

## STRATIGRAFIJA NAFTONOSNOG TERCIJARA SJEVERNE BOSNE

Prema teoriji u svakoj je geološkoj periodi moguće sakupljanje takvih bituminoznih tvari, iz kojih je mogla nastati nafta. Iako se nauka o postanku nafte stalno još razvija, ipak su ispitivanja, koja su do sada obavljena uglavnom objasnila njezin postanak. Tipičnom **naftogenom sredinom** današnjice smatraju se na pr. dublji, sumporovodikom zatrovani dijelovi Crnog Mora. U sedimentima tih morskih područja talože se organski ostaci, koji u ove dubine dolaze iz viših nivoa mora sa dovoljno kisika da se život može normalno odvijati. Organski ostaci slažu se skupa sa anorganskim muljem, a da pri tome ne dođe do uništenja organske tvari, već samo do različitih fermentacija, koje obavljaju posebne anaerobne bakterije. Rad tih bakterija ne prestaje sa zatrpavanjem organske tvari, već se nastavlja u samoj stijeni i nakon njezinog stvrdnjavanja. Na taj način objašnjava se činjenica, da su te iste anaerobne bakterije nađene i u nafti prilikom njezinog vađenja iz zemlje.

Ako nam je jasan način postanka nafte, onda je logički nužno da prilikom istraživanja obratimo naročitu pažnju na one sedimente, koji imaju takav postanak. Možda nećemo naći sedimente koji po svom postanku tom primjeru u svemu odgovaraju, ali nam već **nalaz sličnih tvorevina** može poslužiti kao putokaz, da u blizini ima i pravih naftogenih sedimenata. Prema KREIČI-GRAFU (1929) to bi bili crni polubituminozni glineni škrljavci sa željeznim sulfidom. Ti škrljavci sadržavaju ostatke organizama koji žive na morskom dnu, jer oni u ovoj otrovnoj sredini nisu ni mogli da žive. Nema ni vapnenih ljuštura. Od organizama koji su živjeli u višim, za život pogodnim slojevima mora, ostali su sačuvani samo rožnati dijelovi. Na slojevima sedimenata ne primjećuje se kretanje morskih struja i valova. Oni nastaju često u lagunama, koje su od mora odvojene i u kojima dolazi i do stvaranja naslaga soli. Osim toga sediment mora biti prezasićen bitumenom, jer on samo u tom slučaju može uz povoljne uvjete dati naftu. Da bi mogle nastati takve morske sredine, potrebno je, da se pojedini dijelovi morskog dna uzdignu, a drugi u razmjerno kratkom vremenskom periodu spuste; drugim riječima potrebna je živahna orogeneza. Zato se ležišta nafte i javljaju u području mladog ulančenog gorja kao što su Pirineji, Alpe, Karpati, Transilvanske Alpe, Kavkaz i naši Dinaridi.

Pronalaskom naftogenih sedimenata nije međutim još riješeno pitanje nalaza samih naftnih ležišta. Nafta se nikad ne vadi iz

samih bituminoznih škriljavaca, već iz poroznijih stijena kao što su pijesci, pješčenjaci, šljunci i konglomerati sa dovoljno šupljina, pa također iz šupljikavih vapnenaca i dolomita. Ova prva migracija iz naftogene (matične) stijene u kolektor (nosilac) nafte neophodan je uvjet za postanak naftnog ležišta. Da bi moglo doći do izlučivanja nafte iz naftogene stijene u kolektor, potrebno je, da matična stijena bude duže vremena izložena povećanom pritisku i temperaturi. To je moguće ako stijena u jednoj od slijedećih orogenih faza dospije u dublje dijelove Zemlje i bude pokrivena mladim sedimentima dovoljno velike debljine ili ako bude izložena bočnom pritisku.

Iz gore iznešenog vidimo, da je za postanak naftnih ležišta potrebna živa orogena aktivnost praćena odgovarajućom sedimentacijom. Razmotrimo u tom pogledu mogućnosti naftnih terena Sjeverne Bosne.

### OSNOVNO GORJE

Naftni tereni Sjeverne Bosne nalaze se upravo na jednom od takvih područja. Oni leže na mjestu gdje se dinarski planinski sistem sukobljuje sa masivima arhajskih granita panonskog područja. Iz priloženih shematskih profila vide se faze orogeneze i sedimentacije u naslagama tercijara, koje izgrađuju ovo područje

Za vrijeme mezozojika slavonske planine izgrađene u svojoj jezgri od arhajskih stijena i djelomično pokrivene stijenama paleozojske starosti, bile su dobrim dijelom iznad površine tadanjeg mora Tetisa, dok su na njihovim podnožjima taložene naslage trijasa, jure i krede. Smatra se, da je masiv »bosanske serpentinske zone« već tada postojao. On se proteže pedesetak kilometara južnije od spomenutih granitnih masiva, ali za razliku od njih, on je pod jakim uplivom dinarskog boranja, koje predstavlja dio alpske orogeneze.

### EOCEN

Početkom tercijara, u laramijskoj orogenoj fazi nastaje na sjevernom obodu bosanske serpentinske zone jedan rasjed duž kojeg se područje sve do slavonskih granitnih masa na sjeveru počelo spuštati. Ovaj bazen Sjeverne Bosne prekriven je u toku eocena morem, u kome su nastale oko 2000 metara debele naslage ovog odjela tercijara. Debljina ovih slojeva sve je veća, što se više udaljemo od slavonske granitne mase, što je i razumljivo, jer je bazen svojim južnim rubom uz serpentisku zonu jače tonuo. Da je to doista tako, zaključujemo po sastavu klastičnog materijala koji izgrađuje sedimente ove formacije. Tu nema ni traga o materijalu iz bosanske serpentinske zone, već su to isključivo valutice i pješćana zrna porijeklom iz granitnih terena, kao i paleozojskih i mezozojskih slojeva Slavonije (ubrajajući u to područje i bosanske pla-

nine Prosarju i Motajicu, kao i Čer u Srbiji. Na osnovu fosila iz ove debele serije slojeva, koje je proučio P. OPPENHEIM mogao se ustanoviti samo srednji eocen, ali treba naglasiti da su fosili u donjem i gornjem dijelu vrlo rijetka pojava i da se javljaju pretežno u srednjem dijelu. Majevički eocen dijelimo lokalno na pet horizonata, koji se bočno mijenjaju, ali ipak predstavljaju pet vremenski više ili manje ograničenih faza sedimentacije.

Prvi horizont bili su bazalni konglomerati koje pretpostavljamo na početku transgresije, ali koje na terenu nismo imali do sada prilike promatrati. Konglomerati Teočaka, koje je na svojim kartama izlučivao F. KATZER pripadaju četvrtom, a ne prvom horizontu eocena.

Drugi horizont eocena najbolje je otkriven u sjevernoj Majevici, na antiklinalnoj uzvisini sjeverno od loparske sinklinale. Sa stoji se od dosta jednolične serije tamnosivih tinjčastih i uglavnom laporovitih škrljavaca sa tankim ulošcima laporastog vapnjenjaka. Pored pojedinih koralja u njima se mogu opaziti jedino još fukoidi. U donjem dijelu ovog horizonta javljaju se pješčenjaci koji se izmjenjuju sa gore spomenutim škrljavcima. Prema nekim podacima u ovom su horizontu nađeni i numuliti. U izvještaju Kemijskog laboratorija Solane u Kreki spominje se, da su jezgre iz bušotine u Slavinovićima kod Tuzle iz ovog horizonta dale pozitivnu reakciju na naftu. Na osnovu tragova fukoida zaključujemo, da je drugi horizont majevičkog eocena sublitoralna tvorevina uglavnom bez većih količina bitumena.

Slijedeći po redu, treći horizont eocena, je tipična flišna tvorevina. Škrljavci sa ulošcima kamenog ugljena izmjenjuju se ovdje sa vapnjenjacima i pješčenjacima. Najveći dio ovog horizonta ima litoralni karakter i obiluje fosilima po kojima je P. OPPENHEIM ove slojeve stavio u srednji eocen (lutetski kat). Za ovaj horizont naročito su karakteristični slojevi kamenog ugljena koje su prije rata iskorišćavali. U jednom od hodnika ovog rudnika naišao je M. LUKOVIĆ (1929) na gustu asfaltoznu naftu, koja se cijedila niz zidove.

Prema F. KATZERU (1903) ovaj, treći horizont eocena može se na području rudnika Majevice lokalno podijeliti ovako:

Gore: Tamnosivi glineni djelimično sitnopjeskoviti i tinjčasti škrljavci sa ulošcima pješčenjaka, biljnim trunjem i *Modiola corugata*.

Pjeskoviti, više glinoviti škrljavci sa umecima tamnosivog i crnozeleneog smeđeg trošenog vapnjenjaka sa *Gryphaea*, *Ostrea*, *Cerithium*.

Modrosivi i zeleni, žuto rastrošeni laporoviti škrljavci i laporoviti vapnjenjaci sa debljim slojem ugljena u Dubokom potoku, sa *Lucina saxorum* i *Cerithium*.

Dolje: Laporoviti škrljavci sa vapnjenjačkim lećama, sa miliolidima, alveolinama i kardijima i sa kapljicama nafte.

Govoreći o pojavama nafte u Majevisi F. KATZER (1903) kaže da je eocen važan horizont za bosansku naftu, koji po starosti odgovara jednom dijelu karpatskih naftnih slojeva. Za sada su, nastavlja KATZER, izvršena plitka bušenja u Rožnju, a u buduću treba istraživati više prema zapadu. Izdanci plina i slana vrela na sjevernoj strani Majevice moraju također biti u vezi sa pojavama nafte.

Opisujući slojeve eocenskog ugljena F. KATZER (1918) spominje da se ugljen javlja zajedno sa jako bituminoznim škriljavicima. Po našem mišljenju upravo iz ovih škriljavaca potječu one male količine nafte, koje se tamo javljaju.

Četvrti horizont eocena mogao bi se po svom izgledu uvrstiti u facijes plitkovodno lagunski, a djelomično pustinjско obalski. Sastoji se od 10 i više metara debelih slojeva kremenog pješčenjaka sa vapnovitim i silikatnim cementom i sa isto tako debelim slojevima crvene škriljave gline. To je za sada jedini horizont eocena, koji je dao izvjesnu, iako vrlo malu proizvodnju (Zavid, Požarnica). I u Požarnici pripadaju glavni naftonosni slojevi oligocenu. Četvrti horizont nije matična stijena za naftu, ali može poslužiti kao kolektor, jer sadrži debele, kontinuirane slojeve kremenog pješčenjaka često dobrog poroziteta.

Peti horizont eocena, koji se sastoji od laporovitih i glinovitih škriljavaca i pješčenjaka samo je lokalno sačuvan od erozije, koja je uslijedila nakon taloženja eocena. Horizont je slabo istražen i proučen. Mjestimično vrlo slični slojeve sa fukoidima i koraljima II. horizonta, pa je i sam KATZER ovamo uvrstio neka područja u sjevernoj Majevisi, koja mi danas smatramo drugim horizontom eocena. Neki pješčenjaci petog eocenskog horizonta pokazuju jasne tragove morskih valova, pa bi to bile plitkovodne ili čak litoralne tvorevine. Smatra se, da nafta iz potoka Zavid pripada ovom horizontu, ako ne po svom položaju, a ono nesumljivo po svom porijeklu.

Kod budućih istraživanja trebat će se posvetiti naročita pažnja odjeljivanju ovog horizonta od slojeva gornjeg oligocena koji leži na njemu, a koji se od njega razlikuje po pojavi klastičnog materijala iz bosanske serpentinske zone, a u pojedinim slojevima po pojavi slatkovodnih fosila.

Peti horizont eocena pokazuje na nekim mjestima, kao na pr. na južnom rubu glavnog grebena Majevice kod sela Konjikovići tolike sličnosti sa prugastim laporovitim i glinovitim škriljavicima »solne formacije« Tuzle, da F. KATZER (1903) za njih kaže, da su to ili slojevi najgornjeg eocena ili najdonjeg miocena, što se ne može utvrditi, jer da osim foraminifera i otisaka fukoida u njima nije našao drugih fosila. Ova upadljiva petrografska sličnost navela je kasnije F. KATZERA (1919) na mišljenje da u eocen uvrsti i samu »solnu formaciju« Tuzle. To je mišljenje kasnije oboreno nalaskom slatkovodnih slojeva oligocena ispod slojeva »solne formacije« na bušotinama u Dolovima (M. MILOJKOVIĆ 1940).

## OLIGOCEN

Za prekida sedimentacije između srednjeg ili u najboljem slučaju gornjeg eocena s jedne i pretežno gornjeg oligocena s druge strane traje u Majevidici faza jake orogeneze i erozije (pirinejska orogena faza). Kolike su se promjene dogodile u to vrijeme u reljefu sjeverne Bosne vidi se po diskordantnosti oligocenskih slojeva na eocenu. Veliki Sjevernobosanski bazen podijeljen je tada boranjem slojeva sjeverne Majevice na dva dijela. Od tada možemo govoriti o dva bazena, posavskom na sjeveru i majevičkom na jugu, koji su od vremena do vremena ipak bili mjestimično povezani. U slojevima oligocena prevladava sada klastični materijal iz bosanske serpentinske zone na jugu bazena, serpentini, peridotiti kao i jaspisi iz dijabaz-rožnjačkih slojeva mezozoika. Ovo je posljedica dizanja Dinarida, koje je tada bilo naročito intenzivno.

Oligocenski slojevi majevičkog bazena čine oko 1000 m debelu seriju slojeva. Izmjenjuju se riječni, jezerski i močvarni sedimenti, a po svoj prilici postoje mjestimice i slana jezera, što zaključujemo po kristalima gipsa u gornjem dijelu serije. Na bušotini br. 1 u Dolovima kod Tuzle javljaju se u ovom stratigrafskom međuprostoru tamni, škrljavi malo pjeskoviti tvrdi lapori, koji na debljini od 224 m konstantno sadrže po pukotinama tragove nafte. Zanimljiva je međutim pojava, da uloži pješčenjaka i crvenih glina u tim slojevima ne sadrže naftu iz čega zaključujemo, da se tu nafta nalazi na mjestu svog postanka, ali da njezina količina nije dovoljna da bi moglo doći do prelaženja nafte u obližnje porozne stijene. Kako na bušotini br. 1 u Dolovima nisu nađeni fosili, nemože se sa sigurnošću tvrditi, da ovi slojevi pripadaju oligocenu, jer slične tvorevine nalazimo i u petom horizontu eocena. Međutim za slojeve serpentinskog konglomerata, koji u ovoj bušotini dolaze iznad opisanih naftonosnih lapora možemo tvrditi da su oligomiocenske starosti.

Što se tiče nafte u pješčenjacima i konglomeratima oligocena Požarnice, ona je po svoj prilici porijeklom iz petog horizonta eocena, kojeg u samoj antiklinali ne nalazimo (jer je po svoj prilici u pirinejskoj fazi erozijom odnešen), ali koji se vjerovatno nalazi sačuvan u obližnjim sinklinalama.

O oligocenu Posavine imamo malo podataka. Iz susjedne Slavonije J. POLJAK (1923) spominje jako bituminozne naslage Seoca kod Požege sa planorbima, ribama i ugljenom, koje bi prema D. GORJANOVIĆU (1897) pripadale soteškim slojevima gornjeg oligocena (hatskom katu). Ovamo bi mogli uvrstiti i »tamne ljušturate lapore« Bujavice i Gojla koje opisuje F. OŽEGOVIĆ (1944). Ti slojevi imaju slatkovodni karakter, a sadrže pored lapora još i bituminozne vapnenče, konglomerate i pješčenjake. Od fosila spominju se ribe, heliksi, drájsenzije, melanopsisi i bilje.

Ovaj gornjo-oligocenski horizont mogao bi se usporediti i sa bazalnim konglomeratom te naročito sedrastim i oolitičkim bituminoznim vapnenjacima, podinske stepenice zeničko-sarajevskog terciarnog bazena, koji također sadrži naftu (I. Soklič 1951).

### MIOCEN I PLIOCEN

U savskoj orogenoj fazi dolazi do daljeg boranja slojeva Maevjice. Podiže se glavni greben, koji odvaja tuzlanski bazen od loparskog bazena. Ali ovo je dizanje postepeno, uz sedimentaciju, tako da ne postoje oštre diskordancije i da postepeno prelazimo u slojeve donjeg miocena, koji su u svom donjem dijelu označeni šarenim laporovitim glinama i pješčenjacima akvitanskog kata. Laporovite gline i lapori ovog horizonta pretežno su crvene boje, pješkovite i sa ulošcima grudastog laporovitog vapnenca, dok pješčenjaci i konglomerati sadrže materijal porijeklom iz bosanske serpentininske zone. KATZER (1903) spominje, da je u ovim slojevima našao krhotine litotamnija, pa smatra da su to litoralne tvorevine njegovog marinskog oligocena, jer on akvitanski kat ubraja u oligocen.

Na bušotini br. 38 kod Tuzle (T. JAKŠIĆ 1929) ovi su slojevi nađeni ispod »solne formacije« u obliku smeđecrvenih lapora i trakastih škrljavaca sa kristalima glauberita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), kao i sa žilama gipsa. Od opisa akvitana bušotina u Dolovima (M. MILOJKOVIĆ 1938) više nas zanimaju dublji dijelovi, 220 do 330 m ispod njegove gornje granice, gdje su u serpentinskom konglomeratu nađene kapljice tekućeg bitumena. Ovaj konglomerat uložen je tamo u crvenkastom laporu, zelenkastoj glini i glinovitom laporu, koji sadrži nešto gipsa kao i kapi nafte.

Dok je akvitana loparske sinklinale vrlo sličan tuzlanskom akvitana, njegov sastav u bosanskoj Posavini slabo je poznat. U susjednoj Slavoniji akvitana bi po našem mišljenju pripadali zelenkastosivi lapori bez fosila, koji se raspadaju u zelenkastu i crvenkastu masu. Njih J. POLJAK (1923) spominje sa područja Seoca južno od Požege, gdje leže na slojevima, koje je D. GORJANOVIĆ (1897) identificirao sa soteškim slojevima.

Sa područja Bujavice u Hrvatskoj F. OŽEGOVIĆ (1944) spominje kod opisa svog oligocena »šarene lapore i sitne konglomerate sa anhidritom« koji leže na »ljušturastim laporima«. Ožegović smatra da stepenica »šarenih lapora« oligomiocena predstavlja naslage koje nisu ni tipično morske, ni tipično slatkovodne, i da su one mogle nastati u promjenljivim jezerima pod utjecajem stepske klime i jakih naplavina sa obalnog gorja. Taloženje bi se obavljalo u plitkoj vodi pod jakim utjecajem kisika. Kako je nalazio i kvрге anhidrita, on zaključuje, da je voda bila periodički i nešto više slana. Ovaj njegov opis vrlo se dobro podudara sa opisom akvitana tuzlanskog bazena.

Konačno bi se tuzlanski akvitan mogao usporediti sa crvenim i zelenim pjeskovitim laporima i pješčenjacima, koji leže između petog i sedmog ugljenog sloja tuzlanskog bazena. (I. SOKLIĆ 1951), koji također ne sadrže fosila, a facijelno su vrlo slični tuzlanskom akvitanu.

Iz svega toga zaključujemo da OŽEGOVIĆEVA »stepenica šarenih lapora« bujavičkog oligomiocena ima akvitansku starost. Ovaj lagunsko-litoralni horizont, koji je nastao pod uplivom suhe, tople klime od naročitog je značenja ne samo za paleoklimatologiju oligomiocena, već i za povezivanje slojeva iz tadanjih izoliranih jezera.

Na akvitanu leži u tuzlanskom bazenu »solna formacija« koja ne sadrži fosila, ali koju po njenom položaju između akvitana u podini i helveta u krovini stavljamo u burdigal, kao što je to već KATZER učinio (1903). Dok se na području tuzlanskog slanog jezera tada talože naslage soli, u slatkovodnim jezerima talože se slojevi OŽEGOVIĆEVE »kongerijske stepenice« oligomiocena, koju on opisuje iz bušotina u Bujavici i Gojlu.

U tuzlanskom burdigalu jasno se odvajaju tri horizonta: 1) podina solne formacije, koja se sastoji od glinovitih i laporovitih pjeskovitih škrljavaca, 2) solna formacija t. j. trakasti glineni škrljavci sa kamenom soli, i 3) neposredna krovina solne formacije t. j. pločasti vapnenac Tuzle.

Podina solne formacije je horizont stalniji od same solne formacije. To je i razumljivo obzirom da se u međuvremenu vršilo boranje i da se formirao glavni greben Majevice, koji je odvojio tuzlanski od loparskog bazena. To je tipična lagunska tvorevina. Ona uopće ne sadrži nikakve tragove fosila, ali zato ponekad ima gipsa. Glineni škrljavci mogu sadržavati vapnenih primjesa, ali su često potpuno bez njih, tada su zelenkaste boje i jako drobljivi. Ako sadrže više bitumena onda su listasto pločasti i savitljivi, te imaju izgled krovne ljepenke. Nije dakle isključeno, da i ovaj horizont može lokalno biti matična stijena za naftu.

O samoj solnoj formaciji t. j. o trakastim glinenim škrljavcima sa kamenom soli, do sada se mnogo pisalo (KATZER, LUKOVIĆ, JAKŠIĆ, MILOJKOVIĆ). Prilikom geološkog kartiranja Majevice F. KATZER je ove slojeve uvrstio u donji miocen, ali je kasnije, kod opisa mineralnih vrela Bosne i Hercegovine pod naslovom »Slanica u Tuzli« napomenuo da naslage kamene soli koje leže ispod miocenskih površinskih slojeva po svoj prilici pripadaju eocenu, kao i vrelo u Naviocima, odakle i druga vrelo u sjevernoj Bosni primaju slanu sastavinu. Tom se prilikom izgleda KATZER pokolebao u svom prethodnom tvrđenju da horizont trakastih lapora donjeg miocena predstavlja solnu formaciju.

Kako u ono doba nije bilo podataka o bušenju u podini solne formacije, to je njegovo kolebanje danas posve razumljivo. Pojava trakastih glinenih škrljavaca, petrografski posve identična sa onom iz solne formacije, vrlo je česta i u slojevima V. horizonta eocena, a petrografski jako sličnih glinenih škrljavaca ima i u gornjem

oligocenu, pa i u akvitanu. Iz toga svega moramo zaključiti, da je izvjesna količina slane vode preostala nakon povlačenja mora u eocenu i da se to slano jezero radi tektonskih pokreta pomicalo s jednoga mjesta na drugo unutar tuzlanske i loparske sinklinale, a da su neki dijelovi ovih bazena bili možda i neprekidno zatvorena, od zatrpavanja zaštićena slana jezera. Što se tiče samog ležišta soli kod grada Tuzle, eocenski fosili u njegovoj podini dali bi naslućivati, da je tu bilo jedno takvo mjesto, ali sasvim lokalno, jer već idući prema sjeveru i istoku na udaljenosti od svega jedan kilometar javljaju se u podini solne formacije crveno obojeni slojevi akvitana, koji upućuju na aridnu klimu i blizinu obale. U prilog ove pretpostavke o perzistiranju i kontinuitetu tuzlanskog slanog jezera, ili bolje reći »mrtvog mora« govori i MILOJKOVIĆEV opis slojeva bušotina u Dolovima.

Za nas je ovdje od naročitog interesa prisustvo bitumena u solnoj formaciji, jer nam ono objašnjava postanak naše nafte u helvetu. Same solne naslage imaju redovito jak zadah po bitumenu, a često se mogu primjetiti kapljice bitumena, pa i komadići asfaltne tvari. Kapljice nafte nađene su i u slojevima sa *Solenomya doerleini* (helvet) prilikom neuspjelog pokušaja da se kopanjem okna dopre do solne formacije u Tuzli, kao što navodi J. GRIMER (1917).

Iz svega toga zaključujemo, da su lagunske tvorevine trakastih lapora, koje se javljaju u različitim horizontima od gornjeg eocena do kraja donjeg miocena dale glavnu količinu majevičke nafte, da predstavljaju njezinu matičnu stijenu. Pojave nafte u eocenu, a naročito u IV. horizontu, mogu biti porijeklom jedino iz trakastih lapora, i u IV. su horizont dospjele bočnom migracijom. Što se tiče pojave nafte u dubljim dijelovima eocena, one su po svojoj prilici eocenskog porijekla, ali kao što smo vidjeli nemaju nikakvog ekonomskog značenja.

Da bi potencirali važnost trakastih lapora solne formacije za postanak nafte u Sjevernoj-Bosni mi smo na našem shematskom prikazu faza orogeneze i sedimentacije iste izvukli debljom crtom. Sa njima se završava serija lagunskih tvorevina koje na području Majevice dolaze između gornjeg eocena i donjeg miocena. Što se tiče prostiranja tih naftogenih i solnih formacija na području Posavine, mi za sada nemamo nikakvih podataka. Izraziti gravimetrijski minimum od 0 miligala na području Semberije južno od Bijeljine mogao bi biti izazvan solnim naslagama, tako bi ga možda lakše mogli protumačiti, nego da pretpostavimo da se ovdje radi o sinklinali velike dubine. Dublji dijelovi Posavine t. zv. savskog rova, do sada su nam posve nepoznati, jer se do njih bušenjem nije doprlo, ali vrlo je vjerojatno da u njima ima sedimenata oligocenske i donjomiocenske starosti sličnog lagunskog karaktera, kao što se javljaju u tuzlanskom bazenu. Ako oni do sada nisu nađeni na sjevernom rubu Posavine, to je posve razumljivo, jer se tu radi o dijelovima koji su tada ležali na višem nivou, te su se tamo



mogle razviti samo naslage slatkovodnog jezerskog tipa, kao što je to u ostalom slučaj i na južnoj strani, u Dinaridima.

U ove slatkovodne tvorevine ubrajamo lapore i pješčenjake sa *Congeria cf. antecroatica* »kongerijske stepenice« oligomiocena Burjave (OŽEGOVIĆ 1944), ugljonošnu stepenicu zeničko-sarajevskog bazena (SOKLIĆ 1951) i ugljonošne lapore Mezgraje. Što se tiče starosti mezgrajskih ugljonošnih lapora, ona je zasada još ponešto nesigurna, jer ih KATZER po vremenu postanka identificira sa izvjesnim slojevima Ugljevika. U podinskom ugljenom sloju ugljevičkog rudnika (KATZER taj sloj označava sa brojem II na svojem profilu 1921) nađen je jedan zub za koji V. LASKEREV (1925) misli, da pripada vrsti *Antracotherium (Microbunodon) minus* CUV. Na osnovu toga LASKAREV zaključuje da ovaj sloj po svojoj prilici pripada najgornjim dijelovima oligocena. Iako se ova odredba odnosi na podinski ugljeni sloj, ipak bi vremenski razmak između glavnog i podinskog ugljenog sloja bio suviše velik (najgornji oligocen — gornji dio donjeg miocena). Iz toga smo razloga slojeve Mezgraje stavili u našem stratigrafskom pregledu pod znakom pitanja, poistovjetujući ih sa neposrednom krovinom solne formacije t. j. sa pločastim vapnencem Tuzle.

Na kraju da usporedimo slojeve donjeg miocena Majevice sa slojevima iste starosti u drugim evropskim zemljama. Šareni fliš Bavorske mogli bi usporediti sa našim akvitanom. U njemu su nađeni tragovi nafte, a tako isto on je naftonosan i u Austriji. Što se tiče austrijskog burdigalskog šlira, on pored soli i gipsa sadrži i ostatke riba, a oskudjeva fosilima sa vapnenim ljušturama, te ga smatraju matičnom stijenom nafte u Austriji. Iste su starosti i velika naftna ležišta Kavkaza (Grozni) i Kubana, koja pripadaju t. zv. majkopskoj seriji slojeva.

Primjećeno je, kako na području solnih naslaga Tuzle, tako i u njihovoj široj okolini, da postoji izvjesna diskordancija između solne formacije i helvetskih lapora. To se vidi i po pojavi pločastog krečnjaka u neposrednoj krovini solne formacije, kojeg smatramo slatkovodnom tvorevinom. Ovaj kratak prekid sedimentacije bio je praćen orogenim pokretima t. zv. štajerske orogene faze, odnosno u jednoj njezinoj podfazi. Nakon ovog prekida nastaje transgresija drugomediteranskog mora početkom helveta. Kako slojeve istovjetnog sastava nalazimo u cijeloj sjevernoj Bosni i Posavini, smatramo, da je u to doba tuzlanski bazen bio povezan sa otvorenim morem — Tetisom. To su kompaktni lapori slični austrijskom šliru, sa *Solenomya doderleini* i *Pecten denudatus*. Oni su u okolini Tuzle i u Majeveci uopće obilježeni mnoštvom pteropoda (*Vaginella*, *Balantium*).

Mikrofosile tuzlanskih »šlirskih« lapora ispitivao je R. J. SCHUBERT pa je došao do zaključka, da on ima malo sličnosti sa austrijskim šlirom, ali zato više sa slojevima Wieliczke. On smatra, da ovi lapori pripadaju facijesu badenskih glina (Badener Tegl). Kako je tuzlanski »šlir« debeo oko 800 m, ova SCHUBERTova od-

redba može se odnositi na gornji, tortonski njegov dio. Pisac naime ne navodi iz kojeg je nivoa uzimao svoje mikrofosile.

Horizont helveta je za nas od naročite važnosti, jer predstavlja glavni kolektor nafte zapadno od Tuzle. Na bušotinama, koje se sad buše u Bukinjama nafta se javlja u pješčenjacima i pijescima helvetske starosti. Helvet je ovdje debeo preko 600 m i sastoji se od pjeskovitih lapora, koji se izmjenjuju sa pješčenjacima i konglomeratima, čije su valutice porijeklom iz bosanske serpentinke zone, a sastav cementa varira od laporovito-glinenog do vapnovitog. Za nas je od osobite važnosti količina cementa, od koje zavisi porozitet stijene. U donjem dijelu helveta neki pješčenjaci gotovo uopće nemaju cementa, te se kod vadenja iz bušotine rasipaju u pijesak. Pojava takvih necementiranih pješčenjaka u seriji laporovitih slojeva bila bi znak slabe cirkulacije podzemne vode. Međutim bušotine koje su prošle kroz ovaj horizont (br. 1 i 2) prošle su kroz spomenute slabo vezane pješčenjake na rubu bukinjskog naftnog ležišta i to tako, da je bušotina br. 1 naišla čisto rubnu vodu; a bušotina br. 2 na vodu sa naftom. Omjer vode i nafte nije se mogao laboratorijski točno ustanoviti, ali nafte ima svakako manje od 5%, jer prilikom pokusne proizvodnje nije uopće izlazila iz sloja. Voda je subarterskog karaktera, ali za razliku od rubnih voda drugih naftnih područja u svijetu, ona sadrži preko 11% natrijskog klorida. Iz toga bi se moglo zaključiti, da je voda porijeklom iz solnog ležišta helveta, iz solne formacije. Ali postoji i druga mogućnost, naime da se radi o vodi, koja je krećući se kroz naslage solnog tijela otopila kamenu sol i tako povećala svoj primarno mali salinitet. Prilikom ovog kretanja ona je donijela sa sobom i naftu isjeđenu iz bituminoznih stijena solne formacije. Ovo kretanje vršilo se kroz pukotine i rasjedne zone, koje presjecaju ove slojeve. Da je to vertikalno kretanje slane vode sa naftom zaista postojalo zaključujemo po čestom nalazu soli i tragova nafte na pukotinama nepropusnih lapora i škriljavaca. U kojoj mjeri spomenuti, slabo vezani pješčenjaci sadrže naftu pokazat će daljnja bušenja. Ali jedno je sigurno — nafta nije porijeklom iz slojeva u kojima je nalazimo, jer oni sadrže tako obilje fosilnih ostataka i to životinja koje žive na dnu mora, da ne bi mogli pretpostaviti veće taloženje polibitumena u vodi tako dobro prozračnoj. Osim toga veliki salinitet rubne vode ne bi dozvoljavao tako bujan razvitak morske faune.

Kako je helvetski »šlir« općenito rasprštrana formacija na području sjeverne Bosne, mogli bi očekivati da će se i na drugim, dosada bušenjem još neispitanim, terenima naići na slične pojave nafte, jer je formacija sa svojom izmjenom propusnih i nepropusnih slojeva pogodna za formiranje naftnog ležišta — ali razumljivo samo u slučaju, ako je u blizini postojala neka matična stijena za naftu. Osim toga nije isključena mogućnost da i slojevi samog helveta imaju lokalno karakter matične stijene za naftu, pa ubuduće na takva mjesta treba obratiti naročitu pažnju.

Prelaz iz helveta u torton je na području tuzlanskog bazena postepen. Pteropodi postepeno iščezavaju, a ostala makro i mikrofauna također se postepeno mijenja. Česti su ulošci pjeskovitog laporovitog vapnenca, a kopnenog bilja ima sve više, iz čega zaključujemo da je obala bila blizu. Litavski i litotamnijski (nuli-porni) vapnenci su međutim rijetka pojava, što je znak kontinuiteta taloženja i nedostatak transgresivnog prekrivanja novog terena. Međutim na istočnim dijelovima Majevice, ovi su vapnenci česti. Na tom je području more bilo uopće pliće i torton ima transgresivan karakter. Za drugi mediteran toga područja, naročito za njegove najdonje dijelove, karakteristične su erupcije andezitske lave uz taloženje andezitskih pršinaca u široj okolici tih erupcija. Plitkovodni karakter ovih sedimenata na području istočne Majevice izražen je u stvaranju slojeva smeđeg ugljena na njihovim rubovima.

O tortonu Bosanske Posavine imamo malo podataka. Mi poznajemo samo one dijelove tortonona koji su ostali sačuvani na neutonulim dijelovima Sjeverne Majevice, Trebovca i Vučjaka, dok su nam slojevi tortonona dubljih dijelova posavskog bazena nepoznati. Na području Gojla u Hrvatskoj, oni su se sastojali od vapnenaca sa nuliporama, sa laporima i konglomeratima u podini u ukupnoj debljini od 240 m. U Bečkoj kotlini slojevi tortonona imaju veliku debljinu (do 1000 m?) i sadrže naftu. U Šumecanima ona se javlja u tortonu i ispod slojeva tortonona, dok se u Kovinu kod Vršca javlja na granici tortonona i osnovnog gorja (kristalastih škriljavaca). Nafta se vadi iz tortononskih slojeva Južne Rumunjske (litavski vapnenjaci i »sarmatoid«) pa u Bakuu, Groznom i Kubanu (*Spirialis* i *Spaniodontella* slojevi).

U gornjem miocenu more se postepeno povlači sa područja Majevice, veza između pojedinih bazena još se više kida, a petrografski sastav sedimenata zavisi od dubine tadanjeg poluslanog sarmatskog mora. U tuzlanskom bazenu donji dio tog t. zv. donjeg sarmata izgrađuju laporoviti pijesci, pješčenjaci i konglomerati sa ulošcima lapora, u srednjem dijelu prevladava glinoviti lapor i laporoviti pijesak, a u gornjem žućkasti sedrasti i oolitični vapnenac.

Granica tortonona i sarmata nije na području tuzlanskog bazena oštra. To je i razumljivo, kad se uzme u obzir, da je sedimentacija u bazenu bila gotovo neprekidna uslijed stalnog tonjenja bazenskog dna. Do danas nismo primjetili t. zv. buglovske gline i lapore sa risoama i hidrobijama, koje istočno od Kolubare čine prelaz između tortonona i sarmata, a koje obično smatraju najgornjim tortonom. Sam sarmat dijele prema J. SINCOVU i N. ANDRUSOVU na tri horizonta: 1. *Ervilia podolica*, 2. *Nubecularia novorossica*, 3. *Mactra caspica*, odnosno na donji, srednji i gornji sarmat. Pored donjeg sarmata, koga kod nas redovito nalazimo, javlja se u istočnim krajevima Jugoslavije, u Srbiji, još i donji dio srednjeg sarmata sa nubekularijama. Pitanje pojavljivanja srednjeg sarmata u Bosni još nije obrađivano, ali je nesumljivo da najveći dio sarmatskih slojeva koji su kod nas debeli (tuzlanski bazen) oko 300 m pripada

donjem sarmatu. Najdonji horizont sarmata u tuzlanskom bazenu bili bi sivi do crnkasti vapnoviti pješčenjaci i laporoviti, pločasti, kod trošenja smeđasti škriljavci. Oni prema KATZERU (1903) sadrže često mnogo riba i jako su bituminozni, te bi prema mišljenju D. GORJANOVIĆA točno odgovarali ribljim škriljavicima iz Dolja kod Podsuseda i slojevima Radoboja, koje je opisao LJ. VUKOTINOVIĆ. U ovom napuštenom rudniku sumpora u Hrvatskom Zagorju oni imaju ovaj profil:

Gore: Svjetlosivi čvrsti lapori sa slabim tragovima fosila. Crni, jako drobljivi škriljavci sa sumpornim gomoljima veličine oraha do ljudske glave, koji sadrže do 90% sumpora

Sivocrni škriljavci sa sumporom

Bituminozni škriljavci i pjeskoviti lapori bez fosila

Između dva sumporna sloja leži sloj pepeljastosivog čvrstog piješkovitog škriljavca sa jedinstveno sačuvanim ostacima insekata i flore. Ovaj sumpor mora da je nastao djelovanjem bakterija, ali sudeći po pojavi insekata i po flori, ovo nije marinska tvorevina. To uostalom nije izuzetan slučaj u našim krajevima, da se u pojedinim dijelovima sarmata, u blizini obale javljaju kopneni i slatkovodni oblici. Tako je F. ŠUKLJE opazio u Gorama kod Petrinje u marinskim ervilijskim slojevima donjeg sarmata umetnute slojeve žućkastog vapnenca sa helacidima, planorbima, bitinijama i melanijama (To je bila *Melania Pilari*, poznata iz ugljonošnih slojeva rudnika Banjaluka, koji bi prema tome bili donjosarmatske starosti). Spominjemo slojeve ovog ugljenog bazena, jer su tamo (u podini ugljenog sloja u Rakovcu), prilikom jedne eksplozije metana primijetili tragove benzinske tvari, iz čega zaključujemo, da tamo ima matičnih stijena za naftu. Za nas su od naročitog interesa sarmatski slojevi Posavine. Oni se protežu u gotovo neprekidnom nizu južnim rubom posavske nizine, gdje leže transgresivno na slojevima eocena i miocena, a tek izuzetno oligocena. To su u prvom redu vapnenci i lapori donjeg sarmata u obliku vapnenjaka sa ceritima, koji su djelomično oolitični, kao i lapor sa *Ostrea gingensis* i drugim donjosarmatskim fosilima. Uz to se izuzetno javljaju i pješčenjaci sa konglomeratima, slabog cementa. Oni se dakle po sastavu bitno ne razlikuju od onih u tuzlanskom bazenu. Opis sarmatskih slojeva sa sjevernog ruba Posavine, sa podnožja brda Kasonja kod Oriovca daje nam K. JENKO (1944):

Gore: Sivožućkasti glinoviti lapor sa ervilijama

Vapnovite i kremene breče sa pirenelama (potamides) i kardidima

Ponešto kremeni škriljavi lapor (tripoli)

Vapnoviti lapor sa pirenelanam i kardidima

Konglomerat (bazalni)

Iz ovih nekoliko profila sarmata ne bi se moglo zaključiti, da su oni nosioci nafte. A ipak je to za Posavinu nesumljivo utvrđeno. F. OŽEGOVIĆ (1944) opisuje jezgre iz bušotina u Bujavici, Janja-

lipi i V. Pogancu, koje su jako bituminozne. U Bujavici se sarmat sastojao od bituminoznih škrljavih lapora ispruganih vapnenim listovima sa ostacima riba i sa ulošcima smrdljivog krečnjaka. U najdonjem dijelu oni sadrže ervilija. U Janjalipi iz tih je slojeva pokusom u epruveti prilikom zagrijavanja dobiveno nešto nafte tamnosmeđe boje, a isti je slučaj bio i u V. Pogancu (Podravina). Mala debljina ovih bituminoznih stijena (27—42 m) na spomenutim terenima upućivala bi i na malu količinu nafte, koju su oni mogli dati poroznim stijenama u svojoj blizini. Ali ne smijemo zaboraviti, da se ovdje radi o rubnom razvoju sarmata, dok su za nas važni u prvom redu slojevi, koji su prilikom boranja dospjeli u dublje dijelove bazena i od kojih su po svojoj prilici i nastale one velike količine nafte, koje se danas s uspjehom vade u Posavini. Tamo su slojevi sarmata nesumljivo deblji. OŽEGOVIĆ smatra da su jedino ti slojevi mogli dati naftu, koja se javlja u abih slojevima pliocena (Gojlo, Mramor brdo i dr.) Međutim dok se u Posavini sarmat smatra matičnom stijenom nafte, u Podravini (Selnica) i Banatu (Velika Greda) ona se iz sarmata i dobiva. Isto vrijedi i za Zistersdorf kod Beča u Austriji, gdje su 800 m debeli slojevi sarmata odličan kolektor za naftu.

U toku srednjeg sarmata prekinuta je veza između panonskog i dacijsko-pontskog brakičnog jezera, pa se od toga vremena ovi bazeni razvijaju samostalno sve do romboidejskog vremena (pont). Nije dakle čudo, da se priroda sedimentata, kao i ostaci organizama u njima naglo mijenjaju. U središnjim dijelovima Posavine talože se t. zv. bijeli lapori sa oskudnom slatkovodnom faunom (planorbi, limneidi), a na perifernim dijelovima bazena javljaju se pijesci i gline sa kongerijama. Dok su slojeve sa kongerijama smatrali pliocenom, bijele su lapore stavljali prvo u sarmat (E. TIETZE 1880), a kasnije u meot. (D. GORJANOVIĆ). Slojevi meota javljaju se istočno do grebena Južnih Karpata, u dacijsko-pontskom bazenu i sastoje se od brakičnih slojeva sa jednim uloškom slatkovodnih tvorevina znatne debljine, koje sadrže pored ostalog i jednu vrstu roda *Radix* karakterističnog za bijele lapore Posavine. Kako je rod *Radix*, kao i slijedeći po redu *Velutinopsis* i *Undulotheca* preteča pontskog roda *Valenciennesia*, ove je slojeve F. OŽEGOVIĆ (1944) nazvao **prevalencijenezijskim slojevima**. Oni se vremenski posve ne poklapaju sa starijim nazivom »bijeli lapori«, koji označava jedan razvojni facijes sedimentacije, a koji može da ide stratigrafski mnogo više, pa i niže od paleontološki točno ograničenih »prevalencijenezijskih« slojeva.

V. LASKAREV (1924) nalazi u Mokrom Lugu kod Beograda neposredno na slojevima donjeg sarmata bijele lapore sa *Radix croatica*, a na njima gline sa *Congerina partschi* i *Undulotheca pančići*. Time je određen položaj horizonta sa *Congerina partschi* i poistovjetovan sa gornjim dijelom prevalencijenezijskih slojeva. U Sedmogradskoj u Rumunjskoj (JENKO 1944) izmjenjuju se ovi lapori sa kongerijskim slojevima i to otprilike tako da bi slojevi sa

*Congeria partschi* više odgovarali beočinskim slojevima u kojima se javlja rod *Prevalenciennesia*, slijedeći po redu član u razvojnom nizu valencienezida, dok bi prevalencijenezijskim slojevima odgovarao jedan dublji horizont kongerijskog facijesa, horizont sa *Congeria ornithopsis*. Horizont sa prevalencijenezijama obilježen je i pojavom jednog kardita, vrste *Paradacna abichi*, koja se u prevalencijenezijskim slojevima ne javlja. Promjene, koje su se razvile u obliku grupe valencienezida, počev od *Radixa* pa do *Valenciennesije* rezultat su prilagođivanja ove grupe brakičnoj vodi. Slanost vode se idući od prevalencijenezijskih slojeva povećava, što uslovljava osobit razvoj valencienezida, a kada se u gornjem pliocenu slanost gubi cijela grupa izumire.

Horizonti sa *Congeria ornithopsis* i sa *C. partschi* predstavljaju podinu ugljenih slojeva krečanskog bazena. Ove slojeve presjekle su bušotine na naftu u Bukinjima, gdje imaju debljinu od ukupno 260 m, a sastoje se od bijelih kremenih pijesaka sa više ili manje glinenih primjesa u pojedinim slojevima sa pojedinim ulošcima laporovitih glina i glinovitih lapora. Faunu ovih horizonata je djelomično obradio, na osnovu materijala skupljenog na terenu P. STEVANOVIĆ (1951). Izvan krečanskog bazena (koji se proteže od Miričine na Z do Caparda na I) ovi su horizonti ustanovljeni još na sjeveroistočnom i sjevernom podnožju Majevice, gdje postepeno prelaze u facies bijelih lapora, odnosno u prevalencijenezijske i provalencijenezijske slojeve.

Vrlo je vjerovatno, da se ovi horizonti protežu i na područje Gračanice, Knina i Lijevča polja, ali to do danas nije paleontološki dokazano i ako se na osnovu KATZEROVIH geoloških karata 1:75.000 može naslućivati. Što se tiče okolice Broda južno od Save, Vučjaka, Klakara, Modriča i Gradačca, tamo prevladava facies bijelih lapora i to kako prevalencijenezijski tako i provalencijenezijski horizont.

Na sličan način kao u Bosni ovi su horizonti razvijeni i u susjednoj Srbiji. Tako u Beogradskoj Posavini *Congeria partschi* dolazi sa *Provalenciennesia pauli* (STEVANOVIĆ 1949). Za nas je od naročite važnosti napomena istog autora, da na terenima posavsko-tamnavanskog razvođa, koje se pruža od Cera prema dolini Kolumbare, u horizontu sa *Congeria ungula caprae* (odgovara gornjim abihi slojevima) i u slojevima sa *Congeria partschi* izvire u slabim količinama nafta iz pijesaka, koji sadrže uloške kaolinskih glina. Na tragove nafte upućuju i jake pojave plina u dubljim bunarima i veći broj sumpornih voda i kiseljaka. To naročito vrijedi za pjeske sa *Congeria ungula caprae*. Osim toga mogle bi biti od interesa pojedine slane vode (Svilaj) koje spominje E. TIETZE (1880 p. 114) kao i radioaktivne vode, kao što je kako se čini, ona u Gradačcu (Banja Ilidža). Ova posljednja je i pomalo sumporovita.

Početak gornjeg dijela **abih slojeva** označen je pojavom pravih valencienezija. Ove slojeve KREIČI-GRAF, geolog koji je proučavao rumunjska naftna ležišta, naziva kaspi-brakom, jer su životni

uslovi u tadanjem poluslanom jezeru bili gotovo isti kao u današnjem Kaspiskom jezeru. U tuzlanskom bazenu ovim bi slojevima odgovarali pijesci i glina sa podinskim slojem uglja i sa *Dreissensia auricularis* i *Congeria cf. gnezdae* u ukupnoj debljini od 130 m. Ovi slojevi po svom slatkovodnom karakteru imaju više veze sa slojevima sa *C. unugula caprae* nego sa abihi slojevima, koje možemo očekivati, i koje smo stvarno i našli na sjevernoj strani Majevice (Stanovi kod Brčkog). Sa drugih područja Posavine još nije proučen sakupljeni materijal, ali nema sumnje da su oni ovdje vrlo dobro razvijeni. Ovo je od osobite važnosti, jer su abihi slojevi glavni produktivni naftni horizont Hrvatske (Selnica, Ludbreg, Veliki Poganec, Sedlarica, Gojlo, Mramor Brdo), Slovenije (Petišovci), te naročito Južne Rumunjske i Kubana. A u Posavini ima veliki broj idealnih, gravimetrijski utvrđenih struktura, pogodnih za sakupljanje nafte!

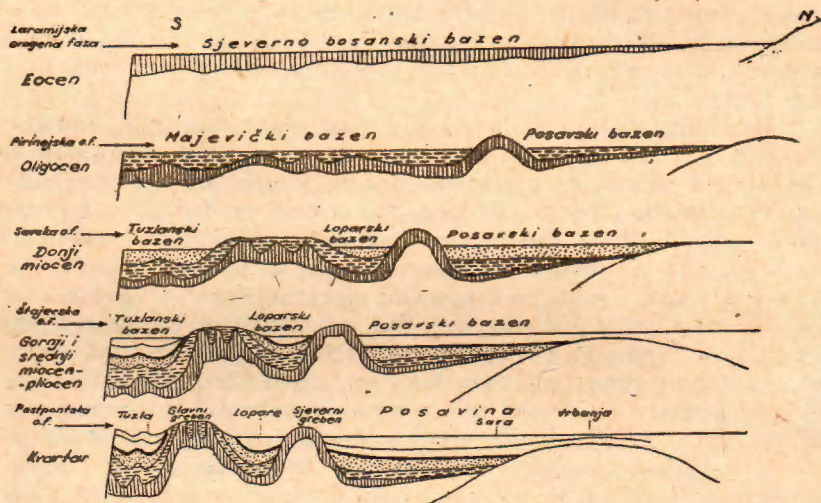
Bez neke primjetne diskordancije na abihi slojevima, odnosno na njihovim slatkovodnim ekvivalentima leže **romboidea slojevi**. Ovi slojevi nastali su u ponešto slanom jezeru, koje je pokrivalo panonski bazen i preko Đerdapa bilo u vezi sa dacijskim i pontskim bazenom. Ipak i ovdje ima izvjesnih razlika između sedimentata nastalih na otvorenom jezeru i onih uz obale i ušća rijeka. Takav je slučaj u mnogim dijelovima sjeverne Bosne. U tuzlanskom bazenu ovi su se slojevi razvili slično kao kod Zagreba (Okrugljak) i sastoj se prema P. STEVANOVIĆU (1951) iz glavnog sloja ugljena, škriljavih glina sa florom koju je ispitaio ENGELHARDT, glinovitih pijesaka i pijesaka sa *Congeria rhomboidea* u ukupnoj debljini od 180 m. Što se tiče ovih slojeva u Posavini, oni su jednoličnije razvijeni i imaju veću debljinu. 300 i više metara debela krovina ovih glina je ne samo odličan pokrov, koji je sačuvao naftna ležišta Posavine od rasipanja, već prilikom bušenja služi kao odlično sredstvo za pravljenje prirodne isplake u samoj bušotini i time smanjuje troškove bušenja naftnih i drugih bušotina (Šumećani, Turić kod Gradačca i dr.).

Gornji dio ovih u pravom smislu riječi »pontskih« slojeva zauzimlje u tuzlanskom bazenu prvi i drugi krovni ugljeni sloj, glina, pijesak i opet glina sa *Prosodacna cf. vutskitsi* (P. STEVANOVIĆ 1951) i sa mlađom florom u ukupnoj debljini od oko 300 m. U Posavini ovom bi horizontu odgovarali pijesci sa budmanijama.

Orogeneza Majevice i Posavine i dalje je bila u toku. Slojevi sa kongerijama u tuzlanskom bazenu imaju transgresivni karakter, jer pokrivaju veću površinu od slojeva donje sarmatske starosti. Oni pokrivaju rubove bosanske serpentinske zone iz čega zaključujemo, da je utonuće tuzlanskog bazena na južnom rubu preostalo, te da isti sada tone na sjevernoj strani, na podnožju Majevice. Slične transgresije ustanovili smo na više mjesta i u Posavini (Odžak, Liješće kod Broda i dr.) Ovi pokreti pripadaju **atičkoj orogenoj fazi**. Nakon taloženja pontskih slojeva dolazi do izražaja i **rodansko boranje** kao što je to ustanovio K. JENKO (1944)

za Oriovac u Posavini. Mi smo imali prilike, da na bušotinama u Stanovima kod Brčkog opazimo kako slojevi gornje i donje serije u bušotinama leže diskordantno jedna na drugoj, i da postoji znatan prekid u sedimentaciji, koji pada približno u vrijeme taloženja romboidea slojeva. Što se tiče boranja kongerijskih slojeva tuzlanskog bazena, sudeći po nedostatku paludinskih slojeva, koji su u Posavini vrlo rasprostranjeni, mora da je ono bilo završeno prije njihova taloženja, dakle u rodanskoj orogenoj fazi.

*Faze orogeneze i sedimentacije  
u tercijaru sjeveroistočne Bosne*



Slojevi sa paludinama nisu do danas u Bosni paleontološki dokazani, jer leže ispod kvartarnog pokrova koji je u Posavini dosta debeo. Prilikom istražnog bušenja u Stanovima kod Brčkog i u Koračama kod Broda ustanovljeno je međutim da ispod kvartara, koji ima debljinu od najviše 30 m leže zelenkaste i smeđe pretežno laporovite, vrlo žilave gline, sa mnogo bijelih vapnenih kongrecija, koje po svom petrografskom sastavu odgovaraju paludinskim slojevima Osekova (OŽEGOVIĆ 1944). U Stanovima je ova serija debela oko 200, a u Koračama se može pratiti svega do dubine od 100 m, a ispod nje su romboidea slojevi. Ovo međutim nije prava debljina paludinskih slojeva u Posavini, jer nije uhvaćena ni njihova gornja niti donja granica. Sa gornje strane ovi su slojevi redovito u toku kvartara, prilikom formiranja savske doline erozijom odnešeni, dok svojim donjim dijelom oni leže diskordantno na starijim slojevima, što je posljedica rodanske orogene faze. Tada je veza sa evropskim poluslanim jezerima potpuno prekinuta, tako da paludinski slojevi imaju potpuno slatkovodni karakter. Dok su paludinski slojevi Bosanske Posavine tako slabo istraženi, oni su sje-



verno od Save vrlo dobro poznati, kako po svojim za nauku o evoluciji živih bića vrlo interesantnim razvojnim nizovima roda Paludina, tako i po slojevima lignita, koji se javljaju kod Gojla u njihovom gornjem, a kod Oriovca u srednjem i donjem dijelu. Maksimalna debljina paludinskih slojeva na dosad utvrđenim mjestima iznosi oko 900 m u Gojlu i oko 700 m kod Oriovca (JENKO 1944).

Po petrografskom sastavu, donji paludinski slojevi kod Oriovca sastoje se od glina i pjeskovitih ilovina sa ugljenom, srednji od pijeska i glina sa ugljenom, a gornji od pijeska, vapnovitih breča i glina. Kod Slavanskog Broda u tim je slojevima (Čaplja potok, Podvinj) nađen *Mastodon arvernesis*, čime je gornjopliocenska starost ovih slojeva pouzdano utvrđena. Konačno treba spomenuti da je na južnom podnožju Motajice F. KATZER (1921) izlučio »šljunak i pijesak, moguće levantijski ili trakijski« (t. j. paludinski).

Nakon završenog taloženja paludinskih slojeva došlo je do ponovnih orogenih pokreta. To je valahijska orogena faza, koja je došla do jakog izražaja na sjevernom rubu Posavine, gdje su paludinske naslage pod nagibom i od 65° (Oriovac) ili izgrađuju gornje dijelove najmlađih bora (Gojlo).

#### LITERATURA

1. GORJANOVIĆ D., Geologija okolice Kutjeva. Rad Jug. Ak. zn. um. 1931. 1897.
2. GRIMMER J., Petroleumvorkommen in der Majevisa in Bosnien. Montanzeitung 24/3. 1917. Graz.
3. JAKSIĆ T., O starosti i geološko rudarskim prilikama sonih naslaga u okolini Tuzle. Rud. top. vesnik 1929/1.
4. JAKSIĆ T., Vrtanja na so u Tuzli i način pojavljivanja soli u tamnošnjem terenu. Rudar. topion. vesnik 1929. p. 483—487.
5. JENKO K., Stratigrafski i tektonski snošaj pliocena južnog pobočja Požeške Gore i Kasonja Brda. Vjesnik Hrv. drž. geol. zav. 1944.
6. KATZER F., Die Hauptzüge des geologischen Aufbaues des Majevisa Gebirges und der Umgebung von Dolnja Tuzla in Bosnien. Centralbl. f. Min. etc. 1900. p. 217—221.
7. KATZER F., Geologischer Führer durch Bosnien und die Herzegowina. Sarajevo 1903.
8. KATZER F., Die fossilen Kohlen Bosniens u. der Herzegowina. Bd. I. 1918. Bd. II. 1921.
9. KATZER., K poznavanju mineralnih vrela Bosne. Glasnik Zem. Muz. B. i H. 1919.
10. LASKAREV V., Sur les équivalents du sarmatien supérieur en Serbie. Recueil de travaux offert a M. Jovan Cvijić, p. 73—86. Beograd 1924.
11. LASKAREV V., Sur la trouvaille des Anthracothérides en Serbie et en Bosnie. Annales Geol. Balk. VIII/1. 1925. Beograd.
12. LUKOVIĆ M., O marinskom oligocenu i donjem miocenu u okolini Donje Tuzle. Geol. anali Balk. pol. VIII. 1929.
13. MILOJKOVIĆ M., Stratigrafski pregled geoloških formacija u Bosni i Hercegovini. Povrem. izd. Geol. zav. u Sarajevu. Sv. II. 1929.
14. MILOJKOVIĆ M., Opis jezgra bušotina u Dolovima kod Tuzle. 1938. Arhiva Preduzeća za istraživanje nafte »Požarnica«.

15. MILOJKOVIĆ M., Opis jezgra bušotina u Dolovima kod Tuzle. 1938. Arhiva Preduzeća za istraživanje nafte »Požarnica«.
16. OŽEGOVIĆ F., Prilog geologiji mlađeg tercijara na temelju podataka iz novijih bušotina u Hrvatskoj. Vjesnik Hrv. drž. geol. zav. 1944.
17. POLJAK J., Prinos geološkom i morfološkom poznavanju Krndije. Glasnik Hrv. prir. dr. XXXV. 1923.
18. SOKLIĆ I., Identifikacija slojeva i geoloških horizonata u srednjobosanskom zeničko-sarajevskom ugljenom bazenu. Geološki vjesnik IX. 1951. Beograd.
19. STEVANOVIĆ P., Prilozi za stratigrafiju miocenskih naslaga u Zapadnoj Srbiji i Sumadiji. Glasnik Muz. Srp. Zem. Knj. 2. 1949. Beograd.
20. STEVANOVIĆ P., Donji pliocen Srbije i susednih oblasti. Poseb. izd. Srp. Ak. N. Geol. ist. Knj. 2. 1951 Beograd.
21. ŠUKLJE F., Gornjo-miocenske naslage sela Gore kraj Petrinje. Prirodosl. istr. Hrv. i Slav. Jug. Ak. kn. i um. Sv. 4. 1914.
22. TIETZE E., Das östliche Bosnien. In.: Grundlinien der Geologie von Bosnien u. Herzegowina. Wien 1880.

*Ivan Soklić, Požarnica — Tuzla*

## STRATIGRAPHIE DES ÖLFÜHRENDEN TERTIÄRS NORDBOSNIENS

### ZUSAMMENFASSUNG

Mächtige Tertiärschichten Nordbosniens sind durch Sedimentation in einem langgestreckten engen Bassin entstanden, das das slawonische »Oriental-Festland« von der Serpentinzone Bosniens trennt. Dieses Bassin ist schon in der Kreideformation entstanden, aber erst im Eozän wird es stärker ausgeprägt, da es dann in seinem südlichen Teile, besonders an dem Kontakte mit der Serpentinzone zu sinken anfängt. So entsteht eine lokale Geosynklinale, in welche vom Westen gegen Osten allmählich das Meer eindringt. Das gesamte klastische Material der Eozän-sedimente stammt vom alten slawonischen Festlande vom Norden her, welches damals sicher bedeutend höher gewesen ist. In diesen Schichten ist dagegen kein Material zu finden, das seiner Beschaffenheit nach aus der Serpentinzone im Süden her stammt, welche demnach erst im Oligozän gehoben wurde.

Im Majevisa-Gebiete teilen wir das Eozän, ebenso wie M. Luković in fünf Horizonte. Den untersten Horizont bilden die Basalkonglomerate, denen die schieferigen mergelig-sublitoralen Schichten des zweiten Horizonts folgen. Danach folgt Flysch mit den lutetischen Fossilien und die Kohle des dritten Horizonts, nachher der vierte Horizont der wüsten-lagunischen Quarzsandsteine und schiffrigen roten Tone und zum Schlusse der Horizont der tafeling-mergeligen Schichten mariner, sublitoral Herkunft. In den Schichten des zweiten Horizonts wurden nur unbedeutende Naphthaspuren vorgefunden. Im dritten Horizonte gibt es bituminöse Schiefer, von denen die kleinen Naphthamengen, welche man in den Spalten der mergeligen Schiefer findet, herkommen. Der vierte wüsten-lagunische Horizont ist kein Naphtamuttergestein, sondern sein Kollektor.

In den Schichten der Sandsteine von Zavid, Rožanj und Požarnica, die dem vierten Eozänhorizonte angehören, zeigen sich kleinere Naphthamengen, welche — unserer Meinung nach, — aus den jüngeren Schich-

ten durch seitliche Migration, höchstwahrscheinlich aus dem fünften Horizonte, welcher lokal das Naphthamuttergestein sein könnte, gekommen sind.

In der pyrenäisch-orogenetischen Phase entstand im Gebiete des nordbosnischen Bassins eine Regression, von der vielleicht einzelne lokale Salzseen geblieben sind. Durch die Hebung des Majejica-Gebirges wurde das Bassin in zwei Teile geteilt: jenen des Savagebietes im Norden, und jenen des Tuzla-Gebietes im Süden. Damals wurden auch die Massive der Serpentinzone im Süden des Bassins gehoben, so dass der grösste Teil des klastischen Materials in den Oligozänschichten vom Süden her stammt. Von den Gesteinen oligozänen Alters heben sich schwarzgraue mergelige Schiefer der Bohrlöcher in Dolovi bei Tuzla, wie auch die sehr bituminösen Schichten von Seoce südlich von Slav. Požega hervor. Diese letzteren hat D. GORJANOVIĆ als Sotzka-Schichten des oberen Oligozäns identifiziert.

Am Anfang des Miozäns kommt es durch die Hebung neuer Falten in der Savischen Orogenphase zu neuer Zerteilung des Majejica-Bassins. In den nördlichen — Lopar-Teil und den südlichen — Tuzlaer Teil. Die Veränderungen, hervorgerufen durch die Savische Orogenphase und auch durch die Entwicklung der oligomiozänen Schichten Kroatiens Slawoniens und auch Bosniens sind merklich. Für die Bestimmung des Alters dieser Schichten sind besonders die Fundstätten des Oligomiozäns im Tuzlaer Bassin günstig, wo sie gegen oben durch die Burdigal-Schichten (nach F. KATZERs Terminologie durch das untere Miozän) begrenzt sind. Die untere Oligo-Miozän-Grenze ist nicht so scharf ausgeprägt, jedenfalls reicht sie regelmässig nicht tief in das Pliozän. D. GORJANOVIĆ stellt die schon erwähnten bituminösen Schichten von Seoce bei Požega in das obere Oligozän. Wenn man dies annimmt, so gehörte das Tuzlaer Oligozän der hatschen und der aquitanischen Stufe an.

Im Tuzlaer Bassin sollten danach der hatschen Stufe die mergeligen und tonigen Schiefer mit Serpentin Konglomeraten, lokal mit Kohlschichten, wie auch die mergeligen Schiefer mit Kalksinter angehören. Diese Schichten wären wenigstens teilweise mit den dunkeln Schalenmergeln von Bujavica und den bituminösen Schichten von Seoce bei Požega identisch, und von diesen unterscheiden sich nicht sehr auch die Schichten der »sinterigen und oolitischen Kalke« des Liegenden des Zenica-Sarajevoer Bassins.

»Das Aquitan« von Tuzla besteht aus bunten mergeligen Tonderden und Sandsteinen mit Anhydrit und Lithothamniensplittern. In Bujavica und Gojlo wäre es durch bunte Mergel und kleine Konglomerate vertreten, wenn diese meine Komparation angenommen wird und in Seoce bei Požega in Slawonien durch grünlichgraue Mergel ohne Fossile, welche nach J. POLJAK in eine grünlichgraue und rötliche Masse zerfallen. Ihrer Stellung unter den miozänen Schichten nach wie auch nach dem äusseren Aussehen sind diese Schichten mit den roten und grünen sandigen Mergeln und Sandsteinen des Liegenden des Zenica—Sarajevo—Beckens zu komparieren. F. OZEGOVIĆ (1944) behauptet für »bunte Mergel« von Bujavica und Gojlo, dass sie typisch weder marine noch Süswasser-Sedimente sind und dass sie wechselbaren Seen durch die Wirkung eines Steppenklimas und starker Anschwemmungen von dem nahen Gebirge entstehen konnten. Im Tuzlaer Aquitan sind neben Gips auch Glaubertit und die Spuren flüssigen Bitumens festgestellt worden. Dieser charakteristische lagunisch-litorale Horizont ist von besonderer Bedeutung für die oligomiozäne Paläoklimatologie und für die Verbindungen der damaligen isolierten Seebassins.

Die Congerienstufe des Oligomiozäns von Bujavica ist im Tuzlaer Bassin durch die »Salzformation« des Burdigals ersetzt. KATZERs Voraussetzung vom burdigalen Alter der Tuzlaer Salzformation ist durch Naphthabohrungen in Dolovi bei Tuzla im Jahre 1938. bestätigt worden.

Da sind im Liegenden der Salzformation die bunten Mergel des Aquitans in zweifellos normaler Reihenfolge festgestellt. Da das Hangende der Salzformation dem Helvet, und das Liegende dem Aquitan angehören, so kann die Salzformation in das Burdigal gestellt werden.

Die Schichten des Helvets des Tuzlaer Bassins zeichnen sich aus durch regelmässige Abwechslung der mergeligen Pteropodenschichten mit den sandigen Schichten und ähneln dem österreichischen Schlier. Diese, in einigen Schichten sehr porösen Sedimente, enthalten Salzwasser, welches bis 11% NaCl enthält, während in einigen von diesen Schichten auch Naphtha vorkommt. Die Schichten des Tuzlaer Helvets können nicht Naphthamuttergestein sein, da sie gewöhnlich ziemlich viel Reste des marinen Bentos enthalten. Deswegen glauben wir, dass sowohl die Salzigkeit des Wassers wie auch das Naphtha aus den älteren Schichten des Liegenden d. h. aus der »Salzformation« herkommen.

Zur Zeit des unteren und zu Anfang des mittleren Miozäns haben im Tuzlaer Bassin keine Andesit-Eruptionen stattgefunden, wie es sehr oft am östlichen Majeвица-Rande der Fall war, wo anstatt der »Salzformation« mächtige Tuffschichten entwickelt sind.

In den Schichten des unteren Sarmat des Tuzlaer Bassins sind keine charakteristischen Naphthamuttergesteinẽ vorhanden, dagegen ist dies in Kroatien öfters der Fall (Bujavica, Janjalipa, Vel. Poganac) wie dies F. OŽEGOVIĆ festgestellt hat. Gewiss hätte in dieser Hinsicht theoretische Bedeutung, wegen seiner starken Bitumenität, das Kohlenflöz des Kohlenbergwerks Banjaluka, trotz der Tatsache, dass es sich dort um Süßwasser und nicht um marine Entwicklung der Schichten handelt.

Im mittleren Teil des Savebassins sind prävalenciennesische, wie auch provalenciennesische Schichten entwickelt, aber am Rande und so auch im Tuzlaer Bassin kommen die Horizonte mit *Congerina ornithopsis* und *Congerina partschi* vor.

Prävalenciennesische Schichten nehmen grosse Flächen ein im Bereiche des Berggeländes bei B. Brod, Klakar, Modriče und Gradačec, wo sie transgressiv über Miozän, Oligozän Eozän und sogar das Paläozoikum liegen. Über die Ölführung dieser »weissen Mergel«. E. TIETZE's (1880.) haben wir keine Angaben, da durch sie nicht gebohrt wurde. Das Alter dieser prevalenciennesischen Schichten war eine Streitfrage, das sie F. KATZER in seinen geologischen Karten einfach dem Oligomiozän zugeteilt hatte, ohne dafür einen Grund zu haben, da sie über dem unterem Sarmat liegen. Inzwischen schliesst dies noch immer die Möglichkeit des Bestehens einzelner unkorrodierter Reste des Oligomiozäns unter den Schichten des Sarmats bzw. des Torton's dieser Gegend nicht aus.

Die Mergel mit *Paradacna abichi* und Valenciennesien haben wir in tiefen Teilen der Bohrlöcher 6 u. 7 bei Stanovi unweit Brčko gefunden. Da nicht weiter gebohrt wurde, wurde auch die Mächtigkeit der Abichschichten dieser Gegend nicht festgestellt. Diesem Horizonte müsste künftighin besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, da er in dem angrenzenden Slawonien reiche Naphthalager enthält.

Durch das Bohren wurde festgestellt, dass sich der bosnische Teil von dem slawonischen Teile der Savegegend in bezug auf die Schichten der pontischen, der levantinischen und der dazischen Stufe-beziehungsweise der Rhomboidea — und Paludinenschichten nicht unterscheidet. Aber die Erforschung dieser Schichten ist erschwert durch diluviale Schichten, welche in einer Mächtigkeit von 60 m die Sedimente des Pliozäns bedecken.

## STRATIGRAFSKI PREGLED GEOLOŠKIH FORMACIJA POSAVINE I MAJEVICE

GEOLOŠKA FORMACIJA	POSAVINA	debljina m	facijes	MAJEVICA	debljina m	facijes	NAFTNA LEZISTA
	lokalni razvoj			lokalni razvoj			Ležišta Majevice su podvučena
KVARTAR	gljne, pijesci i šljunci	60	lakustr. fluvial.	gljne, pijesci i šljunci	30	lakustr. fluvial.	

## Valahijska orogena faza

NEOGEN (Miocen i Pliocen): DAZ I LEVANT	pijesca i gljne sa Paludina	810	lakustr. fluvial.	?			Južna Rumunjska
---	--------------------------------	-----	----------------------	---	--	--	-----------------

## Rodanska orogena faza

Pont	Rombo- idea	pijesci sa Budmania	?	lakustr.	pijesci i gljne sa Proso- dacna cf. Vutskitzl	300	lakustr.	
		gljne sa Congeria rhomboidea	300	slabo brakič.	pijesci, gljne i lignit sa Congeria rhomboidea	180	lakustr. palud.	
Meot III D. Pont ?	Abihi	lapori i pijesci sa Valenciennesia	750	slabo brakič.	pijesci, gljne i lignit sa Congeria cf. gnezdac	130	lakustr. palud.	Petišovci, Selnica, Lud- breg, Poganec, Sedla- rica, Gajlo, Mramor Brdo, Južna Rumunj- ska, Kuban
		lapori i pijesci sa Provalenciennesia		slabo brakič.	pijesci sa Congeria partschi		lakustr.	
S. i G. Sarmat ili Meot?	Preva- lencije- nezijski	bijeli vapnoviti lapori sa Velutinopsis Undu- lothea, Radix	150	lakustr.	pijesci i gljne sa Congeria ornithopsis	260	lakustr.	Mramor Brdo, Baku, Kuban

## Atička orogena faza

D. SARMAT	vapnenjak i pješčenjak	300	brak.	vapnenjak, pješčenjak i lapor	300	brak.	Selnica, Vel. Greda, Juž. Rumunjska, D. Austrija
TORTON	vapnenjak, lapor i kon- glomerati	240	sublitor.	lapori, konglomerati i pjeskoviti vapnenjak	200	sublitor.	Kovin, Juž. Rumunj- ska, Baku, Kuban
HELVET	pjeskoviti glinoviti lapor sa pješčenjakom	?	nerit. sublitor.	lapor sa pješčenjakom	600	nerit. sublitor.	Južna Rumunjska, Grozni, Bukinje

## Štajerska orogena faza

BURDIGAL	lapori i pješčenjaci sa <i>Congeria cf. antecroatica</i> (Bujavica)	153	lakustr.	lapor i ugalj Mezgraje? (200 m, lakustr. palud.) pločasti vapnenjak Tuzle	30	lagun.	Grozni, Kuban
				podinski pijesci i šljunci Ugljevika i Mezgraje? (400 m, fluvial.) Trakasti glineni škriljavci sa kamenom soll	250	lagun.	
				glinoviti, laporoviti i pješkoviti škriljavci	200	lagun.	
AKVITAN	šareni lapori i sitni konglomerati sa anhidritom (Bujavica)	272	lagun. lakustr.	šarene laporovite gline i pješčenjaci	400	lagun.	Dolovi, Bavarska

## Savska orogena faza

OLIGOCEN	tamni ljušturasti lapori (Bujavica, Gojlo)	97	lakustr.	vapneni lapori i sedrasti vapnenjak	200	lakustr.	Kakanj
				vapneni lapori i glinjaci sa konglomeratima, lokalno sa sjajnim ugljenom	800	lagun. lakustr. fluvial. paludal.	Požarnica

## Pirinejska orogena faza

EOCEN				V. horizont: vapneni lapori, glinjaci i pješčenjaci	200	sublit.	Zavid, Požarnica Požarnica, Dolovi, Rožanj, rudnik Majevisa
				IV. horizont: kremenl pješčenjaci sa škriljavim glinama	650	dezert. lagun.	
				III. horizont: škriljavci, pješčenjaci i vapnenjaci sa kamenim ugljenom	750	litoral.	
				II. horizont: laporoviti i glinoviti škriljavci	300	sublit.	
				I. horizont: bazalni konglomerat	?	litoral.	

## Laramijska orogena faza

Osnovno gorje: Kreda, Jura, Trijas Paleozojsk Prekambrij?	vapnenjaci, vapn. lapori, pješčenjaci, škriljavci, dolomiti granit, diorit, gnajs, filit			vapnenjaci, lapori, pješčenjaci, škriljavci, dolomiti, dijabaz-rožnjački facijes (trijas ili jura?) serpentin i peridotit			Galicija, Ulcinj, Lepavina Crmnica (Virpazar) Buljarica (Petrovac n/M)
---	--	--	--	---	--	--	--