

BITUMINOZNE STIJENE DALMACIJE

Dosadašnjim geološkim i rudarskim istraživanjima utvrđeno je, da na terenu južne i srednje Dalmacije ima mnogo izdanaka bituminoznih stijena.

Bečki geolozi F. KERNER, R. SCHUBERT, F. HAUER i U. SÖHLE, koji su u drugoj polovici 19. stoljeća istraživali teren Dalmacije utvrdili su, kako slijedi iz njihovih rasprava i izvještaja (3, 8, 9, 10, 18, 20), da su svi izdanci, koje su oni istraživali, asfaltnog karaktera. Jedino nalazište, koje u to doba nije bilo uvršteno među asfalte i zemne smole je ono u Rudi istočno od Sinja. Za ovo nalazište F. KERNER kaže, da u laporu Rude dolazi tamnosivi škrljasti ugljen, koji je vrlo podesan za proizvodnju plina, a izgaranjem biva smolinasto mekan (6).

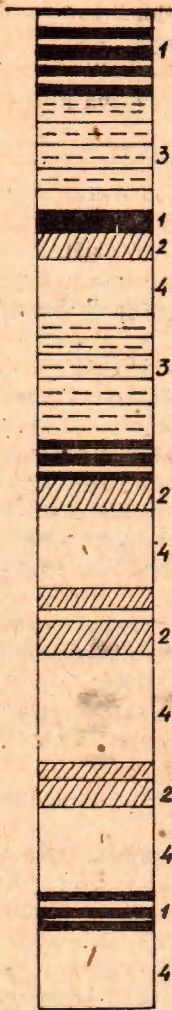
Novija geološka istraživanja i opsežni rudarski istražni radovi dokazali su, da na terenu Dalmacije postoje dvije vrste bituminoznih stijena, i to stijene, koje su impregnirane asfaltom i stijene, čiji bitumen potječe od mikro i makroorganizama, koji su se skupa sa mineralnim muljem taložili na dnu plitkih ili dubokih mora, laguna i jezera.

Bitumen ovih dviju vrsta stijena razlikuje se po svome postanku, po svojim fizičkim svojstvima i po kemijskom sastavu.

Prema općem mišljenju asfalt postaje oksidacijom, polimerizacijom i ishlapljivanjem bitumena, čije je porijeklo iz primarnih bituminoznih stijena ili nafte. Radi toga asfalt, koji u Dalmaciji ispunjava diaklaze i diastrome u vapnenjacima i dolomitima, impregnira pješćane dijelove vapnenih i dolomitnih stijena (otok Brač), te prema F. KERNERU čini zamaz breča tercijarne starosti (Drežnica na Mirilović Polju), sekundarnog je karaktera.

Druga su vrsta taložne bituminozne stijene, koje su se istaložile u morima, lagunama i jezerima. Njihov taložni karakter potvrđuju sve njihove taložne strukture, a navlastito struktura izmjenične uslojenosti bituminoznih i mineralnih proslojaka (slika 1, 2, 3). Tu strukturu izmjenične uslojenosti bituminoznih i mineralnih slojeva i proslojaka prikazujem sa priloženim profilom jednog istražnog okna na otoku Braču (Profil br. 1).

Bitumen ovih stijena po K. KREJCI-GRAF-u (12) i POTONIÉ-u (17) postao je uslijed truljenja organske tvari djelovanjem anaerobnih bakterija. Taj proces truljenja događao se redovito u stajaćoj vodi, i to u redukcionoj zoni bez kisika. Polazna organska tvar od



Profil br. 1

Istražno okno u području Brizi otok Brač. M. 1:500

Slojevi i proslojci bitumenom:

1. najbogatiji
2. srednje bogati
3. najsiromašniji
4. vapnenjaci i vapn. dolomitni sloj. bez bitumena

koje je nastao bitumen je plankton i spore četinjača ili drugih gimnosperma.

Ova druga vrsta bituminoznih stijena je primarnog karaktera, a sve produkte preobražaja njezine organske tvari nazivlje KREJCI-GRAF prabitumen. Veći dio prabitumena vezuje se apsorptivno za pelitske stijene i tada ga on zove polibitumenom, dok ostatak, koji nije vezan smatra slobodnim bitumenom (kerogen). Slobodni bitumen može biti topiv ili netopiv u organskim otapalima, a uslijed povišenja pritiska i temperature može migrirati iz matičnih stijena. Predpostavlja se, da je taj slobodni dio bitumena (koji je migrirao) nafta. Sastojci takove nafte, naravno, mogu biti najrazličitiji. Radi toga je najvjerojatnije, da bitumen prve vrste stijena (asfaltne stijene) ima svoje porijeklo iz druge vrste bituminoznih stijena (taložne bituminozne stijene), te smatram, da je asfalt u tim asfaltnim stijenama, rezidium, emigrirane nafte iz taložnih bituminoznih stijena.

Iz gornjeg je jasno, da je postanak ovih dviju vrsta bituminoznih stijena različit, da su asfaltne stijene u Dalmaciji sekundarno bituminizirane, dok su taložne bituminozne stijene primarni talozi organske i mineralne materije.

Novijim istraživanjima bituminoznih stijena u Dalmaciji utvrđeno je, da klasifikacija bečkih geologa nije točna, jer nekoja nalazišta, koja su oni odredili kao asfaltna, spadaju u taložne bituminozne stijene.

U. SÖHLE sve izdanke bituminoznih stijena otoka Brača smatra asfaltna (20). Po njemu djelomično leže ispod rudistnog vapnenjaka gornje krede (Pučišće), na njemu (Sumartin) ili su u njemu uloženi (Mirce).

Prema A. Đ. ŠAHNAZAROVU (22) postoje na otoku Braču samo dva izdanka asfaltna i to u Škripu i u Pod Badnju, dok sve ostale izdanke bituminoznih stijena smatra pirobituminoznih sedimentima (bituminozni škriljavci, vapnenjaci, lapori itd.).

Poslije geoloških ispitivanja F. OŽGOVIĆA (16) započeli su rudarski istražni radovi u ožujku 1950, južno od Šupetra i to istočno i zapadno od crkvice sv. Luke. Ovi istražni radovi dokazali su, da bituminozne stijene ovog terena, nisu

izdanci asfalta već primarni organogeni i mineralni talozi krednog mora i da je njihov stratigrafski horizont dublji (donji taron) od horizonta u kojemu se nalaze izdanci asfalta (senon). Višestruka izmjenična uslojenost bituminoznih i mineralnih tanjih ili debljih slojeva i proslojaka (profil 1) utvrđena je sa pet okana, dva niskopa i jednom bušotinom.

F. KERNER ubraja među asfaltna nalazišta (9) i taložne bituminozne stijene na južnom pristranku Kamešnice (kod Akrapa, Vulasa i Putišića stana, te na brdu Varda) i na Svilaji (kod Ogorja, Kanjana i Drežnice na Mirilović Polju). Sva gornja nalazišta osim asfaltne breče u Dreženici nalaze se u zoni dolomita donje krede u kojoj su također 1951. god. otkrivena veća nalazišta taložnih bituminoznih stijena na Dinari (Vrdovo, Uništa). Kod svih gornjih nalazišta jasno je izražena slojna struktura, koja se sastoji od više izmjenično vrstanih tanjih ili debljih bituminoznih i mineralnih slojeva i proslojaka.

IZMJENIČNA USLOJENOST BITUMINOZNIH I MINERALNIH PROSLOJAKA



Sl. 1. Drežnica Mirilović polje

Obzirom na slojnu strukturu taložnih bituminoznih stijena, čiji je odnošaj sa ostalim slojevima donje krede konkordantan, mora se zaključiti, da su one primarne tvorevine. Prema tome njihov je bitumen prvotni produkt truljenja organske tvari. Kemijski je utvrđeno, da ove stijene sadrže apsorptivni (polibitumen) i slobodni (kerogen) bitumen, radi toga se gornja nalazišta Kamešnice i Svilaje ne mogu uvrstiti među asfalte. Pošto su sve naslage taloga donje krede u Dalmaciji morskog facijesa najvjerovatnije je, da je porijeklo njihovog bitumena pretežno od zooplanktona.

Impregnacija bitumena u tercijarnim brečama prominske starosti, koje se nalaze neposredno nad zaseokom Drežnica (Svilaja) je

IZMJENIČNA USLOJENOST BITUMINOZNIH I MINERALNIH
PROSLOJAKA



Sl. 2. Plana kod Ugorca



Sl. 3. Gnjlji Rat na Braču

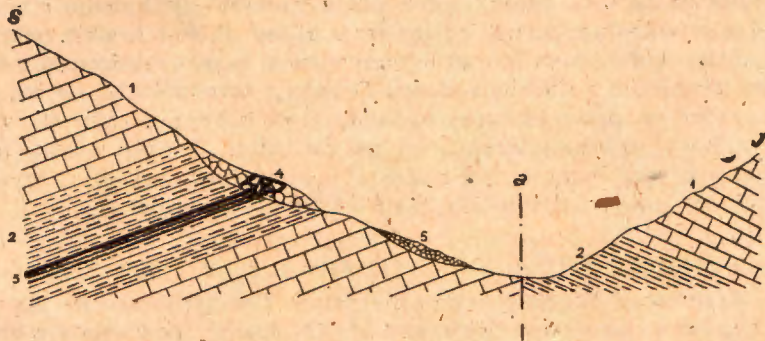
poseban problem, koji je riješen novijim geološkim istraživanjima i rudarskim istražnim radovima.

Tereni: Štikovo, Kanjane, Mirilović Polje i Ogorje sastoje se od naslaga donje krede i to odozgo prema dolje, od dobro uslojenih (pretežno debelopločastih) hamidijskih vapnjenjaka i dolomita sa ulošcima vapnjenjaka i lapora. U donjem dijelu dolomitne naslage, na svim gornjim terenima utvrđeni su izdanci taložnih bituminoznih stijena većeg ili manjeg raširenja po svome pružanju. Kontinuitet dolomitne naslage u kojoj je uklopljen sloj bituminoznih stijena ne

može se neprekidno pratiti u smjeru njezina pružanja, pošto na više mjesta veće ili manje krpe terciarnih breča prekrivaju u diskordantnom odnošaju naslage donje krede ili se dolomitna naslaga podvlači pod krovne hamidijske vapnenče.

Breča, koja prekriva dolomitnu naslagu donje krede na Gradini povrh kuća Drežnice, djelomično je impregnirana bitumenom. Bitumen je impregnirao u breči uglavnom njezin bogati vapneni zamaz, zato je on sekundarnog karaktera. R. POTONIĆ (17) uzimlje svu breču za dokaz, da su pukotine u vapnenjacima ispunjene asfaltom neposredno iza njihova postanka što nije točno, jer impregnacija bitumena u ovoj breči nema funkciju zamaza, koji vezuje komade kršja, kako tvrdi F. KERNER.

Poriijeklo bitumena, koji impregnira zamaz breče mora se tražiti u primarnim bituminoznim stijenama iz kojih je on migrirao. Rudarskim istražnim radovima otkriven je sloj taložnih bituminoznih stijena neposredno u podini bituminoznog dijela breče, kako se to vidi iz priloženog profila br. 2.



Profil br. 2. Mirilović Polje (Drežnica) — Svilaja.

1 = Hamidijski vapnenči, 2 = dolomiti donje krede, 3 = bituminozna zona, 4 = breče frominske starosti, 5 = kvartarne breče, a = rasjedna linija

Pošto je impregnirani bitumen u breči oksidacijom pretvoren u asfalt, to u Drežnici postoje dvije vrste bituminoznih stijena, od kojih su jedne primarni morski talozi, a druge naknadno bituminizirane.

Radi toga, što asfaltni dio breče ima veoma malo raširenje i debljinu, on nema nikakove gospodarske vrijednosti. Bituminozna dolomitna zona donje krede Drežnice, Kanjana, Ogorja i Štikova mora se smatrati kao nalazište taložnih bituminoznih stijena.

Novijim geološkim istraživanjima utvrđeno je, da osim gornjih nalazišta taložnih bituminoznih stijena, koje su pogrešno bile klasificirane kao asfalti postoje u Dalmaciji još i druga nalazišta, čije su rezerve velike. (Dinara, Svilaja, otok Brač, okolica Vrgorca i istočni dio poluotoka Pelješca). Nadalje je utvrđeno, da su one istaložene u različitim geološkim formacijama (jura, kreda, terciar) kao morski,

brakični i sladkovodni talozi. Prema tome valja ispraviti tvrdnju F. KERNERA i R. SCHUBERTA (8, 18) po kojoj se porijeklo dalmatinskog asfalta (ma tražiti u gornjojurskim pločastim vapnencima (titon). Poslije izvršenih opsežnih istražnih radova može se što više sa sigurnošću tvrditi, da taložne bituminozne stijene, koje su istaložene u moru donje krede (Dinara, Svilaja) i u moru gornje krede (otok Brač), te u sladkovodnim tercijarnim jezerima (Ruda kod Sinja, Gnjili Rat na poljotoku Pelješcu) predstavljaju kvantitativno i kvalitativno daleko bogatija nalazišta od onih, koja su istaložena u moru titona.

U ovome ću mome radu nastojati odrediti stratigrafske horizonte taložnih bituminoznih stijena onih nalazišta, koja sam u godini 1950. i 1951. istraživao. Osim toga držim, da je potrebno također odrediti i njihove različite taložne facijese (morske, sladkovodne, brakične), jer prema mojim istraživanjima terminologija taložnih bituminoznih stijena, koje se sa naučnog gledišta dijele u dvije grupe, mora se osnivati na njihovim biokemijskim razlikama. Svakako mikropaleontološka ispitivanja imaju veoma važan zadatak, jer moraju riješiti dali je bitumen postao uslijed truljenja biljnih ili životinjskih mikroorganizama s razloga što su bituminozne stijene istaložene u morskim, brakičnim i slatkim vodama. Današnja terminologija osniva se uglavnom na petrografskom sastavu taložnih bituminoznih stijena, na njihovoj taložnoj strukturi i na različitim fizičkim svojstvima bitumena, radi čega je ona različita (uljni škriljavci, uljni glinci, gorivi škriljavci, ugljeviti škriljavci i bituminozne stijene).

TALOŽNE BITUMINOZNE-STIJENE JURSKE FORMACIJE

Poremećaji oligomiocenskog nabiranja (lomovi i rasjedi) otkrili su napose u zagorskom dijelu srednje Dalmacije (područje sjeverozapadno od Knina, Svilaje i Dinare) njezinu stratigrafsku i petrografsku građu sve do naslaga gornjeg perma. Prema R. SCHUBERTU (19) u razvoju jurske formacije sjeverozapadno od Knina sudjeluju naslage donjeg liasa, litiotis-naslage, kladokoropsis-vapnenci i lemeške naslage, čiju krovinu čine crvenosivi pjegasti vapnenci na kojima leže naslage donje krede (hamidijski vapnenci). Ovi pjegasti vapnenci slični su onima sa Lemeša i u njima su nađeni amoniti (*Oppelia* i *Perisphincti*), radi čega ih moramo smatrati kao najgornje naslage jure na ovom terenu.

U ovoj seriji jurskih naslaga bituminozni proslojci dolaze samo u lemeškom dijelu, koji se sastoji od svijetložutih i tankopločastih vapnenih škriljavaca, koji su izmjenično vrstani sa tankopločastim ulošcima tamnog kremena. Pošto je bituminoznost ovih naslaga samo mjestimična, sa tragovima slobodnog bitumena, to one nemaju praktične vrijednosti.

Potpuni razvoj naslaga jure otkriven je na jugoistočnom i istočnom dijelu planine Svilaje i to od Vrbe—Ogorja preko Tokića, Beara i područja Plišivice do doline Sutine i Hrvatačkog polja. Na zapadnom

i sjeverozapadnom dijelu Svilaje otkrivene su samo naslage gornje jure (titon) na previji Lemeš, a pružaju se uzduž sporedne lomne i rasjedne crte preko Maovica do Otišića. Između Kijeva i V. Kozjaka došlo je do prodora gornjojurskih naslaga kroz dolomite donje krede, a od njih se sastoje glavice Rkačevac i Golo Brdo.

Prema rasčlanjenju F. KERNERA (7) razvoj jurskih naslaga na istočnom i jugoistočnom dijelu Svilaje isti je kao i u Lici. Donja serija naslaga (lias) pripadaju donjoj juri, a sastoje se od dolomita i tamnih vapnenaca sa megalodusima i koraljima od *Lithiotis* naslaga (*Lithiotis cochlearites problematica*) i pjegastih vapnenjaka. Srednjoj juri pripadaju vapnenjaci i dolomiti bez fosila, te kladokoropsis vapnenjaci (*Cladocoropsis mirabilis Felix*) sa umecima dolomita. Vapnenjaci srednje jure, koji dolaze u podini kladokoropsis vapnenjaka gustog su ili sitnozrnatog sastava, debelopločasto dobro uslojeni sa kalcitnim žilama, a mjestimično su brečasti. Boje su obično tamnosive do crne, a pod udarcem čekića zaudaraju po bitumenu. Također su i njihovi krovni kladokoropsis vapnenjaci na prelomu tamnosive boje, koja također vjerojatno potječe od bitumena. Pri švelovanju gornji tamnosivi do crni vapnenjaci srednje jure daju samo tragove bitumena što znači, da oni sadrže neznatne količine slobodnog bitumena.

Naslage gornje jure (titon) sastoje se od lemeških slojeva i koraljnog vapnenjaka. Potpuni razvoj lemeških slojeva vidljiv je na previji Lemeš iznad Štikova i u vođoderini Bunarić kod Maovica, a prema M. FURLANI-u fauna njihovih cefalopoda sastoji se od mješanih forma kimeridža i donjeg titona. Na Lemešu je donji dio ovih slojeva sastavljen od debelouslojenih vapnenjaka sa kremenim kvrgama ili slojevima, koji su izmjenično vrstani sa žučkasto sivim vapnenjacima ili kremenastim kamenjem. Kremeni slojevi (0.15—0.30 m. debljine) donjeg djela lemeških naslaga pretežno su tamnosive do crne boje. Srednji dio lemeških naslaga sastoji se od pločastih izmjenično uslojenih vapnenjaka, laporastih vapnenjaka i roznaca svijetložute ili bijele boje. Gornji dio lemeških naslaga odijeljen je neznatnom dolomitnom zonom od srednjih lemeških slojeva, a sastoji se od svijetlosivih, debelo uslojenih ili pločastih vapnenjaka, sa bogatom faunom amonita i belemnita. Među gornjim vapnenjačkim slojevima postoje tanji umetci tankopločastih i taložno škrljavih vapnenjaka, koji su tamnosive do crne boje sa fosilnim ribama, radi čega ih je F. KERNER nazvao »riblji slojevi«.

Ovom serijom vapnenjaka završavaju se jurske naslage u zapadnom dijelu Svilaje, pošto na njima leže donjokredni dolomiti i vapnenjaci sa hamidijama.

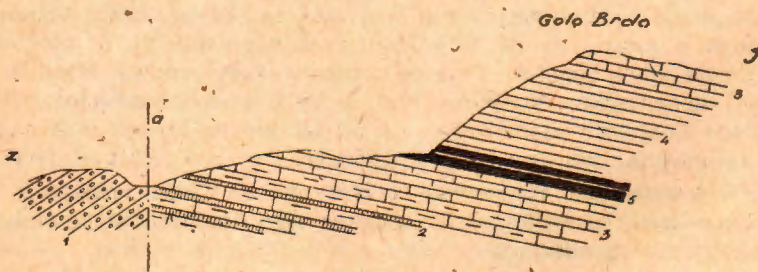
Na istočnom i jugoistočnom dijelu Svilaje razvoj gornjih lemeških naslaga nije isti kao onih na previji Lemeš do Otišića, pošto kod Ogorja grn. i na području Plišivice neposredno na srednjim lemeškim naslagama dolaze naslage koraljnog vapnenjaka. U ovim naslagama uz bogatu faunu koralja nađeni su i amoniti (*Perisphinctes* i *Apty-*

chus), što potvrđuje njihovu jursku starost. Najvjerojatnije je, da stratigrafski horizont koraljnog vapnenjaka odgovara horizontu gornjeg dijela lemeških naslaga na previji Lemeš.

Bituminozni dijelovi jurskih naslaga Svilaje nalaze se u različitim horizontima. Najdonji horizont čine lijaski tamni vapnenjaci sa megalodusima i koraljima (donja jura), zatim slijede vapnenjaci bez fosila i njihovi krovni kladokoropsis vapnenjaci, koji su tamnosive do crne boje, a pripadaju srednjoj juri. U lemeškim naslagama (titon) postoje dva bituminozna horizonta. Donji horizont nalazi se u srednjim lemeškim slojevima (Kijevo i Ogorje grn.), koji se sastoje od pločastih i tankopločastih izmjenično uslojenih vapnenjaka, laporastih vapnenjaka i rožnaca. Kod Kijeva u gornjem dijelu ovih naslaga postoji nekoliko posebnih (do 2 cm. debelih) crnih bituminoznih preslojaka, dok u nešto dubljem horizontu (Korito Draga) dolaze deblji pločasti bituminozni slojevi, koji su svijetlije boje radi manjeg sadržaja bitumena. U Ogorju grn. na putu Mala Milešina i Trolokve vidljivi su izdanci bituminoznih tankopločastih vapnenjačkih i laporasto vapnenjačkih slojeva. Boja ovih slojeva je tamnosiva, a sadrže samo tragove slobodnog bitumena.

U donjem i srednjem dijelu lemeške naslage od previje Lemeš preko Bunarića do Otišića nema traga bituminoznosti, jer su svi slojevi, osim nekoliko kremenih slojeva, žućkastosive, svijetložute i bijele boje. Možda tamnosiva i crna boja spomenutih nekih kremenih slojeva potječe od bitumena, pošto su kreneni slojevi postali od radiolarija, koje su životinje poput mnogih foraminifera živjele planktonski.

U gornjem dijelu lemeške naslage na previji Lemeš bituminozni su samo umeci tankopločastih i škrljavih vapnenjaka, čija se debljina kreće od 0.15—0.60 m., dok koraljni vapnenjaci istočnog i jugoistočnog dijela Svilaje sadrže samo tragove slobodnog bitumena.



Profil br. 3. Golo Brdo sjeverno od Urdova.

1 = Kladokoropsis vapnenči srednje jure, 2 = gornje lemeške naslage (titon), 3 = hamidijski vapnenči donje krede, 4 = dolomitna zona donje krede, 5 = taložne bituminozne stijene, a = rasjed.

Na dalmatinskoj strani Dinare naslage jure otvorene su samo djelomično, i to na zapadnoj strani polja Vrđova uzduž sekundarnog loma i rasjeda od Golog Brda do kuća Buljan (Profil br. 3). Istočno od rasjeda vidljiv je dio gornjih lemeških naslaga, a na zapadnoj strani kladokoropsis vapnenjaci srednje jure. Vidljivi dio gornjih lemeških naslaga sastoji se od svijetlosivih, debelouslojenih pločastih vapnenjaka sa kremenim kvrgama i proslojcima. Vapnenjaci srednje jure (kladokoropsis vapnenjaci) pretežno su tamnosive do crne boje kao i oni na istočnom i jugoistočnom djelu Svilaje, a sadrže samo tragove slobodnog bitumena.

TALOŽNE BITUMINOZNE STIJENE KREDNE FORMACIJE

Među talozima kredne formacije postoje i dva horizonta taložnih bituminoznih stijena, koje su isključivo morskog facijesa. Donji horizont otkriven je na više mjesta u Dinari i Svilaji, i to u dolomitima donje krede (Profili br. 2 i 3), a gornji horizont u gornjoj kredi otoka Braća (Profil br. 4). Istražni rudarski radovi i geološka ispitivanja na gornjim terenima bili su najintenzivniji godine 1950 i 1951. (Brizi i Dujićevo na otoku Braću, Vrđovo, Bitelić i Uništa na Dinari, te Drežnica na Mirilović Polju u Svilaji).

Naslage donje krede otkrivene su na čitavom području Dinare, Svilaje i Kamešnice. One se sastoje od serija vapnenjačkih i dolomitnih slojeva, ali krovni njihov dio redovito je izgrađen od dobro uslojenih hamidijskih vapnenjaka, koji su izmjenično vrstani sa pločastim vapnenjacima. Njihova fosilna fauna je siromašna, te uz hamidije dolaze ostaci aprikardia, male ostreje i krhotine rudista, dok je na području Golog Brda i Vrđova (Dinara) nađeno nekoliko naližista fosilnih cefalopoda, koji dosada u naslagama donje krede Dalmacije nisu bili poznati.

Stratigrafska pripadnost dolomita donje krede mogla se je odrediti samo litološkim putem, jer u njima nisu nađeni fosili. Litološki način određivanja starosti ovdje je moguć, jer dolomitna naslaga navlastito u Dinari dolazi umetnuta između gornje i done serije slojeva hamidijskog vapnenjaka, a njihov je međusobni odnosaj konkordantan.

Dolomiti donje krede Dinare, Svilaje i na području istočno od Sinjskog polja pripadaju jednom te istom stratigrafskom horizontu i ako u njihovom petrografskom sastavu i strukturi postoje različite stijene, što je uvjetovano različitim istodobnim facijalnim razlikama.

Dolomiti Svilaje potpuno su otvoreni u Kijevu, Civiljanima i Ogorju grn., a leže direktno na lemeškim naslagama. Dolomiti Štikova otvoreni su samo djelomično uzduž lemeškog rasjeda do Mao-vica, radi čega njihova podina nije vidljiva. Dolomitna naslaga Svilaje sastoji se pretežno od čistog dolomita u kojemu su uložene tanje vapnenjačke naslage i gomoljastolaporasti slojevi tamnožute i ciglastocrvene boje. Donji dio dolomitne naslage sastoji se pretežno od slojeva vapnenog dolomita, zato se on i strukturno razlikuje od čistih

dolomita, čija je struktura šećerasta. Donji dio dolomitne naslage je nosilac bitumena i u njemu se nalaze svi izdanci taložnih bituminoznih stijena na Svilaji.

Dolomitna zona donje krede na Dinari potpuno je otkrivena na području Golog Brda, Bunarića, sjeverno od polja Vrdova i povrh naselja Bitelić. Među dolomitnom zonom Bitelića i onom od Bunarića preko Golog Brda i zapadnog dijela polja Vrdova postoji veza preko Popovića doca, radi čega njezin kontinuitet u istočnom djelu Dinare nije prekiđan. Dolomiti ovog dijela Dinare ne leže kao nekoji u Svilaji direktno na lemeškim naslagama, pošto u njihovoj podini dolazi donja serija debelo uslojenih i gromačastih hamidijskih vapnenjaka sa tanjim umecima dolomita. Srednji dio dolomitne naslage ima jači umetak pločastih i tankopločastih vapnenjaka, dok donji dio prelazi u vapnene dolomite sa čestim umecima vapnenih slojeva pločaste i debelopločaste strukture. Podina donjeg dijela sastoji se od pločastih i taložno škriljavih vapnenjaka i vapnenih dolomita. Laporaste umetke našao sam samo na dijelu područja Ergovića kuće (polje Vrdovo), Golo Brdo i Bunarići, a oni dijele bituminoznu naslagu u više slojeva. Petrografski sastav dolomitne naslage u zapadnom dijelu Dinare (Uništa) isti je kao i u istočnom dijelu, ali u njezinom bituminoznom dijelu nema laporastih umetaka, radi čega ovdje bituminozna naslaga nije razdijeljena mineralnim proslojcima, već čini jednu cjelinu.

Donjokredni dolomiti, koji su otvoreni na istočnoj strani Sinjskog polja u području Ruda—Grab također su umetnuti u obliku slojeva ili leća u hamidijske vapnence. Oni nisu bituminozni niti zaudaraju po bitumenu. Svjetle su do svijeložučkaste boje, a struktura im je pretežno šećerasta.

Priloženi profili (2 i 3) Golo Brdo u istočnom dijelu Dinare i Drežnice u zapadnom dijelu Svilaje prikazuju razvoj donjokrednih naslaga sa bituminoznom zonom.

Bituminozna zona donje krede u Dinari i Svilaji nalazi se u donjem dijelu dolomitne naslage, a predstavlja slojnu građu, koja stoji u konfordantnom odnošaju sa ostalim vapnenjačkim i dolomitnim slojevima, koji dolaze u njezinoj krovini i podini. Na Svilaji i u istočnom dijelu Dinare ona je podijeljena debljim ili tanjim mineralnim umecima u više slojeva, čija se ukupna debljina kreće od 4—7 m. U zapadnom dijelu Dinare utvrđeno je istražnim oknima, da bituminozna naslaga nema mineralnih umetaka i da njezina stvarna debljina iznosi oko 10 m. Sve ostale vapnenjačke, dolomitne i laporaste naslage donje krede, koje grade krovinu ili podinu bituminozne naslage ne sadrže ni tragove bitumena niti imaju bituminoznih proslojaka.

Iz profila istražnih okana, koja su izrađena u bituminoznoj naslagi Dinare (Bitelić, Golo Brdo, Bunarići, Uništa) i Svilaje (Kanjanje, Mirilović Polje, Štikovo) utvrdio sam, da u petrografskom sastavu bituminozne naslage dolaze vapnenjačke, dolomitne i vapnenjačko-

dolomitne stijene. Osim toga sam utvrdio, da je slojna struktura bituminoznih stijena različita, jer postoje deblje ili tanje slojine, zatim debelopločasti, tankopločasti i taložnoškriljavi dijelovi, koji su često međusebom izmjenično uslojeni. Krovni dio naslage sastoji se od višestruke izmjenične uslojenosti bituminoznih i mineralnih proslojaka. Ova izmjenična struktura uslojenosti utvrđuje taložni karakter ovih bituminoznih stijena. Metamorfna škriljasta struktura vrlo je rijetka, a nađena je samo u nekim oknima na Biteliću i u Kanjanima. Ona je prouzrokovana najvjerojatnije jakim pritiskom na tanku naslagu taložno škriljavih proslojaka, koji su uloženi među deblje vapnenjačke i vapnenjačko-dolomitne slojeve.

Rezultati kemijskih ispitivanja dokazali su, da je sadržaj slobodnog bitumena u bituminoznoj naslagi različit, što se podudara sa bojom stijena i njihovom slojnom strukturom. Slojevi, koji su uslojeni u slojinama ili su debelopločasti, uglavnom su sive do tamnosive boje, dok su tankopločasti i taložno škriljavi dijelovi crne boje. Najveći postotak slobodnog bitumena sadrže stijene višestruko izmjenične strukture uslojenosti među tanjim bituminoznim i mineralnim proslojcima, koji u Dinari redovito čine krovni dio bituminozne naslage. Bituminozni su proslojci u ovoj strukturi izrazite crne boje što znači, da su za vrijeme njihova taloženja bili najpovoljniji biokemijski uvjeti za taloženje i truljenje izumrlih mikroorganizama. Kod taloženja bituminoznih debelopločastih slojeva ili slojeva strukture slojina (banaka) postojao je sasvim drugi odnos među taložnim muljem i izumrlim mikroorganizmima. Najvjerojatnije, da je kod ovih stijena omjer izumrlih mikroorganizama u taložnom mulju bio daleko manji nego u bituminoznim proslojcima višestruke izmjenične uslojenosti.

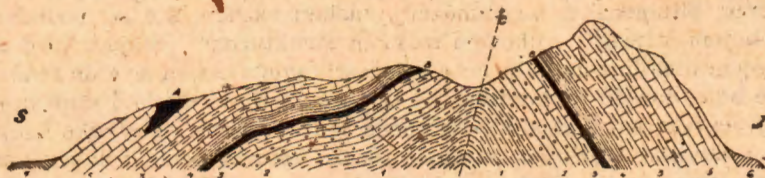
Iste gornje razlike u bituminoznosti stijena postoje i u taložnoj bituminoznoj naslagi gornje krede na otoku Braču, što se vidi iz priloženog profila br. 1.

Na temelju geoloških istraživanja ekipe »Zavoda za geološka istraživanja« u Zagrebu, što su potvrdili i kasniji rudarski istražni radovi, može se zaključiti, da su rezerve taložnih bituminoznih stijena u zoni dolomita donje krede velike (15).

Usporedivši taložne bituminozne stijene jurske formacije sa bituminoznom naslagom donje krede mogao sam utvrditi, da među njihovim slojnim strukturama postoje razlike. U bituminoznim stijenama jurske formacije nema strukture višestruke izmjenične uslojenosti bituminoznih i mineralnih proslojaka, a tankopločasti vapnenci sa taložno škriljavom strukturom dolaze samo kao tanji umeci među slojevima vapnenjaka u gornjim lemeškim naslagama od previje Lemeš do Otišića. Bituminozni pločasti, debelopločasti vapnenjaci kao i oni u slojinama sadrže samo tragove slobodnog bitumena. Prema tome bituminozna naslaga donje krede predstavlja kvantitativno i kvalitativno bogatiju bituminoznu naslagu.

U naslagama gornje krede na otoku Braču postoje izdanci asfalta i taložnih bituminoznih stijena. Radi toga smatram, da je otok Brač najpodesniji za naučna istraživanja geneze i strukture obiju vrsta spomenutih bituminoznih stijena.

Asfaltni izdanci (Škrip, Pod Badanj) predstavljaju impregnaciju bitumena u dijelovima vapnenjačkih i dolomitnih pješčenjaka, te ispunjenje diaklaza i diastroma sa bitumenom. Izdanci taložnih bituminoznih stijena (Mirce, Supetar, Sumartin, Kolači) sastoje se od izmjenično uslojenih bituminoznih i mineralnih slojeva i proslojaka (Profil br. 1.), isto kao i oni na Dinari i Svilaji, čija je starost donjokredna.



Profil br. 4. Shematski prikaz otoka Brača.

1 = Cenomanski dolomiti, 2 = cenomanski rožnati vapnenci, 3 = turonski vapnenci, 4 = zona turonskih pločastih vapnenaca, 5 = senonski vapnenci, 6 = kožina naslage, 7 = miliolidni, alveolinski i numulitni vapnenci, A = izdanci asfalta, B = naslaga taložnih bituminoznih stijena, C = os antikinale.

Priloženi shematski profil otoka Brača (br. 4) prikazuje njegovu geološku građu sa stratigrafskim horizontima gornjih bituminoznih stijena, kao i tektoniku. Tektonski on predstavlja antiklinalu, čije je sjeverno krilo položitiše od južnog krila. Tjeme antikinale je prolomljeno smjerom, koji ide između Milne i Bobovišća preko Nerežišća i Pražnica prema Sumartinu, radi čega su otkrivene sve naslage gornje krede.

Otok Brač je izgrađen pretežno ($\frac{4}{5}$) od vapnenjačkih i dolomitnih naslaga gornje krede, dok tercijarne naslage dolaze na njegovoj sjevernoj strani samo kod Supetra, a na južnoj kod Bola. Između Supetra i Postira, kao i između Sumartina i Bola ima eolskih sedimenata, koji su infiltrirani sa crvenicom (11, 13, 20).

Najmlađe naslage gornje krede sastoje se od bijelih, bijeložućkastih i svijetlosivih vapnenjaka u kojima su izražene tri petrografske strukture, i to potpuno gusta, polukristalinska i pješčana. U podini gornjih vapnenajaka kako se to jasno vidi u kamenolomu sa lijeve strane ulaza u luku Pučišće dolaze slojevi dolomita i dolomitnih pješčenjaka, koji leže na radiolitnim vapnenjacima.

Vapnenjački slojevi najmlađih gornjokrednih naslaga mjestično su bogati faunom rudista, osobito u kamenolomima u Selcima i u Rasovatici sjeverozapadno od Sumartina. Uz rudiste dolaze u ovim naslagama i druge okamine, i to najčešće slijedeći oblici: *Ostrea*,

Plicatula, *Cardium*, *Arca* i *Cardita*, a u kamenolomu na ulazu u luku Pučišće i jedan sloj prepun faunom *Caprinidae gen. indet.* (aff. *Caprinuleidea*). Za određivanje stratigrafske starosti ovih naslaga najvažnija je slijedeća sakupljena fauna rudista: *Hippurites (Vacc.) cornuvaccinum* BRONN. (santonijan), *H. (vacc.) sulcatus* DEFRANCE (gornji santonijan do donjeg kampanijana) *H. (vacc.) praesulcatus* DOUVILLÉ (gornji santonijan), *Bournonia Bournoni* DESM., *Praeradiolites Boucheroni* BAYLE i *Lapeirouseia Jouanneti* DESM.

Prema gornjoj fauni rudista najmlađe naslage gornje krede pripadaju senonskom katu. Svi asfaltni izdanci otoka Brača nalaze se u njima, a oni impregniraju dijelove slojeva dolomita, dolomitnih i vapnenjačkih pješčenjaka.

U podini senonskih vapnenjaka i dolomita dolazi serija debelo uslojenih radiolitnih vapnenjaka, čija je petrografska struktura uglavnom gustog ili polukristaliničnog sastava, a boja pretežno svijetlosiva ili svijetložuta. U njoj dolaze slojni ili lećasti umeci dolomita i debela zona pločastih vapnenjaka, koji djelomično prelaze u laporaste vapnenjake. Struktura uslojenosti zone pločastih vapnenjaka je različita, jer se ona sastoji od debelopločastih, tankopločastih i taložno škrljavih djelova, koji su među sobom izmjenično vrstani. Umeći debelo uslojenih vapnenjačkih slojeva dijele pločastu zonu u više dijelova. Boja pločastih vapnenjaka je različita, i to svijetlosiva, siva, tamnosiva, dok su taložno škrljavi umetci tamnosive do crne boje.

Sakupljena fosilna fauna sastoji se pretežno od rudista (*Radiolita*), i to slijedećih vrsta: *Eoradiolites italicus* MONTAGNE, *Radiolites (Radiolitelia) guiscardianus* PIRONA, *Biradiolites angulosus* D'ORBIGNY i *Radiolites Beaumonti* TOUCAS.

Uz rudiste sakupljena je i fauna turonsko-cenomanskih gastropoda, i to porodice nerinejida: *Aptyxiella dalmatica* MONTAGNE, *Nerinea cochleaformis* CONRAD, *N. kernerii* VOORWIJK, *N. schiosensis* PIRONA.

Na temelju faune gornjih radiolita, koji su nađeni u debelo uslojenim vapnenjacima, koji čine krovinu i podinu zone pločastih vapnenjaka, može se zaključiti, da čitava serija gornjih naslaga pripada turonskom katu.

Najdonje naslage gornje krede sastoje se od rožnatih vapnenjaka, koji čine podinu turonskim vapnenjacima i dolomitima. U rožnatim vapnenjacima nađena je fauna cenomanskih školjkaša: *Chondrodonta Joanne* CHOFF., *Ch. Munsoni* CHOFF i *Exogira columba* DESH. Prema tome najdonje naslage otoka Brača pripadaju cenomanskom katu.

Glavna naslaga taložnih bituminoznih stijena nalazi se na kontaktu pločastih i debelo uslojenih radiolitnih vapnenjaka. Radi toga se gornji dio bituminozne naslage sastoji pretežno od pločastih i tankopločastih bituminoznih stijena, dok u srednjem i donjem nje-

zinom dijelu dolaze pretežno bituminozne stijene, koje su uslojene u slojinama (bancima). Jalovi umeci među bituminoznim stijenama sastoje se od vapnenjačkih dolomita, koji se djelomično raspadaju u oštrobriдни pijesak i od laporastih vapnenaca tankopločaste strukture. U srednjem dijelu pločaste zone dolazi još nekoliko tankih bituminoznih slojeva, čija je slojna struktura tankopločasta i taložno-skriljava.

Slojna struktura glavne bituminozne naslage prikazana je profilom br. 1., i ona je ista kod svih izdanaka taložnih bituminoznih stijena, koje se nalaze na otoku Braču. Priloženi shematski profil (br. 4) prikazuje poprečni presjek otoka, a iz njega se vidi, da se sloj taložnih bituminoznih stijena nalazi u donjem dijelu radiolitne naslage, i to na sjevernom i južnom dijelu antiklinale uzduž lomne crte. Izdanci na sjevernom krilu počinju sjeverno od Miraca i nastavljaju se sjeverno od Supetra, Škripa i Pučišća do Sumartina, dok su na južnom krilu vidljivi u Kolačima i zapadno od njih u pravcu Milne.

Debljina svih bituminoznih djelova glavne bituminozne naslage iznosi oko 7 m., dok postotak njihovog slobodnog bitumena stoji u uskoj vezi sa debljinom bituminoznih slojeva. Kao na Dinari i Svilaji, tako i na otoku Braču najbogatiji su dijelovi bituminozne naslage oni, koji se sastoje od izmjenično vrstanih bituminoznih i mineralnih proslojaka.

Taložne bituminozne stijene otoka Brača isključivo su morski talozi, radi čega držim, da je njihov bitumen nastao pretežno od životinjskih mikroorganizama. Prabitumen ovih stijena predstavlja gotovi bitumen, a njegov slobodni bitumen otapa se u organskim otapalima.

TALOŽNE BITUMINOZNE STIJENE TERCIJARNE FORMACIJE

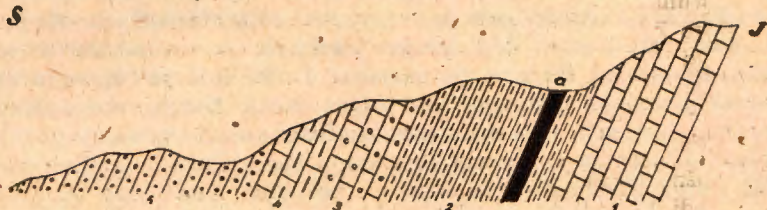
U ovoj formaciji postoji više različitih stratigrafskih horizonata taložnih bituminoznih stijena, koje su morskog, brakičnog ili slatkovodnog faciesa. Ovom prilikom određujem stratigrafsku starost taložnih bituminoznih stijena u Gnjlom Ratu na poluotoku Pelješcu, te u Vrgorcu, koje su otkrivene od zaseoka Plane do Mihajlovića i u Rudi kod Sinja, jer ispitivanja ostalih tercijskih bituminoznih izdanaka još nisam završio.

Najdublji horizont tercijskih taložnih bituminoznih stijena je onaj na Gnjlom Ratu, koji se nalazi na sjevernom krilu antiklinale poluotoka Pelješca. Tercijske naslage ovoga krila predstavljaju dio južnog krila potonule i potopljene sinklinale u kojoj se danas nalazi stonski zaljev. Od sjevernog krila potopljene sinklinale vidljiva je samo jedna uska obalna zona u predjelu M. Voz, koja se sastoji od debelo uslojenih vapnenjaka glavnog namulitnog vapnenjaka (pre-

bogat faunom numulita) i srednjoeocenskih glinovitih lapora, koji po svojoj numulitnoj fauni: *Nummulites perforata* D'ORB., *N. Lucasana* DEFR., *N. gizehensis* EHR., odgovaraju onima u sjevernoj Dalmaciji, čija je starost gornji lutecijan.

Iz priloženog profila Gnjlilg Rata (br. 5) vidi se potpuni razvoj terciarnih naslaga, a vjerojatno je, da se one u istom razvoju nastavljaju i u potopljenom dijelu sinklinale.

Najstarije terciarne naslage su kozinski vapnenjački lapori, koji su bogati faunom gasteropoda, u kojoj su zastupane porodice: *Melaniiidae*, *Ceriphasiidae*, *Hydrobidae*, *Cyclophoridae*, *Cyclostomatidae* i *Valvatidae*. Za sada određene vrste gornjih porodica odgovaraju vrstama, koje je G. STACHE (21) sakupio u kozina naslagama sjeverne Istre i Kranjske iz Stomatopsis-horizonta i haracejskih vapnenaca. Podinu gornjim naslagama čine rudistni vapnenjaci gornje krede.



Profil br. 5. Gnjlilg Rat na poluotoku Pelješcu.

1 = rudistni vapnenci gornje krede, 2 = kozina naslage vapneni lapori sa bituminoznom zonom, 3 = gornji foraminiferni vapnenac, 4 = alveolinski vapnenci, 5 = numulitni vapnenci.

Prema dosadašnjem poznavanju kozina naslaga u Dalmaciji držim, da je na poluotoku Pelješcu (Gnjlilg Rat) razvijen njihov najdublji horizont u kojemu je došlo do taloženja tanje ugljene naslage i bituminoznih vapnenjačkolaporastih stijena. Iz toga bi se mogao izvesti jedan vjerojatan i opravdan zaključak, da su u kozina naslagama, koje se danas nalaze u obalnom području Dalmacije (Zablaće, kod Šibenika, Bol na otoku Braču, Gnjlilg Rat na poluotoku Pelješcu) razvijeni dublji horizonti, nego u zagorskom dijelu (Skradin-Dubrave, Mideni, Planjane, Moseć i t. d.), a da je možda najdublji dio Stomatopsis-horizonta potopljen u vanjskom otočnom pojasu uslijed vertikalnog poniranja dalmatinskog kopna.

Donji dio kozina naslage sastoji se od vapnenjačkih lapora svijetlosmeđe i smeđe boje, te od tankopločastih, laporastopješćanih, fosilima jako bogatih slojeva u kojima je sakupljena prije spomenuta fauna gasteropoda. Slojevi vapnenjačkih lapora općenito su bituminozni, a u njima su uložena četiri slojna umetka tamnosmeđe do

crne boje, koji sadrže veći postotak katrana. Najdonji umetak je čisti ugljeni sloj, čija se debljina kreće od 0.10—0.15 m.

Gornji dio kozina naslage sastoji se od serije debelo uslojenih slojeva foraminifernog vapnenjaka sa miliolidima i ježincima malih oblika.

Nad kozina naslagama slijede alveolinski i numulitni vapnenjaci srednjeg eocena, kako se to vidi iz priloženog profila (br.5).

Izdanak bituminoznih slojeva može se pratiti na dužini od oko 400 m (14), a u istražnom oknu utvrđeno je, da bituminozni slojevi prema dolje debijaju.

Prema gornjoj sakupljenoj fauni gastropoda, u kojoj su česte vrste porodice *melanida* može se zaključiti, da je donji dio kozinskih naslaga (vapnenjački lapori i tankopločasti laporasti pješčenjaci) slatkovodnog facijesa. Bitumen ovih jezerskih slatkovodnih taloga nije topiv u organskim otapalima, a najvjerojatnije je, da on potječe pretežno od truljenja biljnih organizama.

Drugo nalazište taložnih bituminoznih stijena je ono kod zaseoka Plane u Vrgorcu, koje po svojoj geološkoj starosti također pripada kozina naslagama, t. j. donjem tercijaru. Ono se također petrografski sastoji od dvije serije naslaga: donje, koja je vapnenjačko-laporastog sastava i gornje čisto vapnenjačke. Donja vapnenjačko-laporasta naslaga je pločaste i tankopločaste strukture, dok je gornja uslojena u debelim slojinama (bancima) vapnenjaka u kojima sam našao faunu gastropoda i to slijedeće porodice: *Cerithidae*, *Ceriphasiidae* i *Limnaeidae* (podfamilija *Planorbinae*), po kojoj bi ove naslage mogle odgovarati istarskoj zoni haracejskih vapnenjaka. Obzirom na faunu ceritida kozina naslage Vrgorca spadale bi u brakične taloge.

Bituminoznost je općenita za obe serije naslaga, ali donja vapnenjačko-laporasta je tamnije smeđe boje sa prelazima u potpuno crnu boju. U vapnenolaporastom dijelu izražena je također i taložna struktura izmjeničnog vrstanja proslajaka u kojoj i mineralni proslajci sadrže tragove bitumena, radi čega su svijetlosmeđe boje.

Tercijarni talozi kotline Rude sastoje se petrografski od lapora, koji pretežnim dijelom prelaze u vapnenjačke lapore sa umetcima laporastih vapnenjaka. Radi umetka grebenastog vapnenjaka u čijoj krovini dolazi sloj gromače F. KERNER je lapornu naslagu Rude obzirom na gornji umetak raščlanio u dva dijela: gornji i donji »Rude lapor«. Među njima ne postoje veće petrografske razlike, oni su međusobno konkordantni što znači, da perioda njihova taloženja nije bila prekidana tektonskim pokretima, niti se je mijenjao njihov slatkovodni facijes.

Donji »Rude lapor« je pločasto ili debelopločasto uslojen, dok u gornjem »Rude laporu« postoje u taložnoj strukturi razlike. Nad slojem gromače grebenastog vapnenjaka slijedi do 3 m debeli sloj la-

porastog pješčenjaka (sa sladkovodnim i kopnenim fosilima) u čijoj krovini dolazi zona bituminoznih lapora i vapnenjačkih lapora, koja se sastoji od jednog ugljevitog sloja, koji je djelomično škrljave strukture, te više bituminoznih proslojaka.

Po svojoj taložnoj strukturi i petrografskom sastavu donji dio gornjeg »Rude lapora« čija debljina iznosi od 80—100 m, sastoji se od pločastih, debelopločastih i u slojinama (bancima) uslojenih lapora i laporastih vapnenjaka u kojima su vrlo rijetki ulošci tankopločaste strukture. Gornji dio gornjeg »Rude lapora«, čija debljina iznosi oko 150 m ima više tankopločastih i taložnoškrljavih lapornih umećaka. U ovom dijelu postoji i jedan sloj pješčanolaporaste gline debljine 0,30 m.

Donji »Rude lapor« bogat je fosilnom florom, koju je sakupio i odredio F. KERNER (5). Ova flora sastoji se od amentaceja, lauraceja, ramneja, erikaceja i leguminoza sa više specifički određenih vrsta: *Banksia longifolia* Ung. sp., *Andromeda protogaea* Ung., *Sterculia Labrusca* Ung., *Rhamnus Roesleri* Ett. i *Cassia hyperborea* Ung., koje su prema C. ETTINGSHAUSENU i R. VISIANU zašupane također u fosilnoj flori brda Promine. Prema toj stratigrafska starost lapora Rude odgovarala bi starosti naslaga brda Promine.

Takav zaključak bio bi stratigrafski opravdan, kad bi sakupljena fosilna flora brda Promine (po C. ETTINGSHAUSENU i R. VISIANU) bila određena prema stratigrafskim horizontima od kojih se ono sastoji (gornji eocen i oligocen). Radi toga ne može se određivati starost lapora Rude sa uspoređivanjem njezine fosilne flore sa florom brda Promine, koju je C. ETTINGSHAUSEN odredio samo za eocensku (1.).

Prema fosilnoj flori Rude, koju je usporedio sa florom brda Promine F. KERNER određuje starost njezinih lapora kao paleogen, ali time nije točno određen njihov stratigrafski horizont. Iz njegove geološke karte Split—Sinj i iz njezina tumača (9) proizlazi, da je Rude lapor stariji od vapnenih konglomerata i breča, koji dolaze na južnom obodu kotline Rude. Po njemu se ućrtani stratigrafski horizont lapora Rude na geološkoj karti Split—Sinj nalazi među komplatanata slojevima, te vapnenim konglomeratima i brećama. Prema tome on bi pripadao krovnom dijelu gornjeg eocena. U njegovom stereotipskom profilu Rude, breće i konglomerati čine podinu laporima Rude, a u tumaču profila on ih stavlja u srednji eocen. Litološki se može odrediti, da lapori Rude dolaze u krovini breća i konglomerata, radi toga je njihov stratigrafski horizont mlađi od horizonta breća i konglomerata. Pošto se u srednjoj i sjevernoj Dalmaciji na više mjesta, a navlastito na brdu Promini jasno vidi, da breće i konglomerati leže na srednjoeocenskim laporima, koji pripadaju gornjem lutecijanu, radi toga njihova starost može biti gornjoeocenska, a i mlađa. Na brdu Promini postoje četiri serije breća i konglomerata, koje su među sobom odijeljene debelim serijama lapora. Njihovi su

stratigrafski horizonti različiti, jer bazalna serija pripada gornjem eocenu, dok ostale serije oligocenu, pošto sam u drugom odozdo ugljenonosnom lapornom sloju brda Promine sakupio slijedeću oligocensku faunu: *Pecten (Parvamusium) Bronni* MAY-EYM., *Cyrena semistriata* DESH., a u laporima Kljaka, koji su također prominske starosti: *Natica (Megatylopus) crassatina* LAM., *Tympanotomus margaritaceus* BROCC. var. *moniliformis* GRAT. i *Cyrena semistriata* DESH.

Radi toga breće i konglomerati Rude, koji dolaze u podini njezinih lapora, kao i oni koje nalazimo kod Graba, Vedrina, u Ruduši, Turjacima i od Visoke preko Mnća prema brdu Promini i u sjevernoj Dalmaciji nemogu biti stariji od gornjeg eocena.

Fosilna fauna Rude uglavnom se nalazi u sloju lapornog pješćenjaka, koji dolazi u podini ugljenog sloja, a u krovini grebenastog vapnenca. U oskudnoj fauni puževa dolaze vrste: *Melanopsis*, *Hydrobia* i *Planorbis* po kojima se također ne može odrediti točan stratigrafski horizont lapora Rude. Jedino nalaz više primjeraka *Planorbis cornu* B., koje sam sakupio u podini bituminoznog sloja na ulazu u potkop Mileta utvrđuje oligocensku, a ne eocensku starost, jer je njegov najdublji horizont donji oligocen.

Fosilna flora i fauna Rude utvrđuje, da su njezini lapori sladkovodni talozi, zato se mora pretpostaviti, da je za vrijeme oligocena postojalo u kotlini Rude jezero, koje je bilo tektonski predisponirano prije glavnog nabiranja (oligomiocensko nabiranje). Glavnim pak nabiranjem lapori Rude su stisnuti, nepravilno uzdignuti, a u svome krovnom dijelu sredinom sinklinale nabrani i poremećeni.

Bitumen ugljevitog sloja i proslojaka Rude nije topiv u organskim otapalima kao i ostali bitumeni taložnih bituminoznih stijena Dalmacije, koje su istaložene u slatkim i brakičnim vodama. Njegovo je porijeklo obzirom na sladkovodni facijens svih taloga pretežno od truljenja biljnih organizama.

Osim gornja tri tercijarna nalazišta taložnih bituminoznih stijena postoje još u južnoj Dalmaciji i druga tercijarna nalazišta, koja do sada nisam detaljnije ispitivao. Od tih nalazišta spomenut ću Slivno Ravno i Mali Voz, koji se nalaze između Neretve i stonskog zaljeva, koji prema dosadašnjim mojim ispitivanjima pripadaju srednjem eocenu, a talozi su morskog faciesa.

ZAKLJUČAK

U Dalmaciji postoje dvije vrste bituminoznih stijena, koje se među sobom razlikuju po postanku, fizičkim svojstvima i kemijskom sastavu.

Prva vrsta bituminoznih stijena (zapravo sekundarna tvorevina) jesu asfaltne stijene, gdje su pukotine, župljine i porē ispunjene ili impreguirane asfaltom. Porijeklo asfalta ovih stijena je vjerojatno

iz emigriranog bitumena primarnih taložnih bituminoznih stijena, koje se redovito nalaze u dubljem horizontu. Prema tome asfalt je ostatak migriranog bitumena iz primarnih bituminoznih stijena, a nastaje oksidacijom, polimerizacijom i ishlapljivanjem bitumena. Radi toga i jesu sve pojave asfalta u Dalmaciji sekundarnog karaktera, te predstavljaju naknadno ispunjenje diaklaza, diastroma i pora, svakako poslije njihova postanka.

Asfaltne stijene mogu postojati samo u krovnim naslagama, koje izgrađuju teren Dalmacije, ako migracija bitumena iz primarnih bituminoznih stijena nije spriječena naslagama, koje su radi svoga petrografskog sastava nepropustne. Vertikalno raširenje asfaltnih stijena u smjeru dubine ovisno je o dubini do koje preko diaklaza i diastroma prodire zrak.

Druga vrsta bituminoznih stijena jesu taložne bituminozne stijene, koje su istaložene u slanim, brakičnim ili slatkim vodama. Da su one taložnog karaktera dokazuje navlastito jedna od njihovih taložnih struktura (izmjenično vrstana uslojenost bituminoznih i mineralnih proslojaka), koja je zastupana kod svih nalazišta u Dalmaciji.

Bitumen ovih stijena je primarnog karaktera, a potječe od truljenja izumrlih životinjskih i biljnih makro i mikroorganizama. On je stvaran u redukcionoj zoni muljevito organogenog taloga na morskom ili jezerskom dnu, do kojega nije prodrio kisik.

Slobodni bitumen taložnih bituminoznih stijena, koje su istaložene na dnu mora otapa se u organskim otapalima, dok bitumen slatkovodnih i brakičnih taloga nije u njima topiv.

Starije mišljenje, posebno bečkih geologa, po kojemu su primarne bituminozne stijene jurske starosti u Dalmaciji matične stijene asfalta nije točno, jer sam sakupljenom fosilnom faunom utvrdio, da u Dalmaciji postoji više horizonata taložnih bituminoznih stijena, čija starost pripada raznim geološkim formacijama.

Horizonte taložnih bituminoznih stijena nalazimo u juri, donjoj i gornjoj kređi i u tercijaru.

U jurskim naslagama bituminozni su liaski tamni vapnenjaci sa megalodusima i koraljima (donja jura), kladokoropsis vapnenjaci i njihovi podinski vapnenjaci bez fosila (srednja jura) i naslage titona (gornja jura), koji se sastoje od lemeških slojeva i koraljnog vapnenjaka. Bituminozni dijelovi donje i srednje jure uslojeni su u slojnama (bancima), a koje su tamnosive do crne. Oni sadrže samo tragove slobodnog bitumena (kerogen).

U naslagama gornje jure postoje dva bituminozna horizonta i to u srednjim lemeškim slojevima, koji se sastoje od pločastih i tankopločastih izmjenično uslojenih vapnenjaka, laporastih vapnenjaka i rožnjaka, te u gornjim lemeškim slojevima na previji Lemeš do Otišića, koji se sastoje od debelouslojenih vapnenjačkih slojeva svi-

jetlosive boje. U srednjem dijelu lemeške naslage (kod Kijeva i Ogorja g.) postoji nekoliko tankih (do 2 cm debelih) crnih bituminoznih proslojaka, dok su u gornjem njezinom dijelu bituminozni samotankopločasti i taložnoškriljavi umetci tamnosmeđe do crne boje, koji su uloženi među debelouslojene vapnenjačke slojeve. Debljina ovih umetaka varira od 0,15—0,60 m, a oni su među jurskim taložnim bituminoznim stijenama najbogatiji sadržajem slobodnog bitumena. Fosilna fauna titona sastoji se od amonita i belemnita, dok se u bituminoznim tankopločastim i taložnoškriljavim umetcima često nalaze otisci riba.

Horizont taložnih bituminoznih stijena donje krede otkriven je u Dinari i u Svilaji. On redovito dolazi u donjem dijelu zone dolomita, koja je osobito u Dinari uložena između donje i gornje serije hamidijskih vapnenjaka. Iako u dolomitima nisu nađeni fosili ipak se njihova starost može odrediti litološkim putem, jer stoje u konkordantnom odnošaju sa krovnom i podinskim slojevima hamidijskog vapnenjaka, u kojem je nađena fosilna fauna: hamidijska, aprikardijska, malih ostreža, krhotina rudista i krednih cefalopoda.

Bituminozna naslaga donje krede je slojne strukture u kojoj je izražena izmjenična uslojenost bituminoznih i mineralnih slojeva: vapnenjačkog ili vapnenjačkog dolomitnog sastava. U krovnom dijelu bituminozne naslage u Dinari dolazi redovito struktura izmjeničnog vrstanja bituminoznih i mineralnih proslojaka, koja najjače potvrđuje taložni karakter bituminoznih stijena.

Talozi bituminoznih stijena gornje krede otkriveni su do sada na otoku Braču. U gornjoj kredi otoka Brača postoje izdanci asfalta i taložnih bituminoznih stijena, radi čega je bilo potrebno posebno odrediti njihove stratigrafske horizonte. Sakupljena fauna hipurita [*Hippurites* Vacc. *cornu vaccinum* BRON, *H.* (Vacc.) *sulcatus* DEFRANCE, *H.* (Vacc.) *praesulcatus* DOUVILLE, *Bournonia Bournoni* DESM., *Praeradiolites boucheroni* BAYLE, i *Lapeyrousia jovaneti* DESM.] u stijenama, koje su impregnirane asfaltom (Škrip i Pod Badanj) dokazuje, da one pripadaju senonskom katu. Fauna radiolarita i turonsko-cenomanskih gastropoda (*Eoradiolarites italicus* MONTAGNE, *Radiolites* (*Radiolitella*) *guiscardianus* PIRONA, *Biradiolites angulosus* d'ORBIGNY i *R. Beumonti* TOUCAS, te gastropodi porodice nerineida: *Aptyxiella dalmatica* MONTAGNE, *Nerinea cochleaformis* CONRAD, *N. Kernerii* VORWIJK i *N. schiosensis* PIRONA), koja je sakupljena u debelouslojenim vapnenjacima, koji dolaze u krovini i podini pločaste zone u kojoj se nalaze bituminozni proslojci i glavna bituminozna naslaga dokazuje, da oni pripadaju turonskome katu.

Izdanci glavne bituminozne naslage taložnih bituminoznih stijena izbijaju na više mjesta na sjevernom i južnom krilu antiklinale, koja je prolomljena lomnom crtom po dužini čitavog otoka i to u njezinom tjemenu. Šematski poprečni profil otoka Brača (br. 4.)

prikazuje stratigrafski horizontat glavne bituminozne naslage i promljljeno tjeme antiklinalne.

Glavna bituminozna naslaga je slojne strukture, a u njoj je jasno izražena izmjenična uslojenost bituminoznih i mineralnih slojeva i proslojaka, što se vidi u priloženom profilu jednog istražnog okna (br. 1).

Sve taložne bituminozne naslage jure, donje i gornje krede u Dalmaciji isključivo su morski talozi, radi čega je porijeklo njihova bitumena pretežno od truljenja životinjskih organizama (navlastito planktona).

U terciarnoj formaciji ima više horizonata taložnih bituminoznih stijena, od kojih obrađujem samo one, koje sam detaljnije istraživao, a to su horizonti: Gnjlillog Rata na poluotoku Pelješcu, kod zaseoka Plane u Vrgorcu i u kotlini Rude istočno od Sinja.

Najdublji terciarni horizont je onaj Gnjlillog Rata, koji prema sakupljenoj fosilnoj fauni (porodice: *Mellaniidae*, *Cheriphosiidae*, *Hydrobidae*, *Cyclophoridae*, *Cyclostomatidae* i *Valvatidae*) pripada kozinskim naslagama, a vjerojatno po svojoj fauni odgovara Stomatopsis-horizontu i haracejskim vapnenjacima Istre i Kranjske.

Kozina naslage Gnjlillog Rta sastoje se od dvije serije slojeva i to: donje, koja je izgrađena od vapnenjačkih lapora svijetlosmede boje i od tankopločastih laporastopješćanih, fosilima bogatih slojeva, te od gornje serije, koja je izgrađena od debelouslojenih slojeva foraminifernog vapnenjaka sa miliolidima i ježincima malih oblika. Donja serija slojeva općenito je bituminozna, ali u njoj postoje i četiri slojna umetka tamnosmede do crne boje, koji sadrže veći postotak bitumena. Najdonji umetak je čisto ugljeni sloj.

Drugi horizont taložnih bituminoznih stijena je onaj kod zaseoska Plane u Vrgorcu, koji također pripada kozina naslagama t. j. donjem tercijaru. Fosilna fauna sakupljena je u gornjoj seriji debelouslojenih vapnenjaka, a u njoj su zastupane porodice: *Cerithidae*, *Ceriphasiidae* i *Limnaeidae* (subfamilia *Planorbinae*). Donja serija slojeva je laporastovapnenog sastava, pločaste i tankopločaste strukture, svijetlosmede boje, a u njoj se nalazi bituminozni sloj istog petrografskog sastava, iste slojne strukture, ali tamnosmede do crne boje. U njemu je izražena struktura izmjenične uslojenosti bituminoznih i mineralnih proslojaka od kojih i posljednji sadrže tragove slobodnog bitumena, radi čega su svijetlosmede boje.

Najmladi između ova tri horizonta je onaj u Rudi istočno od Sinja. Prema F. KERNERU starost bituminoznih lapora Rude je paleogenska, ali time nije točno određen njihov stratigrafski horizont. Prema njegovoj geološkoj karti Split—Sinja, njezinom tumaču i stereotipskom profilu Rude može se zaključiti, da bi lapori Rude po svojoj starosti spadali u gornji eocen. Starost lapora Rude odredio je F. KERNER na bazi sakupljene flore čije su specifički određene vrste: *Banksia longifolia* UNG. spec. *Andromeda protogea* UNG. *Ster-*

culia Labrusca UNG., *Rhemus Roessleri* ETT. i *Cassia hyperborea* UNG. zastupane u fosilnoj flori brda Promine, koju su sakupili i odredili C. ETTINGSHAUSEN i R. VISIANI. Uspoređivanje fosilne flore Rude sa fosilnom florom Promine bilo bi opravdano, kad bi flora brda Promine bila sakupljena i određena prema njezinim stratigrafskim horizontima.

Fosilna fauna Rude lapora je oskudna, a u njoj su zastupane vrste slatkovodnih i kopnenih puževa: *Melanopsis*, *Hydrobia* i *Planorbis*, po kojima se također ne može odrediti točan stratigrafski horizont lapora Rude. Jedino nalaz više primjeraka *Planorbis cornu* B. utvrđuje oligocensku, a ne eocensku starost, jer je njegov najdublji horizont donji oligocen.

Od gornjih tercijarnih nalazišta bituminoznih stijena Rudo i Gnjlji Rat slatkovodni su i jezerski talozi, dok je Plana kod Vrgorca brakični talog obzirom na faunu ceritida.

Osim opisanih nalazišta postoje u južnoj Dalmaciji još i druga tercijarna nalazišta, koja dosada nisam detaljnije istraživao. Od tih nalazišta spomenut ću Slivno Ravno i Mali Voz, koji se nalaze između Neretve i Stonskog zaljeva, a koji prema mojim dosadašnjim istraživanjima pripadaju srednjem eocenu i talozi su morskog facijesa.

LITERATURA:

1. ETTINGSHAUSEN C.: Die eocene Flora des Monte Promina. (Denkschr. Ak. Wiss. 1854., VIII.).
2. FURLANI M.: Die Lemeš-Schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mitteldalmatien. (Jahrb. d. g. R. A. 1910.).
3. HAUER F.: Asphaltgestein von Berge Mosor. (Jahrb. k. k. geol. R. A. 1850.).
4. KERNER F.: Erläuterungen zur geologischen Karte: Kistanje—Drniš. (Wien, 1901.).
5. KERNER F.: Beitrag zur Kenntnis der fossilen Flora von Ruda in Mitteldalmatien. (Verh. k. k. geol. R. A. 1907.).
6. KERNER F.: Das Kohlenführende Palaeogen von Ruda in Mitteldalmatien. (Verh. k. k. geol. R. A. 1907.).
7. KERNER F.: Lias und Jura auf der Südseite der Svilaja planina. (Verh. k. k. geol. R. A. 1907.).
8. KERNER F.: Über einige dalmatinische Asphaltlagerstätten. (Verh. k. k. geol. R. A. 1916.).
9. KERNER F.: Erläuterungen zur geologischen Karte: Sinj—Spalato. (Wien 1916.).
10. KERNER F.: Ursprung, Vorkommen und Beschaffenheit der dalmatinischen Asphaltlagerstätten (Berg- und Hüttenmännisches Jahrb. 1919.).

11. KERNER F.: Die Ueberschiebung von Bol am Südufer der Insel Brazza. (Verh. k. k. R. A., Wien 1915.).
12. KREJČI-GRAF K.: Die Ruménischen Erdöllagerstätten. Stuttgart 1929.
13. MARGETIĆ M.: Geološko snimanje lista »Omiš—Sv. Petar«. Vjesnik geol. zavoda u Zagrebu 1944.
14. MARIĆ L.: Istraživanje pojava bitumena u vapnencima Gnjllog Rata na poluotoku Pelješcu. (Arhiv Zavoda za geološka istraživanja Zagreb).
15. OGULINEC J.: Izvještaj o pojavama bituminoznih škriljavaca (stijena) u području Dinare i Svilaje. (Arhiv Zavoda za geološka istraživanja u Zagrebu, 1951.).
16. OŽEGOVIĆ F.: Izvještaj o pregledu i nalazu bituminoznih stijena na otoku Braču (Arhiv poduzeća za proizvodnju i prerađu uljnih škriljevaca, Ruda—Sinj).
17. POTONIĆ R.: Petrographie der »Oelschiefer« und ihrer Verwandten. Berlin 1928.
18. SCHUBERT R.: Geologija Dalmacije. (Zadar 1909.).
19. SCUBERT R.: Das Trias und Juragebiet in Nordwesten von Knin (Dalmatien). (Verh. k. k. geol. R. A. 1909.).
20. SÖHLE U.: Vorläufiger Bericht über die geologisch-paläontologischen Verhältnisse der Insel Brazza. (Verh. k. k. geol. R. A. 1900.).
21. STACHE G.: Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. (Abhandl. k. k. geol. R. A. 1889., XIII.).
22. ŠAHNAZAROV A. D.: Pojava pirobituminoznih i asfaltnih naslaga na otoku Braču. (Arhiv Zavoda za geološka istraživanja u Zagrebu).

RESUME

LES ROCHES BITUMINEUSES EN DALMATIE

Les roches bitumineuses en Dalmatie ne sont pas toutes asphaltiques et ne sont pas formées exclusivement des schistes Jurassiques (Thiton) comme on a affirmé. De plus il y a des schistes plus jeunes et plus bitumineuses que celles de la formation Jurassique.

Dans les roches asphaltiques les cassures, les fissures et les pores des couches terrestres superposées, sont remplies de la matière bitumineuse. A cause de cela sont les roches secondaires faites par oxidation, polymerisation et exhalation de la matière bitumineuse primaire migrée de la profondeur.

On reconnaît la roche bitumineuse primaire par sa structure schisteuse dans laquelle on voit le changement des couchettes bitumineuses avec celles de roche pure.

Au fond des restes fossiles animales on a déterminé la position stratigraphique de tous les localités de roches bitumineuses.

De cette manière on a déterminé que les couches du Jurassique inférieur, moyen et supérieur sont bitumineuses. Seulement les couches de Lemeš a Svilaja montagne du passage de Lemeš jusq'a Otišić sont plus bitumineuses de toutes ces couches.

Les couches bitumineuses calcaires de Dinara (montagne) chez Bitelić, Uništa, Vrdovo et de Svilaja (montagne) chez Štikovo, Kanjane et Drežnica-Mirilović Polje avec ses fossiles marins appartiennent à la formation du Crétacé inférieur.

Par ses fossiles marins les couches calcaires bitumineuses chez Supetar, Mirce, Sumartin et Kolači à l'île de Brač appartiennent à la formation du Crétacé supérieur.

Les schistes bitumineux tertiaires de Gnjlji Rat ont été formés d'eaux douces et appartiennent aux couches de Kozina. Celles de Plana chez Vrgorac ont été formées d'eaux salmâtres de Kozina. Les couches chez Ruda près de Sinj sont sédimentées dans les eaux douces de l'Oligocène.

Les roches bitumineuses de Slivno Ravno et Mali Rat sont les sédiments marins de la partie supérieure de l'Éocène moyen.