

NEKADAŠNJI RUDNIK ASFALTA "ŠKRIP" NA OTOKU BRAČU

Božidar KANAJET¹, Krešimir SAKAČ² i Berislav ŠEBEČIĆ³¹Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska²Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1. HR-10000 Zagreb, Hrvatska³INA, Razvoj i istraživanje, Savska 41/X, HR-10000 Zagreb, Hrvatska**Ključne riječi:** Rudnik asfalta, Povijest rudnika, Otok Brač

Nema pouzdanih podataka kad se započelo s radom u rudniku pakline (asfalta) u Škripu. Pretpostavljamo da je to moglo biti sredinom XVIII. stoljeća. Kasnije, oko 1780. poduzetnici dobivaju dozvolu za kopanje pakline i na obližnjim manjim nalazištima. U XIX. stoljeću, posebno sredinom tog stoljeća, intenzivira se vadenje prirodnog bitumena iz bituminoznih dolomita u dvjema okruglim pećima. Prirodni se bitumen rabio u jadranskom području, a osobito u Veneciji. U potrazi za asfaltom nekadašnji su rudari načinili rudnik, tj. niskop dužine približno 300 metara s visinskom razlikom 40-tak metara. Od glavnog niskopa odvajaju se hodnici s lijeve i desne strane, pa dužina svih bočnih hodnika iznosi još 300-tinjak metara. Promjenljiva je orudnjenost vjerojatan razlog napuštanja eksploatacije asfalta oko 1874. Kasniji pokušaj eksploatacije u dva kraća pokopa nije dao očekivane rezultate.

Uvod

Nedaleko od mjesta Škrip na sjevernom dijelu otoka Brača, a južno od supetarske luke, nalazi se napušteni rudnik asfalta "Škrip". To je jedno od tri dobro očuvana najstarija nalazišta asfalta u Hrvatskoj. Potrebno je istaknuti da ovo nalazište nije detaljno geološko-rudarski istraženo. Iako postoje podaci o kakvoći sirovine (M a r s c h a l l, 1856, S c h u b e r t, 1909 i drugi) i o istraživanju državnih i privatnih poduzetnika (*Steinkohlen-Gewerkschaft, Hartung, L' Asphalteine*), o samom rudniku nema objavljenog rudarskog prikaza. Stoga ovdje iznosimo vlastita zapažanja i podatke iz dostupne arhivske grade.

Geološka istraživanja na otoku Braču pokazala su da ima nekoliko razina u gornjokrednim naslagama s povišenim sadržajem organske tvari (B o r o v i ć et al., 1977). Opća njihova obilježja, s prikazom rezultata istraživanja nekolicine autora, dao je J e l a s k a (1984). On ističe da je Š e b e č i ć (1976) klasificirao bituminozne stijene Brača u dva osnovna tipa: 1. bituminozne stromatolitne vapnence (biolitite), koje je (Šebečić) otkrio na Braču, na lokalitetima Mirce, brdo Brizi i drugdje, 2. bituminozne nelaminirane dolomite kraj Škripa i u Pod Badnju. Š e b e č i ć (1979 b) povezuje većinu bituminoznih pojava u karbonatnim stijenama Vanjskih Dinarida s pukotinskim, rasjednim ili brečastim zonama uz rubove tektonski uzdignutih struktura. Osim geoloških ispitivanja su i geoelektrička svojstva bituminoznih nalazišta (Š e b e č i ć i V u č k o v i ć, 1978), pa je prema specifičnim električnim otporima utvrđeno da se većina nalazišta odlikuje nižim vrijednostima, tj. pretežno manje od 1.000 Ω u odnosu na jalove podinske i krovinske karbonatne stijene. To je odraz

Key-words: Asphalt mine, Mine history, Island of Brač

No reliable data exist on the beginning of work in the asphalt mine at Škrip, however, we suppose it could have been in mid-eighteenth century. Later on, about the year 1780, entrepreneurs got permission to excavate asphalt also on minor locations in the vicinity. In 19th century, particularly by the middle of this century, production of natural bitumen from bituminous dolomites was intensified and it was carried out in two round furnaces. Natural bitumen was used in the Adriatic region, particularly in Venice. Searching for asphalt, miners of those times made a mine, i.e. an inclines of some 300 m length with the approximate altitude difference of 40 m, and shorter lateral galleries and inclines in the length of further 300 m. Bitumen is differently infiltrated and/or impregnated in dolomites. Due to this relatively variable stockwork, exploitation was probably terminated by the year 1874. A later try of exploitation with two shorter adits not meet the expected results.

jačeg utjecaja vlage na bituminozne poroznije karbonatne stijene od samog bitumena, pa je moguće indirektno podzemno otkrivanje bituminoznih ležišta u zavodnjenim terenima. Tako je procijenjena debljina bituminoznih stromatolitnih vapnencu na brdu Brizi od 4 do 8 m, pa i više, dok su naslage bituminoznih dolomita u Škripu debljine približno 20 m. Na temelju satelitskih snimaka utvrđeno je da se većina (2/3) bituminoznih nalazišta u Vanjskim Dinaridima nalazi na sjecištu ili uz sjecišta starijih rasjednih sustava pružanja NW-SE i mladih rasjednih sustava pružanja NE-SW, a dijelom NW-N/SE-S. Uz to, položaji bituminoznih nalazišta mogu biti epicentri jakih potresa (Š e b e č i ć, 1979 b).

Identificirani su mnogi rasjedi pružanja NE-SW koji do tada nisu registrirani, npr. poprečni rasjed Škrip - Donji Dolac u sklopu rasjedne zone otok Hvar - Brač - kopno Mosor. Ranije su površinska nalazišta ugljikovodika povezivana s tektonikom reversnih rasjeda, odnosno navlačenja s pružanjem rasjeda NW-SE desetak pa i više kilometara (K o š ć e c, 1972), s tumačenjem da ih je takva tektonika mogla sačuvati, ali i degradirati. E r c e g o v a c et al. (1981) prikazuju organsko-petrografska istraživanja kerogena, te organsko-kemijska ispitivanja bitumena iz senonskih dolomita Škripa. Isti je autor u prilogu rada J e l a s k a i O g o r e l e c (1983) dao cjelovit prikaz obilježja i sastava prirodnog bitumena i kerogena otoka Brača. Škripski bituminozni dolomiti pripadaju prema J e l i n i ć u et al., (1994) dijelu kampanskih naslaga formacije Pučišća (G u š i ć i J e l a s k a, 1990). U navedenim radovima piše da se glavnina bituminoznih i kerogenih stijena na Braču nalazi u predjelu Smričja (Smirče, S o l d o, 1978) blizu Mirca,

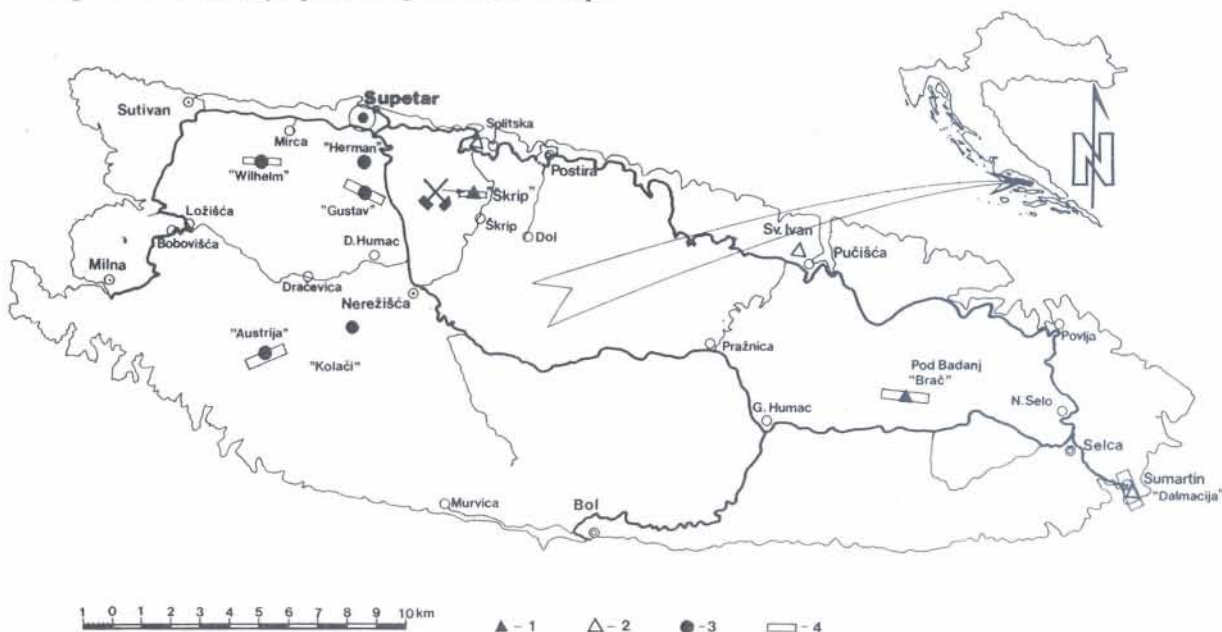
(jugoistočno od Sutivana) te u brdu Brizi (južno od Supetra) unutar senonskih vapnenačkih naslaga, zatim u senonskim dolomitima kraj Škripa i u Pod Badnju. Pojave bituminoznih vapnenaca od Kolača u središnjem dijelu Brača (sl.1) gornjoturonske su starosti (K r a n j e c et al., 1964).

Tijek rudarskih radova

O početku dobivanja prirodnog asfalta u Škripu

eksploataciju preuzimaju na Braču rudarska tvrtka *Steinkohlen - Gewerkschaft*, kao i poduzetnici koji dobivaju koncesije za rudna polja-samorove.

Otuda nazivi pojedinih rudnih polja kao što su "Hermann" i "Gustav" u okolici brda Brizi, "Wilhelm" poviše sela Mirce. "Austrija" na Stičenom brdu nedaleko sela Podhume ili "Dalmacija" u Sumartinu (T o m a š i ć, 1949). Međutim niti na jednom od tih



Sl. 1. Nalazišta prirodnog bitumena

- 1 - bituminozni dolomiti
- 2 - asfaltozni vapnenci
- 3 - kerogeni vapnenci
- 4 - stara rudna polja

Fig. 1. Occurrences of natural bitumen

- 1 - bituminous dolomites
- 2 - asphaltous limestones
- 3 - kerogenous limestones
- 4 - old mine fields

nema podataka. Prema nekim naznakama to je moglo biti sredinom XVIII. stoljeća (O ž e g o v i ć, 1949). Na to upućuju arhivski podaci o kopanju fosilnih ugljena, tj. kerogenih stromatolitnih vapnenaca (prije zvani bituminozni ili uljni škripljavci) na području Smričja. S o l d o (1978) navodi da je artiljerijski poručnik *Jeronim Billio* zajedno s *Dominikom Stressijem* dobio 1782. investituru vađenja fosilnog ugljena u cijeloj Dalmaciji. Billio je "ugljen" odvažao do Sutivana, a dalje su ga otpremali trabakulom do korisnika. Dozvolu za kopanje pakline u Martinici (blizu Sv. Martina) ili Smirči dobili su potom domaći poduzetnici. Očito zbog slabog rezultata na Smirči radovi su prestali. Kako se nije radilo o fosilnom ugljenu već o paklini Billio nije mogao spriječiti kopanje pakline domaćim poduzetnicima. Neuspjeh kod Mirce nije umanjio interes poduzetnika. Vjerojatno je već u to vrijeme uspjeh u Škripu, u drugoj polovici XVIII. stoljeća, pobudio znatan interes, koji se posebno isticao sljedećeg stoljeća, pa i u vrijeme francuske okupacije Dalmacije (O ž e g o v i ć, 1949), a osobito nakon tog razdoblja u vrijeme Austro-Ugarske uprave, kad rudarska istraživanja i

rudnih koncesija nisu obavljani veći radovi, pa je njihova vrijednost ostala nedovoljno poznata.

O rudniku u Škripu objavljeno je nekoliko kraćih izvješća u onodobnom dnevnom tisku (J u r o n i ć, 1971). Tako se "Cava d'asfalto sulla Brazza" spominje u "Gazetta di Zara" u broju 97 iz 1843. U "Mare Adriatico" pak 1848. dr. Vilim Menis navodi da su tijekom 4 godine u rudniku proizvedene znatne količine pakline. Bitumen koji se dobio zagrijavanjem bitumenske stijene odvozio se korisnicima u Veneciju i druge luke Jadrana. Koliku se važnost pridavalo rudniku i njegovoj proizvodnji objašnjava podatak da su proizvodi iz Škripa prikazani zajedno s ostalim asfaltima iz Dalmacije na izložbi u Parizu 1855. gdje je bilo prisutno 30 izlagača iz Francuske, Austrije, Bavorske, Španjolske, Portugala, Kanade i Meksika (M a r s c h a l l, 1856).

Slijedećih godina nastupile su znatne teškoće. Odlučeno je da se rudnik prepusti privatnicima. U listu "Il Dalmatia" u broju 31 od 19.4.1873. piše da su rudnik, tj. rudarsko pravo kupili Francuzi, pa se iskazuje želja za dobar uspjeh. Novi korisnik bio je "L'Asphaltienne"-*Societe Anonyme des Asphaltes et des*

Bitumens de L'Adriatique, Paris. Pokušaj eksploatacije nije uspio. Smatrajući da je nalazište iscrpljeno francusko je poduzeće odustalo od kupnje rudnika. Ni rudarski poduzetnik *Heinrich (Enrico) Hartung* iz Trogira nakon produženja dozvole iz 1874. za kopanje asfalta u području rudarske kapetanije Split i Sinj (odnosila se i na otok Brač i Vinišće kod Trogira) nije dalje pokazivao interes za rudarenje pa je s tim definitivno prekinuta svaka aktivnost rudnika u Škripu. Mnogo godina nakon toga, 25. XII. 1967. objavljeno je u splitskim novinama "*Slobodna Dalmacija*" kako su nastojanjem Skupštine općine Brač, Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta u Zagrebu i Privredne komore Split započeli radovi u Škripu u nastojanju obnove eksploatacije. Poticaj za ta istraživanja bila je izgradnja više od 5000 km autocesta u Italiji, gdje se suvremeni kolovozi grade dodatkom punila od prirodnog asfalta u masu za asfaltiranje. Tom su prilikom prvi autor (*Kanajet*) i studenti RGN-fakulteta na ljetnoj praksi 1967. geodetski snimili i kartirali plan eksploatacijskog polja i hodnike rudnika u mjerilu 1:1.000. Na slici 2 je samo dio tog plana precrtan, a crtkano je naznačena nova asfaltna cesta. Na tom rudarsko-mjeračkom planu izrađena je geološka karta nalazišta bez detaljnog kartiranja asfaltnih izdanaka (Š i k i ć, 1968).

Oblik i sastav ležišta.

Stijena iz koje se dobiva bitumen u Škripu je senonski tamnosivi do svjetlosivi kristalinični dolomit, koji je dijelom porozan i bituminozan, pa je takav nazivan i "pjeskoviti dolomit". Dimenzije lećastog ležišta bituminiziranog dolomita nisu točno utvrđene, jer nije bilo sistematskog bušenja na širem području, već samo plitko bušenje na užem istočnom dijelu, tj. tamo gdje se nalaze izdanci. Otud su i razlike u procjeni debljine mineralizacije, koja je prema nekim autorima 18-20 m (O ž e g o v i ć, 1949), dok drugi ističu samo debljine slojeva bituminoznog "pjeskovitog" dolomita 0,5-1,8 m (B o r o v i ć et al., 1977). U podini ležišta su krupnozrnati dolomiti i uslojeni vapnenci senona, a u krovini pločasti do uslojeni dolomitični vapnenci s veoma malo infiltriranog bitumena. Završno su bijeli, svjetlosivi do smeđi sitnozrnati i krupnozrnati vapnenci, ponegdje dolomitični, poznati kao "brački mramor", a nalaze se u starom i u novom aktivnom kamenolomu "Škrip".

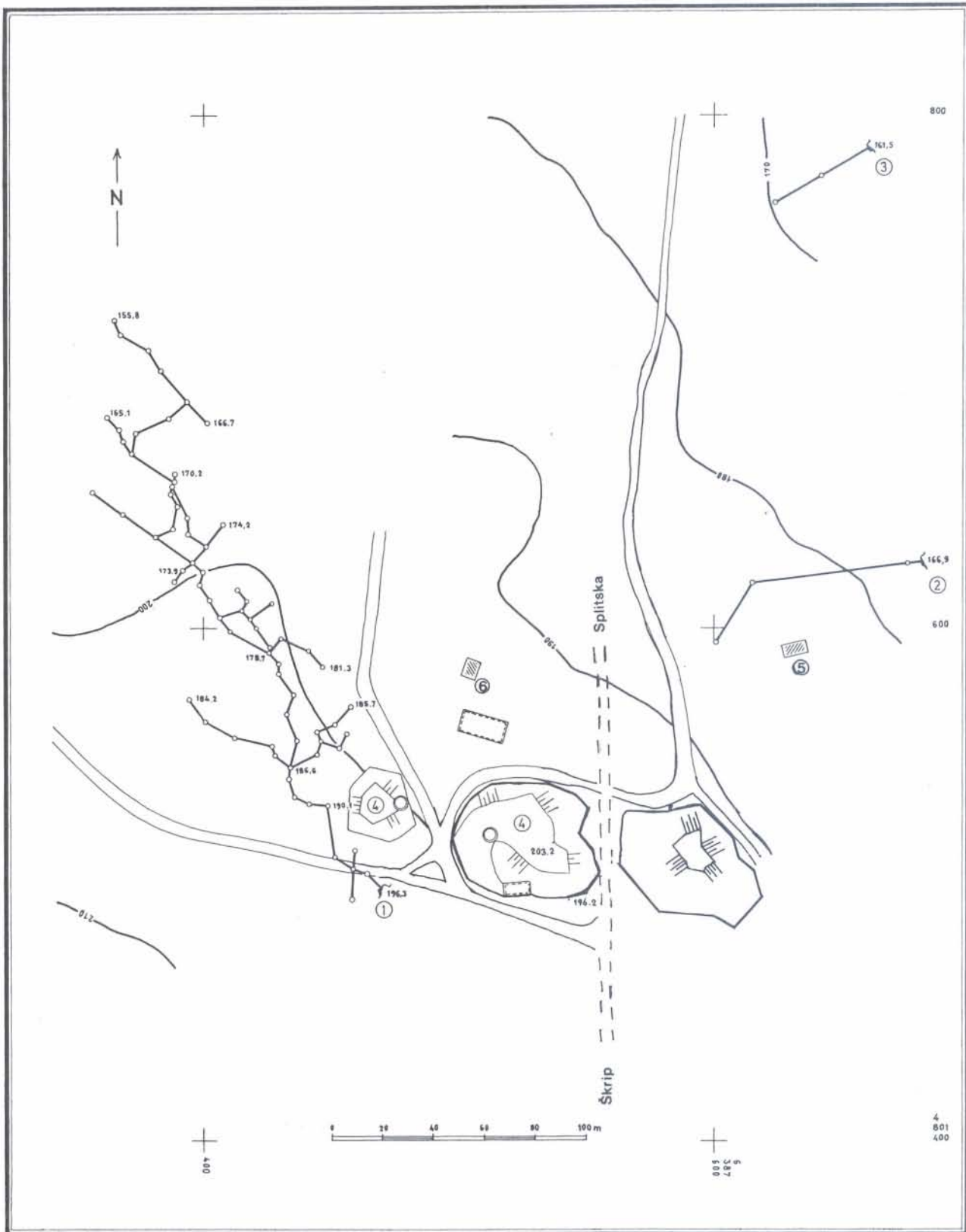
Sastav i kakvoća asfaltne rude

Analiza uzoraka asfalta Škripa (L o v r e č e k, 1968) pokazuje da je sadržaj bitumena vrlo varijabilan, od tragova bitumena (0,09%) do visokih sadržaja (14,28%). Prema starijim analizama koje su označene sa "Brač", a najvjerojatnije se odnose na Škrip, sadržaj bitumena doseže čak 10-40 % (M a r s c h a l l i, 1856, B a u č i ć, 1943). Po dosadašnjim spoznajama o sadržaju bitumena može se zaključiti da su u XIX. a dijelom i u XX. stoljeću

za analizu često odabirani primjerci bogatiji s prirodnim bitumenom, pa su mogli povećati procjenu realnog prosječnog sadržaja bitumena u nalazištu. Pokazalo se da je više analiziranih uzoraka iz jednog nalazišta, u odnosu na prijašnje analize istog nalazišta, obično pokazalo manji srednji sadržaj bitumena. Za prvih 5 odabranih uzoraka "bračkih asfalta" srednji sadržaj bitumena bio je 15,22%. Za kasnije odabranih 19 škripskih uzoraka srednji sadržaj bitumena je 6,74%, dok je za 26 uzoraka analiziranih 1968. 3,57%, pa se procjenjuje da ovaj posljednji podatak daje najrealniji sadržaj bitumena.

Od ukupno 45 analiza škripskih uzoraka dobiven je srednji sadržaj bitumena od 4,91%. Sadržaj bitumena samo u pripovršinskim asfaltnim uzorcima varira od 0,09% do 2,18%, aritmetička je sredina od 8 uzoraka 0,92%. Ovi pripovršinski uzorci su dio od 26 uzoraka uzetih iz plitkih bušotina na istočnom dijelu ležišta. Ukoliko bi u proračun srednjeg sadržaja bitumena uljučili i 5 analiza "bračkih asfalta" tada bi se on povećao na 5,94% (za 50 analiza).

B a r i ć (1975) i E r c e g o v a c et al. (1981) započeli su organskogeokemijska i organskopetrografska ispitivanja kako bituminoznih tako i kerogenih naslaga Dalmacije i našli su da su bitumeni Škripa epigenetski, te da pretežno pripadaju polučvrstim asfaltima sa srednjim stupnjem refleksije (Rm), približno 0,10 Rm, zatim gilsonitima s 0,15-0,25 % Rm, te izuzetno sjajnoj smoli s oko 0,33% Rm (E r c e g o v a c et al. 1981). U kerogenu Škripa prevladava sapropelni tip (I) ali je nazočan i sapropelno-ugljeviti tip (II). Prema stupnju refleksije vitrinita čije prosječne vrijednosti variraju oko 0,48% Rm, može se zaključiti da kerogeni ovih karbonatnih stijena nisu zreli za generiranje ugljikovodika, pa stoga ne mogu biti matične stijene, već samo rezervoar stijena ugljikovodika. E r c e g o v a c (1983) je utvrdio da uzorak iz Škripa sadrži 17% organske tvari, a od toga je 84% bitumena, što je sveukupno 14,28%. Nalazi bitumena vezani su za pukotine, kaverne i prsline, a ponegdje i za migraciju ugljikovodika koji se prema E r c e g o v a c u (1983) odvija u više faza, ali ne zna se iz kojih matičnih stijena. Prema analizama CaCO₃, tj. CO₂ i CaSO₄, tj. SO₃, iz uzoraka stijena iz kojih je predhodno ekstrahirani bitumen (L o v r e č e k 1986), računski zaključujemo da su bitumenske stijene vapnenci s 53,2- 98,2% CaCO₃ te samo 0,5-1,5% CaSO₄. Prema ovim analizama može se samo jednostrano procijeniti sastav karbonatnih stijena, jer treba još analizirati MgO i CaO. Čini se mogućim da su se među analiziranim uzorcima nalazili pretežno kalcitni dolomiti i dolomitizirani vapnenci, a ne isključuje se i nekoliko uzoraka čistih vapnenaca. Dolomiti su dokazani diferencijalno - termičkom analizom (DTA) (Š e b e č i ć, 1979a). Smatra se da je sumpor vezan za pirit i/ili metaloorganske komplekse i da ih ima svega oko 0,22% do 0,57%. Prema položaju velikog izdanka na zapadnoj padini jaruge,



Sl. 2. Jamska karta nekadašnjeg rudnika asfalta "Škrip"

- 1 - stara jama, niskop
- 2,3 - novi rudarski radovi
- 4 - okrugle peći
- 5 - nova peć
- 6 - ostaci rudničkih zgrada

Fig. 2. Map of former asphalt mine "Škrip"

- 1 - old mine, slope
- 2,3 - new mining works
- 4 - round furnaces
- 5 - new furnace
- 6 - remains of mine buildings

koji je istraživani plitkim 10 metarskim bušotinama i eksploatiran raskopima i potkopima, te prema položaju slojevitih i lećastih izdanaka asfaltnih dolomita i dolomitiziranih vapnenaca u jami, tj. u niskopu, hodnicima, kraćim uskopima te kavernama, može se zaključiti da su rudari asfaltne karbonatne stijene samo dijelom dosegli i iskopali. Zato bi mogli na temelju budućih geofizičkih ispitivanja te rezultata bušenja provjeriti jesu li rudari ispravno postupili kad su napustili rudnik. Pretpostavljamo da su vertikalni rasjedi pružanja N-S mogli biti presudni za migraciju i akumulaciju ugljikovodika, odnosno bitumena u karbonatne kolektore, kao i za okršavanje i nastanak kaverna. U dvorani najdublje dijela jame vidi se vertikalni rasjedni sustav pružanja NW-SE. Prema dosadašnjoj spoznaji ne može se sa sigurnošću tvrditi radi li se o jednom nepravilnom asfaltnom tijelu, ili što je vjerojatnije, o dva ili čak nekoliko rudnih tijela koja su nastala tijekom paleotektonskih pokreta. Iz procjene 10 plitkih bušotina, dubina 5-10 m, smještenih na površini asfaltnog izdanka, utvrđeno je da se nakupljanje prirodnog bitumena u dolomitu odvijalo u više zona debljina od 0,5 do 3 m.

Rudarske jame

Napušteni rudnik asfalta "Škrip" na otoku Braču sastoji se od tri rudarske jame (sl. 2). Glavna je najstarija (1750) koju mještani nazivaju *Minjera* prema talijanskom *miniera*. To je jama koje se ulaz nalazi tik uz cestu što iz Splitske vodi u Škrip. Od Splitske udaljena je oko 1,5 km prema visu Humačac (kota 249), do mjesta Škrip ima oko 1 km. Druge dvije rudarske jame su istražni potkopi. Nalaze se na zapadnom boku strme jaruge koja se postupno otvara prema Splitskoj, a od stare jame "Minjere" udaljeni su 100-tinjak metara u smjeru sjeveroistoka.

Stara jama

Stara je jama splet podzemnih jamskih hodnika i prostorija, gdje se od središnjeg niskopa, pružanja jugoistok-sjeverozapad, odvajaju u raznim smjerovima kraći hodnici i niskopi. Glavni je niskop jako vijugav, s čestim naglim promjenama pružanja. Uz to, uslijed brojnih pregiba, nagib mu nije ujednačen. Ulaz u jamu je na koti 196,3 m, a kraj na koti 156,6 m, pa je visinska razlika 39,7 m, što čini prosječni nagib niskopa od 13%.

Ukupna dužina glavnog niskopa kojim se može nesmetano kretati je oko 307 m. Od njega se odvajaju 5 lijevih jugozapadnih, te 6 desnih sjeveroistočnih hodnika. Ukupna dužina sporednih jamskih prostorija iznosi oko 305 m, tako da je ukupna dužina svih hodnika i niskopa oko 612 metara. Jamske prostorije radene su bez standardnog profila, pa su pojedini dijelovi jako uski, širine oko 1,5 m i visine oko 1,8 m. Postoje brojna proširenja i do 10 m, a visine i do 5 m. Većinom se nalaze na križanjima,

odnosno na mjestima odvajanja bočnih hodnika. Veličinom se ističu dvije jamske dvorane. Jedna ima ravni pod, široka je oko 5 m i dugačka 20 m. Od ulaza je udaljena samo 20 m. Druga, veća dvorana u najdubljem dijelu jame, nepravilnog je oblika (tlocrt ima oblik dinosaura), strmog je poda dužine oko 45 m i širine do 20 m. Neravnog je svoda s visinom koja doseže i do 8 m. Takva neujednačenost u jami bila je vjerojatno i zbog velikih razlika u količini asfalta u dolomitnoj stijeni. Asfalt se pojavljuje malogdje kao sloj debljine nekoliko centimetara ili decimetara, većinom je "ubrizgan" u stijenu poput neujednačenih impregnacija ili ispuna tankih prslina i finih pukotinskih sistema. Ne može se dakle govoriti o nepravilnom orudnjenom ležištu asfalta određenih dimenzija i jednolikog prostiranja, već o nepravilno orudnjenom dolomitu u kojem se glavna mineralizacija potpovršinski protezala u smjeru NE. Budući da tadašnji rudari nisu mogli utvrditi pravo protezanje orudnjenja bili su prisiljeni pronalaziti ga i pratiti izradom jamskih hodnika ili niskopa. Pri tom su bila neizbježna lutanja, što potvrđuje krivudavost jamskih hodnika i niskopa. Na mjestima pogodnije mineralizacije osnovni se niskop, odnosno ogranak, proširivao do veličine iskopa u granicama sigurnosti podzemne eksploatacije. Na taj način jamski su radovi bili u prvom redu istražni, ali ujedno i eksploatacijski otkopi. Promjene pri "tjeranju" niskopa i drugih jamskih prostorija, kao i razlike u njihovom nagibu, bili su uzrokovani još i time što je dolomitna stijena u znatnoj mjeri bila okršena. Prilikom izrade jame nailazilo se na mnoge veće pukotine, male kaverne i špilje, te druge potpovršinske krške pojave. One su pri promjeni smjera jamske prostorije pogodovale napredovanju jame, otvarale su mogućnost lakšeg probijanja bočnih ogranaka i proširivanja jame obično tamo gdje je to bilo poželjno i korisno.

Odvodnjavanje i provjetravanje

Okršenost dolomitne stijene s pratećim podzemnim šupljinama pogodovala je prirodnom dreniranju oborinskih voda. Zahvaljujući sistemu pukotina i znatnoj dubini talnih voda (do razine mora je više od 150 m) vode se brzo gube u podzemlje. Jama je samo na nekim mjestima umjereno vlažna, a dva hodnika su djelomično potopljena. Osim toga pukotine koje dopiru na površinu omogućuju zadovoljavajuće prirodno provjetravanje jame i u njezinom najdubljem dijelu. Loše provjetravanje i zagušljivost mogli su nastupiti jedino prilikom miniranja homogenih dolomita. Prirodna drenaža oborinskih voda i prirodno provjetravanje jame su pogodnosti zbog kojih rudari nisu imali potrebe izrađivati vjetrena okna, odnosno uskope, tako da je jama ostala zatvorena cjelina sa samo jednim otvorenim kontaktom s površinom.

Način jamskog rada

Jama nije podgrađivana, jer je čvrstina stijene omogućila sigurno probijanje i održavanje jame. Do danas očuvani malobrojni ostaci i tragovi drvene podgrade dokazuju da se podgrađivanju pribjeglo samo na nekoliko kritičnih mjesta. Na tim mjestima naknadno je došlo do manjih urušavanja blokova, češće sa svoda jame, no i to u manjem opsegu, tako da je jama skoro u cijeloj dužini i danas, gotovo stoljeće i pol nakon njezinog napuštanja, uglavnom sigurna za posjećivanje i boravak. U pojedinim dijelovima jame, osobito na čelima, tj. završecima jamskih hodnika, ostali su sačuvani tragovi bušenja pa i čitave bušotine namijenjene miniraju. Promjer im je 28 mm, a dubina 30-40 cm. Kako su radovi izvođeni u XVIII. i prvoj polovici XIX. stoljeća bušotine su se mogle raditi samo ručno, tj. klinom i batom, što je bilo na uobičajenoj razini tadašnje rudarske tehnologije. Miniralo se pomoću crnog baruta. Bušotine su razmještene u pravilnom rasporedu, tj. po tri na oba boka u čelu radilišta, te dvije pod stropom. Isti raspored bušotina uočen je i u istodobnim rudnicima boksita "Minjera" u Istri (Sakač et al., 1993).

Transport rude

Nema sačuvanih podataka, a niti tragova, pomoću kojih bi se moglo zaključiti o načinu iznošenja rude i jalovine iz jame. Za pretpostaviti je da se to obavljalo drvenim sanducima, što je bilo uobičajeno u rudnicima Europe u ono vrijeme. Međutim iznošenje materijala iz jame bilo je sigurno sve teže što je bila veća udaljenost od ulaza, jer se ruda morala vući po strmom uskopu. Toj poteškoći doskočili su rudari na originalni način. Korisna se supstancija svakako morala iznijeti na površinu. Međutim jalovina, koje je bilo mnogo, tek je dijelom iznešena, dok je znatan njezin dio ostavljen u jami. Do danas ona je ostala sačuvana u svim dijelovima jame u obliku majstorski izrađenih suhozida, kojima su pažljivo obzidani bokovi hodnika i niskopa, jednako kao i proširenja rudarskih prostorija u jami. Pri slaganju suhozida veći su komadi ugrađeni u njihov donji dio, naviše slijedi kamenje pravilnijeg oblika, dok se iza suhozida, gdje je god to bilo moguće, odlagalo sitnije kamenje. Stoga su jalovišta na površini s obzirom na veličinu jame manja od očekivanih.

Količina iskopane pakline i jalovine

Nisu nam poznati podaci o količini proizvedene pakline u rudniku u Škripu. Moguće je tek procijeniti koliko se moglo dobiti asfalta iz cjelokupnog otkopa jame. Kako još ne postoji detaljna izmjera jame, već samo poligonski vlak, to se ukupna količina otkopane rude, odnosno njezin volumen, može približno izračunati. Uz pretpostavljenu prosječnu širinu jamskih prostorija oko 2,5 m, te visinu oko 2,0 m, izlazi da je ukupni volumen otkopane rude u tim dijelovima 612 m duge jame iznosio oko 3000 m³. K tome treba dodati oko 5000 m³ rude otkopane u

proširenim dijelovima jame umanjeno za približno 1000 m³ ugrađeno u suhozide u jami. Prema Marschallu (1856) srednji sadržaj asfalta u rudi s otoka Brača, tj. Škripa, bio je oko 10%, što bi značilo da se od ukupnih 8000 m³ u jami otkopanog bituminoznog dolomita moglo dobiti maksimalno oko 800 t asfalta. Veći dio rude prerađivan je u samom Škripu, što dokazuju dvije peći uz samu jamu, kao i jalovište iskorištene rude s približno 5000 m³ jalovine. Moguće je da je količina jalovine prvotno bila veća, no jalovište je umanjeno prilikom gradnje nove ceste Splitska-Škrip, a moguće je korišteno i u druge svrhe. Osim toga Marschall (1856) navodi kako je ruda s otoka Brača i drugih nalazišta brodovima, odn. dvama trabakulima, odvažana u Veneciju za potrebe tamošnje tvornice u Guidecci. Tvornica, vlasništvo baruna Rotschilda proizvodila je od god. 1842. godišnje oko 15000 metričkih centi asfalta. U tvorničkom postrojenju ruda je usitnjavana u mlinu parnim strojem jačine 24 KS. Usitnjena ruda mogla se na taj način bolje iskoristiti, što nije bio slučaj u Škripu, gdje je drobljenje rude obavljano očigledno ručno, na što upućuje neujednačena granulacija iskorištene rude u jalovištu. U istom izvoru je podatak da je u dalmatinskim nalazištima bituminozne rude bilo u navedenom razdoblju, sredinom XIX. stoljeća zaposleno 40 radnika.

Novi rudarski radovi

Dva kraća istraživačka potkopa, koja se nalaze istočno od stare jame, izrađeni su modernijim načinom sa željom da se zahvati bočni dublji dio mineralizacije. Stoga su ulazi u potkope locirani znatno niže od ulaza u staru jamu, tj. na koti 166,9 m (potkop je označen sa 2 na slici 2), a kraći sjeverni potkop je na koti 161,5 m (3 na sl. 2). Dužina većeg potkopa je 93 m, dok drugi manji ima samo 40 m. Potkopi su rađeni standardno s visokim pravilnim profilom te blagim nagibom od 4°. Sav otkopani materijal odložen je u jaruzi nedaleko od ulaza u potkope.

Dobivanje asfalta

Prirodni se bitumen ekstrahirao zagrijavanjem bituminoznog dolomita u dvije ovalne peći koje se još nalaze u blizini ulaza u staru jamu, neposredno uz stara jalovišta. Obje su peći djelomično zarušene. Bolje je sačuvana peć na zapadnoj strani (sl. 3), dok je istočna zatrpana jalovinom. Promjer peći je 6,5 m, očuvana visina je oko 3,5 m, a debljina obzida u gornjem dijelu 60 cm. Pri dnu peći je 8 ložišta u pravilnim razmacima. Širina im je 40 cm, na dnu ložišta su 20 cm široki ispusti. Ložišta su obzidana dvoredom cigala veličine 28 x 13 x 4 cm. Peći su građene od grubo obrađenog kamena i ponešto cigala, s vapnenim vezivom. Svod nije sačuvan, jer se s vremenom urušio, pa su peći s gornje strane otvorene. Nije nam poznato čime se ložilo, ali pretpostavljamo drvom. Nova peć (sl. 4), drugačijeg oblika, nalazi se u

blizini novog potkopa. Oblika je kuće s približnim dimenzijama 8 x 3,5 x 4 m. Na sjevernom zidu je 5 ložišta širine 50 cm, od kojih su dva krajnja zazidana. Na zapadnoj strani je ulaz, na zabatu je povišeni otvor, a na južnoj su strani dva, možda naknadno, ugrađena otvora. Krov je pokriven kamenim pločama. Ta peć vjerojatno, zbog neuspjelih radova u novim potkopima, nije ni korištena. Peć je naknadno djelomično izmijenjena prilagodbom za novu namjenu, a danas je to mala poljska gospodarska kućica.

Prijedlog moguće buduće uporabe

Kakva će biti buduća namjena rudnika i kako



Sl. 3. Ostaci okrugle peći
Fig. 3. Remains of round furnace



Sl. 4. Novija peć
Fig. 4. Newly furnace

riješiti pitanje očuvanja i eventualne obnove rudarske baštine? Smatramo da rudnik dopunjen rudarskim alatom može služiti za znanstveno-nastavne i turističke svrhe. To ovisi o Turističkom društvu otoka Brača i "Jadrankamenu" iz Pučišća. Nastavnici Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta sigurno će neposredno pomoći u ostvarivanju te zamisli, koja je od velikog značenja za rudarsku baštinu Hrvatske. S obzirom na dobru očuvanost stare jame i novih niskopa, kao i relativno dobru očuvanost pratećih

rudarskih objekata, predlažemo da se oni zaštite odgovarajućim zakonom. Bivše rudarsko eksploatacijsko polje "Škrip" moglo bi služiti za edukaciju pri terenskoj nastavi i to za studente geologije, rudarstva, geodezije domaćih i inozemnih sveučilišta, a također u turističke svrhe.

Zaključak

Nedaleko od mjesta Škrip, na sjevernom dijelu otoka Brača a južno od supetarske luke, nalazi se napušteni rudnik asfalta "Škrip". Pretpostavlja se da se s rudarenjem započelo oko 1750., a prestalo oko 1874., da bi se kasnije na kratko pokušala obnoviti eksploatacija, ali bez očekivanih rezultata. U podzemnom traženju asfalta načinjen je glavni niskop (307 m), te bočni hodnici i niskopi (305 m) tako da je ukupna dužina jame oko 612 metara, dok je visinska razlika oko 40 metara. U jami se ističu dvije dvorane, jedna u obliku elipse u blizini ulaza i druga nepravilnog oblika na kraju niskopa.

Rudarskim je radovima utvrđeno da u rudniku nema suvislog asfaltnog tijela već postoje najmanje dva. Dvorane su posljedica iskopavanja povećanog orudnjenja. U glavnom niskopu i bočnim hodnicima najčešće je bitumen samo mjestimično ubrizgan, a samo ponegdje nalaze se tanki slojevi asfalta, pa je to najvjerojatnije razlog odustajanja od eksploatacije. Sadržaj bitumena u uzorcima dolomita dobivenih pri površinskom plitkom bušenju iz istočnog dijela nalazišta je nizak (0,09%-2,18%), dok je iz istočnih potkopa (2,44%-3,19%) i zapadne jame (2,63%-9,40%) viši. Na temelju 26 analiza učinjenih 1968. utvrđen je srednji sadržaj 3,57% bitumena u škripskom nalazištu. Iz dosada prikupljenih i analiziranih 45 uzoraka srednji sadržaj bitumena je 4,91%. Ovaj viši "srednji" sadržaj odraz je utjecaja prirodnim bitumenom bogatijih uzoraka iz početka XIX. stoljeća.

Zbog prirodne cirkulacije zraka u jami nije izgrađeno vjetreno okno, a zbog prirodne drenaže nije bilo potrebno ni odvodnjavanje oborinskih voda. Očuvani su tek malobrojni ostaci drvene podgrade, što dokazuje da je bilo tek nekoliko kritičnih mjesta koje je trebalo osigurati od urušavanja krovine. Na čelu svakog hodnika i niskopa ostali su sačuvani tragovi bušenja klinom i batom i miniranja crnim barutom. Asfaltna je ruda iznošena iz jame, dok je najveći dio jalovine ugrađivan u suhozide s kojima su obzidavani bokovi glavnog niskopa i nekih bočnih hodnika. Procjenjuje se da je otkopano oko 4590 m³ asfalta i jalovog dolomita. Prema izvedenim rudarskim radovima može se zaključiti da je iskopan samo dio asfaltne sirovine, te bi eventualna nova geofizička istraživanja mogla potvrditi jesu li rudari ispravno postupili i opravdano napustili rudarenje. Iz asfalta ekstrahirano je prirodni bitumen u dvije još dijelom sačuvane okrugle peći i prodavan duž hrvatske obale, a dio je i izvožen u Veneciju.

Predlažemo otvaranje rudnika u znanstveno-nastavne i turističke svrhe. Za to je potrebno urediti unutrašnjost jame, pribaviti alat i pribor iz doba rudarenja, obnoviti jednu okruglu peć i urediti okoliš. Novija peć mogla bi se urediti kao izložbeni prostor i odmorište. Za znanstveno-nastavne svrhe bilo bi potrebno izraditi geodetski detaljni nacrt jame, pribaviti satelitske i aerofotogrametrijske snimke za geološku interpretaciju, izraditi geološku kartu, geološki kartirati jamu, provesti geofizička istraživanja, odrediti položaj orudnjenja i analizirati uzorke za vrednovanje nalazišta.

Primljeno: 11.I.1995.

Prihvaćeno: 20.VI.1995.

LITERATURA

- B a u č i ć, F. (1943): Dalmatinski asfalt. *Tehnički vjesnik-Gradevinarstvo*, 9-10, 307-311, Zagreb.
- B o r o v i ć, I., M a r i n č i ć, S., M a j c e n, Ž. i M a g a š, N. (1977): Tumači za listove Vis, Jelsa, Biševo, Svetac i Jabuka. Osnovna geološka karta 1:10000. Savezni zavod Beograd, 37-38, Beograd.
- E r c e g o v a c, M. (1983): The problem of genesis of bituminous limestones of the Upper Cretaceous and Palaeogene on the island Brač. U: Jelaska, V. & Ogorelec, B.: The Upper Cretaceous Depositional Environments of the Carbonate Platform on the Island of Brač, 4th I.A.S. regional Meeting, 108-112, Split.
- E r c e g o v a c, M., V i t o r o v i ć, D., H o l l e r b a c h, A. i J e l a s k a, V. (1981): Organopetrografske i organokemijske karakteristike gornjokrednih krečnjaka sa bitumijama u Splitskoj i Škripi (Brač). *Radovi Znanstvenog savjeta za naftu JAZU, serija A*, 8, 329-338, Zagreb.
- G u š i ć, I. & J e l a s k a, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača. Djela Jugosl. akad. znan. umjetn. 69, Razred za priir. znan., str. 160, Zagreb.
- J e l a s k a, V. (1984): Bituminozne stijene otoka Brača. *Brački zbornik*, 14, 39-42, Supetar.
- J e l a s k a, V. & O g o r e l e c, B. (1983): The Upper Cretaceous Depositional Environments of the Carbonate Platform on the Island of Brač. 4th I.A.S. regional Meeting, 108-112, Split.
- J e l i n i ć, G., J e l a s k a, V. i A l a j b e g, A. (1994): Upper Cretaceous Organic-Rich Laminated Limestones of the Adriatic Platform, Island of Hvar. Croatia, *Bulletin AAPG*, 78, 8, 1313-1321.
- J u t r o n i ć, A. (1971): Bibliografija otoka Brača. *Brački zbornik*, 9, 341, Supetar.
- K o š č e c, B. (1972): Površinske pojave ugljikovodika u zoni Vanjskih Dinarida i na morskom dnu sjevernog Jadrana. Simpozij o istraživanju ležišta nafte i plina na Jadranu i zoni Vanjskih Dinarida, 48-155, Zagreb.
- K r a n j e c, V., C r n k o v i ć, B. i Š i k i ć, D. (1964): O bituminoznim istraživanjima na otoku Braču. Zbornik radova povodom 25. godišnjice Rudarskog odjela Tehnološkog fakulteta 1939-1964, 145-153, Zagreb.
- M a r s c h a l l, A. Fr. (1856): Die Bau-Materialien des osterreichischen Kaiserstaates auf der Pariser Ausstellung. *Jahr. Geol. Reichsanst.*, 7/4, 747-762, Wien.
- S a k a č, K., M a r u š i ć, R. i V u j e c, S. (1993): "Minjera" - svjetski značajan mineraloški i rudarski lokalitet. ("Miniera" di Sovignacco" a world important mineralogical and minig site in Istria (Croatia). *Buzetski zbornik*, 18, 49-75, Buzet.
- S c h u b e r t, R. (1909): Geologija Dalmacije. str. 181; Asfalt 154-156, prijevod F. Koch. Matica Dalmatinska, Zadar.
- S o l d o, J. A. (1978): Rudnik obitelji Lovrić i Garanjin na Peruči kod Sinja. (Prilog rudarstvu u Dalmaciji u XVIII stoljeću). Centar JAZU, 349-378. Nacionalna i sveučilišna biblioteka br. 511764, Zagreb.
- Š e b e č i ć, B. (1976): Osobine karbonatnih stijena u kojima se pojavljuje bitumen (Tipovi bituminoznih karbonatnih stijena). 8. jugosl. geol. kongres, 5, 203-216, Ljubljana.
- Š e b e č i ć, B. (1979a): Bituminozne pojave Dinarida. *Nafta*, 2, 55-62, Zagreb.
- Š e b e č i ć, B. (1979b): Rasjedni sistemi i bituminozne pojave u Vanjskim Dinaridima. *Geol. vjesnik*, 31, 383-386, Zagreb.
- Š e b e č i ć, B. & V u č k o v i ć, J. (1978): Geološke i geoelektričke osobine bituminoznih pojava Dalmacije i Hercegovine (Tipovi bituminoznih pojava i geoelektričkih anomalija). IX kongres geologa Jugoslavije. Zbornik radova, 917-928, Sarajevo.

Neobjavljeni radovi

- B a r i ć, G. (1975): Rezultati geokemijskih analiza stijena i bitumena s područja Dinarida. Fond stručne dokumentacije INA-Projekta, 1-36 + 10 priloga, Zagreb.
- K a n a j e t, B. (1967): Asfaltno nalazište Škrip; M 1:1000. Rudarsko-geološko-naftni institut, Zagreb.
- L o v r e č e k, I. (1968): Izvještaj o ispitivanju bituminoznih vapnenaca od 5. i 8. IV 1968. Kemijsko-tehnološki institut, Zagreb.
- O ž e g o v i ć, F. (1949): Izvještaj o pregledu i nalazu bituminoznih stijena na otoku Braču. Fond stručne dokumentacije INA-Projekta, p. 10, Zagreb.
- Š i k i ć, D. (1986): Geološka obrada nalazišta asfalta Škrip otok Brač. Rudarsko-geološko-naftni institut, p. 4, Zagreb.
- T o m a š i ć, I. (1949): Izvještaj o nalazištima bituminoznih vapnenaca i asfaltnih pješčara na otoku Braču; p. 2, Fond stručne dokumentacije INA-Projekta, Zagreb.

The Former Asphalt Mine "Škrip" on the Island of Brač

B. Kanajet, K. Sakač and B. Šebečić

In the vicinity of the settlement named Škrip, in the northern part of the Island of Brač and on the south of the Supetar harbour, there is the abandoned *asphalt mine "Škrip"*. The mining there is supposed to have started about the year 1750 and it stopped around the year 1874. Exploitation was later tried again for a brief time and with no expected results. In the underground search for asphalt the main incline was carried out (307 m) as well as lateral galleries and inclines (305 m), so that the total pit length reached some 612 metres, while the altitude difference was approximately 40 metres. There were two halls prominent in the pit, one in the shape of ellipse near the entrance, and another of irregular shape at the end of incline. The mining operations resulted in the conclusion that there were no coherent asphalt bodies in the mine, but at least two bodies. Supposedly, there were increased quantities of natural bitumen in dolomite in the halls. In the main incline and lateral galleries there were mostly only sporadic "disseminations", and here and there also some thin "layers" of asphalt, so that was probably the reason for giving up the exploitation. Bitumen content in dolomite samples obtained by the surface shallow drilling from the eastern part of location was rather low (0.09%-2.18%), while from the eastern gummies (2.44% - 3.19%) and western pit (2.63% - 9.40%) it was higher. On the basis of 26 analyses performed in the year 1968, the medium content of 3.57% bitumen was established for the location of Škrip. From 45 samples gathered and analyzed so far, the medium bitumen content proved to be 4.91%. This higher "medium" content was the reflection of samples from the beginning of 19th century richer with natural bitumen.

Due to the natural air circulation in the mine, no ventilation shaft was constructed, while because of the natural drainage, no rainwater draining had to be foreseen. There were preserved only a few remnants of wooden supports which proved there were only

several critical places that had to be secured against the roof caving in. On the head of each incline and galleries there remained traces of drilling and blasting. These operations used to be performed manually by a hand chisel and hammer and black powder in the face sides and below the ceiling. Asphalt ore got carried out from the pit, while major part of rejects was built-in in dry walling to cradle the sides of the main incline and some laterals galleries.

The estimated excavation amounted to some 8000 cu.m of asphalt and barren dolomite. According to the mining work carried out, the conclusion could be made that only a portion of asphalt raw material was excavated, so, possible new geophysical investigations could confirm whether miners had done correctly and justifiably abandoned the mining. Natural bitumen was extracted from asphalt in two partially preserved round furnaces and sold along the Croatian coast, while a portion was also exported to Venice.

We suggest the re-opening of the mine for scientific and educational purposes as well as touristic ones. For this, the mine interior should be cleaned, tools and accessories from the times of mining should be gathered, one round furnace renewed and mine landscaping carried out. The more recent furnace should be reconstructed as an exhibition space and resting area. For scientific and educational purposes, a detailed surveyor's drawing of the mine should be prepared, satellite and airphotogrametre should be provided for geological neostructural interpretation, a detailed geological plan of bituminous dolomite outcrops should be worked out and geophysical investigations are to be carried out, position of infiltrations should be determined and additional samples should be analyzed for better evaluation of Škrip location asphalt quality.