

GEOLOGIJA BRAHIA NTIKLINALE MRAMOR BRDO

(Prinos poznavanju neogenskih naslaga na južnom rubu Moslavačke gore)

S 3 priloga: stratigrafskim stupom, geološkim profilom i geološkom kartom

UVOD

Naftonosna brahiantiklinala Mramor brdo istražena je u razdoblju od 19. I. 1949. – 28. II. 1958. godine s ukupno trideset i dvije duboke bušotine. U ovom radu su izneseni geološki podaci neogena Mramor brda, kao prilog poznavanju južnog ruba Moslavačke gore.

Stručnom rukovodstvu geološke službe dužna sam veliku zahvalnost za vođenje u radu na pogonu Mramor brdo. U tom smislu posebnu zahvalnost osjećam prema prof. N. Glumičiću. Za omogućeno štampanje ovog materijala i podataka iz arhive »Naftaplina« zahvaljujem se glavnom geologu prof. A. Rubiniću.

POLOŽAJ I MORFOLOGIJA

U nizu tercijarnih brežuljaka između doline Save i Moslavačke gore nalazi se i Mramor brdo. Ono se prostire između doline donjeg toka Tucilače potoka i srednjeg toka Gračenice potoka na sjeveru i Lonjskog polja na jugu. Sa zapadne strane Mramor brdo okružuje također dolina Gračenica potoka, a sa istoka dolina srednjeg toka Repušnica potoka. Morfološki greben Mramor brda pruža se u pravcu zapad-istok i ima nadmorsku visinu redovno iznad 200 m, spajajući najviše kote 259,1 m i 241,5 m. Prema sjevero-istoku ovaj se greben nastavlja u pravcu Srpskog Selišta, a prema zapadu greben se blago spušta i kod Gračenice ponire pod kvartar Savske doline.

Obzirom na svoj položaj Mramor brdo je dosta pristupačno, naime 3 km je udaljeno od željezničke pruge Beograd-Zagreb, a 5 km od autoputa Beograd-Zagreb. Dalje, dolinom potoka Gračenica, sa sjeverne

strane Mramor brda, nalazi se cesta, koja vodi do Mikleuške. Na mjestu gdje ona skreće na sjever (ispod kote 169 m), tokom 1950. godine načinjena je cesta duga 900 m prema jugu, radi lakšeg prilaza u vezi bušenja i eksploatacije polja.

Mramor brdo je većim dijelom obraslo šumom, dok je manja površina kultivirana. Sve su te kulture zasijane na krčevinama stvorenim zadnjih par decenija, dok je 1899. godine, kada je F. Koch proučavajući Moslavačku goru i njen obod, prolazio Mramor brdom, ono svo bilo pošumljeno.

U morfološkom pogledu Mramor brdo je brežuljak, čiji se greben ne podudara s dužom osi antiklinale, nego teče za oko 750 m južnije od osi. Nepodudaranje osi dolazi uslijed intenzivne erozije, koja je uslijedila kao sekundarna posljedica valahijskog nabiranja i rasjedanja. Tako je erodiran središnji i sjeverni dio antiklinale u cjelini, a vododerine su urezane od morfološkog grebena na sjever i jug, što uz česte pojave odronjavanja daje čitavom reljefu talasast izgled.

HISTORIJAT GEOLOŠKIH I GEOFIZIČKIH RADOVA

U radovima ranijih geologa nigdje se ne spominje Mramor brdo. Istina, F. Koch 1899. govori o naplavljenom materijalu bogatom paludinama u Repušnica potoku, a Th. Posevitz 1907. god. daje analizu nafte sa izdanka u Paklenici, 1 km sjevernije od Mramor brda, dok iscrpnih radova o samom Mramor brdu nema.

Geološko kartiranje Mramor brda, izvršio je po nalogu Generalne direkcije za naftu i plin tokom februara i marta 1948. austrijski geolog K. Kollmann. Kartiranje je izvršeno na osnovu proučavanja materijala i faune sa 270 izdanaka. Ovo kartiranje je pokazalo da je Mramor brdo asimetrična antiklinala i da postoji mogućnost akumulacije gasnih i tekućih ugljikovodika. Tada se počelo sa dubokim istražnim bušenjem, a izvršeni su i neki geofizički radovi. Kako će u narednom poglavlju biti više riječi o stratigrafiji na osnovu geološkog kartiranja i dubokog istražnog bušenja, iznijet ću rezultate geofizičkih radova:

1. Seizmičko ispitivanje na terenu Mramor brdo su izvršili 1950. D. Prosen i Lj. Ačimović. Tom su prilikom povučena dva reflektivna poprečna profila, kojima je potvrđen geološkim kartiranjem utvrđeni Ciglenica rasjed. Ovi su profili pokazali i rasjed između bušotina MB-2 i MB-3 sa skokom od cca 400 m i padom rasjeda prema sjeveru. Iza tog rasjeda – po interpretaciji – struktura se penje, tako da bi os antiklinale išla južno od MB-4, što se ne podudara sa rezultatima dobivenim dubinskim bušenjem.

2. 1951. je izvršila geomagnetski premjer Velika Bršljanica – Mramor brdo B. Kuzeljević. Premjer je djelomičan i nepotpun, a cilj mu je bio da posluži samo kao geološka i geofizička orijentacija pri interpretaciji rezultata Velike Bršljanice. Tom prilikom je zapaženo da su veće vrijednosti dobivene sjeverno od Mramor brda (do + 340), a k Mramor brdu se vrijednost smanjuje (do + 100).

3. Godine 1953. S. Gregor je izvršio probno seizmičko ispitivanje Mramor brda, koje je trebalo da daje sliku o zapadnom dijelu antiklinale Mramor brdo. Povučena je poprečna profil na tom dijelu strukture i jedan okomit na ovaj, paralelan sa dužom osi, po paludinskim slojevima. Međutim, registracija prenošenja energije elastičnih valova pokazala je, da ta energija nije dopirala u dubinu i snimci su bili sa slabim impulsima i nesigurni za povezivanje i interpretaciju.

Dakle, geološki radovi do detaljnog kartiranja K. Kollmanna, kao i geofizički radovi nakon toga kartiranja, značajni su kao prilog širem, regionalnom proučavanju južnog ruba Moslavačke gore, dok nisu bili mnogo od pomoći pri istraživanjima na samoj antiklinali Mramor brdo.

STRATIGRAFIJA

Mramor brdo leži na južnom podnožju Moslavačke gore, koja je u jezgri izgrađena od sitnozrnog svjetlijeg i tamnijeg običnog i andaluzitnog granita, ispresjecanog žicama pegmatit-granita sa kristalima turmalina i čadavca. Granitnu jezgru Moslavačke gore okružuju kristalasti škriljavci visokog kristaliniteta: gnajs, tinčasti škriljavac i amfibolit (I grupa po J. Cvijiću). Granit i kristalasti škriljavci su tokom miocena i pliocena ispirani, otkidani i trošeni do najsitnijih dijelića, zatim strujama razneseni i nataloženi u dubljim, mirnijim dijelovima mora, odnosno jezera, da bi kasnije poslužili kao kolektori za gasne i tekuće ugljikovodike na Mramor brdu i drugim dijelovima Savske doline.

Taloženje u miocenu i pliocenu po rubu Moslavačke gore vršeno je tokom postojanja Paratetisa.

Miocen - M

Na južnom obodu Moslavačke gore miocen je zastupan »litavcem« (torton), koji direktno leži na temeljnom gorju i poput vijenca oivičava Moslavačku goru u tipičnom plitkovodnom facijesu, s faunom: *Natica*, *Ostrea*, *Pecten*, *Lithothamnium*, koralji. Od ruba Moslavačke gore ka Mramor brdu opaža se da udaljavanjem od obale tortonski litavac postepeno prelazi u pjeskovite lapore.

Sarmatske tvorevine zastupane su na obodu Moslavine škriljavim, vapnenim laporima sa ljuskama riba, ostacima riba, tragovima bilja i sitnim kardijima što ukazuje na blizinu obale sa povremenim produbljivanjem.

Moglo se pretpostaviti da se u dubljim dijelovima miocenskog mora na južnim padinama Moslavačke gore sedimentirao pijesak u kome su se mogli akumulirati ugljikovodici i radi toga je na tjemenu antiklinale Mramor brdo izbušena bušotina BM-28. Ova bušotina je dostigla dubinu od 2.709 m i pri tome su slojevi ispod 1.700 m ostali paleontološki nedeterminirani. To su uglavnom tvrdi lapori ispresjecani kalcitnim žicama, a ima i nešto kvarcnog pješčenjaka koji ne prelazi debljinu od 1 m. Sve te stijene su metamorfozirane do te mjere da su faunistički

oskudne i da u jezgri nismo našli odrediv makrofosil, a mikroanalize nisu dale također nikakvih rezultata. Metodom superpozicije slojeva ti sedimenti su, kao stariji od prevalencienezijskih, smatrani miocenskim (dok o nekoj detaljnijoj podjeli za sada nema ni govora). Fauna ovih slojeva je:

?*Cardium* sp. (kalup)
kalupi ostrakoda
riblji zubi

Miopliocen – MPL_{1, 2}

D. Gorjanović-Kramberger (1890) nazvao je prepontskim slojevima sedimente bijelih lapora i vapnenih lapora sa *limnaeusima*, *planorbisima* i drugim sitnim mekušcima. K. Jenko je ove slojeve proučavao na obodu Kasonja brda, Vidova brda i sjeverozapadno od Broda. Obzirom na najbrojniju vrstu u tim slojevima – *Radix croatica* – Jenko (1944) je predložio naziv za te slojeve »Croatica slojevi«. F. Ožegović (1944) za bijele lapore i njihove ekvivalente predlaže naziv »prevalencienezijski slojevi«. Prema stratigrafskoj podjeli savezne komisije za izradu standarda osnovne geološke karte iz 1957. god. »prepontski bijeli lapori« Gorjanovića su svrstani u donji dio miopliocena.

Po rubu Moslavačke gore preko sarmata leže tipični donji miopliocenski slojevi. Ovakvi slojevi nabušeni su i na Mramor brdu, ali su znatno jedriji od onih na površini. Predpostavljeni su uglavnom bijelim laporovitim vapnencem i vapnencem veće i manje tvrdine. Lomi se nepravilno, sa ostrim rubovima. Preliven solnom kiselinom kipi ujednačeno dajući smeđaste mjehuriće. Ovakvi bijeli laporoviti vapnenci i vapnenci ispresijecani su nizom pukotina i gorskih zrcala. Pukotine su unakrsno raspoređene. Ispunjene su najčešće kritalima kalcita, a rjeđe su u tim pukotinama nataložena zrnca kvarca, čestice biotita i muskovita. Pukotine u bijelom laporu nastale su najvjerojatnije u fazi nabiranja, kao i gorska zrcala, kada je od čitave mase bijelog laporovitog vapnenca i vapnenca nastalo zasvođenje, a unutar te mase pucanje i krhanje. Duž tih pukotina proticale su vode koje su se usputno obogatile ugljičnim dioksidom (stvorenim vjerojatno raspadanjem organske materije), pa su razarajući vapneni materijal proširivale već ranije nastale pukotine dok otopina nije postala zasićena. Kasnije, iz zasićene otopine deponirao se kalcit. Srazmjerno vremenu i prostoru kritali su dobro razvijeni ili su sitni, zbijeni. Česte su pojave nafte u tim pukotinama.

Ovi lapori obiluju i gorskim zrcalima nastalim uslijed radijalnih i tangencijalnih pokreta. Gorska zrcala su nosioci nafte (ako su u pojasu naftonosnosti). Nagnuta su pod kutevima od 40° do 90°.

Faunistički je bijeli lapor oskudan. Zastupani su:

Congerina sp.
Limnocardium sp.
Planorbis sp.
Kalupi ostrakoda.

U ovim »bijelim laporima« po Gorjanović Krambergeru analizirali smo procenat CaCO_3 . Prema analizama kalcimetrom procenat kalcium karbonata je od 75–95%. Dakle, to je zapravo laporoviti vapnenac i gotovo čist vapnenac (po shemi Luftschitzza).

U krovini bijelog laporovitog vapnenca i vapnenca nalazi se brečasti konglomerat. Kremen je u valuticama, zaobljen, znači duže transportiran ili pretaložen. Dijelici vapnenca, škriljavca i lapora su pločasti ili zdepastouglasti, što znači da većeg transporta nije bilo. Vezivo je laporovito-vapneni materijal svijetlosive boje. U nezaobljenom vapnenom materijalu nalaze se *Miliolidae* i *Lithothamnium*.

Stvaranje ovog brečastog konglomerata u vezi je s oplićavanjem – regresijom.

Debljina donjeg dijela miopliocena na Mramor brdu iznosi cca 600 m.

Gornji dio miopliocena zastupljen je facijesom sa *Congeria banatica* Hoernes. To su tamnije sivi, sivosmeđi i bjeličasto smeđi vapnoviti lapori. U njima je nađena slijedeća fauna prema N. Glumičiću (1950–1952), te V. Kochansky i M. Pavlovsky (1953):

Paradacna lenzi (M. Hoernes)
Cardium (Didacna) otiothorum (Brusina)
Provalenciennesia böckhi (Halavats)
Congeria banatica R. Hoernes
Congeria digitifera Andrusov
Paradacna lenzi - syrmienne

U ovim slojevima nalaze se pješćani slojevi neznatne debljine. Debljina gornjeg dijela miopliocena kreće se oko 200 m.

Donji pliocen – Pont – PL_1^{1-2}

Preko miopliocena talože se pontske naslage zastupane abichi i rhomboidea slojevima.

Obzirom na Rumunjske abichi slojeve i kod nas je K. Jenko (1944) na obodu Požeške gore i Kasonja brda izdvojio abichi slojeve. F. Ožgović (1944) predlaže naziv abichi za valencijski horizont Okrugljaka – po S. Brusini – odnosno njihove dubinske ekvivalente, a da pri tome odgovaraju »abichiformis« slojevima Mađarske, odnosno »abichi« slojevima Rumunjske.

Abichi slojevi Mramor brda nabušeni su u debljini 300 m na osi anti-klinale, a ka južnom boku znatno odebljavaju. Petrografski su zastupani laporima i pješćenjacima. Pješćenjaci su odvojeni među laporima u obliku serija. Pješćenjaci su meki i srednje tvrdi. Zrna su kvarcna i vapnena a ima puno ljuskica tinjca i gotovo prevladava muskovit. Vezivo je vapneno. Pješćenjak je sitnozrn i granulacija je kako slijedi:

0,5 mm	10%
0,25 mm	10%
0,1 mm	40%
ostatak	40%

Prema N. Glumičić & Z. Boškov-Štajner (1950-1957) i V. Kochansky & M. Pavlovsky (1953)

Abichi slojevi su faunistički dokazani slijedećom faunom:

Paradacna abichi (Hörnes)

Valencienius reussi (Neumayr)

Didacna otiophora (Brusina)

Congeria zagrabiensis Brusina

Paradacna abichi (Hörnes)

Paradacna cf. abichi (Hörnes)

Congeria digitifera (Andrusov)

Hiscerus (Velutinopsis) undulatus (Gorjanović-Kramberger)

Valencienius kiseljaki (Gorjanović-Kramberger)

Od mikrofaune sam našla (1958) slijedeće vrste:

Silicoplacentina hungarica Kőváry

Silicoplacentina inflata Kőváry

Silicoplacentina irregularis Kőváry

Silicoplacentina majzoni Kőváry

Riblj zubići I i II vrste (po S. Obradović)

Riblje ljuske (cikloidne).

Ova fauna je gotovo redovito konstatirana u laporu koji dolazi između pješćanih serija. To je sivi i smeđi lapor srednje tvrđine, a pri dnu abichi slojeva sve vapneniji i tvrđi.

Izmjena lapora i pješćenjaka u abichi slojevima ukazuje na osciliranje dna, odnosno na naizmjenična produbljanja i oplićavanja mora. Na južnom dijelu Mramor brda ima 17 serija pješćenjaka u izmjeni sa laporima. Oko osi antiklinale u ove pješćenjake migrirala je nafta i plin iz Savske potoline.

Preko abichi slojeva nataloženi su rhomboidea slojevi. Ovi slojevi su zastupani pjeskovitim glinama, glinama i pijescima. Pjeskovite gline ima najviše. Boje je sivo-zelene. Pijesci su srednje-zrni. Čiste gline su žilave, a boje plave. Od fosila nađeni su: *Congeria rhomboidea* Hörnes, *Limnocardium okrugići* Brusina, *Congeria zagrabiensis* Brusina.

Debljina donjeg pliocena-ponta kreće se od 400-1000 m. Na tjemenu antiklinale je redovito tanji, a na bokovima deblji.

Ovim slojevima završava se taloženje donjeg pliocena-ponta, preko čega slijede donji, srednji i gornji paludinski slojevi.

Paludinski slojevi

Donji paludinski slojevi

Na tjemenu antiklinale Mramor brdo erozijom su otkriveni donji paludinski slojevi u dužini 2,5 km i širini 1 km. Podloga donjih paludinskih slojeva na Mramor brdu nije otkrivena, ali je bušenjem utvrđeno da leže preko pontskih naslaga. Prema K. Kollmannu (1948) u donjim paludinskim slojevima mogu se izdvojiti dva nivoa:

1. Donji nivo leži direktno na pontskim glinama i počinje slojem lignita debljine 2 m. Preko lignita leže izmjerično pougljenjele, masne gline sa vapnenim konkrecijama, pijesak različite veličine zrna i tamne, laporovite gline. U paleontološkom pogledu ovaj nivo je zastupan glatkim viviparima s potpuno konveksnim zavojima: *Viviparus neumayri neumayri* (Brusina), *Viviparus suessi* (Neumayr), *Viviparus fuchsi* (Neumayr), *Viviparus lignitarum* (Neumayr), zatim vrstama *Neritodonta* sp., *Melanopsis sandbergeri* Neumayr.

2. Gornji nivo donjo paludinskih slojeva pretstavljen je pijescima i masnim sivim i žučkastim glinama. Ove gline su često puta protkane slojevima lignita slabo karboniziranim i male debljine. U krovini ovih slojeva sedimentiran je debelo uslojeni pijesak dijagonalne slojevitosti. U faunističkom pogledu zastupljeni su oblici: *Viviparus ambiguus* (Neumayr), *Viviparus sadleri* (Partsch).

Za orijentaciju pri dubinskom bušenju geologu odlično posluži proslojak lignita u donjem dijelu donjih paludinskih slojeva, jer mu on istovremeno pretstavlja granicu paludinskih slojeva i ponta.

Srednji paludinski slojevi

Ovi slojevi opkoljavaju donje paludinske slojeve sa zapadne, istočne i južne strane, dok se na sjevernoj strani na površini ne nalaze jer su potonuli duž rasjeda, a izuzetno u sinklinalnom dijelu oko kote 230 srednji pliocen je i na sjeveru sačuvan.

U srednjem pliocenu nalaze se slijedeće zone:

Zona sa *Viviparus bifarcinatus bifarcinatus* (Bielz), zona sa *Viviparus stricturatus* (Neumayr), zona sa *Viviparus nothus* (Brusina).

U petrografskom pogledu ovi slojevi zastupani su debelo uslojenim srednjezrnim pijescima i sivim glinama koji se izmjenjuju.

Gornji paludinski slojevi

Otkriveni su na južnom dijelu Mramor brda tako da bušenjem nisu nigdje zahvaćeni. Zastupani su šarenim, masnim glinama sa vapnenim konkrecijama i žutim, tinčastim sitnozrnim i srednjezrnim pijeskom. Gline i pijesci se naizmjenično smjenjuju. Gline su nosioci fosila. Tu su nađene: *Viviparus sturi* (Neumayr), *Viviparus hörnesi* (Neumayr).

Kvartar

Na priloženoj geološkoj karti kvartarne naslage radi preglednosti nisu nanesene niti raščlanjene. Međutim, naslage na ovom području nisu neznatne, jer tu pleistocen dostiže debljinu i do 10 m, pa je velika smetnja geologu.

Na Mramor brdu pleistocen leži diskordantno preko borane paludinske podloge. Zastupan je žuto-smeđim i crvenkastim neuslojerenim glinama. Ove gline često sadrže limonitične konkrecije. Na visini 180 m i 200 m na južnim padinama Mramor brda nalaze se preostale površine pleistocenskih terena, pretstavljene zaobljenim valuticama pješčenjaka, vapnenaca, lapora od 1 do 4 cm u promjeru.

Aluvijalni nanosi na ovom području su sasvim neznatni, zastupani mladim riječnim sedimentima male debljine.

Na stratigrafskom stupu Mramor brdo (prilog 1) prikazan je litološki profil, paleontološki podaci i rezultati mjerenja.

Litološki profil nam daje redosljed sedimenata i odnos pijeska i pješčenjaka tj. propusnih stijena prema glinama, laporima i vapnencima tj. manje propusnim stijenama.

Paleontološki podaci dani su pregledno po stratigrafskim stepenicama.

Rezultati mjerenja procenta CaCO_3 , spontanog potencijala i otpora stijena dani su u obliku preglednog dijagrama duž profila. Dijagram CaCO_3 je obrnut u odnosu na dijagram spontanog potencijala. Međutim, dijagram CaCO_3 i otpora su prema prirodi stijene katkada obrnuti, a katkada se gotovo podudaraju.

Na preglednom stratigrafskom profilu unijela sam približne debljine slojeva oko tjemena antiklinale. Prema bokovima, a naročito prema južnoj strani, koja je intenzivnije tonula, ovi slojevi su znatno deblji.

TEKTONIKA

Prve podatke o tektonici Mramor brda dao je K. Kollmann (1948). Prema navedenom autoru Mramor brdo predstavlja zatvorenu asimetričnu antilinalu generalnog pružanja zapad-istok, odnosno os se pruža u pravcu WSE-ENE, te skreće u pravac WNW-ESE. Dubokim istražnim bušenjem konstatirano je da slojevi srednjeg i gornjeg pliocena u sjevernom krilu padaju strmo i do 50°, a da južno krilo pada blaže pod maksimalnim kutom od 35°. Međutim, stariji sedimenti pontske, miopliocenske i miocenske starosti padaju vrlo strmo na obje strane od duže osi. Samo dalje na južnom krilu padovi su i u pontu, a vjerojatno i u starijim sedimentima blaži.

Antiklinala Mramor brdo je izrasjedana. K. Kollmann (1948) je utvrdio na sjevernom krilu rasjed čiji skok iznosi od 150–200 m i nazvao ga »Ciglenica« rasjedom po zaseoku na tom području. Dubokim istražnim bušenjem utvrđen je južnije rasjed paralelan »Ciglenici«, a tako-

der su utvrđena tri poprečna rasjeda. Poprečnim rasjedima razbijen je kontinuitet strukture, te svaki blok ima na raznim dubinama kontakt nafta-voda.

Postanak brahiantiklinale Mramor brdo je posljedica orogenetskih pokreta koji su zahvatili Panonski bazen od eocena do kvartara.

Tonjenje blokova oko današnjeg horsta Moslavačke gore počelo je najvjerojatnije u post-lutetskoj pirinejskoj orogenoj fazi. Intenzivnije tonjenje odigralo se na granici oligocena i miocena u savskoj orogenetskoj fazi, te u starijoj i mlađoj štajerskoj fazi. Ovo tonjenje predisponiralo je nadiranje Paratetisa u II. mediteranu oko horsta Moslavačke gore. Na stepeničasto potonulom južnom rubu Moslavačke gore diskordantno preko kristalastih škrljaca velikog kristaliniteta istaložili su se drugomediteranski i donjosarmatski sedimenti. Miopliocenski sedimenti istaloženi su konkordantno. Zastupani su slatkovodnim i brakičnim elementima. Atičkom orogenom fazom – po Stilleu – prekinuta je veza između Panonskog i Getskog bazena u srednjem sarmatu, te su miopliocenski sedimenti na južnom rubu Moslavačke gore zastupani brakičnim i slatkovodnim elementima. Široka veza između Panonskog i Getsko-Crnomorskog bazena na granici miopliocena i ponta dovodi do znatnih promjena u Panonskoj kotlini. Migracija brakičnih oblika sa istoka odrazila se i na onom području, te su svi pontski facijesi zastupani bočatom faunom. Rodanska orogenetska faza između donjeg i srednjeg pliocena dovela je ponovno do prekida između Panonskog i Getskog bazena. Nastaje oslađivanje vode i migracija brakičnih vrsta na istok. Slatkovodni oblici koji su do tada živjeli u rijekama na obodu postepeno prevladavaju u sedimentima. Ove promjene su se odrazile i na Mramor brdu, te otuda u slatkovodnim sedimentima srednjeg i gornjeg pliocena veliki broj primjeraka i vrsta roda *Unio*, *Viviparus* i ostale slatkovodne faune. Na području Mramor brda intenzivno se odrazila postpliocenska, Vlahiska ili Vlaška faza. U toj fazi su zasvedeni svi sedimenti u brahiantiklinalu, obnovljeno je spuštanje duž starijih rasjeda, a nastali su i novi, mladi rasjedi sa relativno malim skokom. (Prilog 2 i 3).

MIGRACIJA I AKUMULACIJA NAFTE

U radovima E. Böhma (1940) i F. Ožegovića (1944) tretiraju se sarmatski sedimenti kao matične stijene nafte koja je migracijom dospjela u miocenske i pliocenske kolektore iz kojih se danas eksploatira.

Međutim, budući da samo dubokovodni sarmatski sedimenti imaju osobine matične stijene, jer je plitkovodni sarmat zastupan zoogenim vapnencima, nastaje pitanje, da li je sva količina nafte mogla nastati iz vrlo tankih sarmatskih slojeva, čiji je areal rasprostranjenja relativno uzak?

Prema N. Vasojeviću (1958, 1959) matična stijena u klasičnom smislu sadrži koncentrirani organski materijal. Međutim, dispergirano organskog materijala u stijenama je – prema istom autoru – najmanje hiljadu puta više. Iz ovih dispergiranih organskih materijala nastaju

ugljkovodici u svim stadijima litogeneze. Ovako dispergirane ugljikovodike N. Vasojević naziva primarnom mikronaftom. Za migraciju mikronafte, koja dovodi do stvaranja nafte, potrebni su određeni uslovi termodinamičke naravi te da su ovi sedimenti prekriveni stijena-
ma debljine 1500 m, iako početak migracije nastaje već i ranije.

Na brahiantiklinali Mramor brdo naftonosni slojevi su donjopontske i miopliocenske starosti. Za matičnu stijenu nafte u ovim slojevima možemo – na osnovu teorije Vasojevića – smatrati tortonske, sarmatske, miopliocenske i donjopontske sedimente savskog rova. U sarmatskim slojevima je koncentrirana organska materija, a u tortonskim, miopliocenskim i donjopontskim dispergirana. Možemo pretpostaviti, da je u sarmatskim sedimentima nastala protonafta, a u tortonskim, miopliocenskim i donjopontskim sedimentima primarna mikronafta. Migracija protonafte i mikronafte mogla je početi vrlo rano, ali akumulacija u kolektorima je mlada, tj. postpontske starosti. Vjerojatno je naglo zatrpavanje savskog rova u srednjem i gornjem pliocenu, odnosno pritisak koji su ti sedimenti vršili na stijene pontske, miopliocenske i miocenske starosti uz odgovarajuće termodinamičke uslove doveli do migriranja i akumuliranja nafte u kolektorima.

ZAKLJUČAK

Mramor brdo je geološki istraženo kartiranjem i dubokim istražnim i eksploatacionim bušotinama. Utvrđeni su sedimenti miocena i pliocena u ukupnoj debljini oko 2800 m. Neogen je na ovom području još deblji, jer nigdje nije zahvaćeno osnovno gorje. Možda su zastupani i slatkovodni I. mediteranski i oligocenski sedimenti. Vjerojatno bi granica tercijara i osnovnog gorja bila između 3000–4000 m.

Sedimenti Mramor brda nisu faunistički bogati, naime dolazi mali broj vrsta sa velikim brojem individua. Sedimenti su uglavnom nepropusne gline, lapori i vapnenci te propusni pijesci i pješčenjaci.

Geologija Mramor brda je prilog za upoznavanje ruba Moslavačke gore. Ujedno je Mramor brdo elermenat koji se uklapa u sklop Savskog rova i makar djelomično doprinosi shvaćanju i upoznavanju rova kao cjeline.

»Naftaplin«, Kumičićeva 5

LITERATURA

- Böhm, E., 1940: Das Erdölvorkommen der Murinsel (Jugoslawien). Oel und Kohle, Heft 40, Berlin.
- Glumičić, N., 1950–1952: Geološki izvještaji i makropaleontološke analize jezgara iz bušotina Mramor brdo. – Fond str. dok. pod. »Naftaplin«, Zagreb.
- Glumičić, N. & Bošković-Štajner, Z., 1952–1958: Geološki izvještaji i paleontološke analize jezgara iz bušotina Mramor brdo. – Fond str. dok. pod. »Naftaplin«, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D., 1890: Die praepontischen Bildungen des Agramer Gebirges. – Gl. Hrv. nar. dr. V, Zagreb.

- Jenko, K., 1944: Stratigrafski i tektonski snošaj pliocena južnog pobočja Požeške Gore i Kasonja Brda. – Vjestnik Hrv. geol. zavoda i geol. muzeja, 2-3, Zagreb.
- Koch, F., 1899: Prilog geoložkom poznavanju Moslavačke gore. – Rad Jugosl. akad. znan. i umjetn. Knj. 139, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V. & Pavlovsky, M., 1959: Miocenska i pliocenska makrofauna iz nekih dubokih bušotina Popovače, Mramor brda i Osekova. – Fond str. dok. pod. »Naftaplin«, Zagreb.
- Kollmann, K., 1948: Geologija Mramor brda. – Fond str. dok. pod. »Naftaplin«, Zagreb.
- Laskarev, V., 1950: O ekvivalentima gornjeg sarmata u Srbiji. – Geol. anali Balk. poluostr. 18, Beograd.
- Ožegović, F., 1944: Prilog geologiji mladeg tercijara na temelju podataka iz novijih dubokih bušotina u Hrvatskoj. – Vjestnik Hrv. geol. zavoda i geol. muzeja, 2-3.
- Ožegović, F., 1951-1953: O geologiji i paleogeografiji SW dijela Moslavačke gore. – Geol. vjesnik, 5-7 za 1951-1953, Zagreb.
- Posewitz, Th., 1907: Petroleum und Asphalt in Ungarn. – Mitt. a. d. Jahrbuch d. k. ung. geol. Anstalt, XV, H. 4, Budapest 1907.
- Stevanović, P., 1951: Donji pliocen Srbije i susjednih oblasti. – Geološki institut SAN, 2, Beograd.
- Stevanović, P., 1953: Nomenklatura tercijarnih slojeva, u prvom redu domaćih neogenih terena. – I. savjetovanje geologa FNRJ, Zagreb.
- Vasoević, N., 1959: Mikroneft. – Trudi »VNIGRI«, vypusk 132, Leningrad.
- Wassojewitsch, N., 1958: Probleme der Erdölgenese. – Zeitschrift für angewandte Geologie, 4, Heft 11, 1958.

Z. BOŠKOV-ŠTAJNER

GEOLOGY OF THE BRACHY-ANTICLINE MRAMOR BRDO

A contribution to the knowledge of Neogene (Younger Tertiary) sediments in the southern margin of Moslavačka gora

Mramor brdo is situated in the southern margin of Moslavačka gora. A surface geological mapping of the Mramor Brdo area was carried out by K. Kollmann in 1948. This oil-field was being delimited and developed in the period 1949-1958 by means of 32 deep exploratory and production oil-wells.

Mramor Brdo consists of Neogene (Younger Tertiary) sediments, whose thickness is in excess of 3,000 m. Represented are both the freshwater and brackish Pliocene sediments, brackish and freshwater layers of the Mio-pliocene, as well as marine Miocene sediments, with the corresponding fauna.

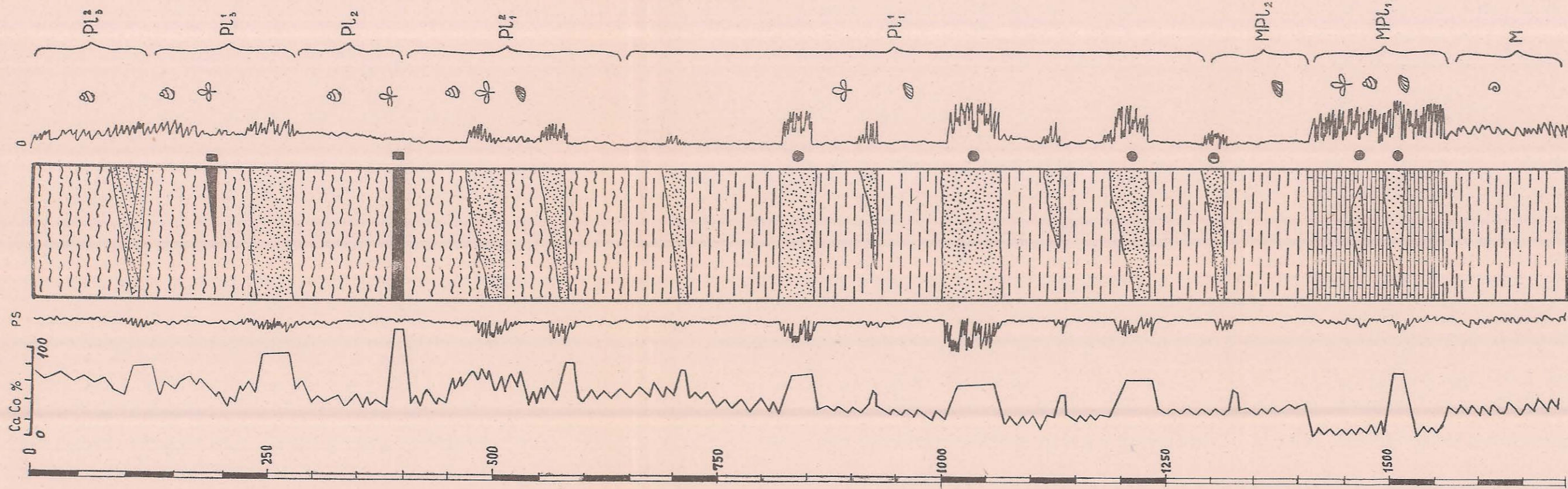
From the tectonic point of view this field may be classified as an asymmetric brachy-anticline, generally trending W-E. The entire area is intersected by both longitudinal and transversal faults. Uplifting and faulting was taking place from the Oligocene to the end of the Pliocene, and that, according to Stille, as a result of Atticican, Rhodian and Walachian orogene phases, among which the last mentioned, i. e. the Walachian phase, was the most strongly pronounced.

Oil-bearing are the sands of the Lower Pliocene and the upper portion of the Mio-pliocene. In the lower portion of the Mio-pliocene, oil is found in fractures of shaly limestone. On the basis of works of Böhm (1944), Ožegović (1944), and Vasoević (1958, 1959) the source-rocks in this area may be assumed to consist of Miocene, Miopliocene and Lower Pliocene sediments.

Received 13th June, 1960

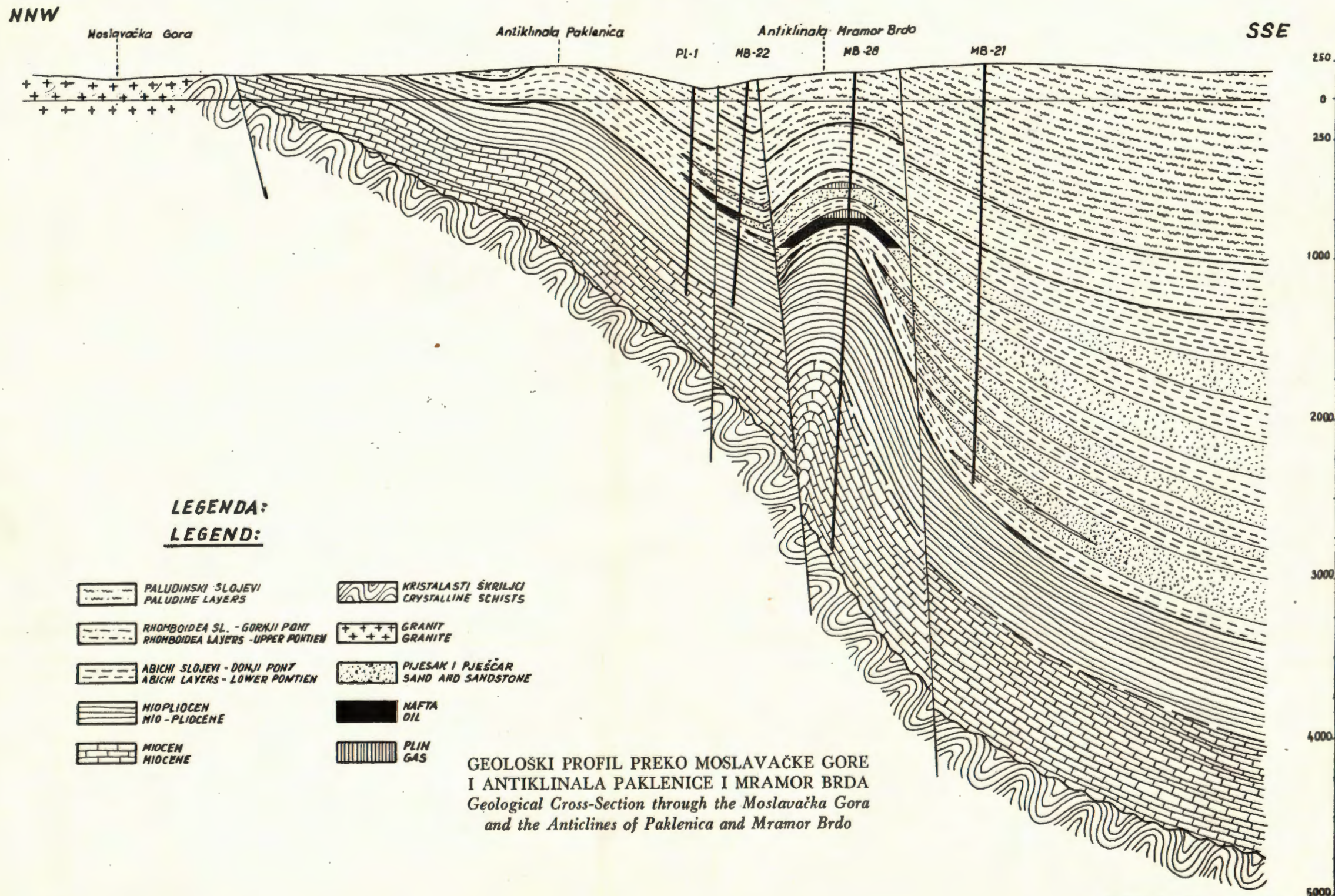
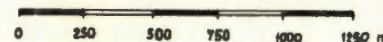
»Naftaplin«, Zagreb. Kumičićeva 5

STRATIGRAFSKI STUP MRAMOR BRDA
Stratigraphic Column of Mramor Brdo



LEGENDA:
LEGEND:

- | | | | | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| | GLINA
CLAY | | LIGNIT
LIGNITE | M = MIOCEN
M = MIOCENE |
| | PIJESAK I PJEŠČAR
SAND AND SANDSTONE | | NAFTA
OIL | MPL _{1,2} = MID-PLIOCEN
MPL _{1,2} = MID-PLIOCENE |
| | LAPOR
SHALE | | TRAGOVJ NAFTI
OIL IN TRACES | PL ₁ = DONJI PLIOCEN
PL ₁ = LOWER PLIOCENE |
| | VAPNENAC I LAPOROVITI VAPNENAC
LIMESTONE AND SHALY LIMESTONE | | BILJNI TRAGOVJ
REMAINS OF PLANTS | PL ₂ = SREDNJI PLIOCEN
PL ₂ = MIDDLE PLIOCENE |
| | CaCO ₃ = KALCIJDIJAGRAM
CaCO ₃ = CALCIUM CARBONATE CONTENT CURVE | | SLATKOVODNA FAUNA
FRESHWATER FAUNA | PL ₃ = GORNJI PLIOCEN
PL ₃ = UPPER PLIOCENE |
| | PS = KRIVULJA SPONTANOG POTENCIJALA
PS = SPONTANEOUS POTENTIAL CURVE | | BRAKIČNA FAUNA
BRACKISH FAUNA | |
| | O = KRIVULJA OTPORA
O = RESISTIVITY | | MARINSKA FAUNA
MARINE FAUNA | |



LEGENDA:
LEGEND:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PALUDINSKI SLOJEVI
PALUDINE LAYERS | KRISTALASTI ŠKRILJCI
CRYSTALLINE SCHISTS |
| RHOMBOIDEA SL. - GORKJI PONT
RHOMBOIDEA LAYERS - UPPER PONTIEN | GRANIT
GRANITE |
| ABICHI SLOJEVI - DONJI PONT
ABICHI LAYERS - LOWER PONTIEN | PIJESAK I PJEŠČAR
SAND AND SANDSTONE |
| MIOPLIOCEN
MIO - PIOCENE | NAFTA
OIL |
| MIOCEN
MIOCENE | PLIN
GAS |










GEOLOŠKI PROFIL PREKO MOSLAVAČKE GORE
I ANTIKLINALA PAKLENICE I MRAMOR BRDA
*Geological Cross-Section through the Moslavačka Gora
and the Anticlines of Paklenica and Mramor Brdo*

GEOLOŠKA KARTA JUŽNOG RUBA MOSLAVAČKE GORE
 Geological Map of the Southern Margin of the Moslavačka Gora

Boškov-Štajner: Geologija Mramor brda

TABLA III - PLATE III

LEGENDA:
 LEGEND:

-  MIOPLOCEN
MIO-PLIOCENE
-  DONJI DIO DONJEG PONTIEN
LOWER PART OF THE LOWER PONTIEN
-  GORNJI DIO DONJEG PONTIEN
UPPER PART OF THE LOWER PONTIEN
-  DONJI PALUD. SL. (DONJI DIO)
LOWER PALUDINE LAYERS (LOWER PART)
-  DONJI PALUD. SL. (GORNJI DIO)
LOWER PALUDINE LAYERS (UPPER PART)
-  SREDNJI PALUDINSKI SL.
MIDDLE PALUDINE LAYERS
-  GORNJI PALUDINSKI SLOJEVI
UPPER PALUDINE LAYERS
-  KVARTAR
QUATERNARY
-  PRAVAC PROFILA
DIRECTION OF CROSS-SECTION

