

LEŽIŠTE UGLJENA MIŠULINOVAC

S 1 slikom u tekstu i 1 kartom u prilogu

U članku su prikazane stratigrafske i strukturne prilike ovoga zanimljivoga ugljenoga ležišta. Posebna je pažnja posvećena prikazu kvartarnih taložina i nanosa u području istražnih bušenja i rudarskih radova.

Područje ugljenokopa Mišulinovac nalazi se oko 11 km istočno—sjeveroistočno od Bjelovara, na strukturi Šandrovac, a ugljeni slojevi su ustanovljeni i na sjevernom začelju te strukture i na njezinim krilima.

Površina na kojoj su pronađeni i ustanovljeni ugljeni slojevi na ovom području, cijeni se na oko 15 kvadratnih kilometara.

Najstariji rudarski radovi na ugljen u ovome području poznati su još iz g. 1880. Od tada pa do prije godinu dana rudarski su se radovi razvijali na više točaka ovoga područja, u pravilu manjega opsega, ma da su prije I svjetskoga rata bili otvoreni i dnevni kopovi. Na priloženoj su preglednoj karti ucrtani svi rudarski radovi i iz položaja se pojedinih jamskih radova može zaključiti da je ugljenih slojeva u ovom području veći broj, a iz položaja i oblika otkopanih dijelova slojeva ugljena, dobiva se relativno jasna predodžba i o antiklinalnoj strukturi koja je novijim gravimetrijskim i seizmičkim mjerenjima u cijeloj svojoj veličini i položaju i dokazana.

U vremenu između dva rata u blizini staroga jamskoga rada u rudnom polju »Eduard« bio je otvoren potkopom dugim 65 metara i položenim smjerom SE, rudarski rad najprije nazvan »Manduševac« a kasnije »Mišulinovac«.

Nakon završetka II svjetskog rata taj je rad napušten i 1945. otvoren novi pogon, prozvan »Kurovica I«, položen sjeverozapadno od njega, mnogo bliže željezničkoj postaji sela Mišulinovac. Ovaj je rudarski rad 1951. napušten, a otvoren novi, oko 560 metara udaljen u smjeru jugoistoka, prozvan »Kurovica II«. Taj je rudarski rad bio u eksploataciji — s kraćim vremenskim prekidima — sve do godine 1965 kada je rad definitivno obustavljen zbog veoma teških jamskih prilika. Tada je otvoren novi rudarski rad u području zvanom Seča u blizini nekadašnjega rada Manduševca, i prozvan »Mišulinovac II« no i taj je rad uskoro zbog posebnih razloga obustavljen i napušten.

U neposrednoj blizini svih spomenutih rudarskih radova prolazi željeznička pruga Bjelovar—Kloštar Podravski.

STRATIGRAFIJA

Istražna bušenja na ugljen i rudarski podzemni radovi prolazili su kroz nanose i taložine kvartara i zahvaćali u mlade tercijarne naslage samo do neznatne dubine.

Međutim, duboka istražna bušenja izvedena na području cijele antiklinale Šandrovac sa svrhom istraživanja naftnih slojeva, za razliku od spomenutih bušenja na ugljen, što su bila koncentrirana isključivo na zapadnom krilu antiklinale Šandrovac, dokazuju niz naslaga različite starosti, tako, da serija naslaga ovoga područja započinje nanosima kvartara, nastavlja se naslagama pliocena, oligomiocena, mezozoika (?) i završava tinjčastim grafitnim škrljajcima paleozoika (?).

KVARTAR

Debljina kvartarnih naslaga i taložina u bušotinama na ugljen u istraživanome području veoma je različita i mijenja se od bušotine do bušotine. Podaci o kvartarnim nanosima iz bušotina bušenih na naftu nažalost ne postoje.

Najveća debljina kvartarnih nanosa i taložina ustanovljena na plitkim bušotinama, iznosi 82 metra a na nekim samo 20 metara. Kvartarni nanosi i taložine izgrađeni su od smeđe ilovače, sitnijega i krupnoga žutosmedjega pijeska, koji je veoma često toliko zaglinjen da tvori prijelaz u jako pjeskovite gline. Na svim bušotinama na ugljen javljaju se redovno šljunci, sitnih, krupnijih pa i jako krupnih valutica. Šljunci krupnih valutica, javljaju se u pravilu samo u dubljim dijelovima kvartarnih nanosa, ležeći diskordantno preko romboidejskih naslaga.

U šljuncima se često javljaju proslojci i ulošci zelenkastih glina i smeđastih pijesaka, u pravilu krupnijega zrnja, većinom u obliku većih ili manjih leća.

Granulometrijska istraživanja šljunaka i pijesaka nijesu vršena. Na nekoliko je bušotina ustanovljeno i javljanje debljih slojeva sitnih tinjčastih, smeđih i žutih, fino zrnatih pijesaka, natopljenih vodom.

Šljunci su izgrađeni od valutica kvarca u pretežnom dijelu.

U plićim dijelovima nekih plitkih bušotina opaženo je i pojavljivanje crvenkastih i smeđecrvenkastih glina, debelih do 3 metra.

Na hrptovima brežuljaka, redovno se nalaze naslage prapora, debljine i do 10 metara, s karakterističnom faunom gastropoda: *Helix hispida*, *Pupa muscorum*, *Succinea oblonga*.

Naslage prapora najvjerojatnije pripadaju glacijalu W-3, a šljunci u većim dubinama starijim odsjecima pleistocena. Smeđecrvenkaste i crvenkaste gline iz plićih dijelova nekih bušotina su, veoma vjerojatno, pretaloženi prapor — ili zona dekalificiranoga prapora.

Holocenu pripadaju aluvijalni nanosi u dolinama.

PLIOCEN

Romboidejski slojevi. Kako je spomenuto, istražne bušotine na ugljen nijesu nigdje, radi svoje malene dubine, zašle dublje u naslage ove stepenice i uvijek su se nalazile u facijesu krupnijih pijesaka i pjeskovitih glina i pijesaka. Ugljeni slojevi su uvijek uloženi u glinama.

Ispod pješčanoga facijesa romboidejskih naslaga leži drugi, stariji facijes, razvijen pretežno u glinovito-laporovitom obliku.

Značajno je za naslage romboidejskoga horizonta siromaštvo na fosilnim ostacima. Niti u plitkim istražnim bušotinama a niti u jamskim radovima nije nađeno nikakvih fosilnih ostataka.

U istim naslagama ali dalje prema jugu, u području rudarskih radova na ugljen, Cigleni, našao sam u jednom pješčanom sloju mnogo dobro očuvanih ostataka *Limnocardium dumičići* Gorj., i nekoliko slabo očuvanih ulomaka *Pteris* sp., *Alnus* sp. i *Corylus* sp., u glinovitom sloju.

Mikropaleontološkim istraživanjima na jezgrama iz dubokih bušotina nađena je također vrlo oskudna fauna ostrakoda i oskudni fitopaleontološki ostaci (polenska zrnca *Pinus* sp.)

Prividna debljina naslaga romboidejskoga horizonta određena je na temelju podataka iz dubokih istražnih bušotina. Pokazalo se je da debljina tih naslaga vrlo koleba, između 200 i 490 met.

Romboidejske naslage su posljednji član sedimentacionoga ciklusa tercijarne serije slojeva, ne samo na ovom području, nego Bilo gore i Podravine uopće.

Stanoviti dio ovih naslaga u ovom području je sigurno erodiran, nakon konačnoga oblikovanja strukture Šandrovac.

Abichi slojevi. Razvijeni su prema podacima iz dubokih bušotina u facijesu glinovitih lapora, nadalje sivih i sivosmeđastih lapora s pješčanim slojevima. Predstavljaju najbolje proučeni stratigrafski član strukture Šandrovac. Starost naslaga dokazana makro- i mikrofaunom (*Congerina zagradiensis* (Brusina), *C. aff. digitifera* Andrusov, *Didacna otiothorum* (Brusina), *Paradacna abichi* (Hornes), *Silicoplacentina majzoni* Kövöry, *S. hungarica* Kövöry).

Značajka je ovih naslaga neprestano izmjenjivanje slabo do čvrsto vezanih pješčenjaka s pjeskovitim laporima i tvrdim laporima.

Debljina ovih naslaga također jako koleba, između 560 i 750 m. Na nekim bušotinama konstatirano je pojavljivanje 4 do 6, a na nekim i do 8 pješčenih serija. Sedimentološka istraživanja provedena na sedimentima abichi naslaga pokazala su npr. da su pješčenjaci koji dolaze u ovoj seriji grauwacke, a kako prevladava karbonatna detritalna komponenta, pješčenjaci odgovaraju kalkarenitskim subgrauwackama. Glavni mineralni sastojak im je kvarc, dok su plagioklasi rjeđi. Osim ovih nalazi se i nešto lističavih minerala (biotit, rjeđe muskovit, te klorit). Mjestimično su zastupljene i nakupine limonitne te organske tvari. Teški minerali tvore oko 1—2,6% ukupnoga mineralnoga sastava, i među teškim mineralima najčešće se javlja granat, zatim turmalin, staurolit, rutil i epidot.

Cement pješčenjaka je prekrystalizirani sitnozrnati kalcit u kombinaciji sa siltnim materijalima.

Klastiti iz abichi-naslaga ovoga područja pripadaju pijescima, pješčanom siltu i siltu. Količina CaCO_3 obično nije veća od 25%.

Područje antiklinale Šandrovac je dio nestabilnog šelfa na kojem je došlo do taloženja grauwacka i siltnih lapora, a sedimentacija je vršena u infraneritiku ispod baze djelovanja valova. Izgleda da su samo najkrupnija zrna valjana po dnu.

P a n o n s. str. (»Miopliocen«)

B a n a t i c a s l o j e v i. Razvijeni su u facijesu tamnije i sasvim tamnih lapora, smeđastih lapora, smeđasto-sivih lapora i tanjih uložaka pijesaka. Prividna im je debljina određena prema podacima bušotina i iznosi 100 do 200 met.

Fauna: *Congeria* cf. *banatica* R. Hoernes, ? *Congeria digitifera* Andrusov, *Limnocardium asperocostatum* Gorjanović.

Ispod ovih naslaga leže:

P r o v a l e n c i e n e z i j s k i s l o j e v i u debljini od 30 do 100 m, s faunom trapezoidnih ostrakoda.

Promatrajući obje serije naslaga opaža se facijelna promjena idući od krovine ka podini, pa čvrsti pjeskoviti lapori prelaze postepeno u vapnene lapore i laporovite vapnence s tankim ulošcima sitnozrnatih, slabije i dobro cementiranih pješčenjaka.

MIOCEN

Naslage miocena razvijene su u facijesu dubljega mora u svomju dubljemu dijelu, u obliku glinovito-laporovitih slojeva, a sedimenti plitkoga mora razvijeni su u facijesu sitnozrnatih pješčenjaka.

Fauna: u sitnozrnatim pješčenjacima *Lithothamnium* sp., Bryozoa, globigerinoidne i nonionidne vrste foraminifera, a u glinama i laporima dubljih dijelova serije, više vrsta foraminifera (*Nonion commune*, *N. soldanii*, *Uvigerina pygmaea* i *Orbulina universa*).

Oligomiocenske naslage

Razvijene su u neznatnoj prividnoj debljini od svega 35 metara. Sedimenti su taložine slatke vode i u njima su nađeni ostaci lišća bjelogoričnoga drveća.

MEZOZOIK (?)

Za valutice kvarca, kvarcne konglomerate i kvarcne pješčenjake pretpostavlja se da su mezozojske starosti, odnosno, da su mlađi od stijena na kojima leže i koje su ispod njih nabušene. Jezgre iz bušotina dobivane su uvijek u veoma oskudnoj mjeri, a isto tako i fosilni ostaci koji su osim toga bili i veoma loše sačuvani, pa stratigrafski položaj ovih nanosa nije moguće točno ustanoviti. Debljina nanosa također nije sigurno ustanovljena, ali prema svemu može se zaključiti, da nije velika.

TEMELJNO GORJE

Na nekoliko je bušotina nabušeno — najvjerojatnije — temeljno gorje ovoga područja. To su tinjčasti, grafitni škriljavci, koji leže ispod spomenutih, vjerojatno mezozojskih naslaga. Debljina ovih škriljavaca nije ustanovljena.

PREGLED TEKTONSKIH PRILIKA

Bilogorski masiv na kojemu se nalazi i područje istražnih i eksploatacionih radova na ugljen, zauzima središnji položaj u dijelu Dravske potoline. Pružanje masiva je — generalno — smjerom od sjeverozapada prema jugoistoku. Sjeverna strana masiva odsječena je od susjednih sjevernije položenih područja velikim rasjedom, istoga smjera pružanja kojega je i masiv. Skok rasjeda je velik. Južna je strana masiva nagnuta pod mnogo blažim kutem, prelazeći postepeno u minimume Bjelovarske depresije.

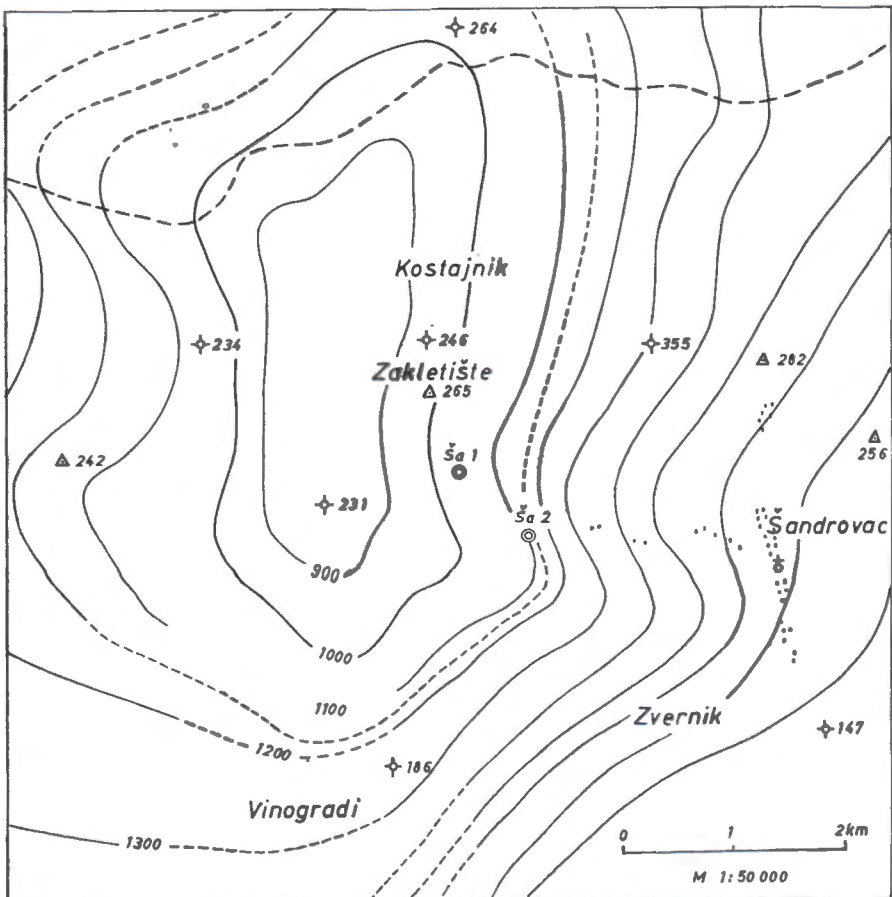
Bilogorski masiv je s masivom Krndije i Papuka vezan preko tzv. strukturnoga nosa Čremušina—Gakovo i preko antiklinale Grubišno Polje, koja se također pribraja masivu Papuka. Od masiva Kalnika Bilogorski masiv je odijeljen sedlom kod sela Koprivnička Reka.

Zapadni dio Bilogorskoga masiva je uzvisina horstovskoga tipa. Uzvisina je izgrađena od niza strukturnih oblika, a postanak je tih struktura vezan uz uzdužne i poprečne rasjede, koji su različite starosti.

Najzapadniji strukturni oblik je antiklinala Lepavina. Os te antiklinala je položena smjerom zapad—istok. Na ovu se strukturu u smjeru istoka nadovezuje struktura Jagnjedovac, dok je struktura Mosti — koja je u stvari nastavak strukture Jagnjedovac — odsječena od ove poprečnim rasjedom i izdignuta na veću visinu.

U istočnom dijelu Bilogorskoga masiva nalaze se dvije jasno ispoljene strukture, Šandrovac i Sedlarica.

Antiklinala Šandrovac je brahiantiklinala kojoj je os položena smjerom sjever—jug. Antiklinala je i barijera što dijeli Bjelovarsku sinklinalu na zapadnu i istočnu sinklinalu. Sinklinale nijesu pravilnoga oblika i ne može se barem za sada govoriti o izrazitim smjerovima pružanja njihovih osi (Pletikapić i dr., 1964).



ŠANDROVAC - Strukturna karta po krovini mioplIOCena

Detaljna reflektivno-seizmička mjerenja na antiklinali Šandrovac izvršena su tokom godine 1962. Mjerni profili su priključeni prijašnjim regionalnim seizmičkim profilima, pa je ta mreža profila uz mjerenja brzina i litološke profile dubokih bušotina na naftu, poslužila za izradu strukturne karte (V u g r i n e c J. i dr., 1964). (Slika 1)

Tektonska zbivanja na strukturi Šandrovac ilustriraju i rasjedi što su ustanovljeni rudarskim radovima u jamama Kurovica II i Mišulinovac II.

Veoma su zanimljive tektonske prilike bile u jami Kurovica II. Ugljeni je sloj otvoren na koti + 153,30 m, dakle svega 27 metara ispod površine (ušće niskopa + 186,73 m!). Pružanje ugljenoga sloja u ovom dijelu jame bilo je NNE-SSW, a nagib sloja je bio blago prema NNW.

Osnovni hodnik je u smjeru istoka već nedaleko od niskopa došao do rasjeda položenoga smjerom sjever—jug, i taj je rasjed nazvan »srednjim uzdužnim rasjedom«. Skok rasjeda je bio oko 20 m, jer je neposredno iza poremećene zone nađen krovinski ugljeni sloj gotovo na istoj koti (+ 151,43 m), dok se je rudarski rad nalazio u srednjem sloju, koji leži ovdje oko 20 metara dublje od krovinskoga sloja. To je bio siguran dokaz da je blok što leži istočno od spomenutoga rasjeda spušten za 20 metara.

Zapadno od tzv. »zapadnoga uzdužnoga rasjeda« ustanovljeno je u sjeverozapadnom dijelu jame normalno spuštanje ugljenoga sloja, dok je u južnom dijelu jame, zapadno od spomenutoga rasjeda opaženo naglo dizanje sloja s kote + 156,10 m, na visinu od + 164,81 m, iz čega se je zaključilo, da se u blizini nalazi novi rasjed, neustanovljenoga smjera i radovi su obustavljeni.

Oko 150 metara istočno od »srednjega uzdužnoga rasjeda« i gotovo paralelno s njim praćen je rudarskim radovima tzv. »istočni uzdužni rasjed«. Hodnici koji su prešli preko toga rasjeda u smjeru istoka, nijesu naišli na ugljeni sloj i ne zna se, da li je blok što leži istočno od toga rasjeda spušten ili izdignut u odnosu na krovinski ugljeni sloj na kojemu se u tome dijelu jame radilo.

Osim spomenutih uzdužnih rasjeda, jamskim su radovima u oba dijela jamskih radova Kurovice II ustanovljena i dva poprečna rasjeda i to tzv. »južni« i »sjeverni poprečni rasjed«.

»Južni poprečni rasjed« dokazuje razlika u visini ugljenoga sloja s južne i sjeverne strane rasjeda. Dok je dio sloja južno od rasjeda ostao na visini od + 151,43 m, sloj je sjeverno od toga rasjeda na koti od + 144,00 m, dakle 7 metara niže.

Makar da je smjer pružanja u dijelu jame što se nalazi sjeverno od »južnog poprečnoga rasjeda« ostao gotovo nepromijenjen u odnosu na dio jame što leži zapadno od »srednjeg uzdužnoga rasjeda«, nagib se sloja u tom dijelu jame naglo mijenja, jer sa kota + 145,20 m i

+ 146,00 m na istočnome dijelu bloka, u sjeverozapadnome kutu, u presjecištu »srednjega uzdužnoga rasjeda« i »sjevernoga poprečnoga rasjeda« ugljeni sloj pada na kotu +111,20 m, dakle za puna 34 metra.

U jami Mišulinovac II rudarskim su radovima ustanovljena dva uzdužna rasjeda. Skok rasjeda nije velik, no oba rasjeda duboko zasijecaju u litosferu, jer su isti rasjedi ustanovljeni u naftonosnim slojevima, koje presjecaju u dubini od preko 600 metara.

Starost ovih rasjeda je postromboidejska, pošto su tim rasjedima presječeni i romboidejski pa i svi stariji slojevi. Poprečni su rasjedi — pošto sijeku uzdužne rasjede — mlađi od njih. Tektonska aktivnost kao da nije ovdje prestajala niti za vrijeme kvartara.

UGLJENI SLOJEVI

Koliki je broj ugljenih slojeva u ovom području razvijeno, nije do sada sigurno dokazano. Bez sumnje su dokazana dva ugljena sloja u nekadašnjem rudarskom radu Kurovica I, isto toliko i u jamskim radovima pogona Kurovica II, dok je na bušotinama dokazano i po 3 ugljena sloja.

Na bušotinama u užem području Mišulinovca II nabušena su svuda po 3 ugljena sloja, od kojih je tzv. »srednji sloj« ujedno i najdeblji, mjestimično i do 6 metara.

U području ugljenokopa u Šandrovcu poznat je 1 ugljeni sloj, a u području Ciglene 2 ugljena sloja.

Bušotine koje su bile bušene na ugljen u ovom području bile su brojčano nedovoljne, da bi dale sigurne dokaze o broju ugljenih slojeva ovoga područja, da bi omogućile sigurnu korelaciju i povezivanje.

Treba dodati još nekoliko primjedaba.

Prije svega treba spomenuti da su kod pokušaja koreliranja ugljenih slojeva uvijek iskrsavale veoma velike poteškoće, jer su posebne značajke ugljenih slojeva ovoga područja veoma varijabilna debljina slojeva ugljena i u smjeru pružanja i u smjeru nagiba, nadalje velika nestalnost u međusobnim razmacima ugljenih slojeva i konačno jaka poremećenost područja.

Pomanjkanje fosilnih ostataka pa potpuna sličnost krovinskih i podinskih popratnih naslaga još su više otežavali koreliranje slojeva ugljena. Konačno nije nađen nikakav provodni horizont koji bi poslužio kao reporni horizont koji bi bio karakterističan bilo svojim litološkim ili drugim značajkama.

U zaključku moglo bi se značajke ugljenoga ležišta na strukturi Šandrovac sažeti ovako:

- Struktura Šandrovac jedna je iz niza struktura u masivu Bilogore;

- Struktura Šandrovac izgrađena je od naslaga tercijara, koje su pokrivene kvartarnim nanosima;
- Ugljeni slojevi opasuju antiklinalu sa svih strana, no istraženi su samo djelomično na centralnom i zapadnom dijelu antiklinale, a na istočnom samo dokazani jamskim radom pogona Šandrovac;
- Izgleda da je antiklinala samo neznatno erodirana;
- Ugljeni slojevi razvijeni su isključivo u naslagama romboidejskoga horizonta, a značajka je ugljenih slojeva nestalnost u debljini slojeva, međusobnim razmacima i znatna tektonska poremećenost područja;
- Ugljen ležišta Mišulinovca je tipičan lignit, drvenaste građe, ali koji se na uzduhu već nakon kraćega stajanja, raspada u sitne čestice.

Primljeno 22. 12. 1967.

Institut za geološka istraživanja
Zagreb, Kupska 2

LITERATURA

- Bošković-Štajner Z. (1962—63): Paleontološke analize jezgara i interpretacija bušotina Šandrovac. — Fond str. dok. pod. »Naftaplina«, Zagreb.
- Bošković-Štajner Z. (1963): Abichi slojevi u dubokim bušotinama Hrvatske s naročitim obzirom na pojavu vrste Paradacna abichi (R. Hoernes). — Geol. vj., 15/2, Zagreb.
- Galović S. (1958): Nafta u raspucanom i rastrošenom temeljnom gorju na strukturi Križ. — Nafta, 9/1, Zagreb.
- Ožegović F. (1944): Prilog geologiji mlađeg tercijara na temelju podataka iz novijih dubokih bušotina u Hrvatskoj. — Vjestnik hrv. drž. geol. zav., 2/3, Zagreb.
- Ožegović F. (1956): Geološko kartiranje na NW dijelu Bilogore (od Koprivnice do Šandrovca). — Fond str. dok. pod. »Naftaplina«, Zagreb.
- Pletikapić Ž. (1962): Ferdinandovac — novo naftno i plinsko polje u Dravskoj potolini. — Nafta, 13/6, Zagreb.
- Pletikapić Ž., Gjetvaj I., Jurković M., Urbiha H. & Hrnčić Lj. (1964): Geologija i naftoplinonosnost Dravske potoline. — Geol. vj., 17., (za 1963), Zagreb.
- Poljak J. (1934): Prilog geološkom poznavanju Krndije. — Vjesn. geol. inst. kralj. Jug., 3, Beograd.
- Poljak J. (1952): Predpaleozojske i paleozojske naslage Krndije. — Geol. vjes., 2—4, Zagreb.
- Takšić A. (1960): Geološke prilike i rezultati istraživanja istražnim bušenjima u području ugljenokopa Mišulinovac. — Fond str. dok. Inst. geol. istraž., Zagreb.
- Takšić A. (1962): Geološke prilike u širem području ugljenokopa Mišulinovac na temelju istražnih bušenja u 1961 god. i prijašnjih godina. — Fond str. dok. Instit. geol. istr., Zagreb.
- Vugrinec J., Đurasek S. & Aljinović B. (1964): Interpretacija geofizičko-geoloških ispitivanja u području Šandrovac. — Nafta, 15, № 1/2, Zagreb.

A. TAKŠIĆ

DAS KOHLENLAGER MIŠULINOVAC

Das Kohlenlager Mišulinovac liegt ungefähr 11 km östlich-nordöstlich von Bjelovar an der Struktur Šandrovac. Die Fläche, an der die Kohlenflöze gefunden und abgebaut werden, beträgt etwa 15 Quadratkilometer.

Die ältesten Bergbauarbeiten datieren aus dem Jahr 1880 und haben sich seitdem an mehreren Punkten dieses Gebietes weiter entwickelt. Die Bergbauarbeiten hatten immer einen kleinen Umfang; an zwei Stellen wurden auch die Tagebaue eröffnet.

Die älteren Bergbauarbeiten waren grösstenteils im Zentral- und Südwestgebiet, die neueren an der West- und Ostflanke der Struktur geöffnet. An der Ostflanke der Struktur liegt das heutige kleine Bergwerk Šandrovac, am Südwestteil der Westflanke das Bergwerk Ciglana und nördlich von Ciglana liegen die älteren Bergwerke, die sog. Kurovica I und II und Mišulinovac II, die heute ausser Betrieb sind.

Durch tiefe Erdölbohrungen, die an der Struktur Šandrovac durchgeführt wurden, wurde eine Reihe von Ablagerungen verschiedenen Alters bewiesen. Die Serie beginnt mit Quartärablagerungen, die die darunterliegenden Rhomboidea-, Abichi-, Pannon- (oder miopliozäne Schichten) und Provalenciennesiaschichten überlagern. Unter den Provalenciennesiaschichten liegen dann die miozäne und wahrscheinlich die Schichten des Oligomiozäns, die vermutlich die Bildungen mesozoischen Alters überlagern, und schliesslich das Grundgebirge.

Die Quartärbildungen sind aus Schottern, groben Sand und Löss zusammengesetzt. In Lössbildungen findet man immer eine typische Gastropodenfauna (*Helix hispida*, *Puppa muscorum*, *Succinea oblonga*).

Die fazielle Entwicklung der Schichten des Pliozäns ist ziemlich verschieden. So sind z. B. die Schichten des Rhomboideahorizontes in zwei verschiedenen Fazies entwickelt. In der oberen oder jüngeren Fazies, die aus gröberen Sanden und sandigen Tonen besteht, sind Lignitflöze eingeschaltet; in der tieferen oder älteren Fazies dieses Horizontes dagegen, in dem Tone und Mergel überwiegen, sind keine Lignitflöze entwickelt. In dem ganzen Gebiet, das durch seichte Bohrungen und Grubenarbeiten gut untersucht wurde, wurden keine Fossilien in dem Rhomboideahorizont gefunden. Nur im Kohlenbergwerk Ciglana habe ich vor Jahren viele Exemplare von *Limnocardium dumičići* Gorj. gefunden.

Die Abichi-Schichten sind in einer Fazies von Tonmergeln und grauen und graubraunen Mergeln mit eingeschalteten Sandschichten entwickelt. Die Fauna dieser Schichtkomplexes ist ziemlich reich: *Congeria zagabiensis* Brus., *C. aff. digitifera* Andr., *Didacna otiothorum* (Brus), *Paradacna abichi* (Hoernes), *Silicopla-centina majzoni* Kővary, *S. hungarica* Kővary.

Die sedimentologische Untersuchungen beweisen, dass die Sandsteine dieser Schichten kalkarenitische Subgrauwacken sind, die überwiegend aus Quarz, Biotit, Muskovit und Chlorit ausgebaut sind. Der Zement der Subgrauwacke ist feinkörniger Kalzit mit Silt. Die Antiklinale Šandrovac ist dementsprechend ein Teil eines unbeständigen Schelfs, wo die Sedimentation im Infraneritik unter dem Einfluss der Wellenwirkung vollzogen war.

Pannon (Miopliozän) ist durch sog. Banatica- und Provalenciennesiaschichten vertreten. Die beiden Schichtserien sind in der Fazies von Mergel, Mergelkalke und Kalkmergel mit *Congeria cf. banatica* (R. Hoernes), *C. digitifera* Andrusov, *Limnocardium asperocostatum* Gorjanović, entwickelt.

Miozän ist in einer Fazies des tieferen Meeres mit Bryozoen, *Lithothamnium*, sp., *Foraminiferen* usw., und in der Fazies der Mergel mit Foraminiferen: *Nonion commune*, *N. soldanii*, *Uvigerina pygmaea*, *Orbulina universa* usw. entwickelt.

Die Ablagerungen des Oligomiozäns sind in einer Mächtigkeit von nur 35 m als Süßwassersedimente (Blätter der Laubbäume) entwickelt.

Die Quarzkonglomerate und Sandsteine, die unter den Ablagerungen des Oligomiozäns liegen, sind als mesozoische Bildungen bestimmt. Die Mächtigkeit dieser Bildungen ist nicht sicher festgestellt.

Das Grundgebirge ist auf einigen Tiefbohrungen bewiesen. Das sind glimmerige Graphitschiefer, die unter den Quarzkonglomeraten und Sandsteinen des Mesozoikums liegen.

Das Massiv von Bilo Gora hat eine Zentrallage in jenem Teil der Drausenkung, der der Republik Kroatien gehört. Eine ganze Reihe der Strukturformen baut den westlichen Teil des Massivs auf. Die Bildung dieser Struktur ist an die Längs- und Querverwerfungen verschiedenen Alters verknüpft.

Die Antiklinale Sandrovac, die im östlichen Teil des Massivs von Bilo Gora liegt, ist eine ausgeprägte Brachyantiklinale, deren Achse in der Richtung N—S liegt. Durch geophysikalische Messungen, seismische und gravimetrische, ist die Brachyantiklinale bewiesen.

In den Grubenarbeiten der Kurovica II und Mišulinovac II sind zwei Systeme der Verwerfungen festgestellt.

Die drei festgestellte Längsverwerfungen liegen parallel mit dem Streichen des Flözes, und das sind die sog. »Mittlere«, »Westliche« und »Östliche Längsverwerfung«.

Die Längsverwerfungen sind mit zwei Querverwerfungen, der sog. »Südlichen« und »Nördlichen Querverwerfung« durchschnitten. Zwischen der Längs- und Querverwerfung ist ein Teil des Kohlenflözes sehr geneigt und der Höhenunterschied zwischen der tiefsten und höchsten Kote (+ 146,00 m und + 111,0 m) beträgt ca. 34 m.

In dem Kohlenbergwerk Mišulinovac II sind auch zwei Längsverwerfungen festgestellt.

Die Querverwerfungen sind jünger als die Längsverwerfungen.

Die Kohlenflöze des ganzen Kohlenlagers von Mišulinovac sind durch folgende Merkmale charakterisiert:

- durch eine grosse Unbeständigkeit der Flözmächtigkeit
- durch ebenso grosse Unbeständigkeit der Flözentfernungen sowie
- durch stark gestörte Kohlenflöze

Die Kohlenflöze dieses antiklinalen Kohlenlagers enthalten eine ziemlich minderwertige Lignitkohle mit gut ausgeprägter Holzstruktur. Trotzdem zerfällt die Kohle an der Luft schon nach einiger Zeit in kleine Stückchen und Staub.

Angenommen am 22. Dezember 1967.

Institut für geologische Untersuchungen
Zagreb, Kupaska 2

