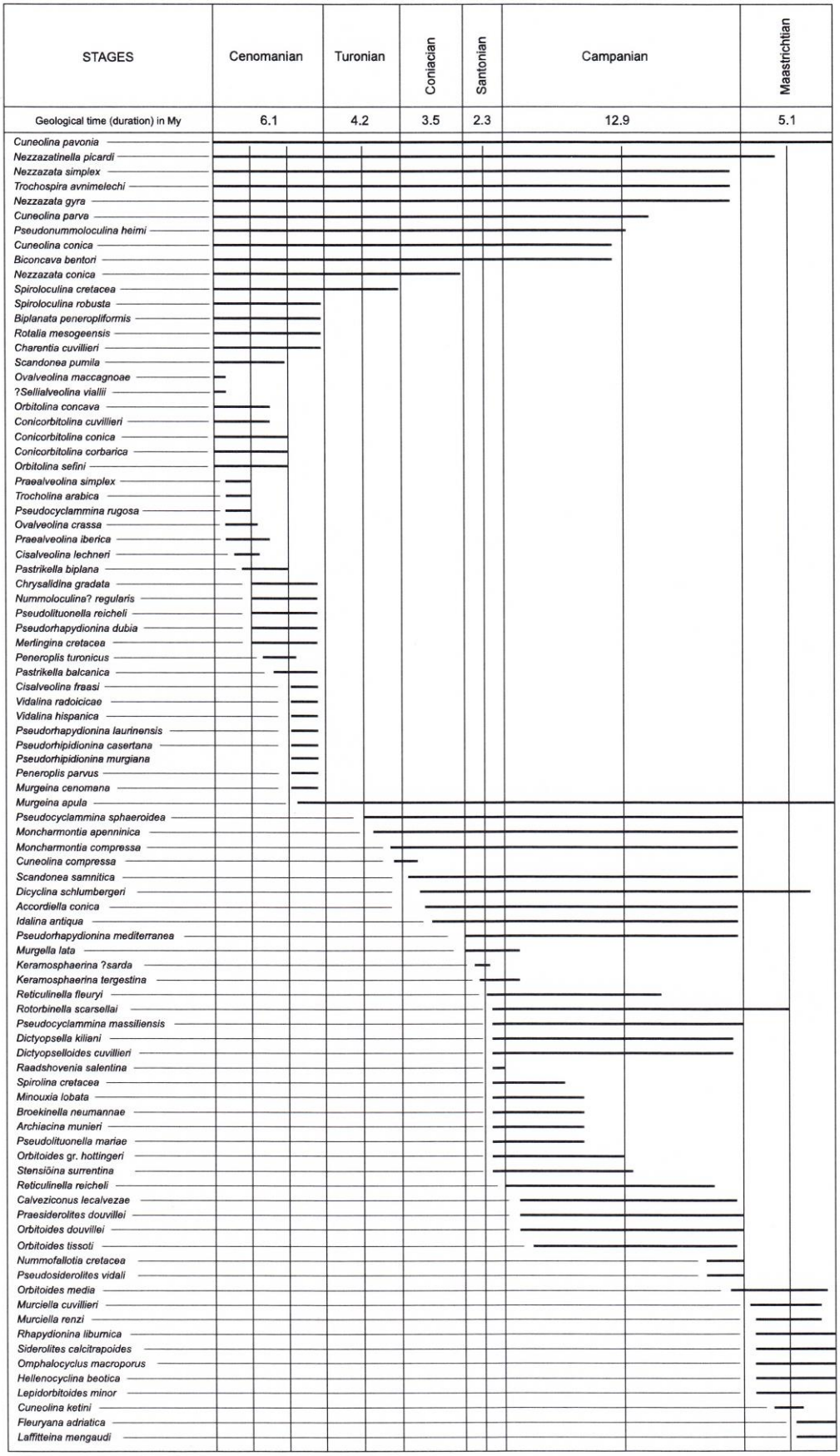
Gornja jura


STAGES
Oxfordian
Kimmeridgian
Tithonian
Geological time (duration) in My
6.2
4.2
5.3
Siphovalvulina variabilis
Everticyclammina virguliana
Redmondoides lugeoni
Protopeneroplis striata
Trocholina alpina
Trocholina elongata
Mohlerina basiliensis
Kurnubia jurassica
Kurnubia palastiniensis
Pfenderella arabica
Praekurnubia crusei
Nautiloculina oolithica
Karaisella uzbekistanica
Chablaisia chablaisensis
Trocholina gigantea
Nautiloculina circularis
Labyrinthina mirabilis
Kurnubia wellingsi
Pseudocyclammina lituus
Conicocurnubia orbitoliniformis
Alveosepta jaccardi
Kilianina? rahonensis
Parurgonina caelinensis
Anchispirocyclina lusitanica
Protopeneroplis ultragranulata
Pseudoclypeina cirici
Clypeina jurassica

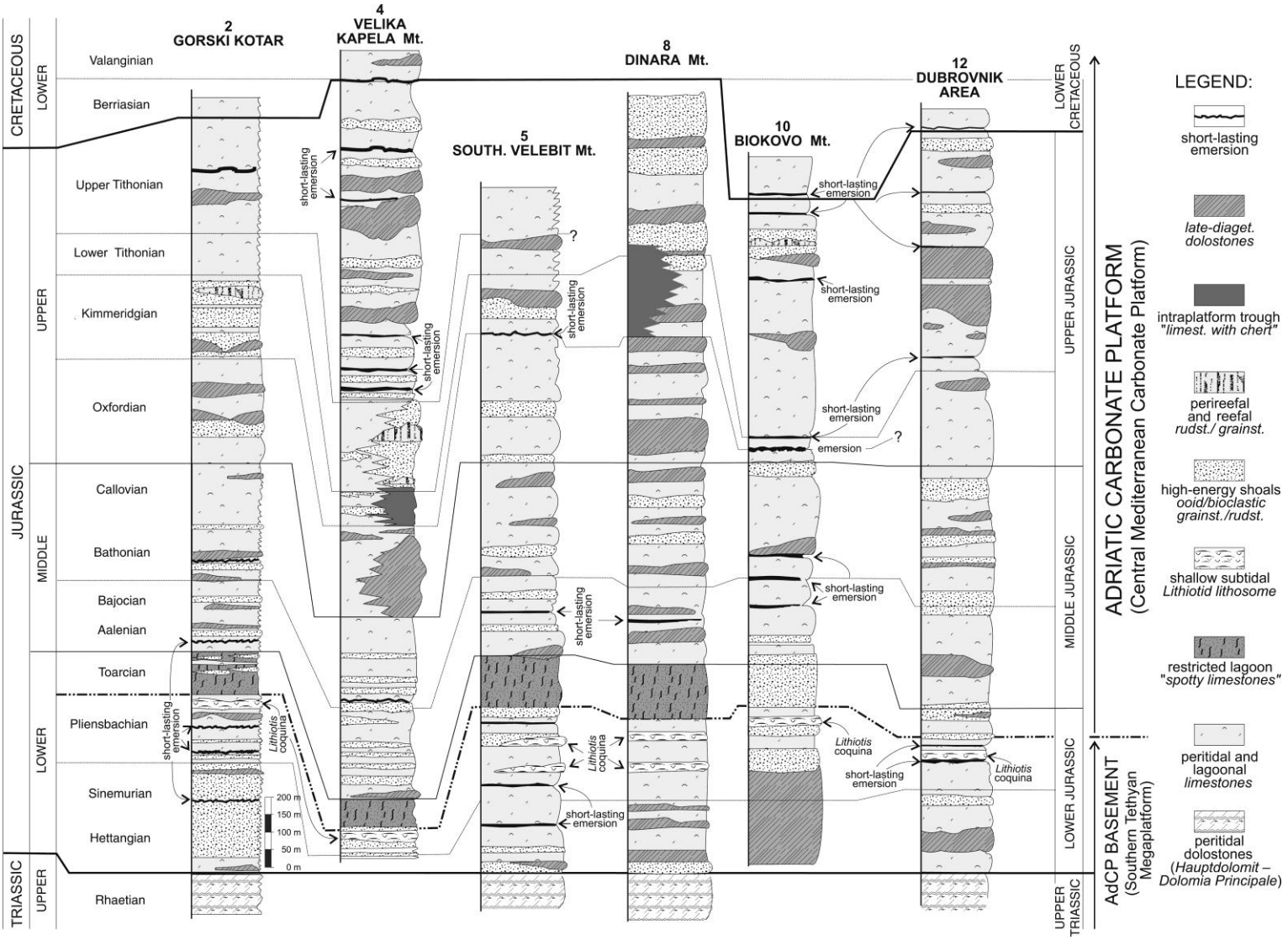
Donja kreda


STAGES
Berriasian
Valanginian
Hauterivian
Barremian
Aptian
Albian
Geological time (duration) in My
5.3
3.8
6.4
5.0
13.0
12.0
Protopeneroplis ultragranulata
Mohlerina basiliensis
Pseudocyclammina lituus
Trocholina alpina
Trocholina elongata
Charentia cuvillieri
Mayncina bulgarica
Praechrysalidina sp.
Montsalevia salevensis
Haplophragmoides joukowskyi
Meandrospira favrei
Vercorsella tenuis
Vercorsella camposaurii
Trocholina delphinensis
Trocholina sagittaria
Vercorsella scarsellai
Novalesia sp.
Sabaudia minuta
Nezzazata germanica
Novalesia distorta
Pseudonummoloculina sp.
Campanellula capuensis
Vercorsella laurenti
Debarina hahounerensis
Novalesia producta
Glomospira watersi
Vercorsella wintereri
Spiroloculina cretacea
Rumanoloculina robusta
Belorussiella textilaroides
Novalesia cornucopia
"Involutina" sp.
Praechrysalidina infracretacea
Trocholina molesta
Trocholina odukpaniensis
Vercorsella arenata
Rectodictyoconus giganteus
Palorbitolina lenticularis
Pseudonummoloculina aurigerica
Neotrocholina aptiensis
Neotrocholina friburgensis
Nautiloculina broennimanni
Nautiloculina cretacea
Derventiana filipescui
Glomospira urgoniana
Praeorbitolina cormyi
Sabaudia briacensis
Choffatella decipiens
Voloshinoides murgensis
Pseudolituonella conica
Pfenderina globosa
Paleodictyoconus actinostoma
Praeorbitolina wienandsi
Mesorbitolina lotzei
Archalveolina sp.
Sabaudia capitata
Archalveolina reicheli
Sabaudia auruncensis
Haplophragmoids globosus
Nezzazata isabellae
Mesorbitolina parva
Novalesia angulosa
Mesorbitolina texana
Nezzazata simplex
Orbitolinopsis aquitanica
Mesorbitolina angulosa
Mesorbitolina pervia
Mesorbitolina subconcava
Cuneolina sliteri
Sabaudia dinapolii
Paracoskinolina sunniladensis
Cuneolina pavonia
Cuneolina parva
Nezzazatinella picardi
Pseudonummoloculina heimi
"Valdanchella" dercourti
Neoiraquia insolita
Simplorbitolina broennimanni
Paracoskinolina fleuryi
Neoiraquia convexa
Protochrysalidina elongata
Ovalveolina maccagnoae
?Sellialveolina viallii
Scandonea pumila
Scandonea phoenissa
?Trochospira avnimelechi
?Biconcava bentori
Nezzazata gyra

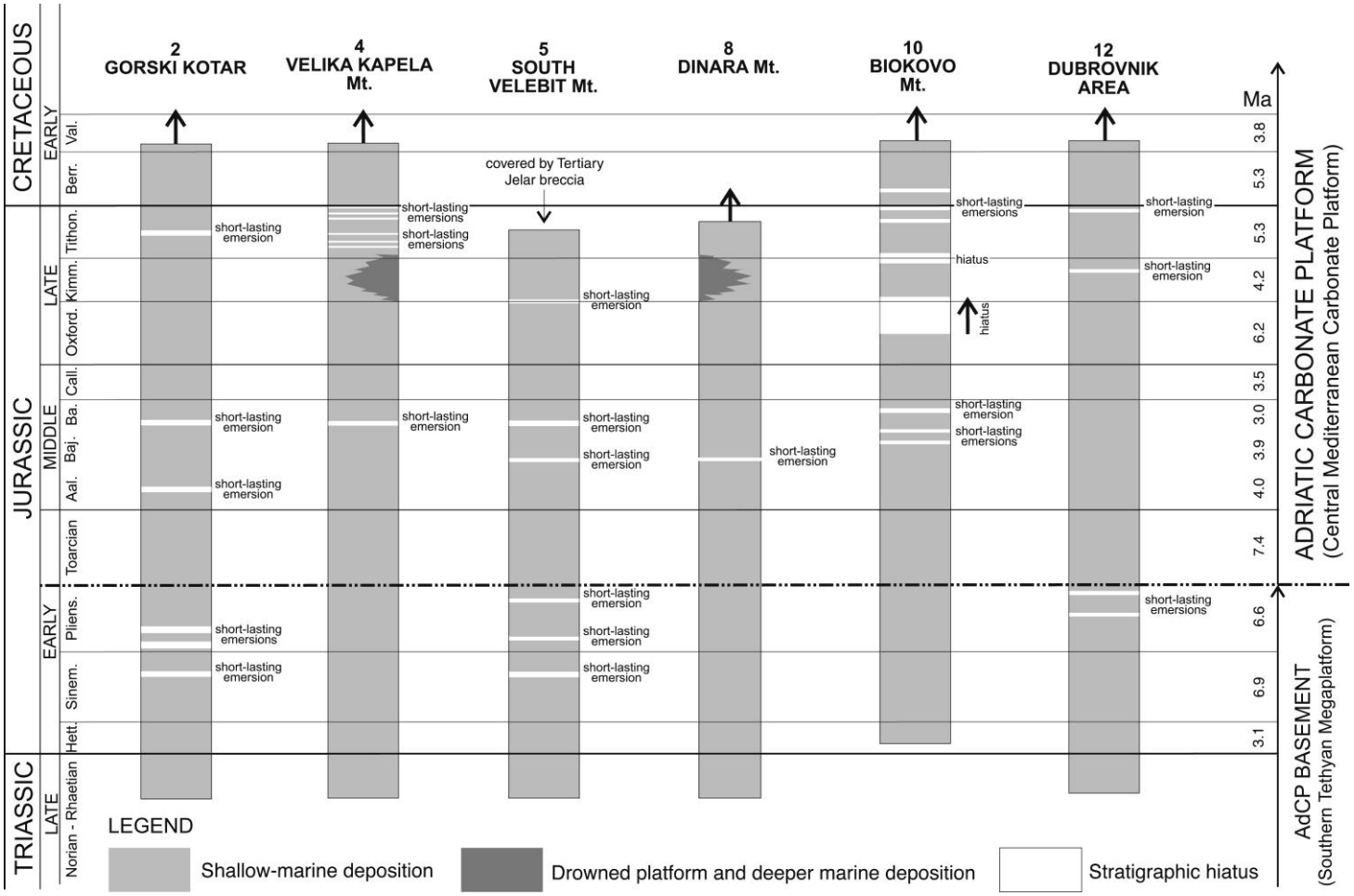
Gornja kreda



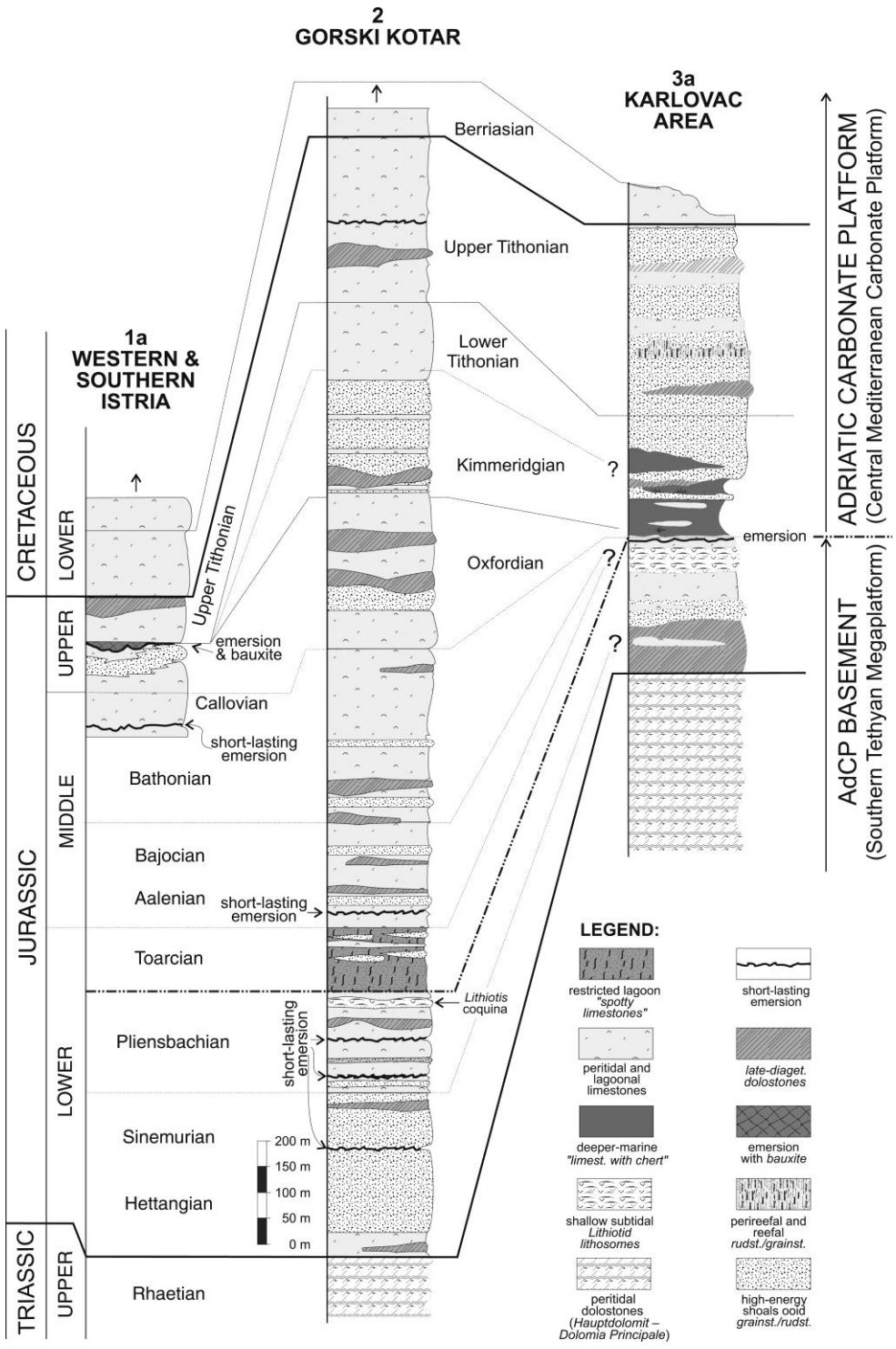
DODATAK 3: Detaljna korelacija jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Gorski kotar) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) (prema *Vlahović et al., 2005*)



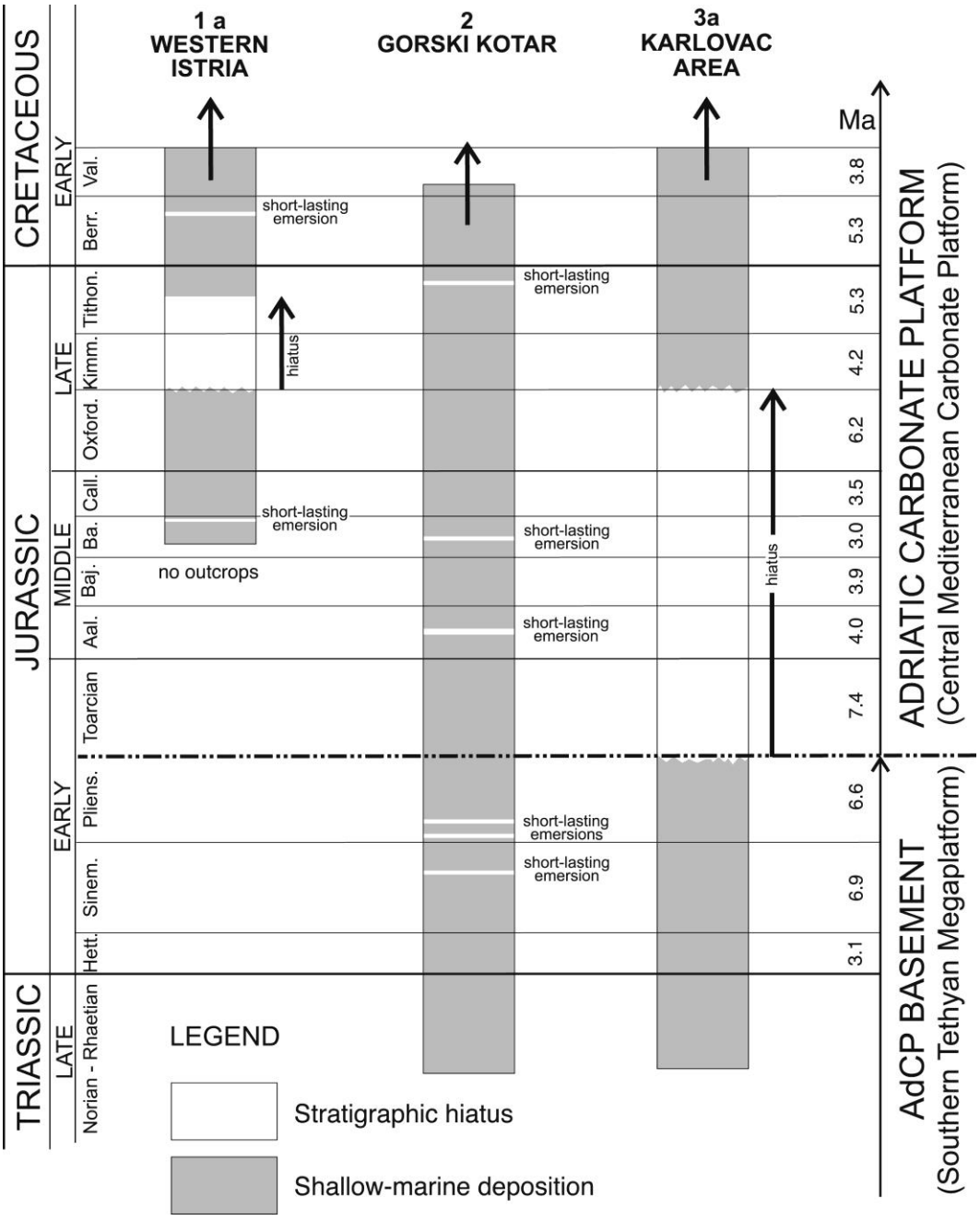
DODATAK 4: Vremenska korelacija uopćenih jurskih plitkovodnih i dubokovodnih facijesa, te hijatusa (prekida taloženja) Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Gorski kotar) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) (prema *Vlahović et al., 2005*)



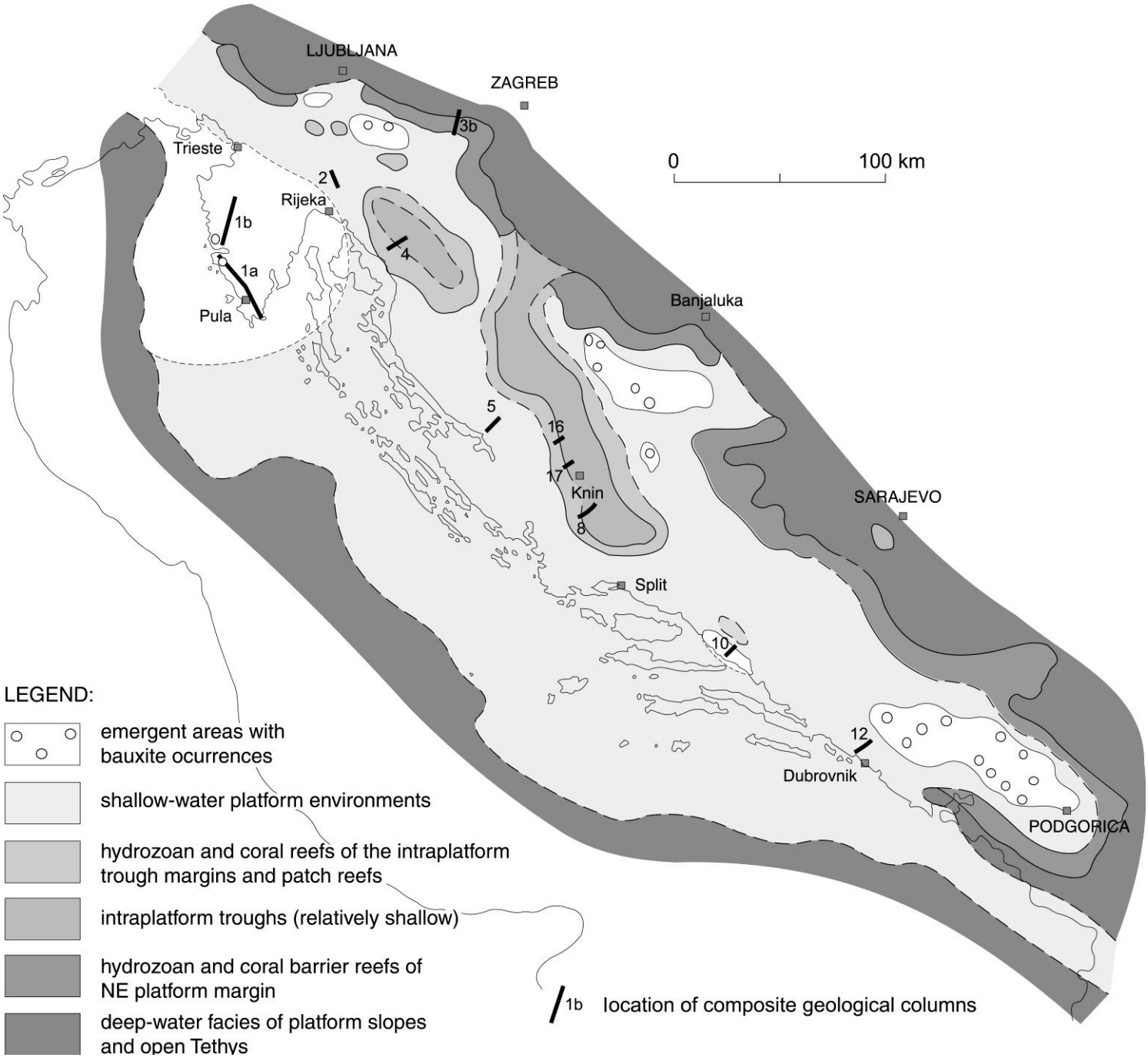
DODATAK 5: Detaljna korelacija jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od prostora Istre, preko prostora Gorskog kotara, pa do rubnog platformnog prostora u okolici Karlovca (prema *Vlahović et al., 2005*)



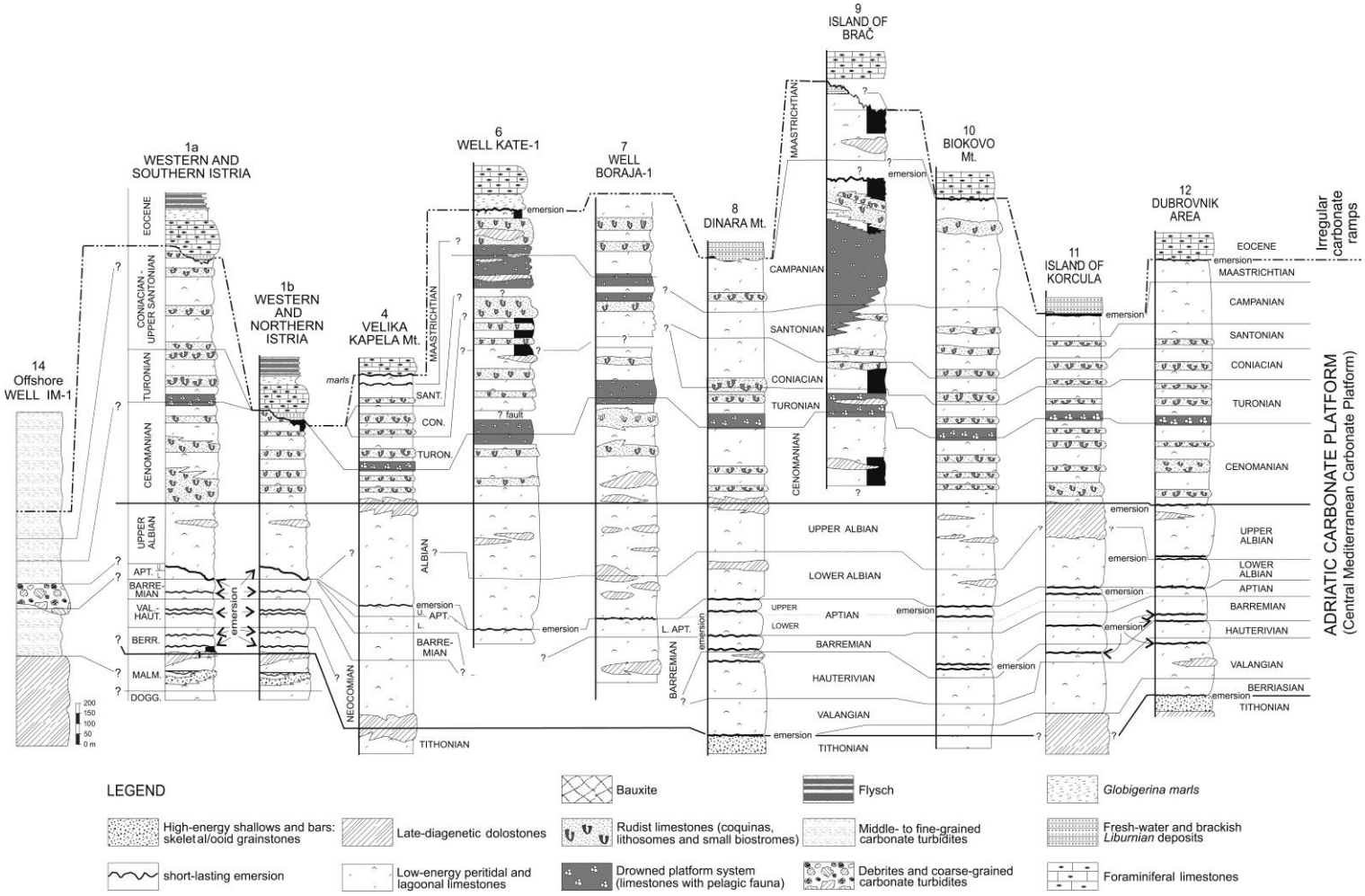
DODATAK 6: Vremenska korelacija uopćenih jurskih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od prostora Istre, preko prostora Gorskog kotara, pa do rubnog platformnog prostora u okolici Karlovca (prema *Vlahović et al., 2005*)



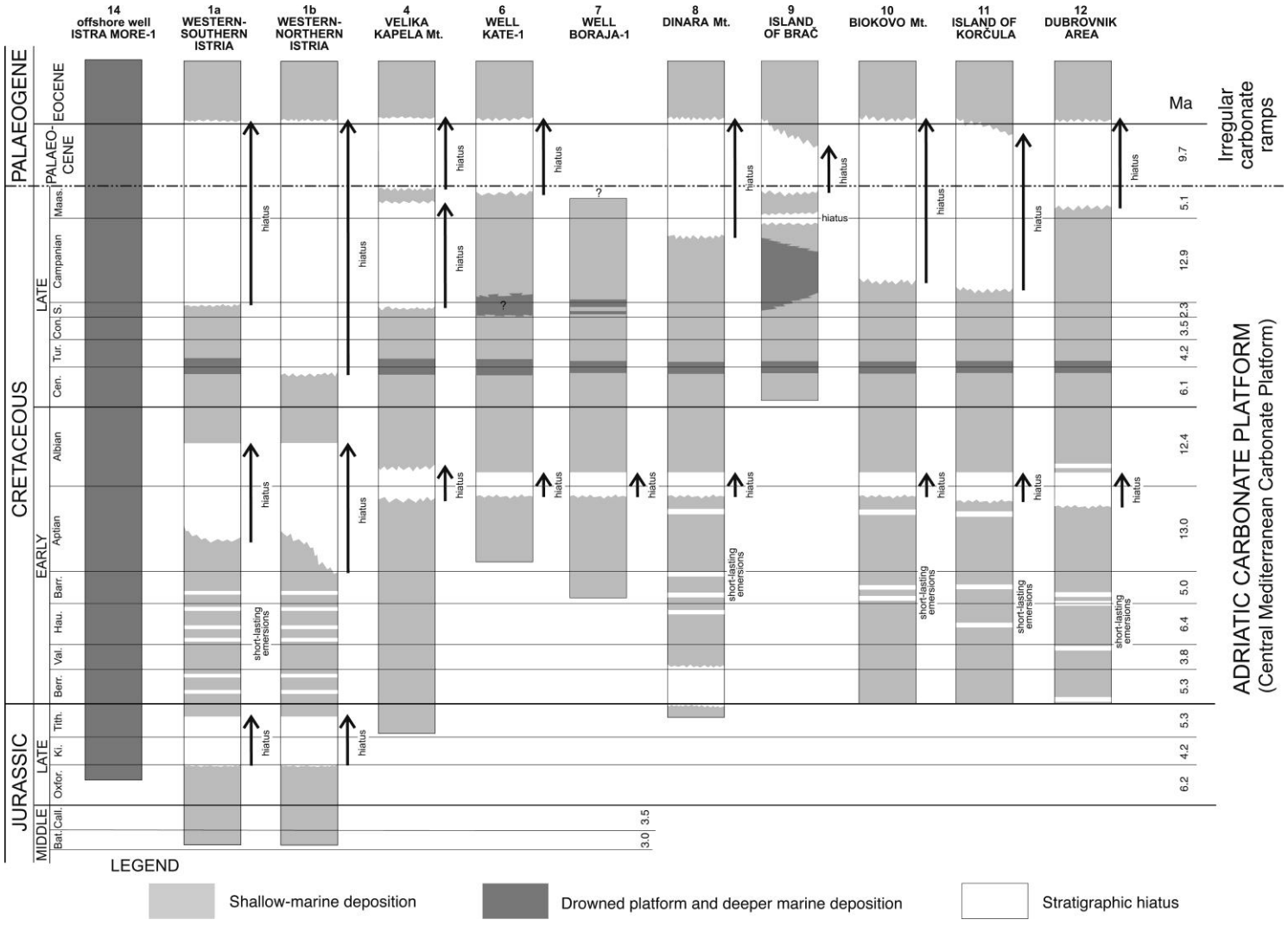
DODATAK 7: Paleogeografija Jadranske karbonatne platforme tijekom kimeridža (prema *Vlahović et al., 2005*)



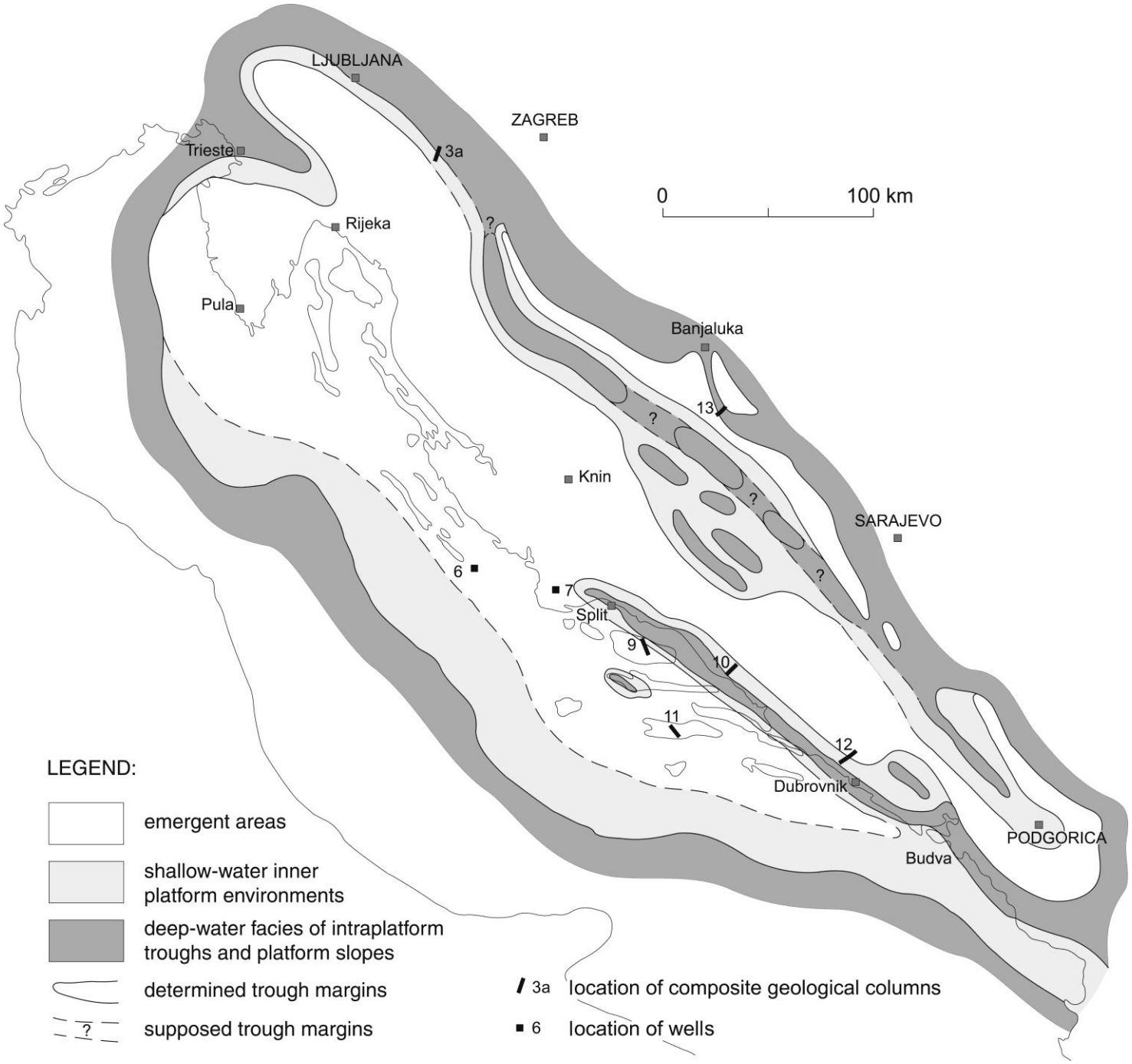
DODATAK 8: Detaljna korelacija krednih facijesa Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Istra) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) (prema *Vlahović et al., 2005*)



DODATAK 9: Vremenska korelacija uopćenih krednih plitkovodnih i dubokovodnih facijesa, te hijatusa (prekida taloženja) Jadranske karbonatne platforme idući od njenog sjeverozapadnog dijela (Istra) do njenog jugoistočnog dijela (okolica Dubrovnika) (prema *Vlahović et al., 2005*)



DODATAK 10: Paleogeografija Jadranske karbonatne platforme tijekom mastrihta (prema *Vlahović et al., 2005*)



DODATAK 11: Geologija Vanjskih Dinarida

Granica krških karbonata s podinskim klastitima otkrivena je u Lici i ličkome podnožju Velebita kod Bruvna i od Štikade pa preko lokaliteta poput Trnovca, Raduča sve do Baških Oštarija u dužini od oko 60 km i najduža je u čitavim Krškim Dinaridima. Najstarije naslage u podlozi Jadranske karbonatne platforme su klastiti srednjeg/mlađega karbona.

Tijekom mlađega karbona te početkom perma u razmjerno plitkim okolišima riječnih delta i ušća taloženi su muljevi i pjeskoviti detritus donašan vodama tekućicama s kopna. Iz njih su nastale klastične naslage i stijene – šejlovi, pješčenjaci i konglomerati. Sadrže marinsku makrofaunu poput trilobita, brahiopoda, školjkaša, puževa i krinoida. Od kopnenih biljaka utvrđene su preslice i papratnjače. U još plićim dijelovima taložnih okoliša izvan dosega terigenih primjesa taložili su se i karbonati – Fuzulinski vapnenci. Nalaze se u obliku kilometarskih leća unutar spomenutih i prevladavajućih klastita. Bogati su mikrofosilima – foraminiferama, pretežito fuzulinidama te vapnenačkim algama.

Koncem starijega perma nastupilo je kopneno razdoblje kao posljedica izdizanja, a time i intenzivna erozija prethodno istaloženih karbonskih i donjopermskih karbonatnih naslaga. Taložile su se crvene kopnene naslage – velebitski Brušanski pješčenjaci i siltiti s lećama Košna konglomerata. Krajem starijeg dijela srednjeg perma, postupnom ingresijom, započelo je taloženje plitkomorskih karbonata koje je uz povremene prekide u Dinaridima trajalo sve do srednjega miocena. Postupnim preplavljivanjem kopnenih površina od kraja starijeg dijela srednjeg perma i tijekom mlađega perma, prevladavali su plitki pretežito plimni okoliši s taloženjem karbonatnih naslaga, koje su dolomitizacijom prešle u debele horizonte uglavnom ranodijagenetskih dolomita poznatih na Velebitu pod imenom Micijski, Švagerinski i Granični dolomiti. Dio tih dolomita bio je i kasnodijagenetski dolomitiziran pa se često zapaža i izmjena sivih vapnovitih ranodijagenetskih dolomita i svijetlosmeđih kristaliničnih kasnodijagenetskih dolomita. S obzirom na razvedenost paleoreljefa nataloženo je nekoliko desetaka metara do maksimalnih 1100 m ovih permskih naslaga. Mjestimice, u podplimnim okolišima i/ili lagunama u gotovo anoksičnim uvjetima nataložili su se slojeviti bioklastični pekston/grejnstoni u izmjeni s laminiranim do listićavim crnim madstonima obogaćenima organskom tvari. Recentno su to prezrele matične stijene. Na Velebitu od Brušana prema Baškim Oštarijama poznati su i vapnenci u tri nivoa (zone) unutar te debele dolomitne serije, a u Velikoj Paklenici otkriveni su samo u jednom nivou. Zahvaljujući bogatome fosilnom sadržaju (brahiopodi, foraminifere, vapnenačke alge) starost ovih karbonata određena je u rasponu od najmlađega kungura do kraja perma. Pri

kraju perma bilo je i lokalnih okopnjavanja s taloženjem Gredenskih naslaga - crvenih siltita i pješčenjaka. Lateralno u odnosu na Liku i Velebit u području današnjega Gorskog kotara taložile su se pretežito klastične naslage, pješčenjaci i šejlovi, mjestimice s flišolikim značajkama. S druge strane, jugoistočno u današnjoj istočnoj Lici (dolina Butišnice i Une), zatim u sjevernoj i srednjoj Dalmaciji (Knin, Drniš, Vrlika, Sinj) u sabka okolišima taloženi su evaporiti. Uz evaporite nalaze se klastiti – siltiti, pješčenjaci i šupljikave breče te bazični vulkaniti – spilitizirani dijabazi. S paleogeografskoga stajališta tijekom srednjega i gornjega perma sedimentacija se odvijala na epiričkoj karbonatnoj platformi sjevernoga ruba Gondwane.

Kontinuirani prijelaz iz perma u trijas obilježen je jakim terigenim utjecajima koji svjedoče o neposrednoj blizini i eroziji kopnenih površina. Ovi utjecaji odrazili su se i na plitkovodnu sedimentaciju u starijemu trijasu, a krajnji rezultat su Verfenske naslage istaložene u dva facijesna razvoja – Svilajski i Velebitski. Prvi, Svilajski, izgrađen je od tinjčastih i sitnozrnastih pješčenjaka i siltita u izmjeni sa povremenim, ooidnim i bioklastičnim grejnstonima (sajske naslage), te skeletnih pjeskovitiih vapnenaca/dolomita i lapora s amonitima (rodovi Dinarites i Tirolites) (kampilske naslage). Takve naslage prisutne su na Svilaji, u okolici Knina i prema sjeveru kod Plavna, na sjevernim padinama Poštaka i dolini Une, u gornjem toku Zrmanje, u istočnoj Lici od Glogova, Mazina i Donjega Lapca prema dolini Une, na južnim padinama Kremena, kod Udbine, Korenice i na Kordunu od Cetingrada prema Vojniću i Karlovcu. Velebitskome razvoju donjega trijasa pripadaju pjeskoviti dolomiti i tinjčasti pješčenjaci Paklenice i Velebita od Sv. Roka do Baških Oštarija i Smiljana, u Ogulinskome Zagorju, na Kordunu od Veljuna prema Krnjaku i od Duge Rese do okolice Stativa te u Gorskom kotaru od Kupjaka prema Delnicama, dolini Lepenice, od Mrzlih Vodica do Maloga Sela i od Gerova do Tršća.

Srednjotrijaski Diploporni vapnenci i kasnodijagenetski dolomiti u kontinuitetu slijede na donjotrijaskim naslagama. Nalaze se, idući od juga prema sjeveru, od Jabuke kod Trilja, na južnim padinama Svilaje, sjeverno od Knina prema Plavnu, dolini Zrmanje i na prostorima istočne Like, preko Udbine do Korenice, u antiklinalnoj jezgri Bruvna na sjevernim padinama Velebita i podvelebitskome dijelu Like od Gračaca do Baških Oštarija i od Smiljana do Štirovače. Ima ih na Kordunu i Banovini jugozapadno od Topuskoga uz granicu s BiH prema Cetigradu i dalje sjeverno do Vojnića, pa prema Karlovcu i kod Stativa. Taloženi su plitkomorskim okolišima povišene energije u povoljnim uvjetima za razvoj bentičkih organizama – različitih moluska, vapnenačkih alga iz skupine diplopora po kojima su i nazvani, foraminifera i dr.. Sitnozrnasti

klastiti, vapnenci i piroklastiti pojavljuju se u Diplopornim vapnencima na granici između anizika i ladinika na Svilaji, sjeverno od Knina, u strukturi Bruvno i navlaci Kremena, isprekidano sjeveroistočnim podnožjem Velebita gdje se na više lokaliteta prate od Gračaca do u Donje Pazarište, a pribraja im se i dio naslaga Senjske drage. Na Svilaji su u njima nađene aniziče vrste amonitnih rodova *Monophyllites* i *Ptychites*. Tijekom ladinika, kao posljedica ekstenzijske tektonike, uz duboke rasjede u dotad nataloženim karbonatnim sekvencijama nastajala su manja korita, ali i djelomična okopnjavanja, pa su se u koritima, uz podmorski bazični vulkanizam, taložili šejlovi, pješčenjaci, bazenski vapnenci i piroklastiti, tufovi od kojih se posebno ističu tirkizni „pietra verde“ i tufiti. Te se stijene i naslage nalaze se na padinama Velebita u Donjem Pazarištu, u Sv. Roku i kod Kunovac vrela (sjeverno od Velike Popine). Iz tih naslaga poznata je bogata ladinička amonitna zajednica s rodovima *Halilucites, Dinarites, Ptychites, Arcestes, Popinites, Ceratites, Proarcastes, Pinacoceras, Gymnites*, a od školjkaša najčešće su vrste roda *Daonella*. Uz opisane klastično-karbonatne naslage bazenskih obilježja vezane su magmatske i vulkanske stijene u nizu pojava od Fužinskoga Benkovca (andezit) preko Senjske drage (andezit i dacit), Donjega Pazarišta (bazalt), Knina i Drniša (spilitizirani dijabazi), Zelovskih staja na Svilaji (bazalti) do Sinja (spilitizirani bazalti i andezitbazalti). Spomenuti ekstenzijski pokreti u Perimediteranskome području kulminirali su u mlađem ladiniku odvajanjem Jadranske (mikro)ploče od sjevernoga ruba Gondvane. To je označilo prestanak postojanja epiričke platforme i nastanak velike izolirane Južnotetiske megaplatforme - Jadranske (mikro)ploče. Ta je platforma obuhvaćala današnje Krške Dinaride, južne Apenine, Apuliju, Albanide i Helenide.
Perijadransko područje najvećim dijelom je okopnjelo krajem srednjega trijasa, pa su se od kasnoga ladinika do početka/sredine norika, u paleokrškim uvalama i ponikvama na srednjotrijaskim Diplopornim vapnencima taložile crvene kopnene Rabeljske klastične naslage, pretežito siltiti, sitno- i krupnozrnasti pješčenjaci, breče i konglomerati i/ili boksitične gline i boksiti gornjeg trijasa (karnika). Nalaze se u strukturi Bruvno, a najraširenije su na ličkim padinama Velebita od prijevoja Vrace prema sjeverozapadu do Baških Oštarija, u Paklenici, zatim od Grgin brijega do Tisovca, u Štirovači i u Senjskoj dragi. Lokalno su utvrđeni u Ogulinskome Zagorju i na više mjesta u Gorskome kotaru (Lokve, Mrzle Vodice, okolica Gerova). Mjestimice je ipak i tijekom karnika bilo marinske sedimentacije čiji su se karbonati sačuvali u Donjem Pazarištu, a klastično-karbonatne naslage sačuvale su se i kod Barilovića.

Slično kao u srednjem permu, tako je i tijekom norika postupnom ingresijom more preplavilo okršene Diploporne vapnence i/ili klastične Rabeljske naslage, i/ili boksitične gline i

boksite, pa se do kraja trijasa taložio Glavni dolomit (Hauptdolomit) gornjega trijasa. Njegova je temeljna litološka značajka izmjena sivih ranodijagenetskih dolomita sa smeđastim kasnodijagenetskim dolomitom. Mjestimice se u prvim slojevima Glavnoga dolomita nalaze proslojci tufitičnoga dolomita. Nastali su od vulkanskoga pepela prigodom vulkanskih erupcija, a utvrđeni su npr. na Baškim Oštarijama na Velebitu. Glavni dolomit nalazi se od Konavala kroz Dubrovačku Župu i Primorje prema Pločama. Idući prema sjeverozapadu prisutan je na južnim padinama Svilaje, u okolici Knina u dolinama Krčića, Une i Butišnice, na padinama Poštaka, sjeverno od Velike Popine, u strukturi Bruvno, na Kremenu, kod Udbine i Korenice, na Plitvicama i između Drežnika i Rakovice. Najviše je otkriven na Velebitu i to na njegovim sjevernim padinama u neprekinutome pružanju od Crnopca do Baških Oštarija i od Brušana do Kosinjskoga Bakovca, te u Paklenici, na Velikome Rujnu, Jelovoj Ruji, kod Metka i Ribnika, od Trnovca prema Donjem Pazarištu, u Štirovači, Senjskoj dragi i na Vratniku. Manjih pojava ima u Velikoj Kapeli na istočnim padinama Kolovratskih stijena i Ričičkoga bila. Velikih je površina u Gorskome kotaru od Fužina prema Lokvama, Risnjaku, Gerovu i Prezidu, između Mrkoplja i Delnica, u okolici Ravne Gore i Skrada te u dolini Kupe. Prisutan je i kod Modruša i Ogulinskoga Zagorja, u okolici Veljuna i dolini (Budačke) Rijeke prema Tušiloviću, Dugoj Resi i prema sjeveru u dolini Dobre.

Prijelaz iz trijasa u juru je kontinuiran, a granica je postavljena u podini prvoga vapnenačkog sloja na Glavnome dolomitu. Jurski su karbonati zastupljeni pretežito vapnencima, a manje kasnodijagenetskim dolomitima. Dolomiti se pojavljuju najčešće kao proslojci, rjeđe u izmjeni s vapnencima, kao npr. u starijoj donjoj juri i mlađoj gornjoj juri. Međutim, ima i područja s prevlašću dolomita s lećama vapnenaca kroz cijelu juru kao npr. od Vrbovskoga preko Ogulinskoga kraja do Plitvica ili od Krnjaka u Kordunu do Velemerića. U starijoj juri Dinarida izdvajaju se tri stratigrafske jedinice: (1) Maloalanski vapnenci i dolomiti hetangija i sinemurija s izmjenom algalnih (paleodazikladusi) i foraminiferskih (orbitopsele i druge lituolide) vapnenaca, bioklastično-skeletnih floutstona, skeletnih vekstona i madstona s kasnodijagenetskim dolomitima te rijetkim pojavama ranodijagenetskih dolomita, (2) Litiotisni vapnenci, pretežito skeletni floutstoni u izmjeni sa skeletnim pekstonima, vekstonima i madstonima plinsbaha i ranoga toarcija (litiotidni školjkaši i lituolide) te (3) Mrljasti vapnenci toarcija, bioturbirani muljni vapnenci s uloščima ooidnih vapnenaca i proslojcima sitnozrnastih kasnodijagenetskih dolomita. Svi su spomenuti varijeteti sivi i tamnosivi do crni, što je posljedica razmjerno zaštićenih taložnih paleookoliša s prisutnošću organske tvari. Kasnodijagenetski dolomiti su većinom

krupnokristalinični, smeđi do tamnosmeđi. Donjojurski karbonati nalaze se širom području, tzv. podloge Jadranske karbonatne platforme od mjesta Tijarica (istočno od Trilja) do grance Republike Hrvatske sa Slovenijom i granice Dinarida s Panonskim bazenom. Cjeloviti razvoj ovih naslaga prisutan je na Svilaji, Dinari, Poštaku, kod Velike Popine, na strukturi Bruvno, kod Korenice, Plitvica i Rakovice, na čitavom Velebitu, Velikoj Kapeli i Gorskome kotaru. U Ogulinskome kraju u ovoj jedinici, a i u ostatku jure, prevladavaju kasnodijagenetski dolomiti s uloščima tanje slojevitih vapnenaca. Od Kapele prema Karlovcu manje su pojave ovih naslaga prisutne između Slunja i Veljuna, kod Barilovića, Siče, Duge Rese i jugozapadno od Ozlja. Nasuprot opisanim facijesnim odlikama na Biokovu i jugoistočno do granice s Bosnom i Hercegovinom i Crnom Gorom, donjojurski su karbonati svijetli do bijeli s prevladavajućim zrnastim varijetetima, pretežito intraklastično-skeletni pekstoni, grejnstoni do radstoni, rjeđe vekstoni i madstoni. Otkriveni su u okolici Baćine i Graca gdje normalno na gornjotrijaskome Glavnom dolomitu slijede smeđi dolomiti s uloščima svijetlih vapnenaca kao bočna inačica Maloalanskih vapnenaca i dolomita hetangija i sinemurija, te gotovo bijeli Litiotisni vapnenci plinsbaha. Ovih naslaga ima i u antiklinalnoj jezgri na sjeverozapadu Biokova. Taloženi su plitkim zagrebenskim visokoenergetskim okolišima, pod jakim utjecajem pridnenih struja i valova kojima su ispirani karbonatni muljevi, čime je bilo reducirano taloženje vekstona i madstona.

Perimediteransko područje tijekom toarcija bilo je zahvaćeno značajnim tektonskim i paleogeografskim promjenama, posebno važnima za Krške Dinaride. Tako je toarcijskim ekstenzijskim pokretima velika Južnotetiska platforma (Jadranska (mikro)ploča) razlomljena na tri manje platforme – Apeninsku, Apulijsku i Jadransku karbonatnu platformu koje su međusobno bile odijeljene dubokomorskim bazenima. Dvije južnije platforme, Apeninsku i Apulijsku, dijelio je Lagonero bazen, a između Apulijske i Jadranske platforme nastalo je Jadransko korito kojim su bili povezani Jonski bazen na jugoistoku, Umbria-Marche bazen na zapadu i Belunski bazen na sjeverozapadu. Novonastalo Jadransko korito je na taj način već u ranoj juri predstavljalo začetak današnjega Jadranskoga mora. Ta je činjenica ponukala dio hrvatskih geologa da novonastalu individualiziranu karbonatnu platformu u južnome Tethysu, ograničenu Jadranskim, Umbria-Marche i Belunskim bazenom na jugozapadu i zapadu, Slovenskim i Bosanskim koritom na sjeveru i sjeveroistiku te Cukali-Budvanskim koritom na istoku i jugoistoku, nazovu Jadranska karbonatna platforma. Nastala je na prijelazu iz donje u srednju juru i održala se sve do kasnokredne emerzije kada je najvećim dijelom okopnjela. Na Jadranskoj karbonatnoj platformi

bez obzira na ekstenzijske pokrete nije bilo izrazitijih prekida sedimentacije. Naprotiv, unutarnji dijelovi platforme bili su produbljeni pa se tijekom većega dijela toarcija taložio Mrljasti vapnenac. Osim toga, tijekom toarcija dogodio se i prvi oceanski anoksični događaj OAE (*Oceanic Anoxic Event*). Toarcijski Mrljasti vapnenci su tamnosivi sa smeđastim i žućkastim mrljama, dobro izražene pločaste i tanke, mjestimice i srednje debele, slojevitosti. Pretežito se radi o madstonima, skeletnim floutstonima i ooidnim pekston/gejnstonima. Mrljasti izgled potječe od nejednolične dolomitizacije i bioturbacija. Površinske pojave Mrljastoga vapnenca nalaze se najjužnije u sjevernome dijelu Konavala i nema ih na površini sve do južnih padina Svilaje, odakle se protežu dalje na sjeverozapad u svim područjima Dinarida, uvijek u krovini Litiotisnih vapnenaca.

Normalno i u kontinuitetu na Mrljastim vapnencima slijede srednjojurski vapnenci s lećama i proslojcima kasnodijagenetskih dolomita. Izrazito su debelo slojeviti, sa slojevima i do dva metra debljine, pretežito jedri sivi i tamnosivi madstoni taloženi u zaštićenim okolišima prostranih laguna. Prve dvije trećine ovih naslaga u spomenutim područjima vrlo su slabo fosiliferne. Značajnijih fosila, uglavnom foraminifera, ima u vršnoj trećini, u vapnencima batskoga kata. U takvom facijesu ima ih u središnjim i sjeverozapadnim dijelovima Jadranske karbonatne platforme, od okolice Trilja prema Svilaji, okolici Knina, na Poštaku, najviše na Velebitu, Lici, Velikoj Kapeli i Gorskome kotaru. Manje pojave otkrivene su od Kapele prema Bosiljevu i Siči. Mlađe jedinice otkrivene su i u jezgri Zapadnoistarske antiklinale na padinama kod ušća Limskoga kanala. Poput donjojurskih karbonata jugoistočnoga facijesnog razvoja od Biokova do Konavala, i srednjojurski vapnenci su u tome području, također bitno drukčijih litoloških značajki od ostalih dijelova Jadranske karbonatne platforme. Pretežito su to bijeli, zrnasti, u nižim nivoima i ooidni grejnstoni, a naviše izrazito fosiliferni (puževi, školjkaši, koralji, alge, foraminifere), uglavnom skeletni i bioklastično-intraklastični pekstoni, grejnstoni do radstoni, rjeđe i vekstoni.

U kontinuitetu na srednjojurskim, slijede plitkomorski karbonati mlađe jure. Sastoje se od različitih tipova slojevitih vapnenaca i kasnodijagenetskih dolomita. Nalaze se diljem hrvatskoga dijela Jadranske karbonatne platforme, od doline Kupe uzvodno od Ozlja, u središnjoj Hrvatskoj, Gorskome kotaru, Zapadnoj Istri, Velikoj i Maloj Kapeli, Velebitu i Lici, Poštaku, Dinari, Svilaji, Kamešnici, Mosoru, Biokovu i južnije do Konavala. Litološki, to su različiti tipovi vrlo fosilifernih vapnenaca (alge, foraminifere, koralji, hidrozoji, stromatoporoidi, mekušci, amoniti) – od madstona i skeletnih vekstona do grejnstona, intraklastično-bioklastičnih grejnstona, radstona i

biolitita te značajne sekvencije kasnodijagenetskih dolomita. Boje su sive, tamnosive do crne, izvrsno izražene slojevitosti, osim kod biolititnih tvorevina. Među njima ima i matičnih stijena taloženih u intraplatformnim koritima i zaštićenim lagunama. I među gornjojurskim naslagama facijesno se razlikuju dva razvoja: sjeverozapadni sa sivim i tamnosivim karbonatima prisutan od Kupe do južnih padina Kamešnice i jugoistočni smeđi, sa svjetlije smeđim vapnencima i dolomitima prisutan od Biokova do Konavala. Ima i manjih litoloških razlika, a očituju se u većem postotku zrnastih varijeteta u vapnencima na jugoistoku. Glede stratigrafskoga slijeda naslaga nema razlika – na srednjojurskim karbonatima slijede sivi i tamnosivi slojeviti vapnenci i kasnodijagenetski dolomiti starije gornje jure (oksforda), slojeviti vapnenci s proslojcima kasnodijagenetskih dolomita srednje gornje jure (kimeridža) i slojeviti vapnenci u međusobnoj izmjeni ili tek sa povremenim proslojcima kasnodijagenetskih dolomita mlađe gornje jure (titona). Međutim, gornjojurske naslage imaju i svoje posebnosti zbog pojava matičnih stijena i koraljnohidrozojskih grebena.

U perimediteranskom području tijekom kimeridža utvrđena je značajna kompresijska tektonika koja se odrazila u središnjim dijelovima Jadranske karbonatne platforme nastankom dvaju plićih korita s hemipelagičkom sedimentacijom. Lokalno korito, bez izravne veze s dubokomorskim oceanskim područjima, nastalo je u današnjem Gorskom kotaru, u Velikoj Kapeli s taloženjem tamnosivih slojevitih i pločastih vapnenaca s rožnjacima i tufovima, te rijetkim nalazima amonita. Veće korito s izravnom vezom s otvorenim Tethysom prostiralo se od sjeveroistočnoga ruba Jadranske karbonatne platforme, od današnjega Bihaća, pa istočnom Likom, preko Poštaka i Svilaje do Sinja. Tu su taložene Lemeške naslage, tamni slojeviti i pločasti vapnenci s tufovima, rožnjacima i bogatom amonitnom zajednicom (rodovi *Perisphinctes*, *Aspidoceras*, *Opelia*). U oba korita utvrđeni su i anoksični uvjeti taloženja, kao i značajan postotak organske tvari prisutne u vapnencima. Na rubovima korita nastali su koraljno-hidrozojski grebeni koji su snagom valova razarani, pa su njihovim kršjem, kao i progradacijom tih rubnih biolititnih tijela, ova korita bivala zapunjavana. Istovremeno, na sjevernome rubu Jadranske karbonatne platforme postojali su i tzv. barijerni grebeni prema dubokomorskome Tethys oceanu, a njihovi ostaci recentno se nalaze zapadno od Ozlja i južno od Kamanja. Mjestimice je istovremeno bilo i kopna, kao npr. u dijelu današnjega Biokova, a posebice veliko kopno nalazilo se u području današnje Istre na kojemu su obitavali dinosauri čiji su se tragovi stopala sačuvali u titonskim vapnencima u kamenolomu Kirmenjak. U paleoponikvama ovog okršenoga paleoreljefa mjestimice su se taložili boksiti. Tijekom titona ova korita su bila

zapunjena, pa se plitkomorska sedimentacija kontinuirano nastavila sve do apta, tijekom kojega su se dogodile nove značajne paleogeografske promjene. Do kraja jure taložili su se plitkomorski algalni, Klipeinski i Kampbelielski vapnenci s proslojcima kasnodijagenetskih dolomita.

Prijelaz u kredu bio je kontinuiran. Kredne naslage nalaze se na čitavom prostoru Dinarida, najčešće usporedno s pružanjem dinarskih struktura, izgrađujući dijelove mnogobrojnih sinklinala ili ljusaka. Litološki gledano, prevladavavaju vapnenci nad dolomitima, čije su pojave tek značajnije na prijelazu iz jure u kredu i iz starije u mlađu kredu, te u berijasu Istre. Karbonati starije krede otkriveni su, idući od granice s Panonskim bazenom prema zapadu i jugu, u okolici Netretića i jugoistoistočno u nizu manjih pojava nastalih od rasjednutih sinklinala do granice s BiH uz gornji tok Korane, zatim u sinklinalama od Zdihova preko Donjih Dubrava do granice s Bosnom i Hercegovinom na Korani, Razdrto – Ogulin – Plješevica, Velike i Male Kapele, Otočac – Bunić – padine Plješevice sjeverno od Udbine, od Lipovoga polja do Udbine. Nalaze se od granice sa Slovenijom kod Prezida do sjeverno od Senja, sjeverozapadno od Rijeke, u ljuskama Ćićarije, na kvarnerskim padinama Učke, u Bujskoj antiklinali i u krilima Istarske antiklinale od Novigrada do Pule. Na primorskoj padini Velebita donjokredni vapnenci su većim dijelom pokriveni paleogensko-neogenskim vapnenačkim Velebitskim (Jelar) brečama. Otkriveni su sjeverno od Donjega Lapca, na Poštaku, Dinari, Svilaji, Kamešnici, Mosoru, Biokovu, Riliću, kod Imotskoga, u dolini Neretve, na Pelješcu, u okolici Čepikuća i na Konavoskim brdima. Učestale i regionalno rasprostranjene kratkotrajne emerzije nalaze se u vapnencima otriva i barema. Na najvećemu dijelu današnje Istre toga razdoblja poznati su ostaci kostura dinosaura u nadplimnim močvarnim karbonatnim naslagama (zaljev Kolone kod Bala), a na otoku Veli Brijun i otisci njihovih stopala. Tijekom apta dva su značajna događaja utvrđena na Jadranskoj karbonatnoj platformi. Prvi je vezan za donjoaptske Donje orbitolinske vapnence s pelagičkim utjecajima (planktonska mikrofauna). To je bila posljedica manjega porasta morske razine, kao i odraz globalnoga anoksičnog događaja OAE-1a. Drugi je događaj gornjoaptska regionalna emerzija na Jadranskoj karbonatnoj platformi različitoga trajanja, najdužega u Istri, mjestimice čak od mlađega barema do mlađega alba, a u drugim područjima na prijelazu iz apta u alb. Najcjelovitije su naslage apta i alba sačuvane u Ogulinskome kraju, Velikoj i Maloj Kapeli, Dinari i Biokovu, gdje prevladavaju skeletni pekstoni i vekstoni iz okoliša zaštićenih laguna te pekstoni i grejnstoni i platformnih plićaka s povišenom energijom vode. Sadrže bogate zajednice fosilnih alga (salpingoporele) i foraminifera (orbitoline – Donji orbitolinski vapnenci donjega apta i Gornji orbitolinski vapnenci gornjega apta i donjega alba sa čestim miliolidama).

Prijelaz u gornju kredu je djelomice kontinuiran u vapnenačkome razvoju, kao npr. u Južnoj Istri, na Biokovu i Konavoskim brdima. Međutim, u najvećem dijelu Jadranske karbonatne platforme za taj stratigrafski nivo značajne su pojave kasnodijagenetskih dolomita i desikacijskih dolomitnih breča, mjestimice sa sačuvanim strukturama ranodijagenetskih dolomita. Nalaze se u sjeverozapadnoj Istri, na Čićariji, sjeverozapadno od Rijeke, u krilima krednih sinklinala Gorskoga kotara, Korduna, Velike i Male Kapele, Like i Svilaje. Na njima normalno slijede Rudistni vapnenci mlađe krede. Već u starijem i srednjem cenomanu, uslijed sinsedimentacijske tektonike, lateralne promjene taložnih okoliša i facijesa nagovjestile su i kasnije značajne događaje. Tako je globalnim porastom morske razine u mlađem cenomanu potopljena čitava Jadranska karbonatna platforma što je trajalo i tijekom starijega turona. To je bilo i vrijeme novoga anoksičnog događaja, OAE-2, kada su se taložili pučinski tzv. kalcisferski vapnenci s pelagičkom/planktonskom mikrofaunom, a mjestimice, npr. u Južnoj Istri i vapnenci s amonitima (rodovi *Vascoceras, Acanthoceras*). U nešto plićim okolišima, u zaštićenim lagunama taložili su se pločasti vapnenci u kojima su se sačuvali fosilni ostaci riba. Ipak, facijesno i biostratigrafski najvažniji gornjokredni fosili na Jadranskoj karbonatnoj platformi su provodne bentičke foraminifere i mnogobrojni rodovi i vrste rudista. Nalaze se širom Platforme u slojevitim vapnencima od muljne do zrnaste potpore, mjestimice i u životnome položaju, ali češće kao rudistni floutstoni (npr. na prostoru otoka Paga) ili radstoni. Gornjokrednom tektonikom pojedini dijelovi Jadranske karbonatne platforme u jadranskome priobalju bili su toliko izdignuti (npr. Zapadna Istra) da do kraja krede na njima više nije obnovljena marinska sedimentacija. Od mlađega turona do kraja krede Jadranska karbonatna platforma je sve više okopnjavala, a plitkomorski okoliši postupno su se smanjivali tako da su oni u mastrihtu svedeni samo na lokalne pojave, kao npr. u Makarskoj i u Konavlima. S druge strane, kao posljedica kontinuirane kompresijske tektonike, u unutarnjem dijelu Jadranske karbonatne platforme bilo je formirano nekoliko manjih korita s bazenskom sedimentacijom od kojih je jedno u hrvatskim Dinaridima bilo produžetak Cukali-Budva korita od današnjih Konavala preko Dubrovnika i Makarske do Kaštela. U Konavlima, u središnjemu i vršnom dijelu formacije Komaji prate se 10 do 30 centimetara debeli proslojci laminita obogaćenih bitumenom, koji mjestimično mogu biti u potpunosti crni. Tu je utvrđen i kontinuirani prijelaz iz mastrihta u paleocen unutar litostratigrafske jedinice Čilipi debljine preko 400 m. Litološki to su plitkomorski tamnije, rjeđe svjetlije smeđi, slojeviti madstoni, sa slojevima debljine uglavnom 30 do 40 centimetara. Mjestimice se izmjenjuju s laminitima. Ovaj sedimentacijski kontinuitet iz krede u paleogen

jedinstveni je slučaj na cjelokupnome području Jadranske karbonatne platforme i ima izuzetno stratigrafsko i paleogeografsko značenje. Dakle, tijekom mlađe krede nastupilo je okršavanje gornjokrednih karbonatnih stijena koje je u priobalnim Dinaridima trajalo sve do paleogenske transgresije u mlađem paleocenu i eocenu. U središnjim dijelovima Krških Dinarida to okršavanje traje od gornje krede pa sve do danas.

Gornjokrednom kompresijskom tektonikom središnji i sjeveroistočni dijelovi bivše Jadranske karbonatne platforme bili su izdignuti pa je paleogenskom transgresijom more pokrilo zaravnjena i reljefno niža područja. Taložene su karbonatne i klastične naslage stratigrafskoga raspona od paleocena do srednjega miocena. Zastupljene su Foraminiferskim vapnencima, fliševima, Prominskim naslagama i Velebitskim (Jelar) brečama. Karbonate predstavljaju spomenuti paleocenski vapnenci Konavala te gornjopaleocenski i donjoeocenski Foraminiferski vapnenci u kojima se može pratiti i biostratigrafski slijed od miliolidnih preko alveolinskih i numulitnih do diskociklinskih i globigerinskih. Međutim, taloženje tih biofacijesa zavisilo je prvenstveno o taložnim okolišima, pa plitkomorski platformni uvjeti pogoduju miliolidama i alveolinama, uvjeti platformne padine i rampe numulitima i diskociklinama, a bazenski uvjeti globigerinama. Tako je utvrđeno da su se mjestimice u ranom eocenu istovremeno taložili miliolidni, alveolonski i numulitni, a moguće i diskociklinski vapnenci. Ovi vapnenci nalaze se u Istri, Ćićariji, okolici i zaleđu Rijeke, Vinodolu, kod Bunića u Lici, na otoku Pagu, okolici Zadra i čitavome priobalju do u Konavle, zatim u Ravnim kotarima, Zagori (najsjevernije pojave kod Knina), u Zamosorju i Zabiokovlju, kod Imotskoga te između Vrgorca i Metkovića. Litološki, to su varijeteti skeletnih i bioklastičnih vapnenaca, vekstoni-pekstoni-grejnstoni, miliolidni i alveolinski iz okoliša plitkomorskih plićaka, te numulitni i diskociklinski s podmorskih padina i rampa. Postanak karbonatnih rampa ukazuje na produbljavanje taložnih prostora zbog djelovanja eocenske kompresijske tektonike čija je posljedica bila nastanak uzdužnih korita dinarskoga pružanja (SZ-JI) s bazenskom, klastičnom i pelagičkom sedimentacijom te okopnjavanjem plitkomorskih prostora između korita. Zavisno o paleoreljefu morskoga dna istaložene su i različite debljine Foraminiferskih vapnenaca. Najdeblji su u Konavlima i u Sjevernoj Istri, s debljinom od preko 300 m, a u ostalim područjima od par desetaka metara do najviše oko 200 m. Globigerinski lapori i glinoviti vekstoni poznati su kao prijelazne naslage iz Foraminiferskih vapnenaca u fliš. Otkriveni su na većini spomenutih mjesta s kontinuiranim prijelazom u fliš. Nastavkom izdizanja i sve većim okopnjavanjem nastupila je intenzivna erozija, pa su vodama s kopna u korita snašane velike količine erodiranoga materijala. Taložile su se klastične naslage s

turbiditnim značajkama, pretežto fliš, čija je temeljna litološka značajka izmjena lapora i pješčenjaka. Nalaze se u dva područja – na sjeveru Dinarida, zapadno od Jurovskoga Broda i Duga Rese te istočno od Slunja na Kordunu, gdje su paleocensko-eocenske starosti, te jugozapadnije i južnije od granice sa Slovenijom, u Istri, okolici i zaleđu Rijeke, u Vinodolu i po čitavoj Dalmaciji, od otoka Paga, zaleđa Zadra pa sve do Konavala i granice s Crnom Gorom. Debljine fliša su različite, često teško odredive zbog tektonike (boranje, reversni rasjedi). Procjene najdebljih flišnih naslaga kreću se od 350 m u Istri, 680 m u Konavlima, pa do 900 m u zaleđu Zadra.

Prominske naslage predstavljaju regresivni član paleogenske sedimentne sekvencije, odnosno to su naslage koje ukazuju na postupno zapunjavanje i zatvaranje paleogenskog sedimentnog bazena (predgorskog bazena) povezano s intenzivnim izdizanjem Dinarida. Te su naslage izdvojene u području Ravnih kotara, Karinskog mora (npr. lokalitet Kruševo) i Zagore, gdje zauzimaju razmjerno veliku površinu. Izgrađene su od različitih litoloških članova. Najstariji se sastoji od tankoploča stih do dobroslojevitih vapnenaca sa čestim bioturbacijama debljine do 1200 m. Prijelazni član čine glinoviti vapnenci, kalkareniti i konglomerati debeli oko 100 m, a mlađi član konglomerati ukupne debljine oko 600 m. Taložni okoliši Prominskih naslaga bili su promjenljivi; od starijih sa području šelfa do obale i delta, središnji sa područja aluvijalnih zaravni, dok je najviši dio nastao u okolišima aluvijalnih zaravni i lepeza. Stoga su i naslage predstavljene različitim vrstama stijena, od sitnozrnastih do konglomerata koji su najznačajniji, posebice u mlađim dijelovima. Izvorište velike količine klastičnog materijala iz kojega su ove naslage nastale treba tražiti u tektonski izuzetno poremećenim izdignutim područjima kopna u zaleđu, što ukazuje na blisku povezanost Prominskih naslaga i Velebitskih breča. Starost Prominskih naslaga je mlađi eocen i oligocen. U Prominskim naslagama su na niz mjesta utvrđene pojave, a u okolici Drniša i ležišta smeđeg ugljena (Siverić, Velušić, Širitovci, Biovičino selo, Dubravice, Kljaci).

Velebitske (Jelar) breče su pak najzanimljivija stratigrafska jedinica u Krškim Dinaridima jer ih nema nigdje drugdje u svijetu. Druga je njihova zanimljivost što je njihova rasprostranjenost najvećim dijelom ograničena na Velebit, Liku, a tek manje na kopnene i otočne dijelove Kvarnera, a treća njihova zanimljivost je vezana uz njihov postanak. Ove breče su i najokršeniji dio Krških Dinarida s razvijenim gotovo svima poznatim krškim oblicima (osim krških polja). To su masivne karbonatne breče izgrađene od različitih, pretežito angularnih do subangularnih, gotovo sasvim nesortiranih ulomaka stijena u kalcitnom, nerijetko crvenkasto

obojenom matriksu. Klasti pripadaju različitim stratigrafskim jedinicama: najčešći su ulomci krednih vapnenaca te jurskih i paleogenskih vapnenaca, no nalaze se i klasti trijaskih karbonata, jurskih i krednih kasnodijagenetskih dolomita, sitni fragmenti boksita, ulomci paleogenskog fliša, Prominskih konglomerata i rožnjaka. Veličina ulomaka varira od svega nekoliko milimetara, do par desetaka centimetara. Vezivo je usitnjeni vapnenački materijal, karbonatno „brašno“, sa zrnima mikroskopskih dimenzija, nastao drobljenjem i usitnjavanjem istih stijena od kojih su i ulomci. Postanak ovih breča posljedica je izdizanja Dinarida, posebice Velebita i okolnih područja u oligocenu i miocenu za vrijeme najjačih tektonskih pokreta, potresa i rasjedanja. Oni su uzrokovali pojačano razaranje i kršenje starijih stijena, pretežito jurskih i krednih karbonata i „taloženje“ skršenoga materijala "in situ". Zato su breče najviše akumulirane upravo u zonama rasjedanja s horizontalnim pomacima i uz reversne rasjede s kretanjem izdignutih krila prema sjeveroistoku.

Neogenske naslage u Dinaridima, osim spomenute miocenske starosti fliša u Konavlima, otkrivene su, idući od sjevera, istočno i sjeverno od Tounja, u Poloju, istočno od Rakovice i Slunja, na otoku Pagu te u Petrovu i Sinjskome polju. Radi se o jezerskim taložinama, pretežito laporima i glinama s proslojcima ugljena. Pretpostavlja se da ih ima u većini krških polja ispod kvartarnih naslaga.

Pliocenske taložine vjerojatno postoje u Krškim Dinaridima u Hrvatskoj, ali nisu poznati njihovi površinski izdanci. Vjerojatno ih ima u krškim poljima ispod kvartarnih naslaga. Njima se mogu pribrojiti i pliokvartarne taložine sastavljene od riječnih nanosa šljunaka i krupnozrnastih pijesaka te jezerskih naslaga sitnozrnastih pijesaka s proslojcima siltova i glina. Nalaze se u okolici Karlovca – kod Jurovskoga Broda i uz donje tokove Dobre i Mrežnice, a ima ih i na Krbavskome polju. Pleistocenske starosti su morenske naslage na Sjevernome Velebitu u okolici Velikoga Alana i dolini Bakovca, na Južnome Velebitu u uvalama Oglavinovac, Javornik i Struge te dolini Ribnička vrata i na Velikome Rujnu. Ima ih i na Biokovu u Bukovačkoj drazi. Pleistocenske naslage također postoje i u krškim poljima. To su pretežito eolski pijesci u okolici Zadra, na Privlaci, kod Nina i u Ravnim kotarima kod Smilčića. Pleistocenskih glaciofluvijalnih naslaga ima na Velebitu u dolini Krasna te na Velikome i Malom Rujnu.

Krški Dinaridi dio su alpskog planinskog sustava koji je nastao kao posljedica konvergentnog kretanja Afričke ploče u odnosu na Euraziju. Međusobnim približavanjem tih ploča kontrahiran je široki međuprostor nekadašnjeg Tethysa u kojem je od toarcija do kraja krede, kako je predhodno opisano, postojala Jadranska karbonatna platforma čije naslage

izgrađuju najveći dio današnjih Krških Dinarida. Današnja orografija Dinarida najvećim je dijelom posljedica tektonski aktivnog razdoblja koje je započelo krajem krede i u paleogenu, a trajalo do kraja miocena, najvjerojatnije i početka pliocena. No to je samo jedna od tektonskih faza koje se mogu raspoznati u stjenskom zapisu, ali za recentnu tektonsku građu Dinarida i najvažnija. Razmjerno strmo položene rasjedne površine regionalnih reversnih struktura ukazuju da njihov postanak vjerojatno nije isključivo vezan za kenozojsko tektonski aktivno razdoblje, već da dijelom predstavljaju reaktivirane strukture hercinske podloge karbonatnog kompleksa. Daljnjim sužavanjem prostora u mlađem eocenu i oligocenu prestaje klastično–karbonatna sedimentacija u najvećem dijelu područja današnjih Krških Dinarida, te započinje konačno izdizanje Dinarida kao planinskog lanca. Izdizanje i kontrakcija prostora posljedica su kompresijske tektonike koja je u to vrijeme djelovala s najvećim regionalnim stresom po pravcu sjeveroistok–jugozapad. Kombinacijom boranja, reverznog rasjedanja i navlačenja nastale su strukture čije je glavno obilježje pružanje pravcom sjeverozapad–jugoistok – tzv. dinarski pravac pružanja. Intenzivni kompresijski tektonski pokreti uzrokovali su značajna kretanja i ekshumaciju gornjopaleozojskih naslaga. Neotektonsko razdoblje započinje ponovnom promjenom pravca djelovanja najvećega regionalnog stresa koji je poprimio orijentaciju približno sjever–jug. Pretpostavlja se da je to razdoblje započelo sredinom ili krajem miocena, a traje i danas. Tijekom njega reaktivirane su već postojeće strukture koje su bile u idealnom ili približno idealnom položaju (pod kutom od 45º) u odnosu na pravac djelovanja najjačeg stresa. To su prvenstveno regionalni rasjedi strmo postavljenih rasjednih površina koji prelaze u desne horizontalne rasjede. Neke su strukture pod novom orijentacijom stresa retrogradno rotirane, a tamo gdje je to moguće nastaju i nove strukture s orijentacijom b-osi po pravcu istok–zapad (npr. Apatišanska antiklinala u Sjevernome Velebitu). Primjere različitih i kombiniranih struktura nalazimo u navlačnim ljuskama Ćićarije, navlaci Učke, gdje su navučeni kredni karbonati na paleogenke vapnence i fliš, u razbijenoj antiklinalnoj strukturi Velebita. Isto vrijedi i za antiklinalnu građu jadranskih otoka s listričnim rasjedima u čelu gdje su uzdignuti kredni karbonati na eocenski fliš i za strukturnu rampu Biokova s ljuskama gornjokrednih te donjo- i srednjojurskih vapnenaca na eocenski fliš. Toj skupini pripadaju i izraženije navlake permskih klastita te trijaskih klastita i karbonata na jurske i kredne karbonate u Gorskome kotaru, u okolici Karlovca, na Kordunu, kao i navlake starijih jurskih na mlađe jurske karbonate na Kapeli, te navlake trijaskih i jurskih naslaga na jurske i kredne kod Udbine i u istočnoj Lici. Posebno su zamršeni odnosi u područjima izrazitih navlačnih struktura povezanih s evaporitnim dijapirizmom u dolini Une prema dolini Zrmanje i

od doline Butišnice preko Kosova i Petrova polja, Svilaje kroz Sinjsko polje do Kamešnice. U frontalnim dijelovima tih navlaka trijaske i starije jurske naslage navučene su na mlađe – jurske, kredne, paleogenske, a mjestimice i neogenske naslage.

Zaključno, recentna građa Dinarida je primjer kompleksne ljuskave strukture s ljuskama i borama dinarskoga pravca pružanja sjeverozapad – jugoistok. Pojedine ljuske protežu se i po više desetaka kilometara. Zavisno o položaju hercinskih paleostruktura i o dijapirskom probojima evaporita ima i odstupanja od dinarskoga pravca pružanja. Većina reverznih kretanja je jugozapadnih vergencija, ali ima i suprotnih, kao npr. u Velebitu.

DODATAK 12: Geologija Istre

Istra čini sjeverozapadni dio Jadranske karbonatne platforme, velikoga paleogeografskog tijela unutar oceana Tethys na kojem su se u plitkome, toplome moru taložile karbonatne stijene. Tijekom dugoga razdoblja geološke prošlosti, od starije jure (prije približno 190mil. godina) do kraja krede (prije približno 65mil. godina) Jadranska karbonatna platforma bila je izolirana od kopnenih utjecaja, tj. okružena dubokim oceanom Tethysom, no ne i bez povremenih "mostobrana" sa obližnjim kontinentalnim prostorima, te se pod utjecajem dinamičnih procesa u Zemljinom plaštu, postupno od rubova današnje Afrike kretala prema sjeveru, prema Europskim kopnu. U uvjetima konstantnog taloženja karbonata i njihova postupna tonjenja pod pritiskom istaloženih karbonatnih nadslojeva, na Jadranskoj karbonatnoj platformi istaložilo se prosječno oko 5000 m karbonata, a među kojima su najčešći vapnenci, rjeđe dolomiti. Kasnijim sudarom Jadranske karbonatne platforme i susjednih područja s kontinentalnom masom Europe (čiji je najveći intenzitet započeo u eocenu, prije 40-ak mil. godina), Jadranska karbonatna platforma je dezintegrirana uz mjestimični nastanak dubokomorskih korita, a potom je snažnom tektonikom izdignuta u planinski lanac Dinarida, čiji se jugozapadni dio naziva Krškim Dinaridima. Danas je veliki dio Jadranske karbonatne platforme prekriven Jadranskim morem, tako da su njezine naslage utvrđene u dubokim bušotinama i na geofizičkim profilima približno do sredine Jadrana između hrvatske i talijanske obale.

Istra obuhvaća naslage unutarnjega dijela Jadranske karbonatne platforme te naslage nastale tijekom njezine dezintegracije. Njezina je površina velikim dijelom prekrivena razmjerno tankim slojem najmlađih, kvartarnih naslaga. Današnja građa Istre posljedica je opetovanih tektonskih deformacija, pri čemu su najvažnije bile tijekom krede (kada je područje današnje zapadne Istre oblikovano u prostranu zapadnoistarsku antiklinalu) i u tercijaru (kada su stvorena flišna korita, a potom i navlačne strukture Učke i Ćićarije). Kontinuitet taloženja na istarskom dijelu Jadranske karbonatne platforme povremeno je bio prekidan dužim kopnenim fazama, koje su ujedno i granice velikih taložnih cjelina (megasekvencija).

1. MEGASEKVENCIJA

Najstarija taložna cjelina (megasekvencija) obuhvaća slijed naslaga geološke starosti od srednje jure (bat, prije približno 168mil. godina) do starijega dijela gornje jure (oksford/donji kimeridž, prije približno 157mil. godina), koje su otkrivene u području između Poreča, Limskoga kanala i Rovinja. Sastoji se od tipičnih plitkomorskih vapnenaca taloženih u unutarnjem, zaštićenom dijelu platforme (lagunama, zaštićenim plićacima i plimnim prudovima), a u

najmlađem dijelu sadržava i mnogobrojne pretaložene fosilne ostatke (hidrozoja, stromatoporoida, koralja, školjkaša i dr.), nastale razaranjem organogenih grebena. Tijekom dugotrajne kopnene faze različitoga trajanja (približno 6–9 mil. godina) stijene te jedinice bile su izložene pradavnom okršavanju, a u dubljim dijelovima tako nastaloga reljefa taložen je ishodišni materijal za postanak boksita. Jedno od najvećih ležišta jurskih boksita nalazi se sjeverno od Rovinja, a manjih ležišta ima i u okolici Rovinjskoga Sela, Gradine te između Vrsara i Funtane.

2. MEGASEKVENCIJA

Druga taložna cjelina (megasekvencija) sadržava naslage raspona od najmlađe jure (mlađi titon, prije približno 148mil. godina) do mlađega dijela donje krede (mlađega apta, prije približno 115 mil. godina). Nakon postupnoga preplavljivanja dotadašnjega kopna nastale su prostrane plimne ravnice i zaštićeni plićaci, na kojima su ciklički taloženi muljeviti vapnenci, od davnina eksploatirani kao izvrstan arhitektonsko-građevni kamen poznat pod nazivom Kirmenjak. O izvanredno plitkim morskim taložnim okolišima svjedoče mnogobrojne pojave pukotina isušivanja, rijetki otisci tragova stopala dinosaura na gornjim slojnim površinama te odlično očuvani stijenski zapisi u ranodijagenetskim/kasnodijagenetskim dolomitima koji slijede iznad njih, a već pripadaju najstarijoj kredi (berijas, prije približno 140mil. godina). Najljepši izdanci takvih dolomita u starom kamenolomu Fantazija kraj Rovinja proglašeni su geološkom prirodnom baštinom. Izrazito plitkomorski taložni uvjeti nastavljaju se i tijekom neokoma, tj. mlađega dijela starije krede (koji uključuje berijas, valendis i otriv) i barema (prije približno 128mil. godina). Tako su osim mnogobrojnih proslojaka stromatolita (okamenjenih ostataka cijanobakterijskih nakupina) zabilježeni i tragovi isušivanja, kratkotrajnih izronjavanja iznad razine oseke, a osim više razina s pojavama tragova stopala dinosaura pronađene su i vrlo lijepe pojave drevnih slatkovodnih priobalnih sedimenata s kostima dinosaura (uvala Kolone kraj Bala). Pred kraj druge taložne cjeline promijenjeni su taložni uvjeti te su dotadašnji izrazito plitkomorski zamijenjeni nešto dubljim, lagunskim okolišima u kojima su taložene velike količine vapnenačkoga mulja i algalnih gruda. Tako su nastali masivni žućkasti vapnenci poznati kao arhitektonsko-građevni kamen, tzv. "Istarski žuti", koji se danas eksploatira u kamenolomima Kanfanar i Selina, a nekada se vadio u mnogobrojnim kamenolomima od Lakovića do otoka Sv. Jeronim. Taloženje je u cijelom području Istre prekinuto oko sredine apta (prije približno 119mil. godina), kada je zbog izrazitoga snižavanja morske razine, koje je slabije izraženo i na drugim dijelovima drevne jadranske karbonatne platforme, došlo do okopnjavanja. Kopnena je faza trajala približno do sredine alba, tako da joj je na različitim dijelovima paleoreljefa utvrđeno trajanje od 10 do 13mil.

godina, a u stijenama je zabilježena s pojavom i do 1m debeloga slijeda krških breča i sivozelenih glina, tj. vrsta pradavnih tala.

3. MEGASEKVENCIJA

Treća taložna cjelina (megasekvencija) obuhvaća naslage nastale u rasponu od sredine alba do različitih razdoblja gornje krede. U području sjev. Istre, koje je ranije izdignuto, taloženje je prekinuto potkraj cenomana (prije približno 94mil. godina), a u području današnje juž. Istre i vrha Učke, taloženje je kontinuirano nastavljeno sve do mlađega santona (prije približno 84mil. godina); stoga su i naslage te taložne cjeline vrlo različite debljine. Početak taloženja obilježen je postupnim preplavljivanjem okopnjelih područja, a cijelo je razdoblje mlađega alba obilježeno taloženjem u vrlo plitkim morskim okolišima, o čemu svjedoče pojave pukotina isušivanja, stromatolita, plimnih kanala i tragova dinosaura. Pri kraju alba (prije približno 100mil. godina) istarski je dio jadranske karbonatne platforme u trima ciklusima ispunjen vrlo sitnim pepelom donesenim vjetrom s udaljenih područja u kojima su bili aktivni vulkani. To je bio ishodišni materijal za postanak kvarcnih pijesaka, odnosno kvarcnih dijagenetskih sedimenata (sirovina za staklarsku industriju i izradu plinobetonskih blokova). Potkraj alba sinsedimentacijska tektonska aktivnost dovela je do znatne morfološke promjene na istarskom dijelu jadranske karbonatne platforme, što je uvjetovalo različite uvjete i okoliše taloženja. Tako su u sjev. Istri nastali vrlo različiti okoliši, od kontinuirano plitkovodnoga prijelaza u cenoman (područje Savudrije), plitkovodnih vapnenačkih pješčanih prudova (arhitektonsko-građevni kamen u okolici Marušića) do nešto dubljih, razvedenih okoliša u kojima su taloženi organskom tvari i ljušturama školjkaša bogati tamni rudistni vapnenci (arhitektonsko-građevni kamen u okolici Sv. Lucije). Istodobne naslage u području središnje Istre i Ćićarije sadržavaju i pojave natplimnih ranodijagenetskih dolomita, koji su naknadnim tektogeno-dijagenetskim procesima pretvoreni u razmjerno debeli sloj kasnodijagenetskih dolomita i tektogeno-dijagenetskih breča. U juž. Istri prijelazne albsko-cenomanske naslage zastupljene su naslagama nastalim djelovanjem oluja u dubljim okolišima, a zatim dolazi debeli slijed klinoformnih vapnenaca gotovo isključivo izgrađenih od sitnijega ili krupnijega kršja i cijelih ljuštura rudistnih i hondrodontnih školjkaša. Takvi masivni vapnenci od davnina su poznati arhitektonsko-građevni kamen, od kakvoga je npr. izgrađena i pulska Arena, a najpoznatiji je kamenolom Vinkuran. Mlađi dio cenomana na cijelom području Istre obilježen je ujednačivanjem plitkomorskih taložnih okoliša, uključujući i pojave tragova dinosaura na otoku Fenoliga i Rtu Kamenjak. Potkraj cenomana (prije približno 94mil. godina) sjev. dio današnje Istre, tj. područje od Savudrije do Buzeta te sjev. dio Ćićarije, tektonikom se izdiže i postaje

dugotrajno kopno izloženo pradavnom okršavanju uz taloženje izvorišnoga materijala za postanak piritnih boksita (u dolini Mirne u okolici Sovinjaka nalaze se mnogi stari rudnici, među kojima i Minjera, najstariji rudnik boksita na svijetu). Nasuprot tomu, potpuno je drugačija situacija bila u područjima juž. dijela Ćićarije i juž. Istre, gdje je kao i na pretežitom dijelu jadranske karbonatne platforme zabilježeno i globalno dizanje razine svjetskih mora, pa su okoliši znatno produbljeni, o čemu svjedoče mnogobrojni organizmi otvorenih i dubljih mora: planktonske foraminifere, bodljikaši i školjkaši te glavonošci iz skupine amonita. Tijekom mlađeg turona (prije približno 91mil. godina) međudjelovanjem globalnoga snižavanja morske razine i pretaloživanja velike količine sitnorazdrobljenoga vapnenačkoga materijala iz susjednih plićih područja zapunjava se i zaravnava taložni prostor i uspostavlja tipični plitkomorski taložni sustav. Tako su u okolišima zaštićenih plićaka taloženi muljeviti vapnenci s promjenljivim udjelom kršja i kolonija rudistnih školjkaša očuvanih u primarnom položaju rasta. U području juž. Ćićarije takvi su uvjeti vladali sve do okopnjavanja na početku konijaka (prije približno 89mil. godina), dok je u južnoj Istri i na području današnje Učke taloženje nastavljeno sve do mlađega santona (prije približno 84mil. godina) uz još jedan utjecaj produbljivanja i komunikacije s otvorenim morem. Kopnena faza utvrđena između krednih i paleogenskih naslaga Istre bila je vrlo dugotrajna i od mjesta do mjesta vrlo različita trajanja, budući da su eocenski vapnenci (prije približno 54mil. godina) taloženi na različitim stratigrafskim jedinicama krede. Najmanji stratigrafski hijatus, tj. praznina (razdoblje koje nije zabilježeno u stjenskome zapisu jer nije bilo taloženja tijekom kopnene faze), utvrđen je u juž. Istri, gdje iznosi približno 30mil. godina, a nešto je dugotrajniji bio na sjev. dijelu Ćićarije i u području Savudrija–Buzet (oko 40mil. godina). U novije su doba u zap. dijelu Istre između Rovinja i Poreča pronađene i manje pojave eocenskih vapnenaca na naslagama donje krede, koje svjedoče o tom da je kopnena faza u tome dijelu Istre trajala znatno duže (čak i do 80mil. godina). Upravo je to jedan od ključnih dokaza da je zap. dio Istre bio u to doba izdignut, tvoreći prostrani otok na kojem su tijekom dugoga razdoblja krede prebivali dinosauri (za koje je uz velike količine hrane bilo potrebno i obilje slatke vode).

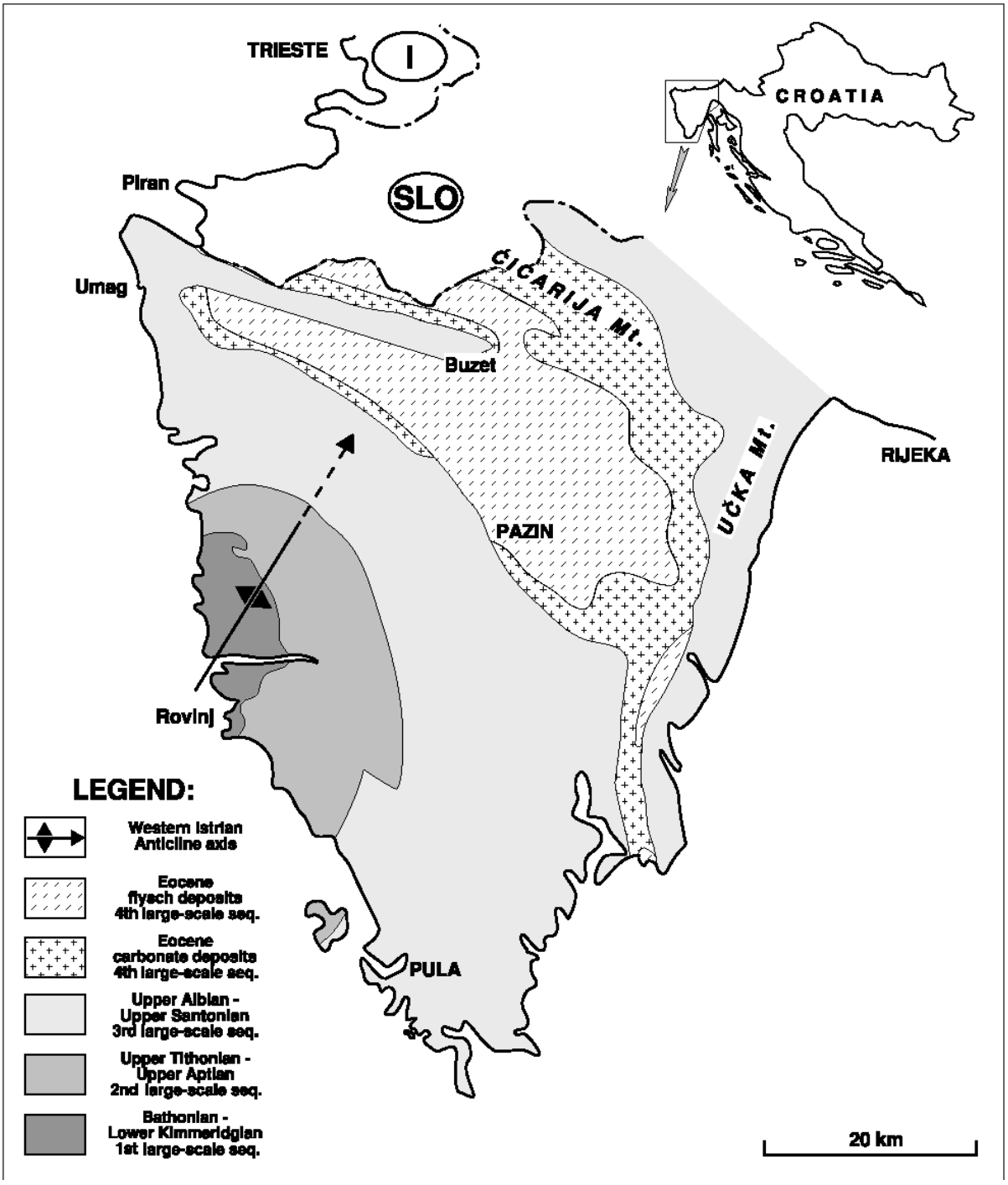
4. MEGASEKVENCIJA

Četvrta taložna cjelina (megasekvencija) sadržava naslage paleogenske starosti, čije je taloženje započelo postupnim preplavljivanjem tektonski deformiranoga, tijekom dugotrajne kopnene faze okršenoga i reljefno raznolikoga kopna. Podizanje morske razine bilo je uzrokom istodobnog izdizanja velikih nakupina podzemne slatke vode, tako da su najniži dijelovi reljefa postupno pretvarani u močvare, u kojima je između karbonatnih sedimenata taložen i izvorišni

materijal za debele naslage ugljena (rudnici u području Labina). Daljim porastom morske razine postupno je preplavljen sve veći dio dotadašnjega kopna te se ponovno uspostavljaju plitkomorski okoliši taloženja na sve većem prostoru, u kojima se talože velike količine sitnih ljušturica različitih jednostaničnih organizama iz skupine foraminifera (miliolida, alveolina, numulita, diskociklina i dr.), po čemu se i slijed takvih naslaga naziva foraminiferski vapnenci. Istodobnim tektonskim deformacijama cjelokupnoga područja nekadašnje jadranske karbonatne platforme zbog sažimanja prostora povezanoga s regionalnim događajima u Alpama i Karpatima, stvaraju se duboka korita obilježena taloženjem klastičnih naslaga. Te naslage poznate pod nazivom fliš obuhvaćaju u najnižem dijelu lapore (smjesu najsitnijih čestica kalcita i gline), a zatim ritmičku izmjenu takvih autohtonih bazenskih naslaga i ugl. tankih proslojaka pretežito vapnenačkih pješčenjaka, čiji materijal potječe od pretaloživanja velike količine ljušturica foraminifera iz susjednih rubnih plitkomorskih okoliša trošenja, a dijelom i od trošenja starijih (pretežito gornjokrednih) tektonski izdignutih naslaga. U mlađem dijelu fliša pješčenjaci sadržavaju i veći udio nekarbonatnih, siliciklastičnih zrna. Jedno od takvih korita, poznato kao pazinski flišni bazen, dobro je očuvano u području od doline Mirne preko Pazina i Lupoglava do okolice Labina. Posebna su odlika flišne sedimentacije u tome koritu pojedinačni vrlo debeli slojevi vapnenačkih breča i pješčenjaka, na kojima je zbog izuzetne otpornosti na eroziju izgrađena većina naselja u tome području (npr. Hum, Buzet, Motovun, Boljun i dr.).

Nakon taloženja fliša kao najmlađih paleogenskih naslaga prije približno 35 mil. godina, cijelo je područje današnje Istre okopnjelo. Tijekom tako dugoga kopnenoga razdoblja sve četiri velike taložne cjeline izložene su površinskome trošenju, okršavanju i eroziji, a dijelom su prekrivene najmlađim sedimentima – crvenicom, eolskim materijalom (lesom ili praporom), kvartarnim brečama i močvarnim sedimentima. Tektonska aktivnost na istarskom dijelu jadranske karbonatne platforme može se podijeliti u nekoliko aktivnih i po geometriji struktura prepoznatljivih razdoblja. Najstarije je razdoblje vezano uz kredu (izrazitije mlađu kredu, razdoblje prije približno 99–65mil. godina), kada se Jadranska karbonatna platforma zbog djelovanja geodinamskih sila kreće u smjeru zapad–sjeverozapad. Zbog otpora takvom kretanju nastale strukture poprimaju pravac pružanja sjever-sjeveroistok–jug-jugozapad, a najvažnija je takva struktura zapadnoistarska antiklinala. Mlađe tektonski aktivno razdoblje (paleocen–mlađi miocen, prije približno 65–10mil. godina) vrlo je važno za područje Jadranske karbonatne platforme, jer je dovelo do izdizanja Dinarida. Smjer kretanja platforme u to je doba zakrenut i pritisci djeluju po pravcu sjeveroistok–jugozapad. Tako nastaju "dinarske" strukture pružanja

sjeverozapad–jugoistok (ljuskave strukture Ćićarije, navlaka Učke i pazinski bazen). Potkraj miocena započinje neotektonsko razdoblje, koje traje i danas. Njegovo su najvažnije obilježje deformacije čija je geometrija prepoznatljiva po pružanju struktura istok–zapad, što je posljedica regionalne kompresije na pravac sjever–jug.



F

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: Principals of Historical Geology**. Merrill Publishing Co., 531p.

DRAGIČEVIĆ, 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., ĆOSOVIĆ, 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. & SOKAČ, 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 Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme**. Djela JAZU, 69, 160p.

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

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

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

OTONIČAR, B. (2007): **Upper Cretaceous to Paleogene forbulge unconformity associated with foreland basin evolution (Kras, Matarsko Podolje and Istria; SW Slovenia and NW Croatia)**. Time in Karst, Postojna, 101–120.

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.

PAVELIĆ, D. & KOVAČIĆ, M. (2018**): Sedimentology and stratigraphy of the**

Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. Marine and Petroleum Geology, 91, 455-469.

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

POLŠAK, A. & SLIŠKOVIĆ, T. (1966): **Granica donja-gornja kreda i biostratigrafija gornje krede u vanjskom pojasu 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., MATIČEC, 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.): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 31-66.

VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC 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., MATIČEC, 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.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. & MATIČEC, 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., VESELI, 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., MATIČEC, 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.): Vodič 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 (2007): **Stratigraphy and Palaeobiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe).** Geologia Croatica 60/1, 1-113.

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

VELIĆ I., TIŠLJAR J., VLAHOVIĆ I., MATIČEC 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.

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
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, 293, 294 - Levin, L.H. (2003): The Earth Through Time. John Wiley & Sons, 632p.
Sl.142 - https://fossil.fandom.com/wiki/Lycaenops
Sl.143 - http://www.files.tellmewhereonearth.com/Photos%20Fossils/1%20Lystrosaurus.jpgG
Sl.144 - http://www.isgs.uiuc.edu/faq/fossils/3894556c.jpg
Sl.146 - https://en.wikipedia.org/wiki/Hesperosuchus
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 - Velić, I., Tišljar, J., Vlahović, I., Matičec 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.
Sl.153 - Palinkaš, L., Borojević-Šoštarić, S. & Strmić-Palinkaš, S. (2008): Metallogeny 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 geotetonics of the Dinarides. Acta geologica,

16/1, Jugosl.. akd. 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, 295, 296, 297, 298, 299, 301, 302 - 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, 285, 286, 287, 288 - 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, 289 - 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
Sl.178 - 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
Sl.188 - http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/Late_Jur.jpg
Sl.201 - Velić, I. (1977): Jurassic and Lower Cretaceous assemblage zones in Mt. Velika Kapela, central Croatia. Acta geol. 9/2, 15-37.
Sl.212 - Velić, 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
Sl.222 - 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
Sl.237 - Pamić, J., Gušić, 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 paleogeografija biolititnog kompleksa senona kod Donjeg Orešja (Medvednica, sjev. Hrvatska). Acta geol., 9/8,195-231.
Sl.245 - Tišljar, J., Vlahović, I., Matičec, 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.): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 67-110.
Sl.246, 251 - Velić, I., Matičec, 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.): Vodič ekskurzija, 1. Hrvatski geološki kongres, 31-66.
Sl.213, 247, 248 - ustupio dr.sc. Aleksanadar Mezga
Sl.252 - Vlahović, I., Tišljar, J., Velić, I., Matičec, 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. & Sliškoviđ, 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
Sl.268 - http://members.aol.com/Dinofiles/hyrac.jpg
Sl.270 - 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
Sl.275 - http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/vertpaleo/fhc/FHCimages/brontops.jpeg
Sl.276 - https://alchetron.com/Dinictis
Sl.277 - https://en.wikipedia.org/wiki/Aegyptopithecus
Sl.284 - http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e44/26.htm
Sl.290 - http://www.accessexcellence.org/BF/bf02/klein/slides/PhyloftheHom.gif
Sl.291 - http://www.hunterian.gla.ac.uk/collections/museum/hominid/first_human/habilis/other_information/habilis.jpg
Sl.292 - http://www.gpc.edu/~pgore/students/f97/glenda/lucy.gif
Sl.300 - http://deschutes.gso.uri.edu/~rutherfo/milankovitch.gif
tab.16 - INA Naftaplin, Sektor 1, Služba za istraživanje, Odjel za stratigrafiju - 1993

Sl.303-311 - Pavelić, D. & Kovačić, M. (2018): Sedimentology and stratigraphy of the Neogene rift-type North Croatian Basin (Pannonian Basin System, Croatia): A review. Marine and Petroleum Geology, 91, 455-469.
Sl.312 - http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Alps_geology_map_en.jpg

KAZALO

A

abichi naslage 104
Acanthoceras 66
Accordiella conica 68
Acetabularia 73
"Adnet facijes" 38
Adrijatik 15, 16
Aegyptopithecus 77
Aėtosaurus 18
Agassiz Louis 92
akritarha 25
Akvitan 88
Alb 47
Alborz 107
Alberti Friedrich August 7
Albertosaurus 51
Alen 24
alge 9, 27, 41, 43, 44, 45, 48, 64, 73, 89
Allosaurus 29
Alpe 39, 62, 107
Alvarez Walter 53
Alveolina 73, 84
Alveolina cucumiformis 84
Alveolina oblonga 84
Alveolina solida 84
Alveolina trempina 84
"alveolinski vapnenci" 84
Amaltheus 36
Amijella amiji 41
Ammonia beccarii 102
Ammonitina 48
Amoniti 6, 8, 20, 22, 26, 32, 36, 40, 47, 48, 52, 61, 66
Amphistegina 73
Amphistegina lessonii 106
Amphistegina mammilla 102
Anizik 7
Anglo-pariški bazen 35
Andrusoviconcha neumayri 101
Andrusoviconcha venusta 101
Anodontophora fassaënsis 18, 20
Anthracotherium magnum 87
Antropocen 88
Aon-zona 20
Apenini 107
Apt 47
aptihus 26, 38, 40
Archaeopteryx lithographica 31
Archaelon 49
Ardipithicus ramidus 90
Arietites 36
Articulina problema 103
Artiodactyla 75
Assilina 73
Assilina spira 85
Atlas 107
Aulotortus friedly 23
Austroalpinska navlačna zona 107
Australopithecus afarensis 90, 91
Australopithecus africanus 90
Australopithecus anamensis 90

B

Bacinella irregularis 65
Bacunella dorsoarcuata 103
Baden 88
Bajocij 24
banatica naslage 103
Balkanske planine 107
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
"Biancone" 38
"Biancone vapnenci" 61
bijela jura 34, 35
Bithynia vukotinovici 104
Bolivina dilitata 102
Braarudosphaera bigelowi 52
Brachiosaurus 29
Brahiopodi 6, 8, 27, 52
Brahiosaurida 29
brijansonski prag 61
Broeckella 73
Broeckella belgica 87

Brontotheridae 76
Bryozoa 50
Buntsandstein 7, 18
Burdigal 88

C

Calabrian 88
"Calcare ammomitico rosso inferiore" 38
"Calcare ammonitico rosso superiore" 39
Calpionella alpina 26, 40
Calpionella elliptica 40
Campanellula capuensis 64
Campbelliella striata 44, 45
Camptosaurus 29
Candona lotzy 103
Candona neglecta 104
Candona truncata 103
Cantius 75
Carcharodon 74
Carnivora 74, 75, 77
Costellamussiopecten badense 102
Catarrhini 90
Cenoman 47
Centr.-Atlanska magmatska provincija 8
Ceratites 17, 20
Ceratites nodosus 17
Ceratites trinodosus 20, 21
Ceratophyllum sinjanum 105
Ceratosaurus 29
Cerithium 87
Cetacea 74
Chablaisia chablaisensis 43
"chalk" 60, 61
Charophyta 83
Chartocardium carasi 103
Cheilostomae 50
Chlamys northamptoni 100
Chiasmolithus solitus 73
Chibanian 88
Chicxulub 54
Chondrichthyes 26
Chondrodonta joannae 65
Chrysalidina gradata 66
cikadina 9, 27
cimerijska orogeneza 13, 33
cimerijsko riftovanje 13
Cimmeria blok 13, 33
Cinnamomum sp. 105
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
Coniferae 9
Congeria banatica 103
Congeria basteroti 100
Congeria jadrovi 105
Congeria partschi 103
Congeria pernaeformis 105
Congeria rhomboidea 103
Congeria susedana 103
Conoclypeus 74
Conodontophorida 9
Corallinaceae 73, 89
Cosinia 83
“Couches rouges” 61, 62
"Creta" 47
"Cretaceous Western Interior Seaway" 57
Crioceras 48
crna jura 34
croatica naslage 103, 104
Crocodilia 11, 29
Cuneolina camposauri 62
Cuneolina parva 65
Cuneolina pavonia 65
Cuvier Georges 81
Cycadinae 9
Cyclammina cancelata 100
Cylindroporella anici 43
Cyprideis torosa 104
Cyprina rotundata 100

D

Dacij 88
Dadocrinus gracilis 18, 20
"dahštajnski vapnenci" 19, 23
"Dalmatinski jarak" 14

Dan 72
Daonella lommeli 20
Dapedius 27
Darwin Charles 88
Dasycladaceae 73
Debarina hahounerensis 64
Decurtata-zona 20
Deinosuchus 51
Delectopecten auensis zollikoferi 102
Dicyclina 68
dijatomeje 48, 73, 89
Dinaridi 15, 21, 39, 41, 62, 63, 82
Dinaridski predgorski bazen 15, 82, 83, 85, 86
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
Discocyclina 73
Discorbina planorbis 102
diskocikline 84
"diskociklinski vapnenci" 85
dofinejski bazen 37, 38, 61
Doger 34
Dryosaurus 29
dupini 89
Dynotherium bavaricum 105

E

Echinolampas 74
Edmontosaurus 50, 51
Egenburg 88, 100
Eger 88, 100
"egzotični tereni" 57
Elianella elegans 87
Elphidium crispum 102, 106
Elphidium flexuosum 100
Elphidium hauerinum 103
Elphidium reginum 103
emerzija 22, 45, 67, 70,
Encrinus liliiformis 17
Eocen 72
"Eohippus" 75
Epiadrijatik 15, 16
epikontinentalna jura 34
epikontinentalna kreda 59
epikontinentalni trijas 17
Equisetites 19
"eratički blokovi" 92
Ervilia dissita 103
Eosuchia 28
Eucalyptus 87
Eurazija 58, 80
eutrofikacija 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, 85, 89, 100
Fucus 73
Fungia 73

G

Gelasian 88
germanski trijas 7, 17
Gastornis 76
Gigantopecten nodosiformis 102
Ginkgoinae 9
Ginkgo biloba 9
Giraffatitan 29
glacijali 91, 96
"glavni dolomit" 19
Globigerina 68, 73, 87
Globigerinidae 48
Globigerina bulloides 102
Globigerina ciperoensis 100
Globigerina nepenthes 106
Globigerina ottnangiensis 100
Globigerinoides bollii 106

Globigerinoides trilobus 106
Globoquadrina dehiscens 106
Globorotalia 73, 87
Globorotalia praemenardii 106
Globotruncana arca 62
Globotruncana lapparenti 62
Globotruncana ventricosa 62
Globotruncanidae 48
Glycimeris haberti 100
gmazovi 6, 9, 10, 11, 27, 30, 32, 51, 52
golfska struja 77, 95
golosjemenjače 6, 50
Gondwana 6, 47, 57
"Gornji grad naslage" 87
"gozavske naslage" 61
Gracilis-zona 20
"*Great oolite Series*" 34, 36
"Greensands" 59
Greenlandian 88
"*grestenski facijes*" 38
Gubbio 52, 53
"guyots" 56
Gymnites uhligi 21
Gyraulus praeponticus 103
Gyropleura 65
Gyroporella vesiculifera 23

H

Halimeda 73
"halštatski vapnenci" 19
Hamites 48
Haplophragmoides carinatum 100
Harpactocarcinus puntulatus 85
Haplorhini 90
Harpoceras 38
"hauptdolomit" 19, 23
Haurania deserta 41
Hat 72
Hauterivij 47
Helenidi 104
Helicopontosphaera euphratis 73
Helix 104
Helix geniculata 105
Helix rugulosa 105
Hemicytheria pejinovicensis 103
Hemicytheria reticulata 103
Helminthoides 61
"helmintoidni fliš" 61
Helvetska navlačna zona 107
Herpetocyprella auriculata 103
Hesperornis 49
Hesperosuchus 10
Hetangij 24
Heterocypris salina 104
Heterodontus 26
Heterostegina 73
Heterostegina costata 102
hexakoralji 27
"Hierlatz vapnenci" 38
Hildoceras 38
Himalaja 78, 107
Hindu Kush 107
Hippuritidae 49
Hohe Tauern 107
Holocen 88
Holostei 27
Hominidi 90
Homo erectus 90
Homo habilis 90, 91
Homo heidelbergensis 90
Homo sapiens neandertalensis 90
Homo sapiens sapiens 90
Humboldt Alexander 24
Hybodus 26
Hydrozoa 27

I

Ichthyosarcolites 65
Ichthyosauria 9, 27
Iguanadon 59
Iguanodontida 29
Illyricocongeria dalmatica 101
Illyricocongeria pikijai 101
Ilyocypris bradyi 104
impakt 54
Induan 7
"Inferior oolite Series" 36
Inoceramus 63
Insecta 76
Insectivora 75
interglacijali 91, 96
Involutina communis 23
Ipres 72
iridij 53, 54

Irregularia 74
"Istarski žuti" 64

J

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

K

Kalovij 24
kalpionelidi 26
Kampan 47
"kampilske naslage" 19, 20
Kantabrijske planine 107
Karakoram 107
karbonatna rampa 15, 82, 83, 84, 85, 86,
Karnik 7
Karpat 88
Karpati 99, 107
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
Konijak 47
konodonti 9
kontinentalni trijas 16
Koralji 6, 8, 27, 43, 49, 73
"koriolisova sila" 57, 78
"kozina naslage" 69, 83
Kreda 47
kritosjemenjače 6, 27, 29, 47, 50, 55, 78
Kukasus 107
Kurnubia palastiniensis 43

L

Labyrinthina mirabilis 43
Ladinik 7
Lagosuchus 10
Langij 88
Leioceras 36
"*lemeš naslage"* 43, 44
Lenticulina costata 106
Lenticulina rotulata 102
Lenticulina vortex 106
Lepidocyclina 73
Lepidosauria 11
Lepidotus 27
Leptomeryx 77
Lijas 34
"*Lim peletni vapnenci"* 45
Lithiotis problematica 39
Lithophyllum 73
Lithothamnium 73, 89
"*litiotis vapnenci*" 41
"*litografski vapnenci*" 35
"litotamnijski vapnenac" 102
Lituosepta compressa 41
Lituosepta recoarensis 39
Lommeli-zona 20
"londonska glina" 80
Lutet 72
Lyell Charles 72, 81, 88
Lymnaea socialis 105
Lymnocardium praeponticum 103
Lystrosaurus 10, 12
Lytoceras 38
Lytoceratina 48

M

"maceljski pješčenjaci" 100
Macoma elliptica 102
Macrocephalites 36
Macroporella alpina 21
"Majolica" 38
Malm 34
Marsupialia 75
Mastodon angustidens sp. 105
Mastriht 47

Mayncina bulgarica 64
Mayncina termieri 41
Meandrospira dinarica 19, 21
Meandrospira pusilla 20
Megacerops 76
Meghalayan 88
Melanopsis clavigera 104
Melanopsis sabolici 103
Mesin 88
"mesinski događaj" 91, 96
Mesoendothyra croatica 42
Mesohippus 76
Mesolimulus 35
Mesosaurus 10, 12
Metoposaurus 18
Meyerasaurus 27
"Milankovićevi ciklusi" 96
"miliolidni vapnenci" 83
Miocen 88
Moeritherium 75
Mohlerina basiliensis 43
Monophyllites wengensis 21, 22
Monopleura 65
"morene" 93, 105
"*Morrison*" formacija 28, 29
morske trave 50
Morski gmazovi 8, 27, 52
"*mrljasti vapnenci"* 41, 42
Multituberculata 75
Murgella lata 68
Muschelkalk 7, 17
Musculus sarmaticus 103
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
Northgrippian 88
Nothosauria 8
Novalesia cornucopia 64
Novalesia distorta 64
Nucula nucleus 102
Nummoluculina heimi 65
Nummulites 73
Nummulites exilis 84
Nummulites laevigatus 85
Nummulites millecaput 85
Nummulites partschi 85
Nummulites polygnathus 85
Nummulites polygyratus 85
Nummulites subplanulatus 84
"numulitni vapnenci" 84
numuliti 84

O

Obsoletiforma vindobonense 103
ofioliti 58, 61
Olenekij 7
Oligocen 72
Omalius d'Halloy Jean-Baptiste-Julien 47
Operculina 73
Ophiceratidae 8
Orbitoides media 62
Orbitoididae 49
Orbitolina conica 65
Orbitolina texana 67
Orbitolinidae 49
Orbitopsella praecursor 39, 41
Orbulina 73
Orbulina saturalis 106
Ornitischia 10, 28, 29
Oksford 24
"Onkoliti Gračišće" 67
Oppelia lithographica 37
Osteichthyes 26
Otnang 88
Oxynoticeras 36

P

Pachyaena 76
Paleocen 72
Palaeodasycladus mediterraneus 39, 41
Paleogen 72
Paleotethys 12, 13
palisadska orogeneza 33
Palorbitolina lenticularis 65
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 bazenski sustav 98
Panthalassa 12, 32
Paraceratherium 76
Paradacna abichi 103
Paradinarik 15
Paranthropus robustus 90
Paratethys 88, 96, 97, 98, 100
Paroxystele orientale 102
Pecten sp. 102
Pecten beudanti 100
Pecten reussi 100
Peninska navlačna zona 107
Pennales 89
Periadriatički lineament 107
Perisphinctes 36, 44
Perissodactyla 75
Pfenderina salernitana 42
Pfenderina trochoidea 42
Phaeophyta 73
Phylloceras 38
Piacenzij 88
"*Pietra verde*" 22
pijemontsko korito 37, 38, 61
Pinnipedia 74
Pirineji 107
"pisaća kreda" 60
Pithonella ovalis 66
Placodontia 8
Planorbis obtusus 105
Platyrrhini 90
Pleistocen 88
Plesiosauria 9, 27
Plinzbah 24
Pliocen 88
Pont 88
"*Portland*" 36
Porosononion granosum 103
Posidonia 34
"*posidonijski šejlovi*" 34
Praechrysalidina infracretacea 64
Praekurnubia crusei 42, 43
Praeorbitolina cormyi 65
Praeorbulina glomerosa 106
Praeradiolites 65
Presbyornis 76
Priabon 72
"prijelazne naslage" 84, 85
primati 75
Prionodinium alveolatum 25
Proboscidea 75
"Promina naslage" 85, 86
Protrachyceras curionii 21
Protrachyceras ladinium 22
Pseudocandona albicans 104
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 104
Ptychites oppeli 21
Ptychites studeri 19
puževi 8, 27, 67
Pygope 38

Q

Quetzalcoatlus 51

R

"rabeljske naslage" 20
radiolarije 40, 52, 66
Radiolites 49, 65
Radiolitidae 49
Radix croatica 103
Ranina 85
"*Rauchwacke*" 17

Redmondoides lugeoni 42, 43
Requienia ammonia 65
Requienia 49, 61
Rhamphorhynchoidea 30
Rhamphorhynchus 30
Rhapydionina liburnica 69
Rhomboidea naslage 104
Ret 7
Reitzi-zona 20
Repenomamus 51
Rhynchonella decurtata 19, 20
Romanij 88
Rosalina obtusa 103
"*Rovinj-Vrsar regresivne breče"* 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
Salpingoporela dinarica 65
Salpingoporella genevensis 64
Salpingoporella istriana 64
Salpingoporella melitae 64
Salpingoporella muehlbergii 64
Salpingoporella pygmaea 64
Salpingoporella sellii 43
Santon 47
Sarajevo-Zenica neogenski bazen 105
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
Scottia browniana 104
"*seamounts"* 56
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
smeđa jura 34
"Socka" 87
Solecurtus candidus 102
Solemya doderleini 102
"solna kriza" 91, 96
"*Solnhofen*" 27, 31, 35
"*Sphaerocodium bornemani*" 23
Stegosauroida 29
Stegosaurus 29
Stenopterygius 27
stišovit 54
Stomatopsis 83
Strepsirrhini 90
Sturia sansovinii 19, 21
Sturia semistriata 21
subdukcija 14, 15, 16, 58, 61
Supersaurus 29
Supradinarik 15

Š

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

T

Tanet 72
Tarantian 88
Taurus 107
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
Teutloporella herculea 19, 21
Teutloporella tabulata 21

Textularia gramen 102
Therapsida 10
Theropoda 28, 31
Thrinaxodon 10
Tirolites 20
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
Trinodosus-zona 20
Trocholina elongata 43
Trogonipraxis boeckhi 101
Turbo rectecostatus 20
turgajski marinski tjesnac 81, 82
Turrilites 48
"turrilites-slojevi" 61
Turon 47
Tylosaurus 48
Tyrannosaurus 51

U

Ungulata 75
Unio sp. 103, 104, 105
Unutrašnji Dinaridi 39, 40, 58, 62, 86
"urgonski facijes" 61
Uvigerina hantkeni 100
Uvigerina rutila 106
Uvigerina venusta 102

V

Vaccinites 49, 62
Valanginij 47
Valenciennius reussi 103
Valdanhella dercourti 65
Vanjski Dinaridi 41, 62, 63, 82, 105
Vascoceras 66
"velebitske breče" 86
Vercorsella camposaurii 64
Vercorsella scarsellai 64
Vintana 51
Virgatosphinctes 36, 44
Viviparus aulacophorus 104
Viviparus dezmanianus 104
Viviparus hoernesi 104
Viviparus kochanskyae 104
Viviparus neumayri 104
Voltzia heterophylla 17, 20

Z

"Zagorje naslage" 87
Zagros 107
Zanklij 88
zooplankton 25, 48, 89
zooxantele 49

X

Xenodiscidae 8
Xiphactinus 48

W

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