

Ч-1/70

Л

БИБЛИОТЕКА  
РУДАРСКОИ ИНСТИТУТА  
БЕОГРАД  
ИНВ. БР. 6102

BROJ  
**1**  
1970

# RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES  
BULLETIN DES MINES  
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ  
BERGBAUZEITSCHRIFT

RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD — JUGOSLAVIJA

# 1960 - 1970

IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2  
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA  
STAMPA »DNEVNIK« — NOVI SAD, BULEVAR 23. OKTOBRA B.B.

BROJ  
**1**  
1970

**RUDARSKI GLASNIK**



B U L L E T I N O F M I N E S  
B U L L E T I N D E S M I N E S  
Г О Р Н Й Ж У Р Н А Л  
B E R G B A U Z E I T S C H R I F T

**GLAVNI UREDNIK**

**BULJAN prof. ing. VLADIMIR, Rudarski institut, Beograd**

**ČLANOVI REDAKCIONOG ODBORA**

**AHČAN dr ing. RUDOLF, Fakultet za naravoslovje in tehnologijo, Ljubljana**  
**ANTIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd**  
**BLAŽEK dipl. ing. ALEKSANDAR, v. savetnik, Beograd**  
**ČOLIĆ dipl. ing. DRAGOMIR, Industrijsko-energetski kombinat, Kostolac**  
**DRAŠKIĆ prof. dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**  
**DULAR dipl. ing. SLAVKO, Udruženje jugoslovenskih železara, Beograd**  
**GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**  
**IVANOVIC dipl. ekon. KOSTA, pred. »Jugometal«, Beograd**  
**KUN, dipl. ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd**  
**LEŠIĆ prof. dr ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd**  
**MAKAR dipl. ing. MILIVOJ, Rudarski institut, Beograd**  
**MALIĆ prof. dr ing. DRAGOMIR, Tehnološki fakultet, Beograd**  
**MARKOVIĆ dr ing. STEVAN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**  
**MARUNIĆ dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd**  
**MILUTINOVIC prof. ing. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**  
**MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd**  
**MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd**  
**NOVAKOVIC dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd**  
**OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd**  
**PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd**  
**SIMONOVIC dr ing. MOMČILO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd**  
**SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, savetnik, Beograd**  
**STOJANOVIC prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd**  
**TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd**  
**VELIČKOVIĆ prof. dr ing. DUŠAN, Mašinski fakultet, Beograd**  
**VESOVIC dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd**

## S A D R Ž A J

✓ Deset godina Rudarskog instituta — Beograd, 1960—1970.

### Eksplotacija mineralnih sirovina

DIPL. ING. DRAGOLJUB MITROVIĆ — DIPL. FIZ. ALEKSANDAR RAKIĆ

Parametri koji utiču na smanjenje seizmičkog efekta pri miniranju na površinskom kopu »Dobro Selo« — — — — — 5

Decrease of Seismic Quakes by Milisecond Blasting in the Open Pit »Dobro Selo« — — — — — 15

DIPL. ING. DRAGOMIR ČOLIĆ

Hidrogeološka istraživanja ležišta lignita za površinsku eksplotaciju — — — 17

Гидрогеологические исследования месторождений lignита для эксплуатации поверхностью разработками — — — 23

DIPL. ING. RADOSAV STANKOVIĆ — DIPL. ING. ANTE GLUŠČEVIĆ —  
DIPL. ING. LJUBOMIR REDŽIĆ

Mogućnost primene hidrauličnog zasipavanja u rudniku Pb-Zn Trepča —  
Stari Trg u cilju povećanja intenziteta otkopavanja — — — — — 24

Possibility of Application of Hydraulic Filling in the Pb-Zn Mine Trepča —  
Stari Trg in order to increase Mining Productivity — — — — — 31

### Priprema mineralnih sirovina

DIPL. ING. MIOMIR ČEH

Koncentracija jordanskih fosfata ležišta »El Hasa« postupkom kalciniranja — 32

Concentration of Phosphate Ore by Calcination from »El Hasa« Deposit —  
Jordan — — — — — 37

DR ING. DUŠAN SALATIĆ — DIPL. ING. DOBRILA ĐAKOVIĆ

Uporedno flotiranje ultrafinih zrna minerala rude u vakuum čeliji i Hallimond cevi — — — — — 37

Flotation of Ultrafine-Particles in the Vacuum Cell and Hallimond Tube — — 43

DIPL. ING. MILIVOJE NEŠIĆ

Nova flotacija olovo-cinkove rude Badovac kod Prištine — — — — — 44

New Lead-Zinc Ore Flotation Plant Badovac — — — — — 55

**Ekonomika**

**PROF. DR ING. DUŠAN VUČUROVIĆ**

- ✓ *Stanje i perspektive proizvodnje nikla iz siromašnih ruda* —————— 56  
State and Prospects of the Production of Nickel from Low-grade Ores —————— 64

✓ **DR ING. DEJAN MILOVANOVIĆ**

- Ekonomска оцена лежишта и рудника минералних сировина у СССР* —————— 66  
*Economic Evaluation of Mineral Ore Deposits and Mines in USSR* —————— 76

✓ **DIPL. EKONOM. MILAN ŽILIĆ**

- Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva* —————— 77

*Iz istorije rudarstva*

**DR VASILIJE SIMIĆ**

- Rudarstvo antimona u Podrinju* —————— 79

- ✓ *Nova oprema i nova tehnička dostignuća* —————— 88

- ✓ *Prikazi iz literature* —————— 94

- ✓ *Bibliografija* —————— 96

## DESET GODINA RUDARSKOG INSTITUTA - BEOGRAD 1960 — 1970.

Sa istim, ako ne i većim, ponosom, kakvim slične institucije u svetu slave svoje sto- i pedesetgodišnje jubileje, ove godine Rudarski institut — Beograd proslavlja svoju desetogodišnjicu postojanja.

Puno pravo na takvo osećanje ponosa daju mu značajni rezultati, postignuti u relativno kratkom vremenu njegovog postojanja, pogotovo ako se ti rezultati posmatraju u svetu uslova u kojima se je formirao i razvijao.

Na kadar od samo dve stotine rudarskih inženjera, koliko ih je posle rata ostalo u zemlji, sručio se je ogroman zadatak: trebalo je obnoviti ratom porušene i nemilosrdnom eksploatacijom uništene rudnike, proširiti postojeće i otvoriti nove, u skladu sa planovima industrijalizacije i elektrifikacije zemlje, a ujedno, podići nove rudarske inženjerske kadrove, čije formiranje za vreme rata nije bilo moguće. Jasno je da u tim uslovima — iako je misao o razvoju rudarske nauke i potrebi studioznih projekata baziranih na dostignućima savremene nauke i tehnike, kao i laboratorijskih i poluindustrijskih opita u rudarstvu bila stalno prisutna — nije bilo ni govora o mogućnosti njene realizacije.

Kod toga treba posebno imati u vidu činjenicu da naučnog rada u našem rudarstvu u predratnom periodu nije ni bilo, sa izuzetkom nešto malo vezanog uz rudarske fakultete u Ljubljani i Zagrebu. Većina velikih rudnika uglja i gnozdene rude bila je u eksploataciji države, dok su ostali veći rudnici uglja i rudnici metala bili u rukama inostranog kapitala. Eksploatacija državnih rudnika bazirala je bilo na nasledenim tehnološko-tehničkim rešenjima (iz doba Austro-Ugarske) bilo na empiriji, dok su za ostale rudnike tehnološko-tehnička rešenja rađena u inostranstvu. Uloga domaćeg malobrojnog rudarskog kadra, usled takvog stanja stvari, bila je gotovo isključivo svedena na stručno rukovodjenje proizvodnjom, samo malo na rad na unapređenju na temelju empirije, a minimalno, što nije ni pomena vredno, na naučni rad u rudarstvu.

U periodu 1945 — 1960. godine rad na unapređenju rudarstva na naučnoj bazi odvijao se povremeno u skućenom obimu, a u okviru pojedinih katedri na rudarskim fakultetima i »Institutu za ugalj«, koji se isključivo bavio problematikom finalne prerade uglja, a rad na stručnom unapređenju u projektном birou »Rudar« ili u okviru ad hoc formiranih grupa po pojedinim važnim problemima.

Tek 1960. godine, kada su bili izvršeni osnovni zadaci koje je pred rudarstvo postavila socijalistička Jugoslavija i kada se mlađi, posle rata formirani kadrovi, mogli posle izvesne prakse da zauzmu odgovorne položaje u rudarskim preduzećima, projektantskim i naučnim ustanovama koje se bave rudarstvom, došlo se do saznanja da je nastupio momenat kada je nužno i realno da se kreće korak dalje — podići naše rudarstvo na nivo na kojem se ono nalazi u industrijski naprednim zemljama. U osnovi te ideje bila je misao osnivanja velikog rudarskog instituta koji bi oko sebe okupio najeminentnije naučnike i stručnjake koji se bave ili su skloni naučnim istraživanjima i prihvatanju najnovijih iskustava savremene tehnike u rudarstvu i opremiti takav institut potrebnim laboratorijskim i poluindustrijskim postrojenjima da mogu odgovoriti svome zadatku — rešavanju rudarskih problema na bazi savremenih dostignuća nauke i tehnike.

Inicijativu u tom smislu preuzeala je grupa eminentnih rudarskih stručnjaka kojima je na srcu ležalo unapređenje našega rudarstva i naučan pristup rešavanju njegovih problema. U početku, ova grupa, potpomognuta svojim osnivačima (»Trepča«, »Bor«, »Kosovo«, »Kolubara«, »Kostolac«, »Aleksinac«, »Zenica«, »Resavica«, »Šuplja Stijena«, »Kamengrad«, »Bogovina«, Izvršno veće SR Srbije, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd), objedinjuje sve institucije, koje su, uglavnom, u Beogradu radile na problemu unapređenja rudarstva; i tako, sa skromnim kadrovima i sredstvima, ali bar za početak jedinstveno usmeravanim i rukovodenim, »Rudarski institut — Beograd« počinje svoj rad. Ilustracije radi, o početnim teškoćama navodimo samo da se rad odvija na 7 raznih mesta razasutih širom Beograda.

Rudarski institut — Beograd je pred sebe postavio vrlo ambiciozan zadatak:

— praktičan rad na rešavanju čitavog spektra problema rudarstva, počevši od ocene ležišta do inženjeringu i to za sve korisne iskopine (uglja, metala i nemetala), bazirati na naučnim metodama;

— okupiti najbolje kadrove i stalno ih potpomagati u njihovom naučnom i stručnom usavršavanju za naučan i visoko-stručan pristup rešavanju rudarskih problema kroz dopunsko školovanje, specijalizaciju u zemlji i inostranstvu, pomoći pri izradi doktorskih disertacija, pružanje literature i informacija iz literature kao i drugim vidovima;

— osposobiti potrebne laboratorije i postrojenja za naučno rešavanje svih rudarskih problema u domenu eksploatacije, pripreme svih korisnih iskopina, kao i rešavanje drugih problema rudarstva, kao što su zaštita na radu, mehanika stena, mehanika tla i dr.

— uvesti takvu organizaciju koja će kroz racionalnu podelu rada, vodeći računa o sposobnostima, sklonostima i specijalizaciji pojedinca, potpomognuti našim samoupravnim sistemom, pružiti uslove za postizanje optimalnih rezultata i razvoj inicijative i preuzimanja lične odgovornosti;

— obezbediti široku saradnju sa odgovarajućim preduzećima, naučnim i stručnim institucijama u zemlji i inostranstvu;

— preuzeti društvenu ulogu u informisanju zainteresovanih izdavanjem časopisa sa tematikom o najnovijim naučnim i stručnim dostignućima u rudarstvu kod nas i u inostranstvu.

Koliko je Rudarski institut — Beograd u tome uspeo u kratkom roku od deset godina najbolje pokazuju sledeći sumarni rezultati.

Danas u Rudarskom institutu — Beograd sarađuje 28 profesora univerziteta i doktora nauka, 94 diplomirana inženjera raznih struka, 14 ostalih saradnika sa univerzitetiskom spremom, 126 tehničara, laboranata i ostalog tehničkog osoblja, kao i 26 administrativnih i drugih saradnika.

Za rad Instituta izgrađen je u blizini Beograda čitav kompleks funkcionalno raspoređenih zgrada u kojima su smeštene pojedine organizacione jedinice sa svojim laboratorijama i poluindustrijskim postrojenjima koji im omogućuju naučni i praktični rad na rešavanju problema iz njihovog domena.

Institut je, već prema problematici koja se rešava, podeljen na 7 osnovnih organizacionih jedinica, koje se dalje, već prema specijalizaciji, dele na odeljenja i grupe. Od osnovnih organizacionih jedinica pet ima pretežno naučni karakter (Zavodi za: površinsku i podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina; pripremu i pre-radu mineralnih sirovina; ventilaciju i tehničku zaštitu; termotehniku; analitičku hemiju i rudničku geologiju). Ostale dve osnovne organizacione jedinice su Zavod za projektovanje i konstruisanje i Opšti sektor sa Poslovnicom.

Institut je do sada, sem mnogobrojnih manjih radova, izradio oko 250 značajnijih studija i projekata od kojih je 108 realizovano. Teme su bile iz širokog spektra naučne i projektantske tematike rada, čije se konture mogu sagledati već iz same organizacione podele Instituta.

*U svom radu Institut je povezan sa preko stotinu privrednih organizacija, uglavnom rudarskih preduzeća (»Bor«, »Trepča«, »Kosovo«, »Kolubara«, »Srednjo-bosanski rudnici uglja«, Rudnik lignita Velenje, S. T. Trbovlje, i dr.).*

*Isto tako, Institut sarađuje sa nizom naučnih institucija u zemlji i inostranstvu. Saradnju praktično ostvaruje kroz neke zajedničke radove, konsultacije, međusobne posete i razmenu kadrova.*

*Saradnicima u Institutu стоји на raspolaganju bogata naučna i stručna biblioteka, kao i preko 300.000 podataka naučne svetske literature, a na permanentnoj dopuni i ažuriranju podataka radi čitava jedna služba.*

*U cilju upoznavanja zainteresovanih o naučnim dostignućima Instituta, kao i o savremenim dostignućima u rudarstvu u zemlji i inostranstvu, Institut izdaje svaka tri meseca časopise »Rudarski glasnik« i »Sigurnost u rudnicima«. Ove časopise Institut razmenjuje sa oko 400 časopisa u inostranstvu.*

*Da je Rudarski institut — Beograd uspeo da se afirmaše rezultatima svog rada, najrečitije govori sledeća činjenica: Institut je samo pri osnivanju potpomognut manjim finansijskim sredstvima i povoljnim kreditima, dok je kasnije njegovo finansiranje rada i razvoja bazirano isključivo na naplati njegovih naučnih i stručnih usluga od strane poručilaca koji su birali usluge Rudarskog instituta — Beograd, između sličnih ustanova u zemlji i inostranstvu.*

**Glavni urednik**

# Eksplotacija mineralnih sirovina

## Parametri koji utiču na smanjenje seizmičkog efekta pri miniranju na površinskom kopu „Dobro Selo“

(sa 13 slika)

Dipl. ing. Dragoljub Mitrović — dipl. fiz. Aleksandar Rakić

### Postojeći način bušenja i miniranja

Na površinskom kopu »Dobro Selo« u Rudarsko-energetsko-hemijском kombinatu »Kosovo« otkopava se lignitski sloj oligomiocenske starosti, debljine oko 50 m. Krovinski deo sloja je čvršći nego podinski, te se ugalj otkopava miniranjem i utovarom bagerima kašikarima.

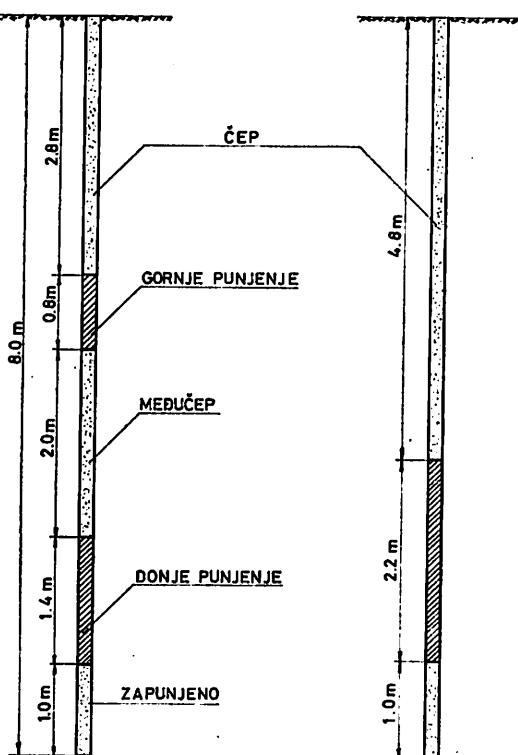
Za bušenje minskih bušotina koristi se samohodni bušači uređaj BS-110/25 m sovjetske proizvodnje. Prečnik bušaće krune je 110 mm, a najveća moguća dubina bušenja 25 m. Broj okretaja bušačih šipki na minut iznosi 220.

Za miniranje se koristi eksploziv kamniktit I u patronama prečnika 100 mm, dužine 25 cm i težine 2 kg. Pet bušotina se inicira jednovremeno detonirajućim štapinom koji se aktivira trenutno kapislom br. 8 i sporogorećim štapinom.

Raspored minskih bušotina zavisi od tvrdoće uglja i položaja pukotina u sloju. Bušotine su međusobno udaljene 3—5 m, a redovi bušotine 2—4 m.

Bušotine se pune sa osam patrona, na taj način što se za prvu patronu veže detonirajući štapin i pusti na dno bušotine.

Pošto se bušotina napuni eksplozivom, ostatak se ispunji ugljenom prašinom, koja je dobijena prilikom bušenja. Čep se normalno ne nabija. U zavisnosti od kvaliteta uglja, bušotine se pune i isprekidano sa međučepom. Konstrukcija punjenja data je na sl. 1.



Sl. 1 — Konstrukcija punjenja kod postojećeg načina miniranja

Fig. 1 — Charge structure for the existing blasting method

Specifična potrošnja merena pri miniranju tvrdom uglju iznosila je:

— eksploziv kamniktit I	180 g/t ili	216 g/m <sup>3</sup>
— detonirajući štapin	0,124 m/t ili	0,150 m/m <sup>3</sup>
— kapsle br. 8	0,0025 kom/t ili	0,0030 kom/m <sup>3</sup>
— sporogoreći štapin	0,004 m/t ili	0,005 m/m <sup>3</sup>

### Kritički osvrt na postojeći način bušenja i miniranja

Analizom pojedinih faza tehnološkog procesa bušenja i miniranja uočeni su osnovni nedostaci postojećeg načina rada.

U prvom redu, eksploziv kamniktit I ima preveliku detonacionu brzinu i zbog toga je nepogodan za primenu u lignitu. Za dobijanje najracionalnijih tehnoloških parametara potrebno je da postoji odnos:

$$D \Delta = v \gamma$$

gde su:

v — brzina zvuka u uglju

D — detonaciona brzina eksploziva

$\gamma$  — zapreminska težina uglja

$\Delta$  — zapreminska težina eksploziva

Merenjem brzine zvuka u uglju i njegove zapreminske težine utvrđeno je da je proizvod

$$v\gamma = 1500 \cdot 1,2 = 1800$$

Za naše komercijalne eksplozive ovaj proizvod iznosi:

Vitezit 100	11.000
Vitezit 60	10.000
Kamex C	9.000
Kamex A	8.200
Vitezit 5	3.000—4.800
Amonali	4.300—5.000
Kamniktit	3.200—3.800
Nitrol II	3.600 (proizvodnja Kamnik)
Nitrol I	3.300 (proizvodnja Kamnik)
Nitrol II	2.200—2.600 (proiz. »M. Zakić«)

Iz ovog pregleda se vidi da najbliži podatak ima eksploziv Nitrol II proizvodnje »Milivoje Zakić«, čija je nabavna cena 2,27 ND prema 3,10 ND za kamniktit I (u oba slučaja fco magacin rudnika).

Raspored eksploziva u minskoj rupi je takav da se dobija nepovoljna granulacija uglja. U gornjem delu bušotine javljaju se krupni komadi uglja, čije se dimenzije kreću i do 4x3x2 m (v. sliku br. 2). Za pravilan učinak minskog punjenja eksploziv treba podeliti na dva dela tako da se u donjem delu nalazi 75% eksplozivnog punjenja, a u gornjem ostalih 25%.



Sl. 2 — U gornjem delu bušotine sa neprekidnim stubnim punjenjem granulacija je veoma nepovoljna

Fig. 2 — In upper section of boreholes with continuous charge the granulation is very unfavourable

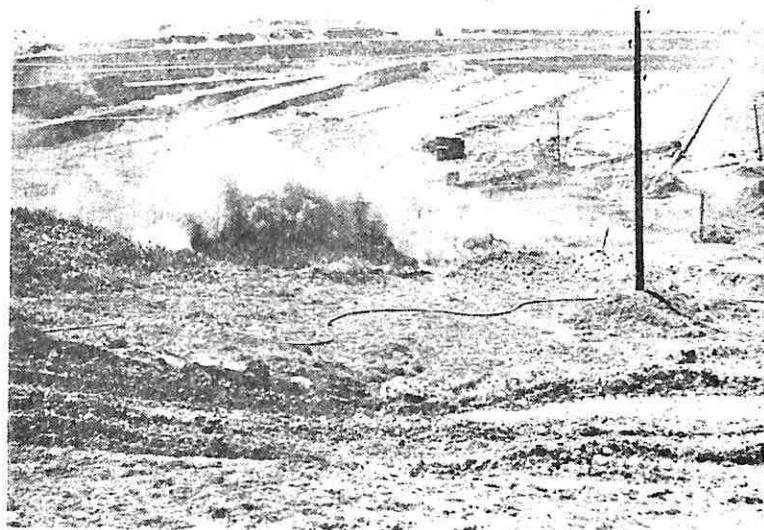
Dužina čepa i kvalitet njegove izrade ne zadovoljavaju. Dužina čepa dobijena je tako što je od ukupne dužine odbijena dužina eksplozivnog punjenja, što po pravilu ne daje dobre rezultate.

Minske bušotine se začepljuju prostim usisnjem sitnog uglja sa povremenim nabijanjem. Rezultat takvog rada je izbacivanje čepa pre nego što se proces razlaganja eksploziva završi (v. slike 3 i 4).

Primenjeni prečnik patrona eksploziva od 100 mm nije pogodan, s obzirom da je prečnik bušenja 110 mm. Smanjenjem prečnika

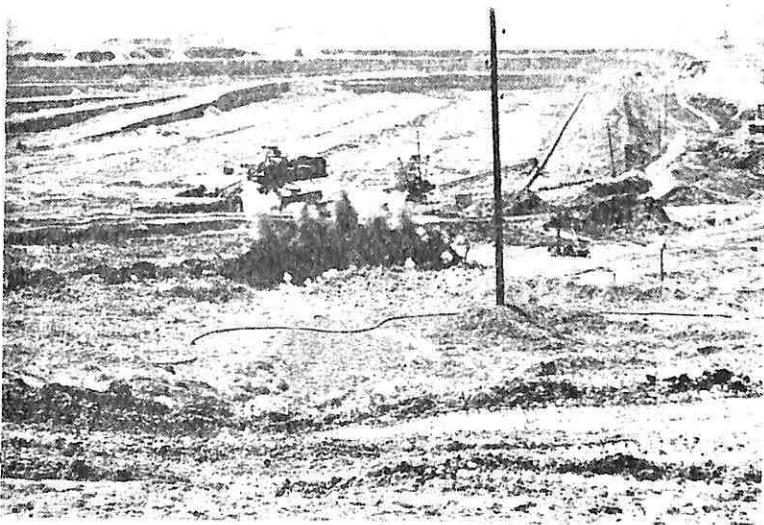
patrone eksploziva, uz konstantni prečnik bušotine, odnosno povećanjem odnosa prečnika bušotine (D) i prečnika patrona (d), smanjuju se seizmički efekti. Principijelni odnosi tih veličina nalaze se na sl. 5.

Kod postojećeg miniranja ne vodi se računa o položaju minskog polja i smeru iniciranja u odnosu na objekte koji se žele da zaštite od potresa. Bušotine treba postavljati u pravoj liniji, koja prolazi kroz posmatrani objekat. Iniciranja treba da počnu od bušotine najbliže objektu.



Sl. 3 — Eksplozija izbacuje loše izrađen čep

Fig. 3 — The explosion blows out an inadequately constructed stemming

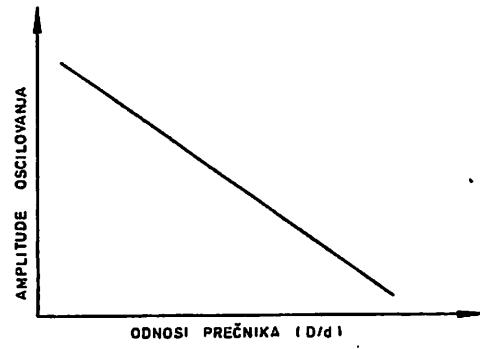


Sl. 4 — Eksplozija izbacuje loše izrađen čep

Fig. 4 — The explosion blows out an inadequately constructed stemming

## Seizmički efekti kod postojećeg načina miniranja

Uzajamna zavisnost brzine oscilovanja, izražena kao vektor ( $v$ ) dobijen iz maksimalnih vrednosti komponenata brzina  $v_V$ ,  $v_T$  i  $v_L$  zatim rastojanja od merne stanice do mesta



Sl. 5 — Zavisnost amplitude oscilovanja od odnosa prečnika bušotine i prečnika eksploziva

Fig. 5 — Dependence of oscillating amplitude of the relation between the borehole and charge diameters

miniranja ( $r$ ) i količine eksploziva koja se treutno inicira, može se izraziti u sledećem obliku:

$$v = k_v \rho^\eta$$

gde su:

$$v = \sqrt{v_V^2 + v_T^2 + v_L^2}$$

$$\rho = \frac{\sqrt{Q}}{r}$$

Koeficijenti  $k_v$ <sup>\*)</sup> i  $\eta$ <sup>\*\*)</sup> određuju se eksperimentalno. Ti koeficijenti računaju se obrazom eksperimentalnih podataka metodom teorije najmanjih kvadrata:

$$v = k_v \rho^\eta$$

$$\log v = \log k_v + \eta \log \rho$$

<sup>\*)</sup>  $k_v$  zavisi od geoloških osobina tla i tehnologije miniranja.

<sup>\*\*)</sup>  $\eta$  je karakteristika prigušivanja seizmičkih talasa u tlu.

Zamenom

$$\begin{aligned} \log \rho &= x_1 \\ \log v &= y_1 \\ \log k_v &= a \end{aligned}$$

dobije se

$$y_1 = a + \eta x_1$$

i dalje

$$f(a, \eta) = \sum_{i=1}^n (a + \eta x_i - y_i)^2$$

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (a + \eta x_i - y_i) = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \eta} = 2 \sum_{i=1}^n (a + \eta x_i - y_i) x_i = 0$$

Sistem normalnih jednačina ima oblik:

$$n a + \eta \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n y_i = 0$$

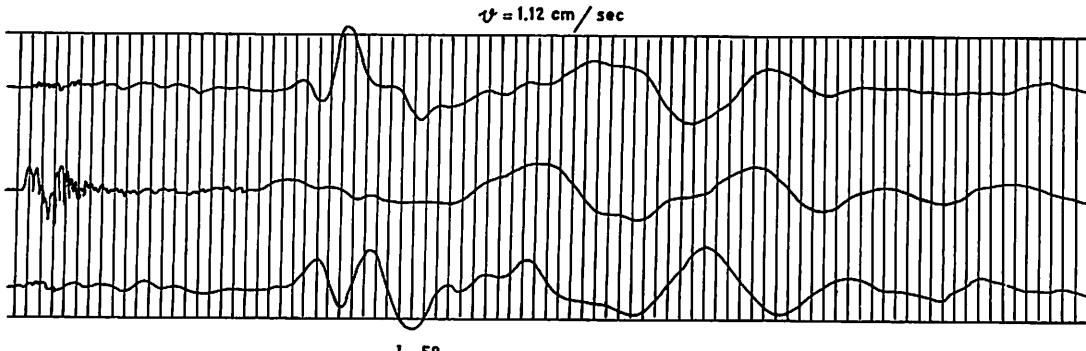
$$a \sum_{i=1}^n x_i + \eta \sum_{i=1}^n y_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i y_i = 0$$

Instrumentalnim merenjima ustanovljene su na četiri merne stanice vrednosti maksimalnih brzina oscilovanja  $v_{max}$ , redukovanih rastojanja  $R_{red}$  i redukovane težine eksploziva  $\rho$ , prikazane u tablici 1.

Tablica 1

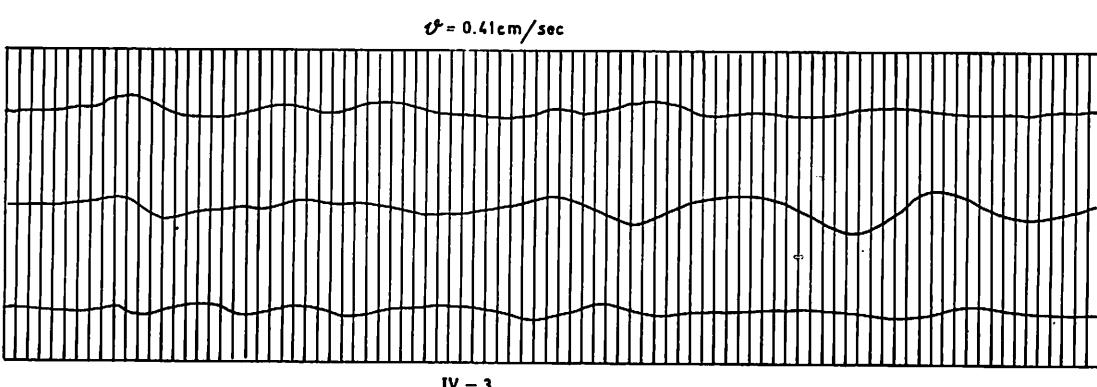
Merna stanica	$v_{max}$ cm/sec	$R_{red}$ m	$\frac{s \rho}{V/kg/m}$	Stepen seizmičke skale
I-58	1,12	40,61	0,024622	4
I-53	1,08	38,52	0,025957	
II-48	0,52	47,57	0,021019	3
II-23	0,67	52,22	0,019151	
III-13	0,81	57,32	0,017445	
III-18	0,65	59,18	0,016897	3
III-43	0,66	57,79	0,017305	
IV-3	0,41	67,77	0,014756	2
IV-7	0,60	69,39	0,014411	

Oscilogrami za stanice I-58 i IV-3 prikazani su na sl. 6 i 7.



Sl. 6 — Oscilogram dobijen na mernoj stanicu I-58

Fig. 6 — Oscilograph achieved at the measuring station I-58



Sl. 7 — Oscilogram dobijen na mernoj stanicu IV-3

Fig. 7 — Oscilograph achieved at the measuring station IV-3

Na osnovu ovih merenih podataka dobiju se sledeće vrednosti za  $k_v$  i  $\eta$

$$k_v = 273,8$$

$$\eta = 1,52$$

Zavisnost  $v = f(Q, r)$  glasi:

$$v = 273,8 \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^{1,52}$$

Grafička zavisnost prikazana je na sl. 8.

#### Predlog novog načina bušenja i miniranja

Pri izradi predloga za nov način bušenja i miniranja pošlo se od osnovnog zadatka da se

seizmički efekti smanje na takvu meru kako bi se potpuno izbegla oštećenja na stambenim i industrijskim objektima. Uz ovaj zadatak trebalo je rešiti i ostale uočene nedostatke postojećeg načina miniranja sa ciljem da se dobiće povoljnija fragmentacija i zadrži postojeći nivo proizvodnih troškova.

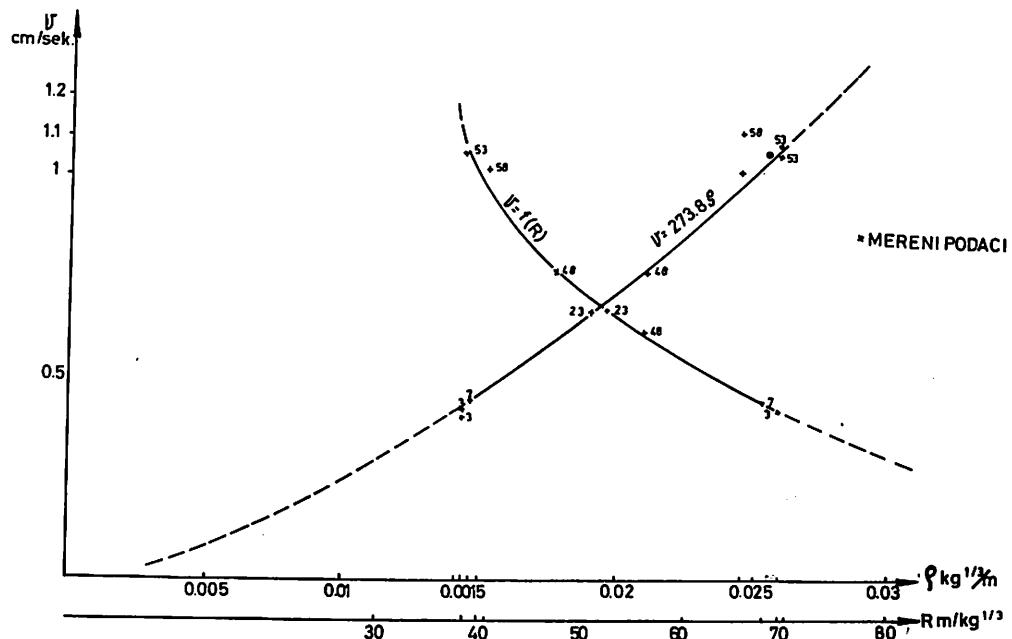
Osnova za sve proračune bili su sledeći podaci o fizičko-mehaničkim osobinama uglja:

Zapreminska težina	1,2 t/m <sup>3</sup>
Čvrstoća na pritisak paralelno sa slojevitošću	43 kg/cm <sup>2</sup>
Čvrstoća na istezanje upravno na slojevitost	5—9 kg/cm <sup>2</sup>
Modul elastičnosti paralelno sa slojevitošću	4.900 kg/cm <sup>2</sup>
Brzina prostiranja zvuka	1.500 m/sec

Čvrstoća čepa na smicanje kod energije zbijanja  $3,2 \frac{\text{tm}}{\text{m}^3}$   
 za bušotine od 8 odnosno  $6,4 \frac{\text{tm}}{\text{m}^3}$   
 za bušotine od 11 m  $0,9 \text{ kg/cm}^2$

Izračunata dužina čepa nalazila se uvek oko polovine dužine minskog punjenja, što znači da je dužina minskog punjenja, u datim uslovima, bila jednaka dužini čepa.

S obzirom na značaj određivanja dužine čepa izvršena je provera računa posmatranjem brzine kojom pritisak eksplozije potiskuje čep



Sl. 8 — Zavisnost brzine oscilovanja kod trenutnih miniranja od redukovanih rastojanja R i redukovane težine eksploziva  $\rho$

Fig. 8 — Dependence of oscillating velocity at instantaneous blastings on the reduced distance R and reduced explosive weight  $\rho$

Proračun dužine čepa izvršen je tako, što je čep posmatran kao cilindar koji je izložen naprezanju na smicanje pod pritiskom eksplozije. Ta dužina ( $l_e$ ) zavisi od ostalih promenljivih veličina po sledećem zakonu:

$$l_e = k l_p \sqrt[3]{\frac{DP}{l_p \gamma_c v^2}} \sqrt[6]{\frac{P}{\tau}}$$

gde su:

- $k$  = konstanta koja zavisi od dimenzija promenljivih veličina
- $l_p$  = dužina punjenja
- $D$  = prečnik bušotine
- $P$  = pritisak eksplozije
- $\gamma_c$  = zapreminska težina čepa
- $V$  = detonaciona brzina eksploziva
- $\tau$  = čvrstoća čepa na smicanje

iz bušotine. U tom slučaju uslov je da udarni talas mora da dođe do vrha bušotine, tj. do kraja čepa kasnije ( $t_1$ ) nego što detonacija dođe do vrha eksplozivnog punjenja ( $t_2$ ) odnosno početka čepa. Ukoliko se eksplozivno punjenje inicira odozgo naniže, onda udarni talas mora da dođe do vrha bušotine kasnije, nego detonacija do dna bušotine i povratni udarni talas do početka čepa ( $t_3$ ). Odnosi brzina, dužina i vremena su sledeći:

Kod iniciranja odozdo:

$$t_1 = \frac{l_p + l_e}{v_1}$$

$$t_2 = \frac{l_p}{v_2}$$

$$t_1 \geq t_2$$

Kod iniciranja o dozgo:

$$t_1 = \frac{l_c}{v_1}$$

$$t_s = \frac{l_p + l_p}{v_3}$$

$$t_1 \geq t_s$$

gde su:

$v_1$  = brzina prostiranja udarnog talasa

$v_2$  = brzina detonacije

$v_3$  = srednja brzina između brzine detonacije i brzine povratnog udarnog talasa.

Izračunate vrednosti po ovom principu, bile su nešto manje nego po prethodnoj metodi. Za dalje proračune usvojene su veće vrednosti za dužinu čepa.

Radi detaljnijeg određivanja parametara miniranja, ugalj je podeljen u tri kategorije i proračunate su specifične potrošnje eksploziva za svaku kategoriju. Podaci o toj podeli dati su u tablici 2.

Tablica 2

Kategorija ugalja	Čvrstoća na istezanje upravno na slojevitost	Specifična potrošnja eksploziva
Meki ugalj	5 kg/cm <sup>2</sup>	0,080 kg/m <sup>3</sup>
Srednje tvrdi ugalj	7 kg/cm <sup>2</sup>	0,130 kg/m <sup>3</sup>
Tvrdi ugalj	9 kg/cm <sup>2</sup>	0,180 kg/m <sup>3</sup>

Usvajanjem specifične potrošnje eksploziva i odnosa dužine čepa i dužine punjenja, izračunati su elementi geometrije miniranja i količine eksploziva pri podeli punjenja na dva dela sa međučepom (vidi tablice 3 i 4).

Tablica 3

Za etaže visine 11 m

Parametar	Tvrdoća ugalja:		
	mekki	srednje	tvrdi
Dužina čepa	m	3,1	3,1
Dužina međučepa	m	2,5	2,5
Količina eksploziva	kg	27	27
Donje punjenje	kg	21	21
Gornje punjenje	kg	6	6
Linija najmanjeg otpora	m	5,3	4,2
Rastojanje bušotina	m	5,8	4,6
			4,0

Tablica 4

Za etaže visine 8 m

Parametar	Tvrdoća ugalja:		
	mekki	srednje	tvrdi
Dužina čepa	m	2,5	2,5
Dužina međučepa	m	1,5	1,5
Količina eksploziva	kg	20	20
Donje punjenje	kg	15	15
Gornje punjenje	kg	5	5
Linija najmanjeg otpora	m	5,3	4,2
Rastojanje bušotina	m	5,9	4,6
			3,9

Za postizanje povoljnije granulacije prihvaćena je konstrukcija podeljenog minskog punjenja sa međučepom (sl. 9).

Izbor optimalnog milisekundnog intervala

Sa usvojenom konstrukcijom punjenja i parametrima miniranja iz tablica 3 i 4, izvršeno je u cilju odabiranja optimalnog milisekundnog intervala 8 uporednih miniranja i to tako što je za svaki milisekundni interval izvršeno odgovarajuće trenutno miniranje. Za pojedina miniranja merene su brzine oscilovanja — za trenutna  $v_{tr}$ , za milisekundna  $v_{ms}$ , pa je utvrđen odnos

$$B = \frac{V_{tr}}{V_{ms}}$$

i nacrtana kriva  $B = f(\tau)$ . Tamo gde prvi izvod krive (tangens ugla tangente) počinje naglo da menja svoju vrednost, nalazi se optimalna vrednost milisekundnog intervala.

Da bi se izbegle slučajne greške, proračun vrednosti za  $B$  izvršen je na tri načina. Najpre su obrađeni podaci za brzine oscilovanja, izmerene u toku izbora milisekundnog intervala (merenja a), utvrđena zavisnost  $v = K_{v\tau}$  i izračunate brzine  $v$ , zatim su korišćene izračunate brzine iz odnosa  $v = 273,8 \cdot \tau^{1,52}$  (merenja b) i najzad su korišćene vrednosti za  $B$ , dobijene odnosima izmerenih  $v_{tr}$  i  $v_{ms}$  (merenja c). Dobijeni podaci nalaze se u tablici 5.

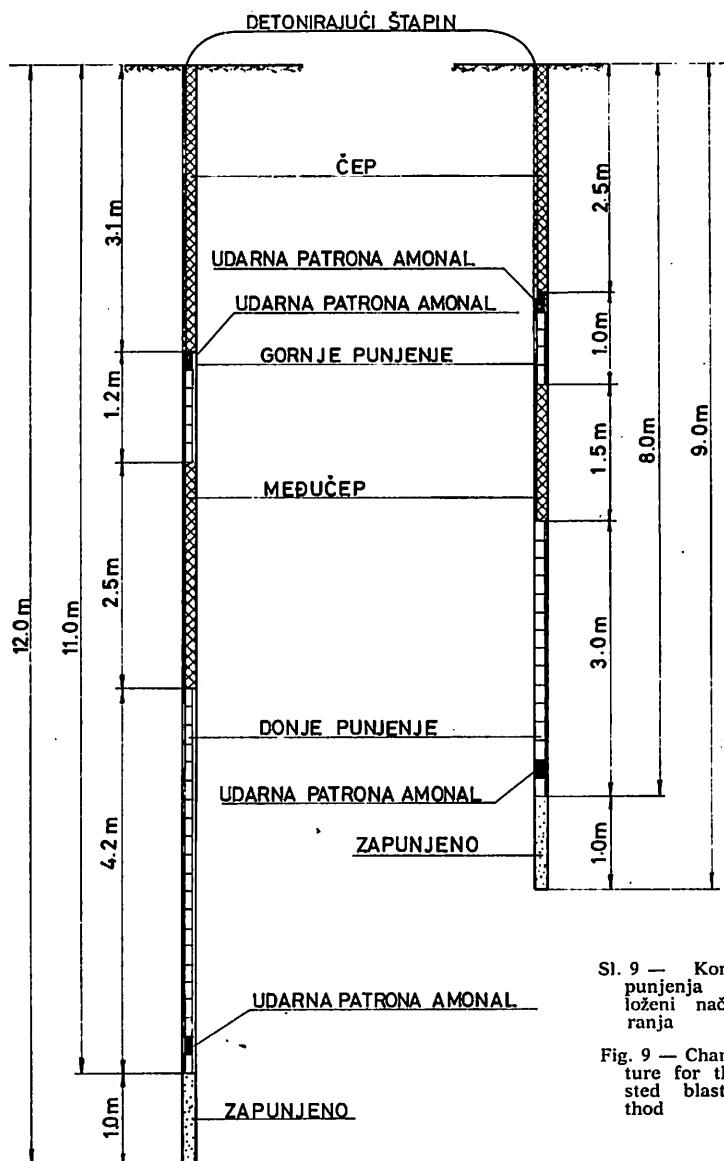
Usvajajući najveće i najmanje vrednosti za  $B$  iz tablice 5 konstruisana je grafička zavisnost  $B = f(\tau)$  (sl. 10). Iz dijagrama se vidi da kod  $\tau = 70$  msec kriva naglo menja nagib prema X osi, što znači da se u toj oblasti nalazi

optimalni milisekundni interval. S obzirom da se na domaćem tržištu nalaze upaljači sa intervalom od 34 msec, usvojen je milisekundni upaljač domaće proizvodnje sa oznakom MEU-AD i intervalom od 34 msec. Ovde treba napomenuti, da će se dve susedne bušotine pri miniranju opremiti upaljačima, čiji je interval 68 msec.

milisekundnim intervalom do 70 msec i odgovarajuće trenutno miniranje.

Smanjenje brzine oscilovanja u ovom slučaju iznosilo je

$$B = \frac{0,2812}{0,0694} = 4,05$$



Sl. 9 — Konstrukcija punjenja za predloženi način miniranja

Fig. 9 — Charge structure for the suggested blasting method

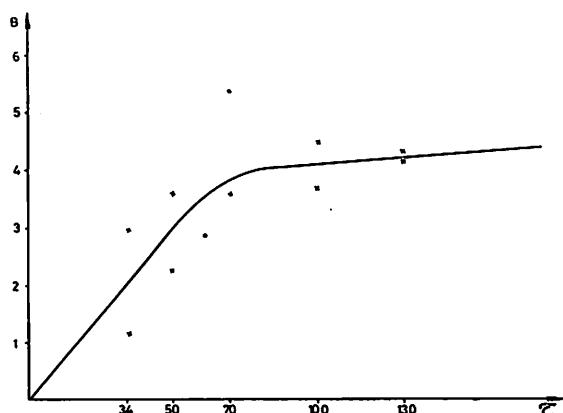
Na sl. 11 i 12 nalaze se oscilogrami za izmerene brzine oscilovanja za miniranje sa mi-

Medutim, izračunata smanjenja kreću se u granicama  
 $3,37 < B < 5,35$

Tablica 5

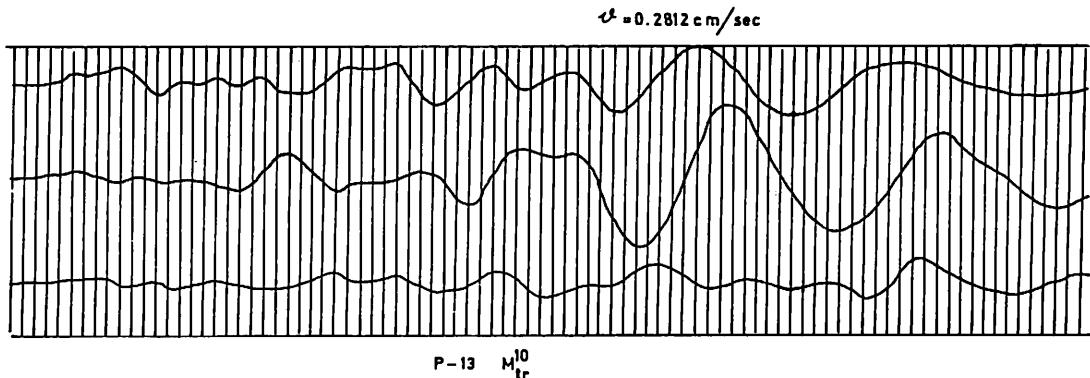
Oznaka miniranja	Mereni vrednosti	za $V_{tr}$ iz merenja a	za $V_{tr}$ iz merenja b	B
1—M <sup>34</sup>	0,1653	1,54	1,64	1,35
3—M <sup>34</sup>	0,0995	2,59	3,00	2,16
5—M <sup>50</sup>	0,0887	2,96	3,62	2,88
7—M <sup>50</sup>	0,1034	2,58	3,40	2,45
9—M <sup>70</sup>	0,0596	4,39	5,35	4,25
11—M <sup>70</sup>	0,0694	3,71	4,22	4,12
13—M <sup>70</sup>	0,0755	3,37	3,60	3,65
15—M <sup>130</sup>	0,0588	4,25	4,33	4,18

Za proračun sigurnosnih zona za milisekundna miniranja, usvojena je vrednost  $B = 3,6$  (iz srednje kolone merenja b — tablica 5).



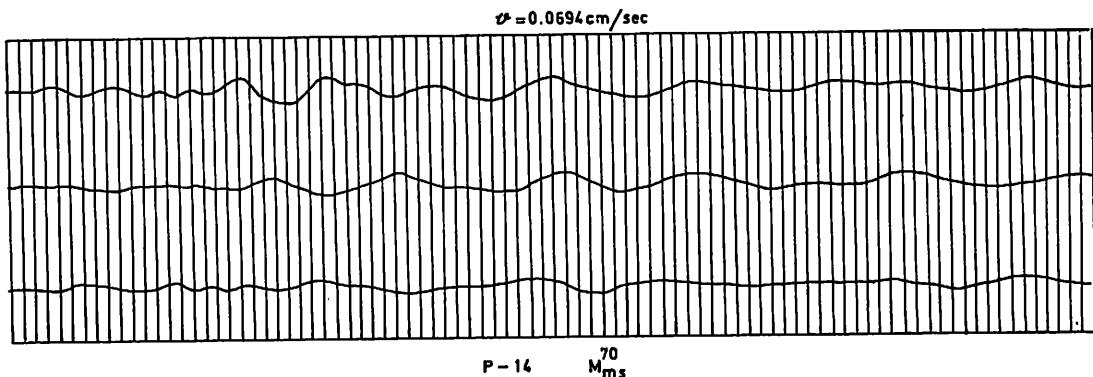
Sl. 10 — Zavisnost odnosa brzina oscilovanja kod trenutnog i milisekundnog miniranja od milisekundnog intervala

Fig. 10 — Dependence of oscillating velocity relation in instantaneous and millisecond delay blasting on millisecond interval



Sl. 11 — Oscilogram za trenutno miniranje koje odgovara milisekundnom miniranju sa intervalom  $\tau = 70$  m/sec.

Fig. 11 — Oscillograph for instantaneous blasting which corresponds to millisecond delay blasting with an interval  $\tau = 70$  msec



Sl. — Oscilogram za milisekundno miniranje sa intervalom  $\tau = 70$  m/sec.

Fig. 12 — Oscillograph for millisecond delay blasting with an interval  $\tau = 70$  msec

Istovremeno sa izborom optimalnog milisekundnog intervala snimljene su eksplozije sa ciljem da se utvrdi kvalitet izrade čepa. Na sl. 13 se vidi da su čepovi dobro izrađeni i da ih eksplozija ne izbacuje. Treba napomenuti, da se miniranja u Dobrom Selu izvode u cilju ras-tresanja materijala a ne odbacivanja.

### Sigurnosne zone pri miniranju

Na osnovu utvrđene zavisnosti brzine oscilovanja od količine eksploziva i rastojanja, utvrđene su granice u kojima se ne pojavljuju oscilacije koje izazivaju oštećenja objekata.

Iz jednačine

$$v = 273,8 \left( \frac{\sqrt[3]{Q}}{r_s} \right)^{1,52}$$

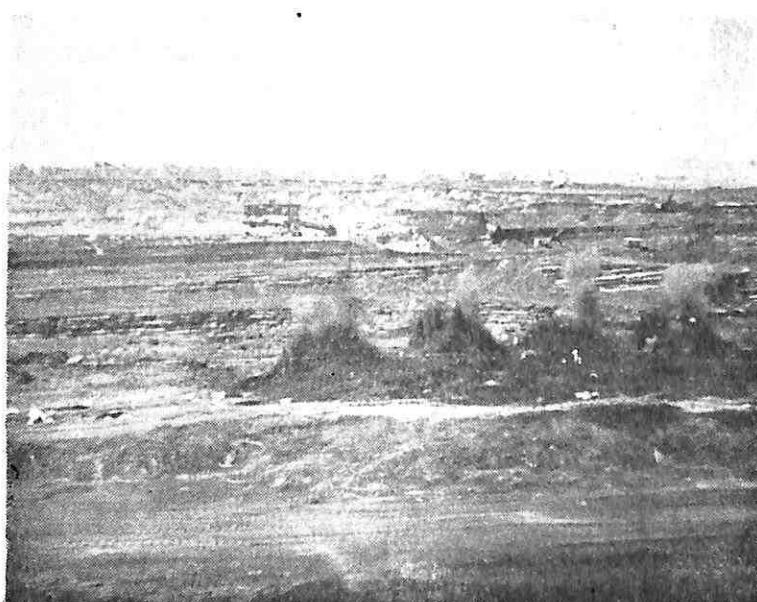
$$r_s > Q^{\frac{1}{3}} \left( \frac{v}{273,8} \right)^{-\frac{1}{1,52}}$$

Izračunate sigurnosne zone za trenutna miniranja nalaze se u tablici 6.

Za milisekundna miniranja usvojeno je da se brzine oscilovanja smanjuju za 3,6 puta. Sa faktorom sigurnosti od 2 (zbog velike disperzije stvarnih vrednosti brzina oscilovanja) sigurnosne granice pri miniranju navedene su u tablici 7.

### Normativi i upoređenje troškova

Za potpuno upoređenje normativa i troškova miniranja neophodno je imati mnogo više podataka nego što postoji u ovom trenutku. U prvom redu, potrebno je pratiti rezultate predloženog načina miniranja kroz jedan duži vremenski period. Isto tako, treba tačno utvrditi stvarne normative i troškove za prošli period, pa dobijene podatke uporediti sa novim pokazateljima.



Sl. 13 — Eksplozija ne može da izbaci dobro izrađeni čep

Fig. 13 — The explosion cannot blow out an adequately constructed stemming

**Tablica 6**

Q, kg	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200	250
r <sub>s</sub> , m	500	570	620	670	710	750	780	810	840	900	970	1030	1070	1150

**Tablica 7**

Q, kg	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	180	200	250
r <sub>s</sub> , m	210	240	270	290	310	320	340	350	370	400	420	450	460	500

Tablica 8

	Postojeće stanje				Predlog			
	Normativ	ND jedin.	ND m <sup>3</sup>	ND 1000 t	Normativ	ND jedin.	ND m <sup>3</sup>	ND 1000 t
Kamniktit I kg/m <sup>3</sup>	0,13	3,1	0,403	485	—	—	—	—
Deton. štapin m/m	0,09*	1,0	0,090	108	0,05	1,0	0,050	60
Sporog. štapin m'/m <sup>3</sup>	0,0027*	0,62	0,014	2	—	—	—	—
Detonir. kapsle kom/m <sup>3</sup>	0,0016*	0,4	0,0006	1	—	—	—	—
Nitrol 11	—	—	—	—	0,12	2,3	0,29	276
Milisek. upaljač kom/m <sup>3</sup>	—	—	—	—	0,005	1,7**	0,00085	10
Amonal	—	—	—	—	0,01	3,50	0,035	42
Ukupno:				596				388

\*) Redukovane količine-računate na ugalj prosečne tvrdoće

\*\*) Prosečna cena

I pored toga što tačnih podataka nema, izvršeno je aproksimativno upoređenje koje ukazuje samo na red veličina ušteda, odnosno pokazuje postoje li razlike u troškovima ili ne.

Tablica 8 je uporedna tablica približnih vrednosti normativa.

Iz tablice 8 vidi se da nov način miniranja može da bude jeftiniji za oko

$$5,96 - 3,88 = 2,08 \text{ N. din.}$$

po toni miniranog uglja.

Pri oceni troškova miniranja treba dodati i indirektne troškove koji se smanjuju usled poboljšanja granulacije uglja. Ti troškovi su rezultat:

— povećanja kapaciteta bagera i železničkog transporta usled povećanja koeficijenta utovara;

— smanjenja abanja bagerskih delova, delova vagona i lokomotiva.

UKUPNI efekti koji se postižu novim načinom miniranja treba da se kreću oko 2,50 N. din. po toni miniranog uglja.

Ne treba ispuštiti iz vida da dosledno sprovođenje predloga novog načina miniranja znatno smanjuje vibracije, a s tim i dalja oštećenja rudarskih i građevinskih objekata. Isto tako, treba imati na umu da smanjenje vibracija povećava stabilnost kosine etaže, što je značajno za završne kosine prema severnoj strani kopa.

#### SUMMARY

#### Decrease of Seismic Quakes by Millisecond Blasting in the Open Pit »Dobro Selo«

D. M itrović, min. eng. — A. Rakić, B. chy.\*)

The existing method of drilling and blasting for the exploitation of the lignite seam about 50 m thick, requires the application of boreholes with a diameter of 110 mm and an charge spacing of 2—5 m, and an interrow distance of 2—4 m in dependance of the cleavage. The initiation of borehole charges was effected instantaneously by fuse ignition. This method of blasting effected the winning of larger lumps of coal with a size of 4 × 3 × 2 m, as well as a higher intensity of seismic effects, originating from various influences such as: the applied blasting method, direction of borehole spreading in regard with the observed object, beginning of initiation and the like.

\*) Dipl. ing. Dragoljub Mitrović stručni savetnik u Rudarskom institutu — Beograd i dipl. fiz. Aleksandar Rakić struč. saradnik Zavoda za geološka i geofizička istraživanja, Beograd.

By measurements of the intensity of seismic effects, as well as by analytical determination of necessary coefficients for oscillating velocity defining, the bearing and relation between the oscillating velocity for the presently applied blasting method (instantaneous mode of initiation), and the suggested one (millisecond delay blasting), were established, which gave rise for the proposal of a new method of charge initiation, and a defined retardation interval for this method of initiation.

By a critical review of the existing blasting method, and taking into consideration all observed shortcomings regarding the utilized kind and dimension of explosive, stemming materials and dimensions, and particularly the intensity of seismic effects and physico-mechanical properties of the coal, the new blasting method was examined by all necessary indices. For the sake of detail determination of necessary parameters of blasting, the coal was divided into three categories: soft, medium hard and hard, and for each of them a calculation was made for the specific explosive consumption, stemming length, size of the borehole top and bottom charge, inner tamping length (between the separated borehole charges), minimum burden, and total quantity of explosive for the borehole and stemming length.

The calculated geometry and distribution of the explosive into two parts is related to panel heights of 8 and 11 m, and all necessary data are given in tabular form.

Also, upon analytical calculations and instrument measurements of seismic effects, the safety zone for blasting with quantities of explosive ranging from 20 to 250 kg are given in tabular form. The safety zones are given for instantaneous and millisecond delay methods of charge initiation.

At the end of the article, normatives of production costs for the existing and suggested methods of blasting are given also in tabular form, out of which it can be seen that the costs of the suggested blasting method are lower by 2,50 Din. per ton of coal.

#### Literatura

- Bogackij, V. F., 1966: Određivanje empiričkih koeficijenata pri određivanju seizmičkih efekata. — Magnitogorski gorno-metalurgičeski institut — Tezisi dokladov XXIX, Magnitogorsk.
- Cejtin, Ja. I., Eršov, J. A., 1962: Smanjenje seizmičkih efekata pri milisekundnom miniranju. — Akademija nauka SSSR. Radovi Instituta za fiziku zemlje 21 (188).
- Demčuk, P. A., 1965: Najmanja dužina čepa. — Bezopasnost' truda v promyšlennosti, januar.
- Gogićev, I. I.: Određivanje neophodne dužine čepa. — Akademija nauka Gruz. SSR — Institut rudarske mehanike, razrade ležišta i fizike eksplozije.
- Kartuzov, M. I., Ustilovskij, A. A., 1966: Statistička obrada seizmičkih podataka dobijenih pri milisekundnom miniranju. — Izvestija vysših učebnyh zavedenij, Gornjy žurnal 11.
- Kotaro Nawa, 1965: Smanjenje vibracija tla pomoću milisekundnog miniranja, Eksplorativni.
- Kufuer, 1967: Potresi tla kod miniranja na površinskim kopovima i mere za njihovo smanjenje. — Steinbruch — Sandgrube 4.
- Leet, L. D. 1960: Vibracije izazvane miniranjem. — Harvard University — Cambridge, Massachusetts.
- Medvedev, S. V., 1964: Seizmika rudarskih eksplozija, Moskva.
- Natagensky, 1969: Kontrola vibracija na površinskim kopovima. — Canadian Pit and Quarry, februar.
- Sergejčuk, A. G., 1967: Ispitivanje seizmičkih efekata i način njihovog smanjenja pri miniranju na površinskim kopovima. — Vzryvnoe delo 62/19.
- Turuta, H. I., 1965: Seizmički efekti pri različitim konstrukcijama minskih punjenja i milisekundnom miniranju. — Metalurgičeskaja i gornorudnaja promyšlennost' 6.

# Hidrogeološka istraživanja ležišta lignita za površinsku eksploataciju

(sa 3 slike)

Dipl. ing. Dragomir Čolić

## Uvod

Bitan uslov da se ležište lignita može eksploatisati površinskim putem je i taj, da sedimentne stene iznad ugljenog sloja ne sadrže podzemne vode. Tamo gde taj uslov nije ispunjen, mora se prethodno izvršiti odvodnjavanje ležišta do te mere, da bi se mogla primeniti odgovarajuća tehnologija za otkopavanje i odlaganje jalovine. Pored toga, odvodnjavanje površinskih stena je bitan uslov za sigurnost kosina etaža na otkopavanju i odlaganju jalovine, praktično za celokupnu sigurnost rada površinskog kopa. Zbog svega toga je neophodno da se blagovremeno prikupe hidrogeološki podaci o ležištu, tj. da se pravovremeno izvrše svi potrebni hidrogeološki istražni radovi. Potcenjivanje hidrogeoloških istražnih radova dovodi kod eksploatacije ležišta do znatnih pogonskih poteškoća, pogotovo ako je otvaranje površinskog kopa već izvršeno, a hidrogeološki istražni radovi se naknadno izvode. U takvim slučajevima odvodnjavanje površinskog

kopa se mora podrediti već izvršenim radovima na površinskom kopu, te više ne postoji mogućnost optimalne eksploatacije površinskog kopa i sa aspekta optimalnih troškova odvodnjavanja. Prema tome, da bi se mogli postići najracionalniji troškovi odvodnjavanja potrebno je da hidrogeološki program istraživanja bude sastavni deo opštег istraživanja ležišta, jer se time omogućuje projektovanje odvodnjavanja paralelno sa projektovanjem otvaranja i eksploatacije površinskog kopa.

Kod izrade investicione tehničke dokumentacije otvaranja i eksploatacije površinskog kopa mora se raspolažati odgovarajućom klasifikacijom i kategorizacijom rezervi uglja u zavisnosti od karaktera projekta. Kao što je poznato, prema postojećem jugoslovenskom Propisu o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi mineralnih sirovina uglja, sva ležišta uglja dele se, prema geološkoj složenosti, na tri osnovne grupe, a prema izmenljivosti slojeva uglja svaka grupa ležišta se dalje deli na tri podgrupe. Rezerve uglja u ležištu se, prema stepenu is-

Tablica 1

Grupa	Podgrupa	Rastojanje između istražnih radova (m)		
		A	B	C <sub>1</sub>
I	1	350	700	1500
	2	250	500	1000
	3	125	250	500
II	1	do 200 — do 500	do 250 — do 1000	do 500 — do 2000
	2	do 150 — do 300	do 200 — do 700	do 400 — do 1400
	3	do 125 — do 250	do 125 — do 500	do 250 — do 1000
III	1	do 150 — do 350	do 200 — do 400	do 400 — do 800
	2	do 125 — do 300	do 300 — do 150	do 300 — do 600
	3	prosek eksplotat.	do 125 — do 200	do 250 — do 400

Napomena: Prva cifra odnosi se na rastojanje po padu, a druga predstavlja rastojanje po pruzanju.

traženosti, razvrstavaju u kategorije A, B, C<sub>1</sub> i C<sub>2</sub>. Propis predviđa rastojanje između istražnih radova za pojedine kategorije kao što je prikazano u tablici 1.

Propis dalje zahteva, da za kategoriju A moraju biti utvrđeni vodonosni horizonti, pritacaj vode u buduće jamske prostorije i mere koje su neophodne za odvodnjavanje. Za kategoriju B zahteva se poznавање hidrogeoloških karakteristika ležišta (što je u suštini isto što se traži i za kategoriju A), kao i ocena tehničko-ekonomskih uslova eksploatacije. Ocena tehničko-ekonomskih uslova traži se i za C<sub>1</sub> kategoriju.

Postavlja se pitanje, na koji se način mogu zadovoljiti zahtevi, dati u Propisu u pogledu utvrđivanja svega što je u vezi sa hidrogeološkim karakteristikama ležišta, kao i na koji način se može izraditi tehničko-ekonomска ocena uslova eksploatacije uzimajući u obzir i aspekt odvodnjavanja, kada postojeći Propis ne predviđa obavezu za izvođenje hidrogeoloških radova. Zato nije ni iznenađujuće, da se prilikom istraživanja ležišta hidrogeološka istraživanja zapostave i izvode naknadno. Stoga predlažemo da se postojeći Propis dopuni u pogledu obaveznog izvođenja hidrogeoloških radova na taj način, što bi se detaljnije specificiralo što je obavezno utvrditi u pogledu hidrogeologije ležišta, kao i u pogledu obaveznog izvođenja pojedinih hidrogeoloških istražnih radova. Naknadno ćemo objasniti konkretan predlog za dopunu Propisa.

### Hidrogeološka istraživanja

#### Zadatak hidrogeoloških istraživanja

U cilju što egzaktnijeg dimenzioniranja sistema za odvodnjavanje budućeg površinskog kopa, koji u svemu treba da bude prilagođen postojećim hidrogeološkim prilikama, potrebno je iz celokupnog otkopnog polja posedovati ravnomerno raspoređen odgovarajući broj istražnih rezultata. Primena teške mehanizacije za otkopavanje i odlaganje jalovine zahteva visoki kvalitet odvodnjavanja povlatnih naslaga, što je u direktnoj vezi sa obimom i kvalitetom hidrogeoloških istražnih radova.

Pošto otkopno područje budućeg površinskog kopa ne predstavlja jedan izdvojeni hidrogeološki sistem, to hidrogeološka istraživanja obavezno moraju da zahvate i slivna područja koja gravitiraju ka budućem otkopnom polju. Naročitu pažnju treba, takođe, obratiti hidrogeološkim istražnim radovima na periferiji budućeg površinskog kopa, jer su često ero-

zione zone na granicama ugljonošnog sloja veoma važne u pogledu hidrauličke veze povlatnih i podinskih provodnika podzemne vode. Hidrogeološka istraživanja na površinskom kopu »Drmno« — IEK Kostolac pokazala su da na jugoistočnoj granici polja, gde ugljeni sloj iskljinjava, postoji direktna veza između povlatnih i podinskih provodnika podzemne vode. Pored toga, pažnju treba obratiti na utvrđivanje eventualnih erozionih zona i u samom otkopnom polju, gde takođe može doći do direktnog spoja povlatne i podinske vode. Dalje, ukoliko u blizini otkopnog polja protiče neka reka, istraživanju tog područja takođe treba posvetiti posebnu pažnju, naročito da li postoji hidraulička veza između vode u reci i podzemnih voda. Na kraju, hidrogeološkim istraživanjem treba utvrditi i da li su povlatni sedimenti pogodni za izradu »dijafragme«, jer primena ovog sistema nesumnjivo omogućuje najracionalnije odvodnjavanje.

Kod hidrogeološkog istraživanja ležišta lignita, koja su predviđena za površinsko otkopavanje, treba izdvojiti dve zone koje se u pogledu obima radova znatno razlikuju. U području otkopnog polja mora se izvršiti kompleksno istraživanje, dok se u ostalom delu ležišta može izvršiti hidrogeološko istraživanje znatno manjeg intenziteta. Dubina do koje treba izvršiti istraživanje mora da zahvati povlatu i podinu ugljenog sloja. Sve ostale hidrogeološke bušotine moraju biti izvedene do »sigurnosne dubine«. Sigurnosna dubina određuje se tako, da pojava podzemne vode ispod te dubine, pri pritiscima koji se mogu očekivati, ne može prouzrokovati lom podine u budućem površinskom kopu. Ta se dubina kod naših ležišta lignita kreće od 6 do 12 m ispod podine ugljenog sloja, naravno u zavisnosti od sastava podinskih naslaga i pritiska podzemne vode.

Hidrogeološkim istraživanjem treba utvrditi:

— **Hidrogeološke prilike ležišta i otkopnog polja.** — Treba utvrditi: sve važnije rezervoare i provodnike podzemne vode; debljinu i prostiranje vodonepropusnih slojeva; hidraulički odnos provodnika podzemne vode; eventualnu pojavu erozionih zona u samom ležištu (u slučaju pojave erozionih zona treba utvrditi granice prostiranja).

— **Litološke parametre povlatnih i podinskih sedimenata.** — Treba utvrditi: litološku građu svih sedimenata; granulometrijski sastav sedimenata kao i elemente na osnovu kojih se može odrediti koeficijent propustljivosti i korisna porna zapremina (specifična izdašnost stena). Makroskop-

sko određivanje rezultata bušenja je nedovoljno verodostojan podatak za hidrogeološka razmatranja.

— **Hidrauličku podzemne vode.** — Treba utvrditi: nivo podzemne vode za pojedine rezervoare i provodnike i kolebanja po godišnjim dobima; strujne prilike podzemne vode — pravac podzemnog toka, brzina toka i hidraulički gradijent (pad podzemne vode) po pojedinim provodnicima kao i promene po godišnjim dobima; granicu slivnih područja podzemne vode.

— **Vezu između površinske i podzemne vode.** — Treba utvrditi: hidrauličku vezu između površinske i podzemne vode; vezu između rečnih voda i podzemne vode; litološku građu rečnih korita; intenzitet hranjenja podzemne vode od rečnih voda po godišnjim dobima; kapacitet poniranja atmosferske vode.

— **Količine podzemne vode.** — Treba utvrditi: količine podzemne vode unutar slivnog područja; srednje oticanje podzemne vode u prirodnim uslovima unutar slivnog područja; srednje oticanje podzemne vode u slučaju odvodnjavanja unutar slivnog područja; prognozu količine podzemne vode za otkopna polja; protezanje depresije koja će nastati kod odvodnjavanja otkopnog polja.

— **Kvalitet podzemne vode.** — Treba ispitati: hemijske, fizičke i bakteriološke karakteristike podzemne vode po pojedinim rezervoarima i provodnicima; upotrebljivost podzemne vode.

— **Štete koje će nastati kao posledice odvodnjavanja.** — Treba utvrditi: u kojoj će se meri spuštanje nivoa podzemne vode odraziti na poljoprivredi, šumarstvu i ostalim korisnicima (industriji ili gradovima koji se snabdevaju vodom iz okolnih rezervoara i provodnika podzemne vode).

Na temelju rezultata dobivenih ovakvim hidrogeološkim istraživanjem može se pristupiti projektovanju odvodnjavanja površinskog kopa. Međutim, činjenica je da inhomogene prilike podzemne vode uslovljavaju samo približna rešenja, bez obzira po kojoj se metodi vrše proračunavanja. Zbog toga je preporučljivo da se u okviru hidrogeološkog istraživanja izvrše i razni dopunski opiti kao npr. direktno određivanje brzine toka podzemne vode nekom poznatom metodom; probna pumpanja u cilju utvrđivanja kapaciteta važnijih kompleksa sedimenata; utvrđivanje međusobnog uticaja bunara; probno spuštanje podzemne vode do povlake ugljenog sloja.

#### Obim i redosled hidrogeološkog istraživanja

Metodiku istraživanja kod svakog pojedinog ležišta lignita podesnog za površinsko otkopavanje treba generalno razvijati u skladu sa geološkim prilikama i postavljenim uslovima pojedinih kategorija rezervi. Faktori koji utiču na izbor metodike istraživanja kao i na obim istražnih radova su:

- tip ležišta
- hidrogeološke prilike povlatnih i podinskih slojeva
- geomehaničke prilike povlatnih i podinskih slojeva
- pojave ležišta drugih sirovina u povlati i mogućnost njihove selektivne eksploatacije
- zahtevi sa rudarske tačke gledišta (tehnologija odvodnjavanja i tehnologija dobijanja)
- svrha primene uglja.

Kao što je već napomenuto, Propis o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi mineralnih sirovina uglja zahteva utvrđivanje hidrogeoloških prilika u ležištu, ali ne predviđa obavezu za izvođenje hidrogeoloških istražnih radova. Mišljenja smo, da bi trebalo da se razmotri mogućnost dopune postojećeg Propisa. U tu svrhu predlažemo, da se ležišta lignita podesna za površinsku eksploataciju tretiraju odvojeno od ostalih ležišta uglja. Sva ovakva ležišta dovoljno je podeliti u dve grupe sa po tri podgrupe. S obzirom da se u čitavom svetu ležišta lignita podesna za površinsku eksploataciju ne istražuju kombinacijom bušenja i jamskih radova, smatramo da bi bilo dovoljno da se ta ležišta istražuju samo dubinskim bušenjem, pri čemu obavezno treba izvršiti i odgovarajući broj hidrogeoloških bušotina. Rastojanja između istražnih bušotina i rastojanja između hidrogeoloških bušotina za pojedine grupe izneli smo u tablici 2.

Tablica 2

Grupa	Podgrupa	Rastojanje istražnih bušotina (m)			Rastojanje istražnih piljezometara (m)	
		A	B	C <sub>1</sub>	B	C <sub>1</sub>
I	1	200	400	800	800	1600
	2	141	283	566	566	1132
	3	100	200	400	400	800
II	1	141	283	566	566	1132
	2	100	200	400	400	800
	3	50	100	200	400	800

Kao što se iz predloga vidi radovi na hidrogeološkom istraživanju počinju već kod istraživanja C<sub>1</sub> rezervi. Hidrogeološke istražne bušotine moraju se izvoditi isključivo bušenjem na suvo. U toku ove etape moraju se odrediti geohidrološki parametri svih važnijih provodnika podzemne vode na temelju granulometrijskih analiza i kraćih opita pumpanja. U ovoj etapi treba takođe, postaviti mrežu pjezometara za sve važnije provodnike podzemne vode, na rastojanjima predloženim u tablici 2.

Istrage moraju da obuhvate celokupno sливно područje podzemne vode, kako bi se mogla proračunati prognoza dotoka podzemne vode ka budućem površinskom kopu.

Na temelju podataka prve faze istraživanja može se pristupiti izradi investicionog programa odvodnjavanja, otvaranja i eksploatacije površinskog kopa.

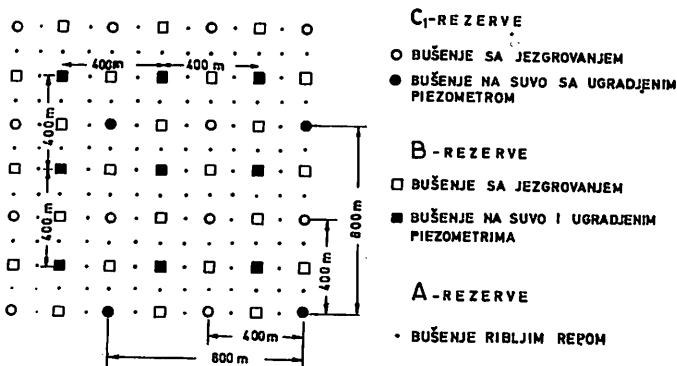
Za dalja hidrogeološka istraživanja neobično je važno, da se investicionim programom utvrde granice budućeg površinskog kopa. Time se određuje područje u kome će se nastavi-

ti moraju obavezno da pruže podatke za dimenzioniranje objekata za odvodnjavanje, kao i podatak za njihovo međusobno rastojanje.

Po završetku istraživanja druge etape, može se pristupiti izradi elaborata o rezervama, jer postoje svi potrebni podaci. Sada se može pristupiti i projektovanju glavnog projekta odvodnjavanja, otvaranja i eksploatacije budućeg površinskog kopa.

U okviru projektovanja glavnog projekta treba kao prvo uraditi jednu tehničku studiju. Studija treba da obradi više tehnoloških rešenja za eksploataciju i odvodnjavanje. U pogledu odvodnjavanja, studija mora da odredi egzaktnu tehnologiju odvodnjavanja za period otvaranja i eksploatacije po svim predloženim tehnološkim varijantama.

Na temelju rezultata studije bira se najpovoljnija varijanta otvaranja, eksploatacije i odvodnjavanja i detaljno se razrađuje u glavnom projektu. Na taj način se iznalazi optimalna eksploatacija površinskog kopa sa svih aspekata, pa i sa aspekta odvodnjavanja.



Sl. 1 — Šema istraživanja ležišta lignita II grupe i 2. podgrupe.

Рис. 1 — Схема исследования месторождения lignита II группы и 2. подгруппы

ti druga etapa istraživanja u cilju utvrđivanja rezervi A i B kategorije.

U drugoj etapi istraživanja ležište treba istražiti do te mere, da se u području otkopnog polja, za period otkopavanja prvih 15 godina, obezbede rezerve B kategorije. Ostatak polja ostaje i dalje sa rezervama C<sub>1</sub> kategorije. Hidrogeološki deo istraživanja treba da razjasni hidrogeološke prilike do te mere, da za vreme eksploatacije ne može doći do nepredviđenih situacija koje bi mogle da ugroze rad budućeg površinskog kopa. Hidrogeološki istražni rado-

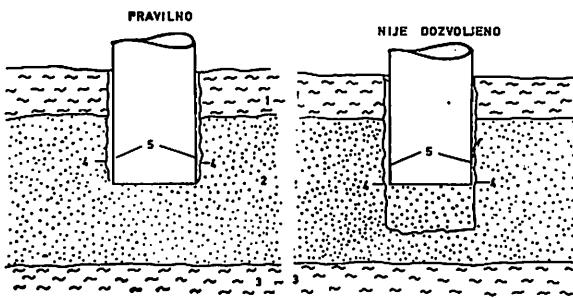
Na kraju ostaje još jedna etapa istraživanja, a to je prevođenje rezervi B kategorije u A kategoriju u području otvorene tačke i dela polja koji će se otkopavati prvih pet godina. Ovo se može izvršiti bušenjem bez jezgrovanja. Nakon završetka istraživanja ove etape može se početi sa radovima na otvaranju površinskog kopa, jer nikakva iznenadenja nisu više moguća.

Na slici 1 prikazano je kako bi izgledala šema istraživanja za ležište II grupe i 2. podgrupe.

## Izvoćenje bušenja na suvo

### Tehnologija bušenja i uzorkovanja

Kao što je već napomenuto, hidrogeološka istraživanja ležišta lignita za površinsku eksploraciju treba da se izvode isključivo bušenjem na suvo. Kod bušenja na suvo mora se postići tehnologija koja obezbeđuje spuštanje zaštitne kolone paralelno sa bušenjem dna bušotine, kao što je to prikazano na slici 2.



Sl. 2 — Spuštanje zaštitne kolone  
1 — glina; 2 — pesak ili šljunak; 3 — glina; 4 — zid bušotine; 5 — zaštitna kolona.

Ris. 2 — Потружение обсадной колонки

U slučaju zaostajanja zaštitne kolone dolazi do onečišćenja uzorka tako da u tom slučaju uzorak ne reprezentuje mesto gde je uzet. Naravno da tada ni geohidrološki parametri dobiveni granulometrijskom analizom ne odgovaraju stvarnom stanju.

Ukoliko se hidrogeološko bušenje izvodi paralelno sa bušenjem u cilju dobivanja geomehaničkih uzoraka (sto uvek treba sinhronizovati) mora se obezbediti konačan prečnik bušenja koji obezbeđuje utiskivanje cilindra za uzimanje geomehaničkog uzorka. Kod čisto hidrogeološkog bušenja prečnik bušenja može biti i manji i to: ako se ugrađuje pijsometar ne manji od dvostrućog prečnika pijsometra, a u slučaju samog uzorkovanja prečnik bušenja mora da obezbedi uzimanje uzorka najmanje od 1 kilograma.

Za hidrogeološko istraživanje dovoljno je uzimanje poremećenih uzoraka. Kao uobičajeni aparat za uzimanje uzorka može da posluži bučkalica, odnosno slični aparati. Naročitu pažnju treba obratiti da se od izbušenog područja sedimenta uzimaju uzorci koji po svom srednjem sastavu odgovaraju sastavu tog sedimenta. Stoga se aparati za uzimanje uzorka obavezno moraju oprati vodom u cilju dobivanja i najfinijih frakcija. Uzorak se stavlja u pripremljeni sud i prirodno ili veštački osuši. Nakon toga se može uzeti uzorak za granulometrijsku analizu.

Uzimanje uzorka treba da usledi u sledećim intervalima:

- uzimanje uzorka kod svake promene slojevitosti;
- u lesu i glini uzorak se uzima najmanje u intervalu od 2 m;
- u šljunku uzorak treba uzimati u intervalu od 0,5 m;
- u pesku uzorak treba uzimati u intervalu od 1 m;
- ako se u ugljenom sloju pojave peskoviti ili glinoviti proslojci, onda treba i iz njih uzimati uzorke;
- u podini uzorak treba uzimati u prvih pet metara na 1 m razmaka, a nakon tog interval se može povećati na 2 m.

### Tamponiranje

U slučaju da se posle probijanja vodonosnog sloja dođe do vodonepropusnog sloja (npr. do sloja gline ili ugljenog sloja) tada se tamponiranjem vodonosnog sloja mora sprečiti svaki dalji prodror podzemne vode u buštinu. To se najcelishodnije postiže time, što se zaštitna kolona utera 3 do 5 m u vodonepropusni sloj i taj deo zaštitne kolone ispunji zaptivnim materijalom, bentonitom ili glinom koja dobro bubri, a onda se kroz zaptivni materijal potera kolona sa manjim prečnikom, kao što je to pokazano na slici 3. Postupak pri tome je sledeći:

- zaštitna kolona sa većim prečnikom uteče se 3 do 5 m u vodonepropusni sloj ili užalj;
- svih 3 do 5 metara zaštitne kolone zapuni se nabijenim bentonitom ili glinenim kuglama. Da bi se dobio dobar tampon od zaptivnog materijala, naprave se kugle prečnika 3 do 5 cm;
- treba sačekati dok se ne postigne maksimum bubreњa zaptivnog materijala. Poželjno je prethodno laboratorijski ispitati bubreњe zaptivnog materijala;
- posle toga se u tampon utiskuje kolona manjeg prečnika do maksimalne dubine koju je moguće postići bez bušenja tampona (minimum 20 cm). Kada kolona ne ide dalje pristupa se vađenju tamponskog čepa, ali samo do dubine utisnute kolone. Ovako se postupa dok se ne prođe ceo tamponski čep;
- na kraju, kada kolona siđe do dna bušotine, očisti se cela bušotina, da dno bušotine bude suvo;

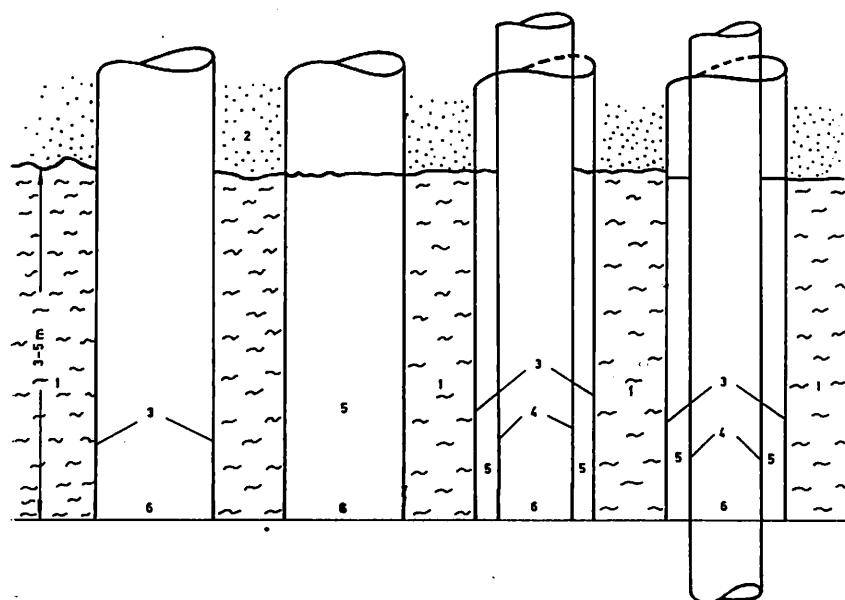
— posle čišćenja bušotine, opaža se nivo. Ukoliko za 60 minuta bušotina ostane suva, nastavlja se bušenje, s tim što se i dalje vrši kontrolno opažanje bušotine, da bi se zapazio eventualni dotok vode.

#### Merenje statičkog nivoa podzemne vode

U toku hidrogeološkog bušenja veoma je važno uočiti momenat kada je nabušen provodnik podzemne vode, jer nakon toga mora se odmah pristupiti merenju izdizanja nivoa podzemne vode u bušotini. Vremenski, mere-

pijezometara može se realizovati za veći broj provodnika podzemne vode samo u slučaju, ako se uspe sa ugrađivanjem većeg broja pijezometara u jednoj bušotini. Kod hidrogeološkog istraživanja površinskog kopa »Drmno«

— IEK Kostolac ugrađivani su dupli pijezometri koji su besprekorno funkcionali. U pojedinim bušotinama su grupno ugrađena i po četiri pijezometra i to dva u povlati i dva u podini. U Mađarskoj je odjednom kompleksno osmatrano sedam provodnika podzemne vode.



Sl. 3 — Sema tampa-niranja  
1 — vodonepropusni sloj; 2 — provodnik podzemne vode; 3 — zaštitna kolona većeg prečnika; 4 — zaštitna kolona manjeg prečnika; 5 — tamponski čep; 6 — dno bušotine.

Рис. 3 — Схема та-  
мпонажа.

nja nivoa treba vršiti svakog sata, sve dok se ne postigne statički nivo podzemne vode. Da se ne bi dobio pogrešan podatak o statičkom nivou, treba povremeno nekim podesnim alatom uzburkati eventualno nataloženi mulj u bušotini, koji usporava uzgon podzemne vode. Time se ujedno ubrzava izdizanje nivoa podzemne vode. Po utvrđivanju statičkog nivoa, u cilju kontrole, poželjno je spustiti nivo vode za 4 do 6 m i ponovo meriti izdizanje vode. Ako nivo podzemne vode zauzme istu statičku visinu, može se smatrati da je merenje pravilno izvršeno i tek tada se može nastaviti bušenje.

#### Ugradnja pijezometara

Da bi se vršila kontrola stanja podzemne vode potrebno je u izvestan broj hidrogeoloških bušotina ugraditi pijezometre. Mreža

Po nameni pijezometri mogu da budu:

- povlatni pijezometar, za osmatranje podzemne vode u krovinskim sedimentima;
- ugljeni pijezometar, za osmatranje podzemne vode u ugljenom sloju;
- podinski pijezometar za osmatranje podzemne vode u podinskim sedimentima;
- spoljni pijezometar, za osmatranje podzemne vode van područja ugljenog sloja.

Da bi se sprečilo prodiranje finih peskova u pijezometarsku cev, filterski deo se mora zaštititi specijalnom mrežom. Primena mreže od mesinga, bronce ili bakra nije preporučljiva. Preporučuje se mreža od plastične mase, jer se tada postiže veća trajnost pijezometra.

U zavisnosti od slojeva koji treba da se osmatraju, pre ugrađivanja pijezometra potrebno je utvrditi dužinu pune cevi, dužinu i položaj filterske cevi, kao i područje koje se

mora zapuniti šljunkom. Puna cev pijezometra treba da nadvisi teren za 0,8 do 1,0 m, i da ima prav završetak. Odmah po ugradnji pijezometra mora se staviti zatvarač i osiguranje od nepoželjnog otvaranja.

Da bi filterski deo cevi pijezometra bio ravnomerno udaljen od stene bušotine, a pre svega da se spreči prodiranje sitnozrnastog materijala, oko pijezometra se stavlja šljunčani zasip. Šljunčani zasip treba da se sastoji iz pranog grubog peska i finog šljunka odre-

dene granulacije. Zasipavanje se obično izvodi ručno. Kod bušotina izvedenih bušenjem na suvo, zaštitna kolona sme da se izvlači samo za onoliko, koliko je bušotina ispunjena šljunkom.

Da bi pijezometri bili uočljivi, poželjno je da se bar kapa zatvarača oboji svetlom bojom. Na kraju, pijezometar treba numerisati i broj treba čitko ispisati na pijezometarskoj cevi.

## РЕЗЮМЕ

### Гидрогеологические исследования месторождений лигнита для эксплуатации поверхностными разработками

(Дипл. инж. Д. Чолић\*)

В введении автор статьи анализирует существующие методы исследования месторождений угля, задерживаясь особо на до настоящего времени проводимых способах гидрогеологического исследования сопровождающих пород в кровле и почве месторождения. Статья констатирует, что существующие Правила о классификации и категоризации резервов минерального сырья угля выработаны в периоде, когда большая часть производства угля проводилась подземным способом и что они в общем соответствуют требованиям в связи с исследованием месторождений угля предназначенных для разработки подземным способом. Однако и для исследования таких месторождений им можно поставить в упрек, что в них недостаточно формулирована методология определения гидрогеологических данных. Очевидно что практика проведения разведочных работ не может удовлетворить требованиям для исследования месторождений лигнита с грунтовыми водами пригодных для поверхностной разработки.

Во второй части статьи рассматривается методология гидрогеологических исследований, месторождений лигнита, соответствующая для разработки открытым способом. По мнению автора для таких месторождений необходимо гидрогеологической разведкой установить: гидрогеологические условия месторождения и зоны разработки, литологические параметры пород кровли и почвы, гидравлику грунтовых вод, их зависимость между поверхностными и грунтовыми водами, качество грунтовых вод и вред наносимый вследствии осушения карьерного поля. Кроме того предлагается объем и порядок выполнения гидрогеологических работ. На основе изложенной методологии предложены дополнения к Правилам о классификации и категоризации резервов минерального сырья угля чтобы исследования месторождений лигнита были полными.

В третьей части статьи разработан способ проведения разведочного бурения в рамках гидрогеологических исследований. Разработаны: технология бурения, каротаж, тампонаж, измерение уровня грунтовых вод и монтаж пьезометрических наблюдательных пунктов.

\*) Dipl. ing. Dragomir Čolić, Industrijsko-energetski kombinat, Kostolac

# Mogućnost primene hidrauličnog zasipavanja u rudniku Pb-Zn Trepča — Stari Trg u cilju povećanja intenziteta otkopavanja

(sa 5 slika)

Dipl. ing. Radosav Stanković — dipl. ing. Ante Gluščević  
— dipl. nig. Ljubomir Redžić

## Uvod

Olovno-cinkovo rudno ležište Stari Trg eksploatiše se neprekidno od 1930. godine. Od početnih godina eksploatacije, pa nadalje kapacitet proizvodnje nalazi se u porastu, da bi se poslednjih godina ustalio na oko 600.000 t rude godišnje.

U okviru proširenja Rudarsko-metalurško-hemijskog kombinata »Trepča« predviđa se rekonstrukcija i proširenje rudnika Stari Trg za kapacitet od 1.000.000 t rude godišnje.

Dalja razmatranja ukazuju na neka moguća rešenja u cilju povećanja intenziteta otkopavanja, čime se obezbeđuje veći kapacitet proizvodnje i sniženje troškova otkopavanja.

## Karakteristike rudnog ležišta

Rudno ležište Stari Trg pripada grupi hidrotermalno-metasomatskih ležišta.

Rudna tela razmeštena su duž kontakta krečnjaka i škriljca, krečnjaka i breče, kao i u samom krečnjaku.

Škriljci zajedno sa krečnjacima grade asimetričnu antiklinalu, čiji centralni deo pada pod uglom od  $40^{\circ}$ — $45^{\circ}$ . Pad škriljca i krečnjaka u južnom krilu antiklinale iznosi  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$ , a u severnom krilu  $30^{\circ}$ — $35^{\circ}$ .

Najveći deo rudnih tela nalazi se na kontaktu škriljca i krečnjaka, a mali broj rudnih tela vezan je za pukotine i rasede u krečnjaku.

Izdanak rudnog ležišta otkriven je na oko 900 m nadmorske visine, a istražnim bušotinama konstatovano je orudnjenje na — 130 m, tako da za sada poznato zaledanje rudnog ležišta iznosi preko 1.000 m, i to još uvek sa visokim sadržajem metala.

U horizontalnom preseku površina rudnih tela u centralnom delu rudnog ležišta iznosi 4.000—7.000 m<sup>2</sup>, a na severnom krilu antiklinale je od 500—2.000 m<sup>2</sup>. Kod rudnih tela u krečnjaku površine se kreću u granicama 100—1000 m<sup>2</sup>.

U pogledu fizičko-mehaničkih osobina, ruda i podinski krečnjaci su, uglavnom, kompakti i čvrsti i pogodni za izradu jamskih prostorija. Krovinski škriljci su manje čvrstoće i skloni obrušavanju.

Ruda, pored osnovnih metala olova i cinka, sadrži i druge korisne prateće metale kao što su Ag, Bi i Cd. Takode je od značaja i sadržaj pirita i pirotina koji se u tehnološkoj preradi koriste.

Sadržaj pojedinih korisnih komponenti u sadašnjim rudnim rezervama iznosi: 5,02% Pb, 3,93% Zn, 18% FeS<sub>2</sub> i 16% Fe S.

Iz datog pregleda se vidi da rudno ležište pripada bogatim Pb — Zn ležištima i da je s obzirom na velike rudne rezerve ekonomski vrlo značajno.

Prostorno, rudna tela imaju nepravilni oblik. Krovina pokazuje izvesnu pravilnost, dok je podina vrlo nepravilna i karakteristična je apofize koje na vrlo malim visinskim intervalima mogu imati različiti oblik, veličinu i pravac pružanja.

Prema iskustvu u toku otkopavanja zapaženo je da se površina rudnih tela na visinskoj razlici od 4—6 m povećava ili smanjuje od nekoliko stotina do 1000 m<sup>2</sup>. Isto tako dešava se da se rudno telo razdvaja u odvojene manje celine, koje se mogu ponovno na izvesnoj visini sastaviti u jednu celinu. Općenito, može se reći da je vrlo mali broj rudnih tela koja po padu

u horizontalnom preseku zadržavaju približno istu površinu.

Ove morfološke karakteristike rudnih tela imaju velikog značaja kod izbora otkopne metode, radi čega se posebno ističu. Na slici 1 dat je geološki plan VI horizonta.

### Otvaranje rudnog ležišta

Zbog pogodne konfiguracije terena gornji delovi rudnog ležišta otvoreni su potkopima na visinskoj razlici od 30 m, zatim oknom dubine 160 m do kote 610 m. Na ovom nivou okno je spojeno sa potkopom dužine 2660 m.

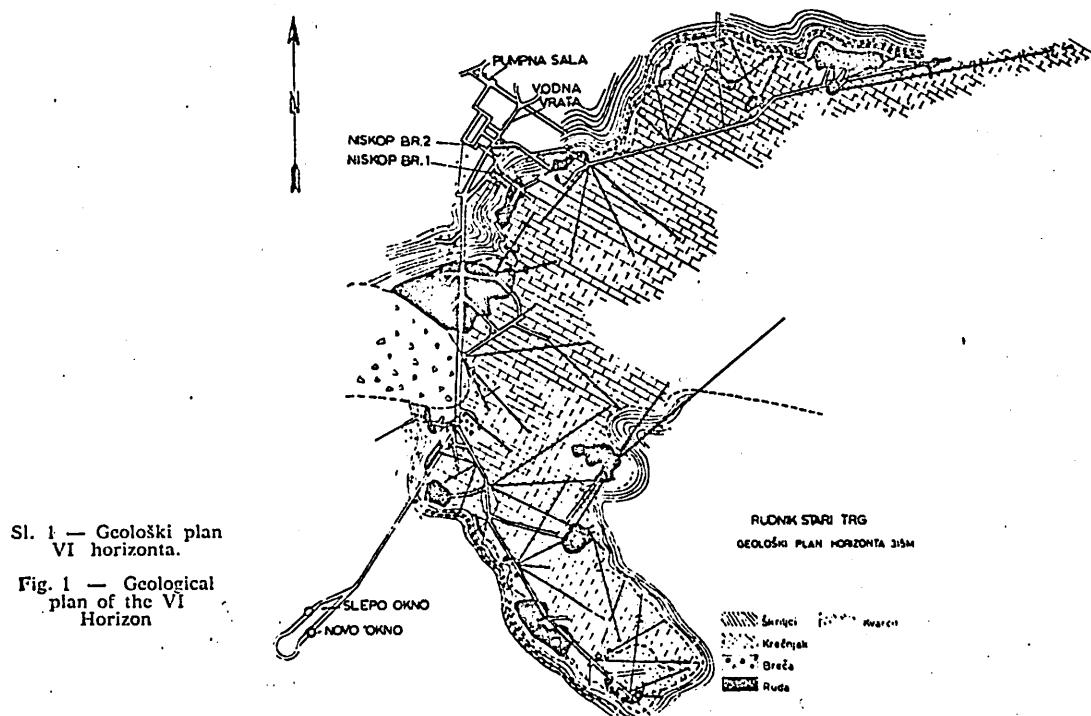
U cilju otvaranja X i XI horizonta, okno će se produbiti za 150 m.

Opisani način otvaranja rudnog ležišta vidi se na slici 2.

### Eksplotacija rudnog ležišta

Rudno ležište iznad kote 610 m (I horizont) bilo je otvoreno sa 8 horizontata na visinskoj razlici od 30 m, a ispod kote 610 m, visinska razlika među horizontima iznosi 60 m.

Eksplotacioni radovi iznad horizonta 610 su uglavnom završeni, tako da se sada rudno



Dublji delovi rudnog ležišta do kote 315 m (VI horizont) otvoreni su prvobitno sa 3 kosa okna, a kako je ovaj način otvaranja postao usko grlo proizvodnje, izradeno je novo izvozno okno od površine do kote 135 m tj. do IX horizonta. Sadašnja dubina okna iznosi 680 m. Novo izvozno okno je isto tako na koti 610 m spojeno sa navedenim potkopom. U budućoj eksplotaciji ležišta, sistem novo izvozno okno-potkop predstavljaće glavni izvozni sistem.

Svi otvoreni horizonti ispod horizonta 610 m, zaključno sa IX horizontom, povezani su sa oknom.

ležište eksploratiše u intervalu od I—IX horizonta (kote 610—135 m).

Od početka eksplotacije rudnog ležišta za otkopavanje rudnih tela primenjuju se dve otkopne metode:

- metoda krovnog otkopavanja u horizontalnim etažama sa zasipom

- metoda kvadratnih slogova u horizontalnim etažama sa zasipom.

Metoda krovnog otkopavanja primenjuje se za otkopavanje skoro svih rudnih tela. Izuzetak su rudna tela sa trošnom rudom, blagim i jako promenljivim padom, koja se otkopava-

ju metodom kvadratnih slogova. Metoda kvadratnih slogova primenjuje se još i za otkopavanje sigurnosnih ploča.

Po obimu primene, metoda krovnog otkopavanja sa zasipom ima dominantno mesto u proizvodnji, te se ista u daljem i analizira.

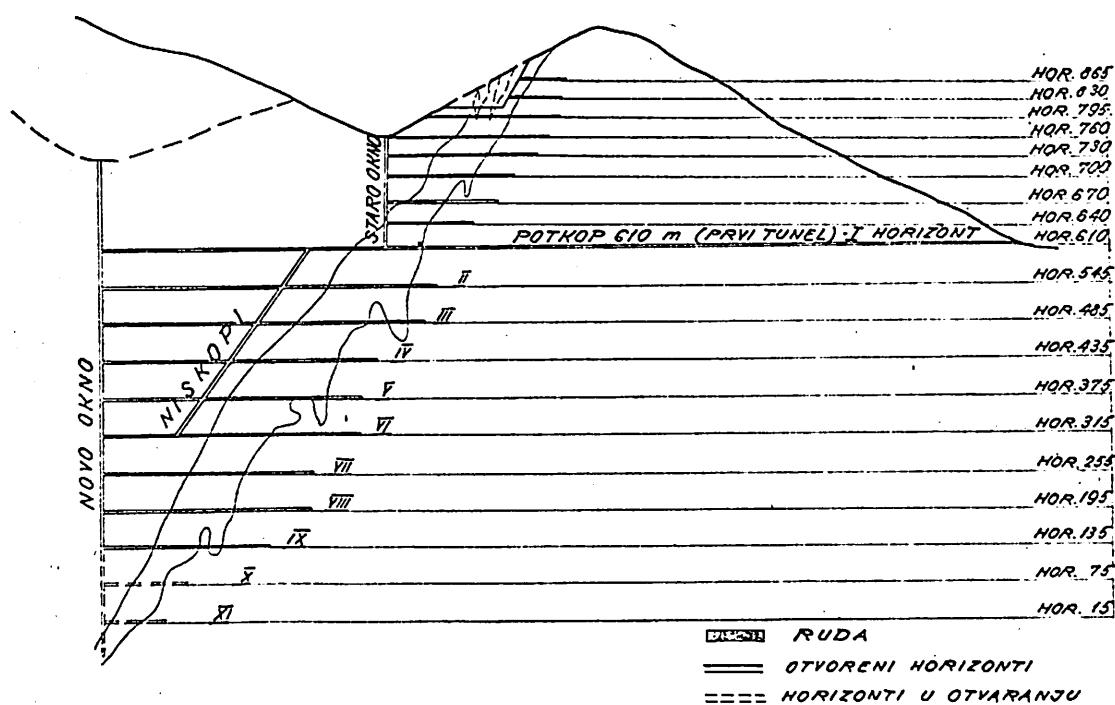
Princip rada kod metode krovnog otkopavanja ostao je isti od početka primene metode do danas.

Ruda se u horizontalnim etažama visine 2—2,5 m bušenjem i miniranjem obara na zasip. Pri ovome se primenjuju horizontalni i vertikalni sistemi bušenja minskih bušotina. Ispi-

šinom ostavljaju se kod otkopavanja sigurnosni stubovi dimenzija  $10 \times 10$  m, razmešteni u otkopu u šahovskom rasporedu. Svakom sigurnosnom stubu pripada otkopna površina od  $800—900$   $m^2$ .

Kada se završi otkopavanje jedne etaže, cešta površina otkopa zasipava materijalom, koji se dobiva sa površine. Razvlačenje zasipa po otkopu vrši se skreperima.

Posle zasipavanja, između stropa otkopa i zasipa, ostaje prazan prostor visine 2 m, radi smeštaja minirane rude.



Sl. 2 — Načini otvaranja rudnog ležišta Trepča — Stari Trg

Fig. 2 — Opening method of the ore deposit Trepča — Stari Trg.

tivanja su pokazala da vertikalni sistem daje povoljniji granulometrijski sastav minirane rude, pa ovaj sistem bušenja zadnjih godina ima veću primenu.

Utovar rude je većim delom mechanizovan primenom skrepera i samohodnih utovarno-transportnih mašina TeGH.

Preko rudnih sipki ruda se spušta na nivo horizonta i dalje lokomotivskim transportom odvozi do centralnih rudnih sipki, a odatle do skip okna. Broj rudnih sipki na jednom otkopu je različit i zavisi od površine otkopa odnosno rudnog tela. Kod rudnih tela se velikom povr-

Slika 3 predstavlja šematski metodu krovnog otkopavanja u horizontalnom i vertikalnom preseku.

I pored toga što se na metodi krovnog otkopavanja zadržao isti princip rada, zbog napretka tehnike i razvoja savremenijih tipova mašina, izvršene su modifikacije u sistemu rada kod pojedinih faza tehnološkog procesa otkopavanja, uvođenjem savremenijih bušačih čekića utovarno-transportnih mašina, vertikalnog sistema bušenja monoblok svrdlima, izgradnjom podobnijih sipki za rudu itd.

Odnos ručnog i mehanizovanog rada na otkopu menjao se u prilog mehanizovanog rada, tako da danas mehanizovani rad u otkopavanju sudjeluje se oko 80%.

Potrebno povećanje proizvodnje rudnika dalo je povoda da se izvrši detaljna analiza korišćenja otkopnih površina, kao i analiza tehnološkog procesa otkopavanja. Isto tako razmotrena je mogućnost uvođenja neke druge metode otkopavanja.

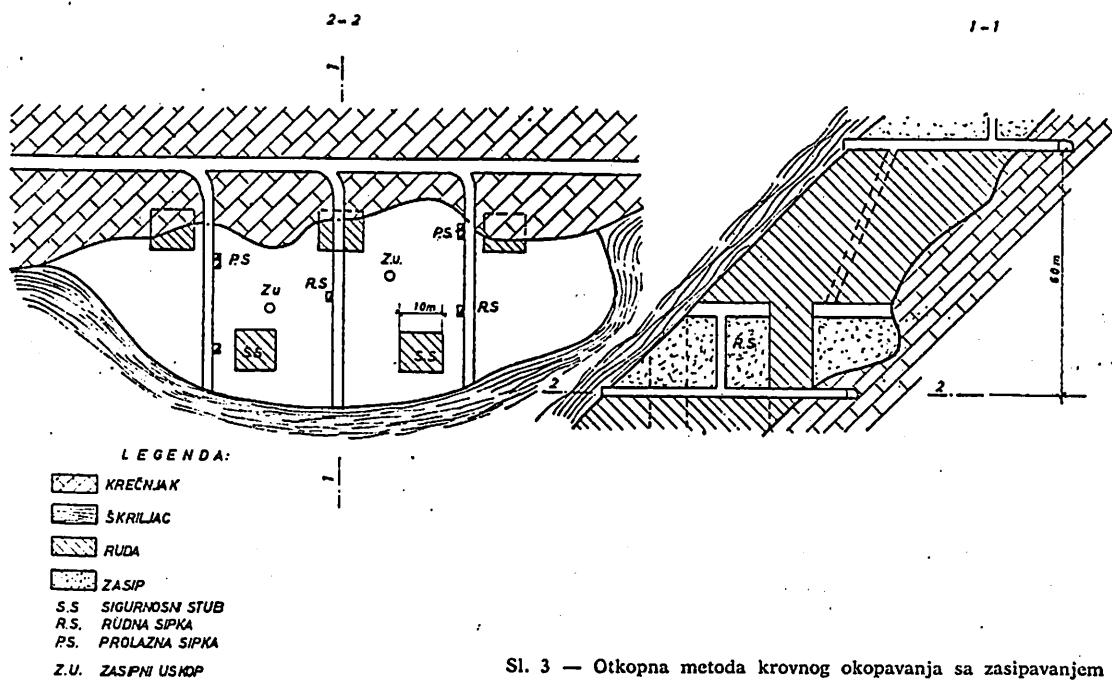
U pogledu metoda otkopavanja, za neka rudna tela severnog krila mogla bi se primeniti metoda podetažnog zarušavanja, ali za ve-

od od jedne godine i devet meseci, pa se došlo do sledećeg:

— indeks ukupnih otvorenih površina	100%
— ukupne aktivne površine	59%
— ukupne neaktivne površine	41%

Iz datog pregleda se vidi, da je od svih otvorenih površina za otkopavanje korišćeno svega 59%, a 41% se u tom periodu nije koristio.

U vezi s tim, a i iz drugih razloga o kojima će biti reči, konstatovano je vrlo nisko ostvarenje intenziteta otkopavanja.



Sl. 3 — Otkopna metoda krovnog okopavanja sa zasipavanjem

Fig. 3 — Roof cut and fill mining method

ćinu rudnih tela mora se primeniti sadašnja metoda krovnog otkopavanja sa zasipom iz sledećih razloga:

— ruda ima visoki sadržaj metala i veliku vrednost, pa je potrebno ostvariti što veće iskorишćenje rudne mase i što niže osiromašenje rude,

— rudna tela su nepravilnog oblika sa vrlo promenljivim morfološkim karakteristikama,

— u rudnim telima se javljaju ponekad veća uključenja krečnjaka, koji treba u razdrobljenom stanju ostaviti u zasipu.

Radi korišćenja otkopnih površina, izvršena je analiza proizvodnje svih otkopa za peri-

Za analizirani period, intenzitet otkopavanja preračunat na ukupnu otvorenu otkopnu površinu ostvaren je  $5,34 \text{ t/m}^2/\text{god}$ , a preračunat na aktivnu otkopnu površinu ostvaren je  $9,04 \text{ t/m}^2/\text{god}$ .

Glavni razlozi za niski intenzitet otkopavanja proizilaze, pored ostalog, radi komplikovane dopreme, transporta i ugradivanja zasipa. Zasipni materijal se najvećim delom dobija na površinskom kopu u blizini rudnika i preko sistema zasipnih sipki prevozi po horizontima i doprema do otkopa. Transportni putevi su dugački i vezani za višestruko presipavanje zasipa.

U cilju sagledavanja učešća faze zasipavanja na ukupni vremenski fond otkopavanja jedne etaže, izvršena je analiza 11 otkopa, koji su kategorisani po veličini. Rezultati ispitivanja dati su u tablici 1.

Tablica 1

Površina otkopa $m^2$	Učešće pojedinih faza rada, %		
	otkopa- vanje	pripre- ma za zasipa- vanje	zasipa- vanje
200—500	51,0	9,0	40,0
500—1000	56,6	8,2	35,2
1000—2000	57,0	5,0	38,0

Iz podataka tablice 1 se vidi da faza pripreme za zasipavanje, a specijalno faza zasipavanja, ima velikog učešća u ukupnom vremenskom fondu otkopavanja jedne etaže.

Ovakav način zasipavanja onemogućuje neka radikalnija rešenja za skraćenje faze zasipavanja.

Pomeranje eksploatacionih radova na veće dubine, tj. u niže delove rudnog ležišta, doveće kod sadašnjeg načina zasipavanja do proširenja zasipnih puteva, pa se normalno može očekivati i veće učešće neproduktivnih faza rada, odnosno i dalje smanjenje intenziteta otkopavanja.

Značajno je napomenuti da dobijanje, transport i ugradivanje zasipa, angažuje znatnu radnu snagu i sredstva, zahteva veliki broj otkopa u radu, dovodi do dekoncentracije eksploatacionih radova, održavanja transportnih puteva, te sve skupa ima znatnog uticaja na troškove proizvodnje.

Razmatrajući problem povećanja proizvodnje rudnika Stari Trg, došlo se do zaključka, da ima realnog osnova da se u smanjenju učešća neproduktivnih faza rada na otkopu traži rešenje za povećanje intenziteta otkopavanja i smanjenje troškova otkopavanja.

Faza zasipavanja u neproduktivnim fazama rada na otkopu ima najveći uticaj, pa je rešenju problema zasipavanja dat i odgovarajući značaj.

#### Hidraulično zasipavanje flotacijskom jalovinom

Flotacijska jalovina, uz određene uslove, predstavlja vrlo pogodan materijal za zapunjavanje otkopa. Zbog ove pogodnosti mnogi rud-

nici SAD, Švedske, Finske, Kanade, SSSR i drugih zemalja koriste flotacijsku jalovinu kao zasipni materijal.

U našoj zemlji, od rudnika metala, flotacijsku jalovinu za zasipavanje koristi rudnik bakra Bor.

Iskustvo rudnika koji koriste flotacijsku jalovinu za zasipni materijal ukazuje na višestrukе tehničko-ekonomske prednosti u odnosu na klasično suvo zasipavanje.

Prednosti se u osnovi ogledaju u sledećem:

— hidraulično zasipavanje predstavlja izvanredan napredak u povećanju sigurnosti rada u otkopima, jer u toku zasipavanja otkopa nije potrebno prisustvo radnika. Radnik samo vrši kontrolu priticanja zasipa u otkop sa sigurnog mesta.

— Značaj hidrauličnog zasipavanja ogleda se i u tome, što pruža izabranom načinu otkopavanja veliku elastičnost, pa se sa uspehom može primeniti na sve tipove ležišta, od jednostavnih do morfološki vrlo komplikovanih. Zbog komplikovanih morfoloških prilika ova osobina hidrauličnog zasipavanja ima poseban značaj za rudnik Stari Trg.

— Hidrauličnim zasipavanjem je moguće osetno povećanje produktivnosti otkopa, jer je brzina zapunjavanja otkopa nekoliko puta veća od brzine zasipavanja otkopa suvim zasipom. U vezi sa ovim znatno se skraćuje ciklus otkopavanja jednog odseka, što se povoljno odražava na intenzitet otkopavanja i kapacitet otkopa.

— Troškovi hidrauličnog zasipavanja su znatno niži od troškova suvog zasipavanja, jer se koristi jalovina flotacije. Pored redovnih troškova postižu se uštede i na potrebnim investicionim ulaganjima za izgradnju jalovišta flotacijske jalovine.

Prijenom hidrauličnog zasipavanja sružavaju se troškovi izrade skupih i dugačkih zasipnih puteva za dopremu zasipa (zasipni hodnici, uskopi, okna) i zamenjuju se znatno jeftinijim cevovodima i bušotinama.

Kod hidrauličnog zasipavanja postižu se znatno veći otkopni učinci zbog malog angažovanja radne snage na dobijanju, pripremi, transportu i ugradivanju zasipa.

Radi svih navedenih prednosti hidrauličnog zasipavanja nad klasičnim, predloženo je da se u rudniku Stari Trg u cilju sruženja troškova otkopavanja i povećanja intenziteta otkopavanja koristi flotaciona jalovina.

U cilju sagledavanja učešća faze zasipavanja na ukupni vremenski fond otkopavanja jedne etaže, izvršena je analiza 11 otkopa, koji su kategorisani po veličini. Rezultati ispitivanja dati su u tablici 1.

Tablica 1

Površina otkopa $m^2$	Učešće pojedinih faza rada, %		
	otkopa- vanje	pripre- ma za zasipa- vanje	zasipa- vanje
200—500	51,0	9,0	40,0
500—1000	56,6	8,2	35,2
1000—2000	57,0	5,0	38,0

Iz podataka tablice 1 se vidi da faza pripreme za zasipavanje, a specijalno faza zasipavanja, ima velikog učešća u ukupnom vremenskom fondu otkopavanja jedne etaže.

Ovakav način zasipavanja onemogućuje neka radikalnija rešenja za skraćenje faze zasipavanja.

Pomeranje eksploatacionih radova na veće dubine, tj. u niže delove rudnog ležišta, dovešće kod sadašnjeg načina zasipavanja do produženja zasipnih puteva, pa se normalno može očekivati i veće učešće neproduktivnih faz za rada, odnosno i dalje smanjenje intenziteta otkopavanja.

Značajno je napomenuti da dobijanje, transport i ugradivanje zasipa, angažuje znatnu radnu snagu i sredstva, zahteva veliki broj otkopa u radu, dovodi do dekoncentracije eksploatacionih radova, održavanja transportnih puteva, te sve skupa ima znatnog uticaja na troškove proizvodnje.

Razmatrajući problem povećanja proizvodnje rudnika Stari Trg, došlo se do zaključka, da ima realnog osnova da se u smanjenju učešća neproduktivnih faz rada na otkopu traži rešenje za povećanje intenziteta otkopavanja i smanjenje troškova otkopavanja.

Faza zasipavanja u neproduktivnim fazama rada na otkopu ima najveći uticaj, pa je rešenju problema zasipavanja dat i odgovarajući značaj.

#### Hidraulično zasipavanje flotacijskom jalovinom

Flotacijska jalovina, uz određene uslove, predstavlja vrlo pogodan materijal za zapunjavanje otkopa. Zbog ove pogodnosti mnogi rud-

nici SAD, Švedske, Finske, Kanade, SSSR i drugih zemalja koriste flotacijsku jalovinu kao zasipni materijal.

U našoj zemlji, od rudnika metala, flotacijsku jalovinu za zasipavanje koristi rudnik bakra Bor.

Iskustvo rudnika koji koriste flotacijsku jalovinu za zasipni materijal ukazuje na višestruku tehničko-ekonomske prednosti u odnosu na klasično suvo zasipavanje.

Prednosti se u osnovi ogledaju u sledećem:

— hidraulično zasipavanje predstavlja izvanredan napredak u povećanju sigurnosti rada u otkopima, jer u toku zasipavanja otkopa nije potrebno prisustvo radnika. Radnik samo vrši kontrolu priticanja zasipa u otkop sa sigurnog mesta.

— Značaj hidrauličnog zasipavanja ogleda se i u tome, što pruža izabranom načinu otkopavanja veliku elastičnost, pa se sa uspehom može primeniti na sve tipove ležišta, od jednostavnih do morfološki vrlo komplikovanih. Zbog komplikovanih morfoloških prilika ova osobina hidrauličnog zasipavanja ima poseban značaj za rudnik Stari Trg.

— Hidrauličnim zasipavanjem je moguće osetno povećanje produktivnosti otkopa, jer je brzina zapunjavanja otkopa nekoliko puta veća od brzine zasipavanja otkopa suvim zasipom. U vezi sa ovim znatno se skraćuje ciklus otkopavanja jednog odseka, što se povoljno odražava na intenzitet otkopavanja i kapacitet otkopa.

— Troškovi hidrauličnog zasipavanja su znatno niži od troškova suvog zasipavanja, jer se koristi jalovina flotacije. Pored redovnih troškova postižu se uštede i na potrebnim investicionim ulaganjima za izgradnju jalovišta flotacijske jalovine.

Prijemom hidrauličnog zasipavanja snižavaju se troškovi izrade skupih i dugačkih zasipnih puteva za dopremu zasipa (zasipni hodnici, uskopi, okna) i zamenjuju se znatno jевтинijim cevovodima i bušotinama.

Kod hidrauličnog zasipavanja postižu se znatno veći otkopni učinci zbog malog angažovanja radne snage na dobijanju, pripremi, transportu i ugradivanju zasipa.

Radi svih navedenih prednosti hidrauličnog zasipavanja nad klasičnim, predloženo je da se u rudniku Stari Trg u cilju sniženja troškova otkopavanja i povećanja intenziteta otkopavanja koristi flotaciona jalovina.

Sadašnji položaj flotacije u Zvečanu nije omogućavao korišćenje flotacijske jalovine za zasip zbog velike udaljenosti flotacije od rudnika.

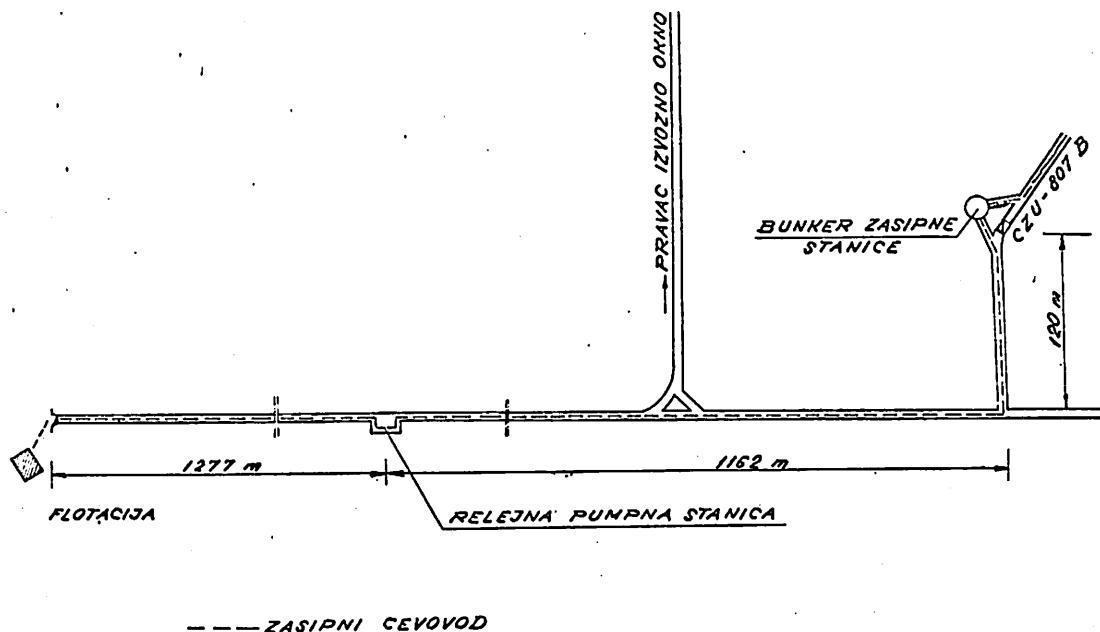
Programom rekonstrukcije rudnika povećava se proizvodnja i predviđa se izgradnja nove flotacije u blizini ulaza u potkop (I tunel) na koti 610 m (slika 4).

Nova lokacija flotacije omogućuje vrlo jednostavno rešenje dopreme flotacijske jalovine do jame.

Rezultati preliminarnih ispitivanja pokazuju:

— da se sa dovoljnom sigurnošću može računati da će se cikloniranjem izdvojiti za zasip oko 66,29% od ukupne količine flotacijske jalovine, odnosno oko 404.000 t godišnje,

— nisko učešće klase — 200 meša pre i posle cikloniranja ukazuje, prema iskustvu rudnika koji koriste flotacijsku jalovinu za zasip, da se radi o vrlo kvalitetnoj sirovini za zasip.



#### Dobijanje i transport hidrauličnog zasipa

Kod kapaciteta proizvodnje od 1.000.000 t rude i posle izdvajanja koncentrata olova, cinka, pirita i pirotina, u flotaciji ostaje godišnje oko 609.800 t jalovine koja se može koristiti kao polazna sirovina za dobijanje zasipa.

Iz višegodišnjeg iskustva u preradi rude rudnika Stari Trg zna se, da ruda ne zahteva visok stepen usitnjavanja za flotacijsku prerađu (oko 55% — 200 meša).

Preliminarna laboratorijska ispitivanja izvršena na jalovini postojeće flotacije pokazuju, da ona pre i posle cikloniranja ima granulometrijski sastav prikazan na tablici 2.

Tablica 2

Krupnoća meša	Učešće klase u ulaznoj jalovini, %	Učešće klase u jalovini izdvojenoj za zasip %
— 10 + 14	0,37	0,37
— 14 + 20	2,23	2,23
— 20 + 28	4,60	4,60
— 28 + 35	7,50	7,39
— 35 + 48	9,80	9,60
— 48 + 65	11,00	10,50
— 65 + 100	13,50	11,00
— 100 + 150	16,50	12,50
— 150 + 200	7,50	3,00
— 200	27,00	5,10
	100,00	66,29

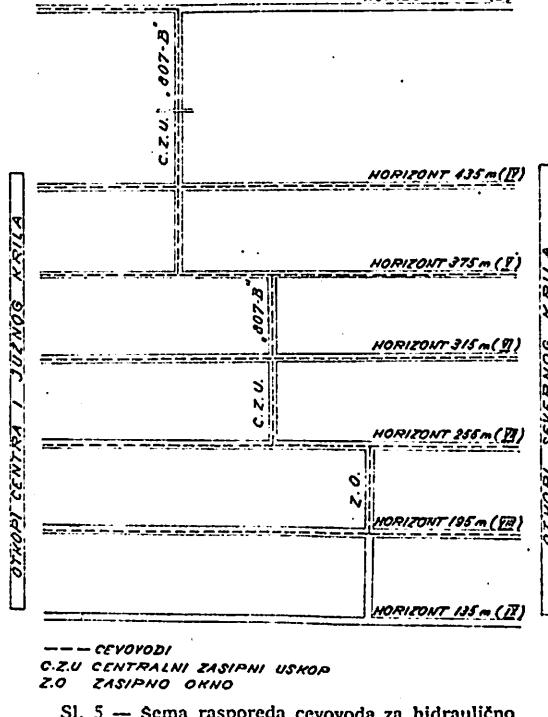
Više rudnika koristi zasip od flotacijske jalovine sa učešćem klase — 200 meša i do 35%, što se smatra gornjom granicom.

Dalja laboratorijska i industrijska ispitivanja, s obzirom na navedeno iskustvo, verovatno će pokazati da se može i veći procenat jalovine izdvajati za zasip, a da se još uvek ostane u dozvoljenim granicama u pogledu učešća klase — 200 meša.

Zbog sigurnosti računalo se sa izdvajanjem do 66,29%.

— FLOTACIJA

HORIZONT 610 m (T)



Sl. 5 — Sema rasporeda cevovoda za hidraulično zasipavanje

Fig. 5 — Schema of the hydraulic filling pipeline system

Granulometrijski sastav izdvojene jalovine za zasip takođe pokazuje da se može računati sa velikom brzinom perkolacije zbog niskog učešća sitnih klasa. Prema iskustvu drugih rudnika, brzina perkolacije za dobijeni granulometrijski sastav jalovine iznosi 80—100 mm/h, što je karakteristika vrlo kvalitetnog zasipa. U rudniku Bor postiže se brzina ocedivanja otkopa 20—40 mm/h i smatra se da je to zadovoljavajuća brzina ocedivanja.

Laboratorijskim ispitivanjima utvrđeno je da će u flotacionoj jalovini koja se izdvaja za zasip biti od 6—10% pirita i najviše 3,9% pirotina. Dozvoljena gornja granica za pirit iznosi 20% i za pirotin 4%.

Prema iznetom, vidi se da flotaciona jalovina rudnika Stari Trg predstavlja kvalitetnu sirovину за zasip.

Količina flotacijske jalovine od 404.000 t godišnje sa specifičnom težinom od 2,8 t/m<sup>3</sup>, koeficijentom rastresitosti 1,6 i koeficijentom zasipa od 0,3 m<sup>3</sup>/t rude, obezbeđuje godišnju proizvodnju rude od 769.000 t, što čini 76,9% ukupne proizvodnje rudnika posle rekonstrukcije.

Zasip se u jamu do zasipne stanice transportuje u obliku pripremljene pulpe sa 40% čvrste supstance. Dužina trase iznosi 2614 m sa usponom od 5%. Glavna pumpna stanica nalazi se u sastavu flotacije, a zbog dužine trase na sredini potkopa izgradiće se pomoćna pumpna stanica.

Transport pulpe od pumpne stanice do zasipne stanice u jami, koja je locirana na horizontu 610 m, vršiće se cevima prečnika Ø 140 mm. Cevi se smeštaju u potkop koji se rekonstruiše za glavni jamski izvoz rude.

Zasipna stanica sa bunkerom zapremine oko 800 m<sup>3</sup>, izgrađuje se u blizini postojećeg za sipnog okna na horizontu 610 m.

Od zasipne stанице pulpa se preko pulpovoda prečnika 100—140 mm gravitacijski transportuje do pojedinih horizontata i otkopa. Cevi za transport hidrauličnog zasipa postavljaju se u zasipne uskope i transportne ili zasipne horizontske hodnike.

Slika 5 pokazuje raspored cevi za transport hidrauličnog zasipa.

### Zasipavanje otkopa

Princip otkopavanja kod hidrauličnog zasipavanja u osnovi ostaje isti kao i kod klasičnog zasipavanja. Razlika je u donekle izmenjenoj pripremi otkopa i što se umesto suvog zasipa koristi hidraulični zasip.

Pored rudnih i prolazno-transportnih sipki u otkopu se sukcesivno sa napredovanjem otkopa podižu i sipke za ocedivanje. Ove sipke imaju kvadratni oblik sa stranicama 1,0×1,0 m, izrađuju se od oble grade prečnika 20—25 cm, a njihov broj u jednom otkopu zavisi od veličine otkopa. Računa se da jedna sipka pokriva otkopnu površinu od 150—200 m<sup>2</sup>.

Pre početka zasipavanja otkopa podižu se za visinu jedne etaže rudne i prolazno-transportne sipke, kao i sipke za ocedivanje otkopa. Sipke za ocedivanje se oblažu platnom od jute — sargijom, a ukoliko se rudne i prolazno-transportne sipke izrađuju od oble grade, i one se takođe oblažu sargijom. Potrebno je napomenuti da se, za prilike Starog Trga, moraju zatvarati pregradom i obložiti sargijom i eventualni otvor prema kavernama u krečnjaku, ukoliko imaju vezu sa otkopom.

Dalja priprema otkopa za zasipavanje saстоји se u podizanju skela i postavljanju raz-

vodne mreže od cevi po otkopu za razvođenje hidrauličnog zasipa. Mreža od cevi postavlja se na većim otkopima, dok se za zasipavanje manjih otkopa mogu koristiti i specijalna armirana gumena creva.

Kada je otkop pripremljen, razvodna mreža se na otkopu poveže sa dovodnom mrežom hidrauličnog zasipa sa višeg horizonta.

Pri početku i na kraju zasipavanja otkopa, razvodna mreža se inspira vodom. Voda sa otkopa se preko sipki za odvodnju spušta na nivo horizonta i preko kanala za odvodnjuvanje odlazi najpre u taložnik, a zatim u vodo-sabirnik pumpne stanice.

Kapacitet zasipavanja u prosjeku će iznositi oko  $28 \text{ m}^3/\text{h}$ , a brzina cedjenja zasipa oko  $60 \text{ mm/h}$ . Za visinu cetače od  $2,2 \text{ m}$ , vreme cedjenja otkopne površine biće  $2200:60 = 36,6 \text{ sati}$ , posle kojeg vremena može da se otkopava sldeća cetača.

Uzimajući u obzir ove podatke za fazu zasipavanja, a za ostale faze otkopavanja isto vreme i kapacitete kakvi su do sada ostvarivani, intenzitet otkopavanja bi iznosio oko  $30-35 \text{ t/m}^2$  otkopne površine, a otkopni učinak oko  $10 \text{ t/nad}$ .

Izneta razmatranja i podaci ukazuju na velike prednosti hidrauličnog pred suvim zasipom, koje se uglavnom ogledaju u sledećem:

— kod otkopavanja izvesne površine za visinu jedne cetače, faza hidrauličnog zasipavanja sa pripremom iznosi oko  $17\%$  ukupnog vremenskog fonda, dok je kod klasičnog zasipavanja sa suvim zasipom iznosila oko  $43\%$ ,

— radi smanjenja vremenskog fonda na zasipavanju, mogu se znatno više koristiti otkopne površine, čime se povećava kapacitet proizvodnje, odnosno postiže se znatno veći intenzitet otkopavanja, koji je za  $3,3-4$  puta veći od sadašnjeg,

— kod hidrauličnog zasipavanja angažuje se znatno manje radne snage radi čega otkopni učinak iznosi oko  $10 \text{ t/nad}$ , dok je kod suvog zasipavanja iznosio svega  $3,5 \text{ t/nad}$  sa nadnicama dobijanja i transporta zasipa. Učinak na zasipavanju sa hidrauličkim zasipavanjem iznosi oko  $30-40 \text{ m}^3/\text{nad}$ , a sa suvim zasipom svega od  $3-4 \text{ m}^3/\text{nad}$ . Povećanjem učinka smanjuju se troškovi otkopavanja,

— primenom hidrauličkog zasipavanja omogućuje se brže i ekonomičnije otkopavanje sigurnosnih ploča, koje se nisu otkopavale, ili vrlo sporo sa suvim zasipom, što je jedan od razloga da u rudniku ima veliki broj neaktivnih otkopnih površina.

Iz svega iznetog se vidi da uvođenje hidrauličkog zasipavanja u rudniku Stari Trg ima mnogostruki tehničko-ekonomski značaj.

## SUMMARY

### Possibility of Application of Hydraulic Filling in the Pb-Zn Mine Trepča — Stari Trg in order to increase Mining Productivity

R. Stanković, min. eng. — A. Gluščević, min. eng. — Lj. Redžić, min. eng\*)

The article outlines the characteristics of Pb-Zn deposit Trepča-Stari Trg, which consists of a larger number of irregular ore bodies. The method of development work is given, as well as a brief outline of the cut and fill method applied in the mine.

In the article, the present way of filling with dry filling material obtained from the surface is analysed. Owing to the great depth of the works and complex system of transport and delivery to the stope, the filling has a substantial effect on the decrease of productivity and increase of stoping costs.

The annual mine production is 600.000 tons of ore, but in view of large ore reserves of the deposit, production of 1.000.000 tons of ore is foreseen. For the achievement of this production, the reconstruction of the mine will be carried out, which, amongst other, consists of the erection of a new flotation plant in the proximity of the mine, while the existing flotation plant is 7 km far from the mine. The proximity of the flotation plant will enable the utilization of flotation, which is tailings very suitable as filling material.

The introduction of hydraulic filling on the stope by flotation waste will effect an increase of annual productivity per sq. metre of mining surface from the present  $9 \text{ t/m}^2$  to  $30-35 \text{ t/m}^2$ , and the mining output from  $3,5 \text{ t/shift}$  to  $10 \text{ t/shift}$ .

\*) Dipl. ing. Radosav Stanković, viši stručni saradnik Zavoda za eksploraciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, dipl. ing. Ante Gluščević, vanredni viši stručni saradnik Zavoda za eksploraciju mineralnih sirovina u Rudarskom institutu i dipl. ing. Ljubomir Redžić, upravnik jame — Trepča — Stari Trg.

# Koncentracija jordanskih fosfata ležišta „El Hasa“ postupkom kalciniranja

Dipl. ing. Miomir Čeh

## Uvod

Pregledom statistike o proizvodnji fosfata u poslednjih 20 godina, može se konstatovati da su fosfati mineralna sirovina, koja ima najveći indeks proizvodnog porasta. Trend porasta proizvodnje fosfata, odnosno koncentracije fosfata u periodu 1959—1965. g. je evidentan, budući da je proizvodnja od 37 dostigla 61 milion tona. Naredne godine iznosila je 70 miliona, a 1968. g. 82 miliona tona. Imajući u vidu rastuće potrebe za fosfatnim đubrивima, koje se danas zapažaju u svetu, predviđa se da će u 1970. g. biti potrebna proizvodnja 92—95 miliona tona fosfata, jer su oni, u stvari, polazna sirovina u tehnologiji veštačkih đubriva.

Karbonatni tip fosfatnih ruda, kakav je delimično i tip ležišta »El Hasa«, karakteriše se povećanim sadržajem karbonata kalcijuma i magnezijuma. Krečnjak i dolomit se često nalaze slobodni u takvim rudama, ali, u većini slučajeva, mogu biti povezani sa fosfatom i mehanički, pa čak i hemijski, i zato fizički proces koncentracije kao što je pneumatska klasifikacija, klasiranje u vodenoj sredini, ne daje zadovoljavajuće rezultate. Usled tako izražene neselektivnosti odvajanja minerala nosioca kalcijuma i kalcijum-magnezijuma s jedne strane i minerala nosioca fosfora, postupak flotiranja kod takvih ruda redovno ne može da obezbedi kvalitetne koncentrate fosfata, tako da, za sada, jedino sledeća dva procesa pružaju kvalitetne rezultate:

- hemijsko tretiranje fosfata
- termička dekompozicija fosfata, tj. kalciniranje.

## Karakteristike procesa kalcinacije

U procesu koncentracije kalciniranje se karakteriše ovim dvema osobenostima:

- kalcinacija izaziva destrukciju ili molekularnu modifikaciju izvesnih elemenata koji su prisutni u rudi, pa se ovde može govoriti o nekoj vrsti hemijskog procesa,
- kalcinacija eliminiše kreč i magnezijum koji su štetni sastojci u daljoj preradi fosfata tj. u proizvodnji veštačkih đubriva.

Da bi se dobro shvatio pravi cilj ovog procesa treba pojam obogaćivanja posmatrati u jednom širem smislu od ubičajenog, odnosno kao postupak koji obezbeđuje povećanje vrednosti rude do prodajnih proizvoda prevedeći ga bilo u fosforni anhidrid bilo u tri-kalcijum fosfat. Najveći deo fosfata služi kao sirovina u proizvodnji veštačkih đubriva dejstvom kiseline koja vezuje jedan deo kreča i magnezije iz rude. Može se, dalje, smatrati da su gline i silicija pasivne nečistoće koje najčešće ne igraju nikakvu ulogu u tehnologiji proizvodnje fertilizatora i koji, kao takvi, predstavljaju samo jednostavni balast, dok su karbonati ne samo balast zbog kalcije i magnezije koji ih grade, već štetan sastojak koji zahtevaju dodatne količine kiseline budući da je vezuju.

Šire posmatrano, u procesu kalcinacije dolazi do sledećih pojava:

- neznatno se povećava procenat gvožđa, aluminijuma i kalcijuma,
- ugljen-dioksid se jako smanjuje,

- odstranjuje se organska materija,
- sadržaj fluora se smanjuje za oko 1%,
- zapreminska težina kalcinata je manja za oko 5%,
- granulometrijski sastav kalciniranog fosfata praktično ostaje nepromjenjen sa izvesnim blagim aglomeriranjem kalcinata,
- opiti usitnjavanja kalcinata ukazuju da dolazi do lakšeg mlevenja, mada su po nekad uočene i suprotne pojave.

Mehanizam fenomena koji se u toku kalciniranja pojavljuje je jednostavan:

- sagorevanje organske materije i odstranjanje konstitucione vode
- dekompozicija karbonata koja počinje na temperaturi od oko 500 do 600°C i ubrzava se porastom temperature do 950°C. Smatra se da je ovo najpogodnija temperatura, jer posle takvog tretiranja sadržaj CO<sub>2</sub> u kalcinatu iznosi oko 1%.

Ako pridemo širem analiziranju pojave, u toku ovog procesa izdvajaju se sledeće faze:

- na niskim temperaturama odvija se proces jednostavnog sušenja,
- povišenjem temperature organske materije pokazuju tendenciju destilacije i koksovanja. Ove redukcije mogu da budu uslovljene gradijentom temperature u funkciji vremena i gasovitog sastava atmosfere,
- daljim povišenjem temperature dolazi do sagorevanja koksa organskih materija i do dekompozicije karbonata. Mehanizam ove dekompozicije uslovljen je sadržajem i međusobnim odnosom kalcijum i magnezijum karbonata,
- dolazi i do drugih reakcija na raznim temperaturama kao na primer:
  - dehidratacija glina;
  - reakcija između glinovite materije i kalcije;
  - modifikacija kristalnog stanja fosfatne materije;
  - parcijalne redukcije sulfata ugljenikom iz organske materije.

Nije potrebno posebno isticati da su za uspešnost samog procesa kalciniranja esencijalne činjenice — vreme, temperatura, a, naravno, i sastav gasne faze.

Budući da se u toku kalciniranja ne remeti odnos CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, da bismo ga promenili i učinili što je moguće manjim, potrebno je

da se odstrani kreč, stvoren dekompozicijom karbonata. Ovo je ostvarljivo, ako kalcinat podvrgnemo pranju odnosno luženju vodom kada dolazi do obrazovanja kalcijum i magnezijum hidroksida, koje potom možemo eliminisati odmuljivanjem.

Reč je, dakle, o tri suksesivna postupka u ciklusu kalciniranja:

- prethodna priprema rude u cilju izdvajanja krupne jalovine i najfinijeg mulja;
- kalciniranje prethodno pripremljene sirovine sa luženjem kalcinata;
- odmuljivanje stvorenih hidroksida kalcijuma i magnezijuma.

Pri svemu tome može se reći da nikad nije moguće izvršiti potpuno uklanjanje štetnih komponenti koje su nastale dekompozicijom karbonata, pošto se samo jedan deo karbonata nalazi u vidu oslobođenih zrna, dok je ostali deo vezan za fosfate. Ta veza može biti jednostavno mehanička, ali i kompletno hemijska. Zbog znatnih materijalnih troškova iluzorno bi bilo ovaj kreč odstranjujati hemijskim putem. Čini nam se, da je najcelišodnije da se kalcinat pere u vodi uz intenzivno mešanje i višestruko cikloniranje, čime se postiže znatno uklanjanje nastalih hidroksida i snažno smanjenje odnosa CaO/P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kao i dobijanje niskokvalitetnih koncentrata fosfata, ili, pak, da se izvrši pneumatska klasifikacija i na taj način uklone stvoreni oksidi kalcijuma ili magnezijuma.

#### Laboratorijska ispitivanja koncentracije

Pet uzoraka fosfata iz ležišta »El Hasa« ispitivano je u Rudarskom institutu u cilju provere mogućnosti dobijanja visokokvalitetnih koncentrata fosfata. Prva četiri uzorka reprezentovala su različite delove ležišta, dok je poslednji bio predviđen za poluindustrijska ispitivanja predloženog procesa.

Na svim uzorcima (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>5</sub>) izvršene su kompletne hemijske analize, čiji rezultati su prikazani na tablici 1.

Tablica 1

	Uzorak				
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>
TCP	66,05	69,76	71,06	74,77	71,39
CaO	46,86	48,30	49,41	52,00	50,19
SiO <sub>2</sub>	8,21	6,09	5,27	2,01	6,18
MgO	0,34	0,31	0,26	0,26	0,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,20	0,74	0,49	0,23	0,23
CO <sub>2</sub>	3,96	3,80	4,05	4,69	3,62
Gubitak žarenjem	7,48	7,10	7,10	6,84	6,45

Na osnovu ovih delimičnih analiza aproksimativno je obračunato da slobodnog CaCO<sub>3</sub> u uzorcima, prikazanim na tablici 1, ima 8,2% do 10,6%. Sem navedenih sastojaka svi uzorci sadržali su SO<sub>3</sub> 0,8 do 1,2%; Fe 0,3 do 0,7%; Cl 0,1%; Na 0,5% i kristalne vode 1,0 do 1,5%.

Analiza granulometrijskog sastava uzorka F<sub>3</sub>, dopunjena hemijskim sastavom, data je kao reprezentativna za sve ostale uzorke.

Tablica 2

mm	T %	TCP %
+ 5	2,60	50,35
+ 4	1,34	61,25
+ 3	1,22	63,00
+ 2	2,41	67,14
+ 1	5,93	73,57
+ 0,5	11,66	75,21
+ 0,279	11,12	75,75
+ 0,149	29,29	77,10
+ 0,074	19,17	76,01
+ 0,053	1,78	68,67
- 0,053	13,48	46,43
Ukupno:	100,00	70,69

Opiti kalciniranja vršeni su na radnoj temperaturi od 950°C, u vremenu od 60 minuta, dok je gašenje kalcinata izvedeno pri 300—400°C. Posle gašenja kalcinat je agitiran pri odnosu C : T = 1 : 2, da bi se kasnije odmuljio na granici od oko 70 mikrona.

Vršeno je i ispitivanje ostalih faktora kao što su:

- uticaj prethodnog odmuljivanja fosfata;
- uticaj prethodnog usitnjavanja na proces kalciniranja;
- ispitivanje mogućnosti eliminisanja luženja uz upotrebu vazdušne separacije;
- uticaj prethodne vazdušne separacije na proces kalciniranja.

U daljem tekstu dati su rezultati svih opita, a na kraju i rezultati izvršenog poluindustrijskog opita.

Kako je već rečeno, prvi opiti na svih pet uzoraka vršeni su uobičajenim postupkom: direktno žarenje sirovine na 950°C u toku 60 minuta, gašenje, agitiranje i odmuljivanje na 70 mikrona. Ovim postupkom postignuti su rezultati prikazani u tablici 3.

Iz prikazanog bilansa može se zaključiti da nije izvršeno optimalno poboljšanje kvaliteta pošto se sadržaj TCP-a u svim uzorcima povećava redovno za 7—8%, što je za oko 3% niže od mogućeg. Najbolji rezultati postignuti

Tablica 3

Uzo- rak u ulazu	TCP %	Koncentrat			Jalovina		
		Teži- na %	TCP %	R TCP %	Teži- na %	TCP %	R TCP %
F <sub>1</sub>	65,05	74,4	73,03	82,2	25,6	45,78	17,30
F <sub>2</sub>	69,67	71,0	76,73	78,18	29,0	52,41	21,82
F <sub>3</sub>	71,06	77,4	79,57	86,6	22,6	41,94	13,4
F <sub>4</sub>	74,77	80,2	82,29	88,25	19,8	44,34	11,75
F <sub>5</sub>	71,39	84,0	79,57	93,61	16,0	28,50	6,39

su tretiranjem poslednjeg uzorka: uz kvalitet koncentrata od približno 80% TCP ostvareno je iskorišćenje od preko 93%. Pri tretiraju svih uzoraka, a posebno uzorka F<sub>1</sub>, primećuje se proces sinterovanja.

#### Ispitivanje uticaja prethodnog odmuljivanja na kvalitet i iskorišćenje

U cilju poboljšanja kvaliteta koncentrata preduzeti su opiti kalciniranja sa prethodnim odmuljivanjem, kako bi se pre procesa kalcinacije odstranili alumosilikati koji u toku termičkog tretiranja, s jedne strane, dehidratacijom otvrđuju do te mere da ih je skoro nemoguće odstraniti u procesu naknadnog tretiranja, dok se, sa druge strane, vezuju sa delom oslobođenog kreča gradeći silikate koji se kasnije ne mogu odstraniti.

Izvršena su dva opita i to jedan na prvom — najsiromašnjem uzorku, a drugi na četvrtom — najbogatijem, te uzorku F<sub>5</sub>. Odmuljivanje je ostvareno mokrim prosejavanjem na situ 400 meš, tj. na 53 mikrona. Nakon sušenja, klasa +400 meš je kalcinirana, lužena i ponovo sejana na istom situ; međutim, primećena je minimalna količina sekundarnog mulja, a takođe i kalcijum hidroksida. Rezultati ovih opita dati su u tablici 4.

Tablica 4

Uzo- rak u ulazu	TCP %	Koncentrat			Jalovina		
		Teži- na %	TCP %	R TCP %	Teži- na %	TCP %	R TCP %
F <sub>1</sub>	66,05	74,0	75,21	84,25	26,0	41,19	15,75
F <sub>4</sub>	74,77	76,20	79,83	81,35	23,80	51,97	18,65
F <sub>5</sub>	71,39	68,00	83,16	79,19	32,00	46,37	20,81

Napomena: Mulj pre i posle žarenja je objedinjen i dat kao »Jalovina«.

Primećuje se da je u slučaju kada je treiran uzorak F<sub>1</sub> došlo do poboljšanja kvaliteta koncentrata i iskorišćenja u poređenju sa opitom bez odmuljivanja (bez odmuljivanja 73,03% TCP, sa odmuljivanjem 75,21% TCP), što isto važi i za uzorak F<sub>5</sub>, dok je kod bogatijeg uzorka (F<sub>4</sub>) nastupilo smanjenje kvaliteta koncentrata i iskorišćenja. Ova činjenica se pripisuje gubicima do kojih dolazi pri odmuljivanju bogatijih mekših fosfata.

#### Uticaj prethodnog usitnjavanja na rezultate kalciniranja

Radi proveravanja pitanja, da li prethodno usitnjavanje doprinosi poboljšanju rezultata kalciniranja na uzorcima F<sub>1</sub> i F<sub>5</sub>, izvršeni su opiti kalciniranja na sirovini koja je usitnjena do krupnoće 100% — 10 meša. U ovom slučaju posle kalciniranja vršeno je odmuljivanje čestica od 53 mikrona.

U tablici 5 dati su rezultati ovih ispitivanja.

Tablica 5

Uzo- rak	TCP% u ulazu	Koncentrat				Jalovina			
		Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R
F <sub>1</sub>	66,05	82,0	73,24	90,91	18,0	33,33	9,09		
F <sub>5</sub>	71,39	77,4	79,83	86,5	22,6	42,52	13,5		

Vidi se da usitnjavanje nije doprinelo povećanju kvaliteta koncentrata, jer je u oba slučaja sadržaj TCP u koncentratu ostao kao i pri kalciniranju neusitnjениh fosfata.

#### Ispitivanje uticaja trljanja uz odmuljivanje pre kalciniranja

Sprovedena su tri opita i to: prva dva sa trljanjem u trajanju 30 i 60 min, pri odnosu Č : T = 1 : 1,5 uz potonje odmuljivanje čestica manjih od 53 mikrona i treći bez trljanja, takođe sa odmuljivanjem. Za ova ispitivanja korišćen je uzorak F<sub>5</sub>, a rezultati su prikazani u tablici 6.

Iz prikazanog bilansa jasno proizilazi da se trljanjem pre kalciniranja ne dobiju rezultati koji bi opravdali primenu ovog procesa, jer se njime stvaraju veoma veliki gubici fosfata u jalovini, tj. mala iskorišćenja fosfata u koncentratu sa doduše nešto kvalitetnijim koncentratima.

Tablica 6

Uzorak F <sub>5</sub>	TCP% u ulazu	Koncentrat				Jalovina			
		Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R
30 min.	71,06	53,50	79,28	59,68	46,50	61,61	40,32		
60 min.	71,06	50,20	79,58	56,20	49,80	62,48	43,80		
bez trlja- nja	71,06	78,1	77,93	84,73	21,90	49,54	15,27		

Napomena: Mulj pre i posle kalciniranja je objedinjen i dat kao »Jalovina«.

#### Ispitivanje uticaja eliminacije procesa luženja posle kalciniranja i ispitivanja uticaja otprašivanja pre kalciniranja

Pošto je primećeno da se u procesu luženja skoro svih uzoraka posle kalciniranja ne stvaraju neke značajnije količine kalcijum hidroksida pokušali smo da ovaj deo procesa eliminišemo, tj. da sirovi fosfat direktno žarimo, a nakon toga otprašimo u vazdušnom separatoru. Drugi opit je imao za cilj da ispitaju mogućnost dobijanja kvalitetnijeg koncentrata iz sirovine koja je bila prethodno otprašena u vazdušnom separatoru, a potom kalcinirana i lužena. Drugim rečima, i u prvom i u drugom opitu želeti smo da izbegнемo mokro tretiranje sirovine: prvi put nakon kalciniranja, a drugi pre kalciniranja. Bilansi ovih opita dati su u tablici 7.

Tablica 7

Uzorak F <sub>5</sub>	TCP% u ulazu	Koncentrat				Jalovina			
		Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R	TCP% R	Teži- na %	TCP% R
Bez luženja otprašivanje posle kalci- niranja	71,06	77,40	77,10	83,97	22,60	50,26	16,03		
Otpriši- vanje pre kalci- niranja	71,06	77,40	75,03	81,71	22,30	58,25	18,29		

U oba slučaja nisu postignuti optimalni rezultati, mada je prvi opit interesantan s obzirom da se i bez mokrog tretiranja posle kalciniranja dobivaju prihvatljivi rezultati, ali

ipak uz opasnosti sinterovanja u pogonu. Proces je, dakle, suv, te otpadaju troškovi za sušenje koncentrata. Radi toga se smatralo oportunim, da se izvrše opiti kalcinacije sa naknadnim odstranjivanjem, bez prethodnog odmuljivanja na svim uzorcima sem uzorka F<sub>s</sub>. Uspeh ovih opita prikazan je bilansima za svaki uzorak zasebno.

Svi uzorci su pre žarenja usitnjeni do 100% — 10 meša.

Uzorak F <sub>1</sub>		T%	TCP%	RTCP%
Ulaz	100,00	66,05	100,00	
Koncentrat	82,00	73,03	90,65	
Jalovina	18,00	34,72	9,45	
Uzorak F <sub>2</sub>		T%	TCP%	RTCP%
Ulaz	100,00	69,76	100,00	
Koncentrat	83,80	76,01	91,29	
Jalovina	16,20	37,46	8,71	
Uzorak F <sub>3</sub>		T%	TCP%	RTCP%
Ulaz	100,00	71,06	100,00	
Koncentrat	81,00	77,39	88,22	
Jalovina	19,00	41,40	11,78	
Uzorak F <sub>4</sub>		T%	TCP%	RTCP%
Ulaz	100,00	74,77	100,00	
Koncentrat	82,60	80,04	88,41	
Jalovina	17,40	49,77	11,59	

#### Poluindustrijski opit

Opit je izveden na uzorku F<sub>s</sub> koji je u količini od 193 kg imao sadržaj TCP 71,39%. Usitnjavanje uzorka nije vršeno, a sam proces kalciniranja odvijao se u tunelskoj peći bez prethodnog odmuljivanja, pod raniye utvrđenim parametrima:

- temperatura: 950—1000°C
- vreme žarenja: oko 60 min.
- gašenje
- odmuljivanje čestica manjih od 60 mikrona u hidrociklonu.

Bilans ove koncentracije prikazan je u tablici 8.

Tablica 8

	T kg	T%	TCP%	R TCP%
Ulaz	193,00	100,00	71,39	100,00
Koncentrat	155,00	80,31	76,73	86,54
Jalovina	38,00	19,69	52,05	13,46

Na osnovu ovih podataka može se zaključiti da je poluindustrijski opit dao očekivane rezultate u pogledu kvaliteta koncentrata posle žarenja, uz povećanje sadržaja TCP od 71% na 76% i iskorišćenje od 86%.

#### Zaključak

Imajući u vidu rezultate izvršenih ispitivanja koncentracije rovnih fosfata »El-Hasa« može se izvesti opšti zaključak o mogućnosti primene postupka kalciniranja za dobijanje visokokvalitetnih proizvoda:

— postupak kalciniranja sa neznatnim odstupanjima u proseku obezbeđuje povećanje sadržaja TCP za 8% uz iskorišćenje od oko 85%. U industrijskom pogonu procenat kvaliteta trebalo bi da bude veći;

— usitnjavanje ispod 1/4" smatramo da nema uticaja na kvalitete iskorišćenja u procesu koncentracije;

— pri tretiraju bogatijih fosfata ležišta »El Hasa« prethodno odmuljivanje izaziva znatne gubitke korisne komponente; međutim, ovo je neophodno kada su u pitanju siromašni fosfati, naročito ako u sebi sadrže veće količine aluminije;

— nije neophodno vršiti luženje kalcinisanog proizvoda vodom, pošto se pokazalo da se za ovaj tip rude skoro isti efekat postiže odstranjivanjem u pneumatskom klasifikatoru.

Ekonomski efekti koji se ostvaruju korišćenjem kalciniranih fosfata su višestruki. Po-minjemo samo one najbitnije:

- a. smanjenje transportnih troškova usled:
  - povećanog sadržaja TCP
  - smanjenja vlage
- b. smanjenje troškova mlevenja usled:
  - povećanja meljivosti koncentrata
- c. smanjenje utroška antipenušajućih reagensa u procesu rastvaranja
- d. poboljšanje hemijskog iskorišćenja P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> usled:
  - smanjenja utroška H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - e. povećanje kapaciteta pogona.

## SUMMARY

### Concentration of Phosphate Ore by Calcination from »El Hasa« Deposit — Jordan

M. Čeh, min. eng.\*)

The mechanisms of phosphate calcination process is presented in the paper and subjects connected with that thermo-chemical phenomena are analyzed. Results from laboratory batch and pilot plant investigations at concentration of the ore from El Hasa deposit by this procedure are discussed and shewed the possibility to obtain satisfactory results by applying calcination process for concentration of ore from that deposit.

## Literatura

- Aufbereitungsprobleme bei Phosphaterzen aus Safaga (VAR). — Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen, april 1967.  
Chemical Engineering Progres, Vol. 58. No. 10.
- Enrichissement par calcination des minerais de phosphate carbonates. — Revue de l'industrie minerale, Vol. 41. No. 8.  
Izveštaj o ispitivanjima rovnih fosfata El Hasa, Jordan. — Fond RI.

## Uporedno flotiranje ultrafinih zrna minerala rude u vakuum čeliji i Hallimond cevi

(sa 11 slika)

Dr. ing. Dušan Salatić — dipl. ing. Dobrila Đaković

## Uvod

Analizirajući gubitke korisnih minerala u flotacijskoj jalovini konstatovano je da je osnovni uzrok gubitaka, kod potpunog otvaranja mineralnih zrna, suvišno usitnjavanje. Tako je sa prvim danim primene flotacijske koncentracije nastao i problem flotiranja ultrafinih zrna, prisutnih u pulpi.

Poslednjih godina sve više maha uzima odmijljivanje ruda u cilju posebnog tretiranja peska i mulja u procesu flotacije. Cilj je da se otkloni štetno dejstvo mulja na flotabilnost peska, kao i da se primenom pogodne tehnologije za tretiranje mulja (luženje, flotiranje sa nositeljima, flotiranje pod sniženim pritiskom i drugo) iz istog dobije maksimalno iskoriscenje korisnih minerala.

Da bi dali svoj doprinos rešavanju problema iskoriscenja korisnih minerala iz mulja autori su ispitivali flotabilnost ultrafinih zrna ( $-5+0$  mikrona) monacita i cirkona, kako

pod sniženim pritiskom (vakuum čelija) tako i na atmosferskom pritisku (Hallimond cev).

Flotacija pod sniženim pritiskom (vakuum flotacija) zasniva se na procesu izdvajanja gasa iz rastvora na površinama minerala pri snižavanju pritiska nad rastvorom. Na taj način ostvaruju se procesi veoma bliski flotacijskim procesima na normalnom pritisku. Prednost flotacije pod sniženim pritiskom je u tome, što se mehurić gasa izdvaja iz pulpe i formira direktno na samoj mineralnoj površini, tako da površina minerala duže kontaktira sa mehurićem pre nego što on krene ka površini pulpe. U flotaciji na atmosferskom pritisku mehurići gase uvide se u pulpu i prolaze kroz istu ka površini. U prolazu, oni se sudaraju sa zrnima minerala i samo pri dodiru hidrofobne površine zrna sa mehurićem dolazi do njegovog prianjanja uz mehurić. Međutim, ako se zrno koje nije hidrofobizirano, sudari sa mehurićem ono će ostati u pulpi, tj. neće prianjati uz mehurić. Ovo je

\*) Dipl. ing. Miomir Čeh, vanredni viši stručni saradnik Zavoda za pripremu mineralnih sirovina u Rudarskom institutu, Beograd.

naročito važno kod ultrafinih zrna koja zbog svojih dimenzija mogu biti zaprljana po većem delu svojih površina muljem neflotirajućih minerala u datim uslovima flotacije.

Kako se u flotaciji pod sniženim pritiskom izdvojeni mehurići gase iz pulpe formira na površini zrna minerala, ima dovoljno vremena da on dode u kontakt sa manjim delovima površine koji nisu obloženi neflotirajućim mineralima, tj. sa hidrofobnim delovima površine zrna i da na taj način zrno prione uz mehurić i bude izneto na površinu pulpe.

Proces flotacije sa izdvajanjem mehurića gase iz pulpe odigrava se brže od procesa flotiranja sa uvođenjem mehurića gase spolja u pulpu. Sa porastom potpritisaka raste i brzina procesa flotacije do određene vrednosti, što znači da je moguće regulisati brzinu flotiranja menjanjem veličine potpritisaka. Na ovaj način reguliše se i veličina mehurića gase, koja je upravo proporcionalna veličini potpritisaka.

Početna brzina flotiranja mineralnih zrna krupnoće ispod 30 mikrona, pri izdvajanju mehurića gase iz rastvora, prema jednačini J. H u b e r - P a n u - a, iznosi  $0,175 \text{ sec}^{-1}$ , dok je kod flotacije sa uvođenjem mehurića gase spolja u pulpu svega  $0,005 \text{ sec}^{-1}$  (1).

Proučavanje procesa izdvajanja mehurića gase iz pulpe i njegovog prianjanja uz površine mineralnih zrna datira od pre nekoliko decenija, ali je dobilo šire razmere tek zadnjih 10—15 godina.

Kao što navode neki istraživači (1, 2), mehurići gase izdvojeni iz pulpe ne samo da mogu samostalno aerirati sitna mineralna zrna prianjanjem na njihovu površinu, nego služe i kao aktivatori prianjanja krupnijih mehurića gase uz površine mineralnih zrna. Izdvajanje gasova iz pulpe o kojima govorи Taggart (3) posmatra se kao sekundarna postava.

I pored punog značaja, flotacija pod sniženim pritiskom zadržala se još uvek samo u naučno-istraživačkim ispitivanjima laboratorijskih razmara.

Ispitivanja, prikazana u članku, izvođena su u modifikovanom priboru za vakuum flotaciju i modifikованo Hallimond cevi.

U članku autori opisuju sirovину i njeno pripremanje za eksperimentalni rad, primenjene reagense, aparatuру za flotiranje pod sniženim pritiskom i daju postignute rezultate.

Rezultati pokazuju da se flotiranjem ultrafinih zrna monacita i cirkona u vakuum čelijski postižu znatno veća iskorišćenja nego u Hallimond cevi.

## Eksperimentalni rad

### Sirovina

Kao polazna sirovina za ova ispitivanja korišćen je gravitacijski pretkoncentrat teških minerala iz rečnog nanosa Neresnice. Tretiranjem ovoga pretkoncentrata na magnetskom i elektrostatičkom separatoru i Haultain-ovom stolu izdvojeni su relativno čisti minerali monacit i cirkon, dok su kao primese izdvojeni magnetit, ilmenit, granat i rutil. Zalutala zrna pratećih minerala ručno su izdvojena pod binokularom. Monacit i cirkon su dalje zasebno »trljani« u 10% rastvoru hlorovodonične kiseljine i ispirani u destilovanoj i redestilovanoj vodi, a potom klasirani po krupnoći na  $+0,209 \text{ mm}$  ( $+65 \text{ meš}$ ),  $-209+0,147 \text{ mm}$  ( $-65+100 \text{ meš}$ ) i  $-0,147 \text{ mm}$  ( $-100 \text{ meš}$ ). Klasa  $-209+0,147 \text{ mm}$  poslužila je za slična ispitivanja na krupnim zrnima (4) i nije predmet u ovom članku. Klasa krupnoće  $-0,147 \text{ mm}$  minerala monacita dalje je usitnjena u ahatnom avanu i propuštena kroz Bacho suvi elutriator, gde je izdvojena klasa sa preko 95% krupnoće  $-5 \text{ mikromilimetara}$ . Cirkon nije mogao biti usitnjen u ahatnom avanu, zbog svoje velike tvrdine, nego u čeličnom mlinu sa kuglama po metodi Kužkina (5), a potom izdvojena klasa krupnoće  $-5 \text{ mikromilimetara}$  u Bacho suvom elutrijatoru.

### Reagensi

Kao modifikatori površina monacita i cirkona korišćeni su natrijumpirofosfat, natrijumsilikat, natrijumhlorid i natrijumsulfat. Prva dva — zbog toga što u sebi sadrže hemijske elemente koji se nalaze i u kristalnim rešetkama monacita (P) i cirkona (Si). Druga dva — zbog toga što neki autori (6, 7) ukazuju da je često u flotaciji oksidnih minerala neophodno iste tretirati hlorovodoničnom ili sumpornom kiselinom pre uvođenja kolektora u rastvor. Dejstvo jona  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  na površinama monacita i cirkona proučavano je korišćenjem natrijumhlorida i natrijumsulfata.

Kao kolektori upotrebljeni su natrijumoleat (anjonski) i Armac CD (katjonski).

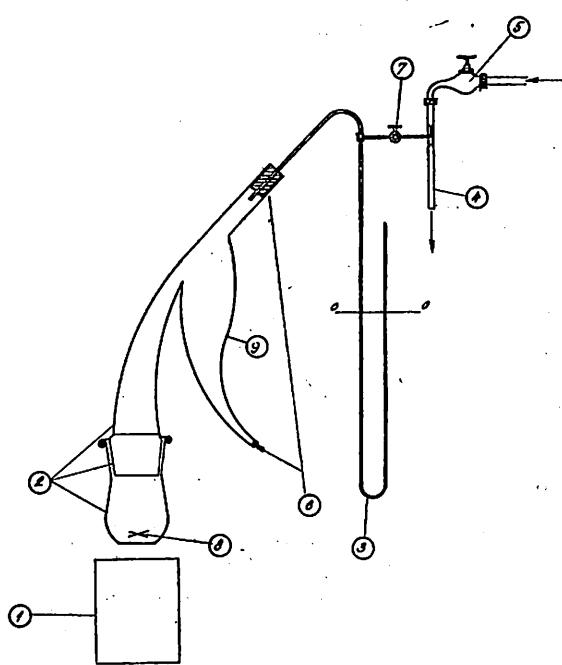
### Vakuum čelijska

Uređaj za eksperimente flotiranja je sopstvena adaptacija i modifikacija Hallimond cevi (sl. 1). Kapilara za dovod vazduha je zatvorena, a gornji deo cevi tako izведен da se onemogući klizanje niz njene zidove ultrafinih zrna koja su prethodno isflotirala. Taj deo cevi je spojen preko vodene vakuum pumpе

za vodovodnu slavinu, kojom se reguliše potpritisak u vakuum čeliji. Potpritisak se meri pomoću živinog manometra (vidi sl. 1).

Vakuum čelija nalazi se iznad magnetske mešalice, koja obrće komadič ferita obloženog polietilenom, a ferit vrši mešanje minerala u rastvoru.

Kompleksi ultrafina zrna-mehurići izlaze na površinu rastvora, gde mehurići prskaju i isflotirana zrna padaju u »džep«, koji je zatvoren gumenim čepom.



Sl. 1 — Aparatura za vakuum flotaciju.

1 — magnetna mešalica; 2 — vakuum čelija; 3 — manometar; 4 — vakuum pumpa; 5 — slavina za vodu; 6 — gumeni zaptivač; 7 — slavina; 8 — mešalica; 9 — džep za koncentrat.

Fig. 1 — Apparatus for vacuum flotation

#### Hallimond cev

Za flotiranje ultrafinih zrna monacita i cirkona na atmosferskom pritisku upotrebljena je modifikovana Hallimond cev, ranije detaljno opisana (8).

#### Rezultati

##### Opiti bez prisustva modifikatora

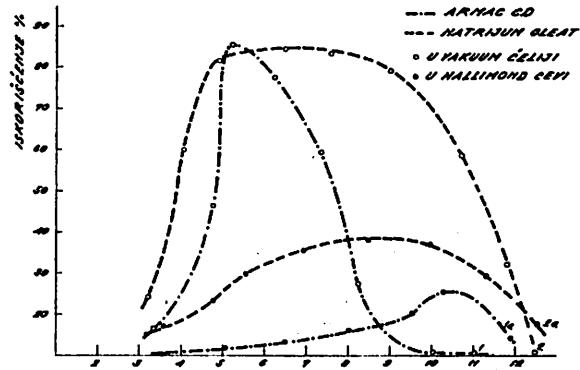
Ova grupa eksperimenata obuhvata ispitivanja flotabilnosti monacita i cirkona pri ko-

rišćenju anjonskog i katjonskog kolektora u zavisnosti od vrednosti pH rastvora. Kao regulatori sredine upotrebljeni su hlorovodonična kiselina i natrijumhidroksid. Kolektori su bili natrijumoleat i Armac CD.

Svi opiti su izvedeni pod sledećim uslovima rada:

— koncentracija kolektora u rastvoru	50 mg/1
— intenzitet obrtanja mešalice	2
— temperatura rastvora	20—22°
— vreme kondicioniranja	3 minuta
— vreme flotiranja	5 minuta
— potpritisak (vakuum)	520 Torr
— težina uzorka	oko 1 g

Rezultati, postignuti kako u vakuum čeliji tako i u Hallimond cevi prikazani su grafički na slikama 2 i 3.



Sl. 2 — Iskorišćenja monacita u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a).

Fig. 2 — Flotation rate of monazite in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a).

Kao što pokazuje slika 2 monacit znatno bolje flotira u vakuum čeliji nego u Hallimond cevi, i to kako sa natrijumoleatom tako i sa armakom. Naročito dobro flotira sa natrijumoleatom u rasponu pH od 5 do 9, gde su iskorišćenja iznad 80%, dok u Hallimond cevi ne dostižu nigde 40%. Armac je efikasan u užem rasponu pH. Posebno dobra iskorišćenja daje pri pH 5—6. I u Hallimond cevi takođe daje lošija iskorišćenja u odnosu na natrijumoleat. Maksimalno postignuto iskorišćenje je 26% pri pH oko 10,5.

Na sl. 3 vidi se da vakuum flotacija daje vrlo dobra iskorišćenja cirkona sa oba kolek-

tora. Dok natrijumoleat daje bolja iskorišćenja u kiseloj sredini i slaboalkalnoj, armak daje veća iskorišćenja kod pH 8—10.

Iskorišćenja cirkona u Hallimond cevi su vrlo niska: sa natrijumoleatom do 28%, a sa armakom do 19%.

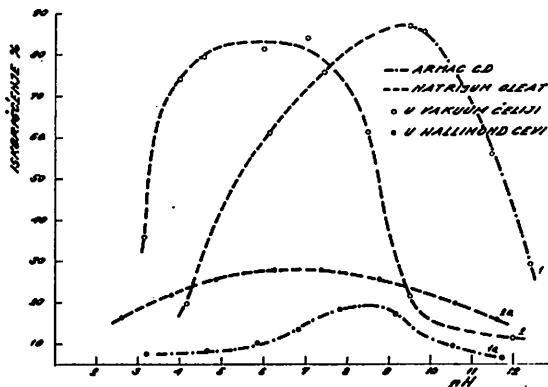
#### Opiti u prisustvu $\text{Cl}^-$ jona

I ovde je urađena serija opita sa istim kolекторima i pod istim uslovima rada s tim što

su minerali prethodno kondicionirani sa natrijumhloridom. Rezultati ove serije eksperimenta prikazani su grafički na slikama 4 i 5.

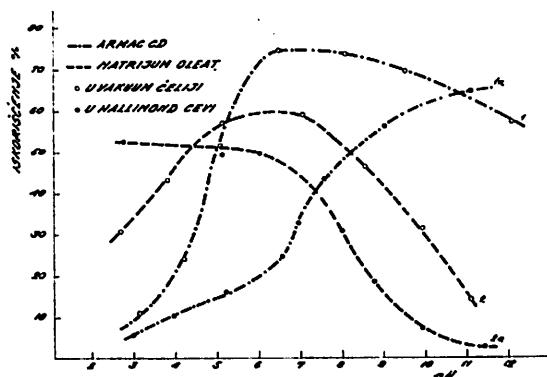
Slika 4 pokazuje da monacit dobro flotira sa armakom i ispod pH 5, što nije bio slučaj u radu bez prisustva modifikatora. S druge strane, na istoj slici se zapaža da je znatno opalo iskorišćenje monacita flotiranjem sa natrijumoleatom.

Što se tiče flotiranja monacita u Hallimond cevi iskorišćenja su i ovde vrlo niska.



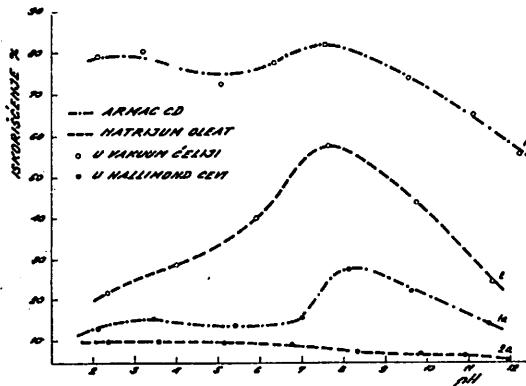
Sl. 3 — Iskorišćenja cirkona u vakuuum ćeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a).

Fig. 3 — Flotation rate of zircon in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a).



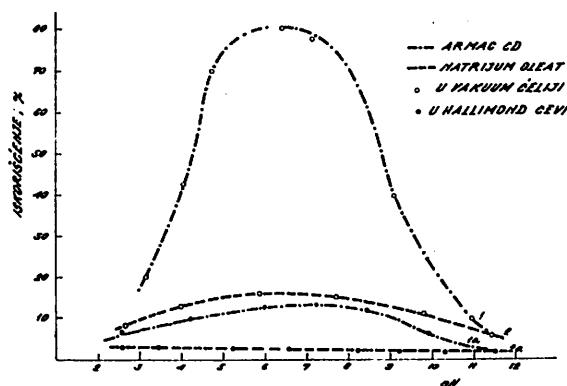
Sl. 5 — Iskorišćenja cirkona u vakuuum ćeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{Cl}^-$ , koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 5 — Flotation rate of zircon in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{Cl}^-$  ions  $10^{-3}$  M/l.



Sl. 4 — Iskorišćenja monacita u vakuuum ćeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{Cl}^-$  koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 4 — Flotation rate of monazite in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{Cl}^-$  ions  $10^{-3}$  M/l.



Sl. 6 — Iskorišćenja monacita u vakuuum ćeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{SO}_4^{2-}$ , koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 6 — Flotation rate of monazite in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{SO}_4^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

Obradom cirkona natrijumhloridom poboljšava se flotabilnost istog u Hallimond cevi sa oba kolektora. U alkalnoj sredini sa armakom iskorišćenja se kreću do 65%, dok su u kiseloj sa natrijumoleatom do 53%.

Krive iskorišćenja cirkona u vakuum čeliji menjaju izgled u odnosu na krive iskorišćenja bez prisustva modifikatora. Međutim, i dalje u pojedinim predelima vrednosti pH daju visoka iskorišćenja, naročito sa armakom (75%), što se vidi iz slike 5.

#### Opiti u prisustvu $\text{SO}_4^{2-}$ jona

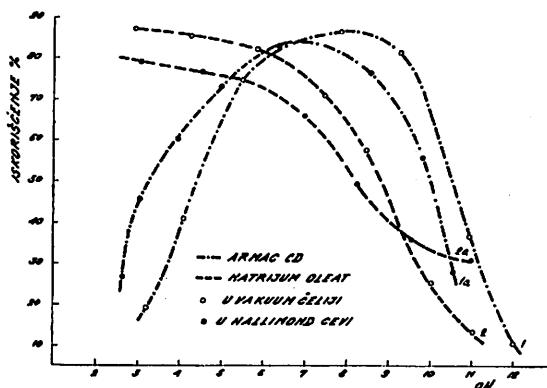
Natrijumsulfat kao modifikator pokazuje znatan uticaj na hidrofobizaciju površina cirkona, a neznatan na hidrofobizaciju površina monacita. Ova razlika je naročito uočljiva pri

jumoleatom u kiseloj sredini. Iskorišćenja u vakuum flotaciji dostižu 87%, a u Hallimond cevi 79%. Prelaskom u alkalnu sredinu iskorišćenja opadaju dosta naglo.

Što se tiče dejstva natrijumsulfata na flotabilnost cirkona sa armakom može se reći da je sasvim druge prirode. U jako kiseloj sredini iskorišćenja su mala da bi se u slabo kiseloj, neutralnoj i slabo alkalnoj sredini krečala od 72 do 82% za Hallimond cev i od 70 do 85% za vakuum čeliju.

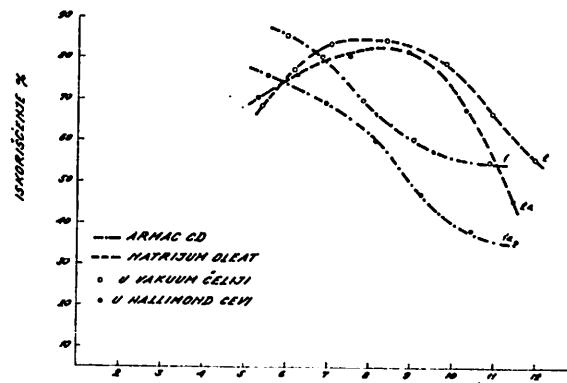
#### Opiti u prisustvu $\text{SiO}_3^{2-}$ jona

Vodenog stakla menja svojstva površina monacita i cirkona na taj način što pri flotaciji sa natrijumoleatom povećava iskorišćenja monacita u slabo kiseloj, neutralnoj i slabo alkalnoj sredini, i to kako u vakuum čeliji tako i



Sl. 7 — Iskorišćenja cirkona u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{SO}_4^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 7 — Flotation rate of zircon in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{SO}_4^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.



Sl. 8 — Iskorišćenja monacita u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{SiO}_3^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 8 — Flotation rate of monazite in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{SiO}_3^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

radu sa natrijumoleatom. Rezultati flotabilnosti monacita i cirkona u prisustvu  $\text{SO}_4^{2-}$  jona prikazani su na slikama 6 i 7.

Monacit u Hallimond cevi praktično ne flotira sa natrijumoleatom, a veoma slabo i u vakuum čeliji. Maksimalno iskorišćenje ne prelazi 16% (vidi sl. 6).

Na istoj slici vidi se da natrijumsulfat efikasno deprimira monacit pri flotiranju sa armakom u Hallimond cevi, ali ne i u vakuum čeliji, gde je iskorišćenje vrlo visoko (do 81%).

Posmatrajući sliku 7 jasno se uočava porast iskorišćenja cirkona flotiranjem sa natri-

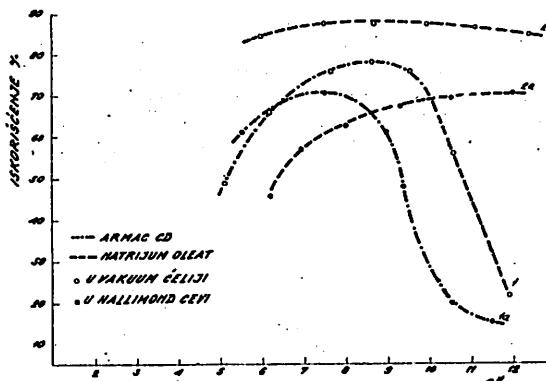
u Hallimond cevi. Sličan uticaj zapaža se i kod cirkona. Rezultati ove serije eksperimenata dati su na slikama 8 i 9.

Na slici 8 prikazana su iskorišćenja monacita. Uočava se da su maksimalna iskorišćenja kako sa natrijumoleatom (85 : 82) tako i sa armakom (86 : 71) veća u vakuum čeliji nego u Hallimond cevi. Sa prelaskom u jače alkalnu sredinu iskorišćenja opadaju flotiranjem sa oba kolektora.

Ako se uporede slike 8 i 9 zapaziće se da postoji veća razlika u iskorišćenjima cirkona u vakuum čeliji i Hallimond cevi nego što je to

slučaj kod monacita. Posebno visoka iskorišćenja cirkona dobivaju se flotiranjem sa natrijumoleatom u vakuum čeliji i to preko 85%. Međutim, u Hallimond cevi maksimalno iskorišćenje dostiže 70%.

Razlika u iskorišćenjima je manje izražena u radu sa armakom, premda i ovde prednost ima vakuum flotacija. U jače alkalnoj sredini iskorišćenja cirkona naglo opadaju flotiranjem sa armakom.

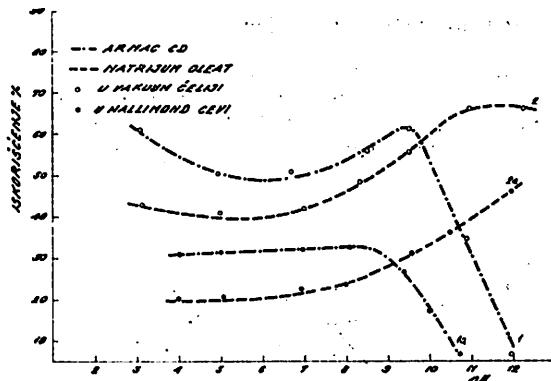


Sl. 9 — Iskorišćenja cirkona u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{SiO}_4^{4-}$ , koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 9 — Flotation rate of zircon, in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{SiO}_4^{4-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

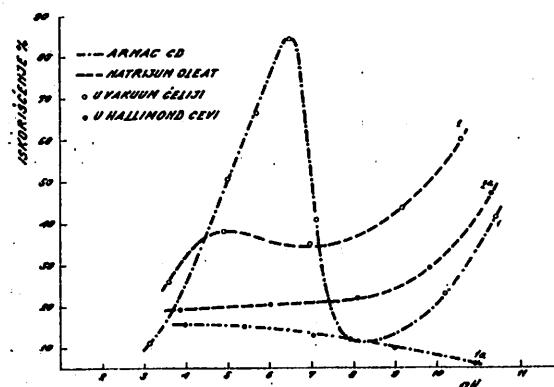
#### Opiti u prisustvu $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$ jona

Poslednja serija uporednih opita u vakuum čeliji i Hallimond cevi izvedena je pri korišćenju natrijumpirofosfata kao modifikatora površina monacita i cirkona. Kolektori su i ovde biti natrijumoleat i Armac CD. Rezultati ovih opita prikazani su na slikama 10 i 11. Monacit u Hallimond cevi ne flotira sa armakom (sl. 10). Maksimalno iskorišćenje ne prelazi 15%.



Sl. 11 — Iskorišćenja cirkona u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$ , koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 11 — Flotation rate of zircon in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.



Sl. 10 — Iskorišćenja monacita u vakuum čeliji (o) i Hallimond cevi (.) sa armakom (1, 1a) i sa natrijumoleatom (2, 2a) u prisustvu jona  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$ , koncentracije  $10^{-3}$  M/l.

Fig. 10 — Flotation rate of monazite in the vacuum cell (o) and Hallimond tube (.) with armac (1, 1a) and sodium oleate (2, 2a) in the presence of  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$  ions  $10^{-3}$  M/l.

Kod primene natrijumoleata iskorišćenja se kreću oko 20% sve do pH 8 kada brže raste sa porastom koncentracije  $\text{OH}^-$  jona u rastvoru (ista sl. 10). Nešto veće iskorišćenje postiže se sa natrijumoleatom u vakuum čeliji. Maksimalno postignuto iskorišćenje bilo je 60%. Iskorišćenja sa armakom u vakuum čeliji jako variraju. Pri pH 3 iznosi svega 10%, zatim naglo raste i kod pH 6,5 dostiže maksimum od 84%. Potom naglo opada i kod pH 8 iznosi samo 11%, da bi potom opet raslo i pri pH 11,5 bilo 58% (sl. 10).

Cirkon generalno daje bolje rezultate u vakuum čeliji nego u Hallimond cevi, premda ni jedni ni drugi nisu zadovoljavajući (sl. 11).

#### Zaključak

U prvoj seriji opita, u kojoj minerali nisu tretirani modifikatorima, rezultati pokazuju znatno veća iskorišćenja u vakuum čeliji nego u Hallimond cevi. Posebno visoko iskorišćenje

monacita postiže se sa armakom u rasponu pH 5—9. Flotacija sa uvođenjem mehurića gasa spolja u pulpu, tj. flotacija u Hallimond cevi dala je veoma niska iskorišćenja monacita (sl. 2).

Slično razmatranje može se izneti i za cirkon s tom razlikom što armak daje bolja iskorišćenja u slabo kiseloj i alkalnoj sredini, a natrijumoleat u slabo alkalnoj i kiseloj sredini (sl. 3). Rezultati u Halimond cevi sasvim su nezadovoljavajući.

Primena natrijumhlorida kao modifikatora dovela je do opšteg povećanja iskorišćenja, kako monacita (sl. 4) tako i cirkona (sl. 5) i to sa oba kolektora. Natrijumhlorid kao modifikator doveo je i do povećanog iskorišćenja cirkona u Hallimond cevi, što je u saglasnosti sa tvrđenjima Poljkin (9).

U trećoj seriji opita kao modifikator upotrebљavan je natrijumsulfat. Ispitivanja u Hallimond cevi pokazuju da se sitne klase u procesu flotiranja ponašaju slično kao i krupe (8). Natrijumsulfat ne deluje aktivirajući na monacit, ali zato veoma dobro aktivira cirkon za flotiranje, kako sa natrijumoleatom tako i sa armakom. Razlika je u tome što natrijumoleat kao anjonski kolektor daje bolja iskorišćenja u kiseloj, a armak kao katjonski u alkalnoj sredini. Ovo je sasvim u skladu sa tumačenjima uticaja elektrokinetičkog potencijala na flotabilnost cirkona, ispitivanog u radu sa krupnjim klasama (8).

Što se tiče ispitivanja flotabilnosti pod sniženim pritiskom pomenuta tvrđenja ne mogu se u potpunosti primeniti. Radi se o tome da monacit izvrsno flotira u vakuum čeliji, a što nije bio slučaj u Hallimond cevi (sl. 6).

Cirkon takođe izvrsno flotira i u vakuum čeliji (sl. 7).

Vodenostaklo kao modifikator u izvesnoj meri aktivira oba minerala za anjonsku i kat-

jonsku flotaciju. Razlika je u tome da se ipak u vakuum flotaciji postiže nešto viša iskorišćenja pri istim uslovima rada kao i u Hallimond cevi (sl. 8 i sl. 9).

U poslednjoj seriji opita kao modifikator korišćen je natrijumpirofosfat. U vakuum čeliji izuzetno dobro flotira monacit u blizini pH 6 sa katjonskim kolektorm (sl. 10). Anjonski kolektor daje znatno niža iskorišćenja.

Cirkon ne flotira efikasno ni u vakuum čeliji ni u Hallimond cevi mada su u prvom slučaju iskorišćenja cirkona veća u radu pod istim uslovima rada (sl. 11).

Na kraju razmatranja postignutih rezultata može se reći da flotiranje ultrafinih zrna monacita i cirkona pod sniženim pritiskom, kako sa anjonskim tako i sa katjonskim kolektorm, ima prednost nad flotiranjem istih minerala na atmosferskom pritisku sa uvođenjem mehurića gasa u rastvor spolja.

Kod flotiranja pod sniženim pritiskom ne zapaža se selektivno dejstvo primenjivanih modifikatora.

U Hallimond cevi natrijumsulfat kao modifikator deluje aktivirajući na cirkon, doprinoseći povišenju njegovog iskorišćenja, kako sa anjonskim (natrijumoleat) tako i sa katjonskim (armak) kolektorm. Njegovo dejstvo na monacit, ukoliko uopšte postoji, jeste slabo deprimirajuće u odnosu na postignute rezultate u optima bez prisustva modifikatora.

Teoretska tumačenja ovih vrlo značajnih pojava su u proučavanju i o tome će biti govor u posebnom članku.

Završavajući ovaj članak autorima pričinjava posebno zadovoljstvo da se zahvale svojim saradnicima Lazarević Živojinu i Nikolić Stevanu, tehničkim saradnicima Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, na veoma usrdnom zalaganju i pomoći oko izvođenja praktičnog dela ispitivanja i na tehničkoj opremi ovoga članka.

## SUMMARY

### Flotation of Ultrafine-Particles in the Vacuum Cell and Hallimond Tube

Dr. D. Salatić, min. eng. — D. Đaković, min. eng.\*)

Using sodium oleate and Armac CD as collectors, the flotation rate and the effect of added  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SiO}_2^{2-}$  i  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$  ions on it, have been determined for ultrafine-particles of monazite and zircon over a wide range of pH values. The vacuum flotation technique was used and flotation under normal pressure in the Hallimond tube.

\*) Dr. ing. Dušan Salatić, docent na Rudarsko-geološkom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, dopisni član Rudarskog instituta, Beograd.

Dipl. ing. Dobrila Đaković, viši stručni saradnik Rudarskog instituta u Beogradu.

It has been shown by the vacuum cell and Hallimond tube flotation result that monazite and zircon can be floated with anionic (sodium oleate) and cationic (Armac CD) collectors.

Both minerals float in the vacuum cell, but have not a uniform response in the Hallimond tube. In the Hallimond tube zircon floats with both collectors in the presence of  $\text{SO}_4^{2-}$  ions, but the monazite does not. In this case the effect of  $\text{SO}_4^{2-}$  ions is less pronounced and activation and depression occur under different circumstances. In the presence of  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$  and  $\text{P}_2\text{O}_5^{2-}$  ions flotation rate for both minerals is almost identical.

#### Literatura

1. Von J. Huber-Panu, 1966: Beitrag zur Theorie der Flotation mit Gasblasenausscheidung aus der Trübe. — Freiberger Forschungshefte A 401.
2. Klassen V. I., Meščerjakov N. F., 1959: Flotacija tonkih šlamov vozduhom, vydeljajuščimsja iz rastvora. — Cvetnye metally, No 1.
3. Taggart A. F., 1956: Handbook of Mineral Dressing, New York.
4. Salatić D., 1965: Iznalaženje uslova selektivnog flotiranja monacita i cirkona u funkciji promene njihovih površina; doktorska disertacija na Rudarsko-geološkom fakultetu Univerziteta u Beogradu.
5. Kuzkin F. F. et al., 1964: Aspects of the theory of suspension flocculation by polyacrylamides. — VII Inter. Min. Proces. Congress, New York.
6. Mitrofanov S. I., 1964: Selektivnaja flotacija, Moskva.
7. Gaudin A. M., 1957: Flotation, Mc Graw-Hill.
8. Salatić D., 1967: Flotability of monazite and zircon related to electrochemical changes on their surfaces. — Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. C: Mineral Process. Extr. Metall.), Vol 75, dec.
9. Pol'kin S. I.: Flotacija rud redkih metallova i olova, Moskva.

## Nova flotacija olovo-cinkove rude Badovac kod Prištine

(sa 2 slike)

Dipl. ing. Miliivoje Nešić

#### Opšti deo

Rudni reviri olovo-cinkove rude preduzeća »Trepča« — pogon Kišnica i Novo Brdo nalaze se jugoistočno i istočno od Prištine na udaljenosti 13 km (Kišnički reviri) i 40 km — rudnik Novo Brdo — ležište »Farbani Potok«. U kišničkom reviru postoji više rudnih ležišta i to:

- Kišnica — bogatija ruda
- Kišnica — površinski otkop (siromašnija ruda)
- Ajvalija i
- Badovac

Kompozitna ruda ovih ležišta prerađuje se u flotaciji Badovac. Ovo je novoizgrađena flotacija olovo-cinkove rude kapaciteta oko 2.000 t/24<sup>h</sup>. Puštena je u probnu proizvodnju 22. januara 1969. godine.

Ruda iz rudnika Novo Brdo ležišta »Farbani Potok« prerađuje se u staroj flotaciji Marevcu, koja ima kapacitet oko 200 t/24<sup>h</sup>. Ova flotacija ima privremeni karakter, pošto je započeta gradnja nove flotacije za rudnik Novo Brdo locirane u Badovcu, i koja će biti produžetak postojeće već izgrađene flotacije u Badovcu.

#### Geologija rudnih ležišta

Šira okolina ovog rudnosnog područja izgrađena je od metamorfnih stena — kristalastih škriljaca paleozojske starosti i serpentina, flišnih krednih sedimenata, eruptivnih i neogenih tvorevina Kosova Polja. Paleozojski škriljci čine osnovu ovog terena i izgrađuju njegov jugozapadni deo. Njihovo prostiranje je malo i proteže se od Ajvalije, gde su najviše

i otkriveni, preko Steževca do rudnika Badovca. Prema Badovcu zona škriljaca se sužava i nedaleko od Jame isklinjava.

Pružanje škriljaca je severoistok-jugozapad, a padaju prema severoistoku. Jugozapadnu granicu ovih škriljaca čine neogeni sedimenti Kosova Polja, čiji je položaj diskordantan, a severoistočnu granicu čini serpentinski masiv.

Flišni sedimenti čine istočnu granicu ovog terena. To je jedna heterogena serija, koja je izgrađena od tamnosivih uslojenih laporaca, peščara i njihovih prelaza. Teren između kri stalastih škriljaca i flišnih sedimenta izgrađen je od serpentina, koji su postali serpentinišanjem lerzolita.

Eruptivne stene, za koje su genetski asocijirane sve Pb-Zn pojave ove oblasti, vezane su za tercijarnu vulkansku aktivnost, koja je donela veću masu andezita. Andeziti pripadaju hornblendskom tipu i grade južni deo terena, gde zahvataju površinu oko 10 km<sup>2</sup>.

Po načinu pojavljivanja orudnjenja ležišta ove oblasti pokazuju znatne razlike, koje su zavisne od geološke sredine u kojoj su stvorene.

#### Ležište Kišnica

Sulfidno orudnjenje vezano je za kontakte andezita i serpentina i za rasedne linije sever-severozapad do jug-jugoistok i manje poprečne rasede. Dalje, ruda se nalazi u tektonski poremećenoj zoni u flišnim sedimentima u blizini velike rasedne zone, koja se pruža duž andezitske žice u istočnom delu Kišnice.

Serpentinska zona sa dijabazima i gabroidnim žicama i sočivima, koja je na kontaktu sa andezitom oruđnjena pruža se od SSZ-JJI i pada prema istoku. Na zapadu se graniči sa paleozoikom Badovca, a na istoku sa flišnim sedimentima Kišnice. Andezitski nek probio je ovu zonu približno po sredini od juga (Veletin-Gvozdenik) između Badovca i Kišnice i odvaja ova dva revira.

Istočni kontakt andezitskog neka sa serpentinom, koji predstavlja zapadnu granicu rudnog revira Kišnica, pada u dubinu prema istoku na horizontu 710 m prosečno 70–80° u severnom delu Jame, a bliže ka južnom delu 25–40°. U većim dubinama pad andezita je 35–50°.

Serpentin je uklješten između andezitskog probora, na zapadu i flišnih sedimenta na istoku, gde dostiže moćnost do 130 m na površini.

Na horizontu 610 m (III horizont) njegova širina je nešto manja, tako da u centralnom delu ne prelazi 70 m. Moćnost serpentina na jugu se povećava na 200 m i više.

Kontakt serpentina sa flišnim sedimentima na istoku je jako strm sa padom prema istoku (60–80°).

Pored andezita na zapadu Kišnice postoji još jedan manji probor andezita u vidu žice duž raseda u serpentinu, a u blizini i paralelno na kontaktu sa flišnim sedimentima.

Andezitski probori su otvorili putove i omogućili mineralnim rastvorima, koji su se izdiferencirali u dubini, prodiranje iz magmat-skog ognjišta na površinu.

Mineralni rastvori su koristili kontakte andezita sa okolnim stenama i rasede, a u manjoj meri i međuslojne prostore u flišu za odlaganje rudnih minerala. Centar izbijanja magme nalazi se u neposrednoj blizini Oštrog Vrha.

Ruda se sastoji od pirita sa koncentracijom sulfida olova i cinka u vidu impregnacija i gnezda u piritnoj kvarcnoj masi. Orudnjenje u Kišnici počinje intenzivnom silifikacijom, koja je usledila posle prve generacije sulfida sa piritom.

Ustanovljeni su minerali: pirhotin, halkopirit, kubanit, valerit, sfalerit, stanin, arsenopirit, galenit, tetraedrit, primarno zlato, burnonit, bulanžerit, plomozit, bornit, kovelin, markasit i drugo.

Minerali jalovine: kvarc, siderit, Mn-siderit, rodohrozit, Mn-kalcit, kalcedon i dr.

Sekundarni minerali postali procesom oksidacije: anglezit, cerusit, epsomit, goslarit, melanterit, gips, limonit, prevlake malahita i Mn-okksida.

Pirit je pored kvarca najrasprostranjeniji mineral u rudištu. Vrlo često predstavlja kompaktna sulfidna rudna tela i žice naročito u samom serpentinu i na kontaktu sa andezitom. Nalazi se u finim impregnacijama i žilicama u andezitu i serpentinu, naročito u onim zonama, koje su oko rudnih tela jako tektonski promenjene.

Pirit je obično u kockama ređe rompskim do-dekaedrima, veličine zrna od 2–5 mm. Često je intimno srastao sa kvarcom što daje veliku čvrstinu pojedinim blokovima rude. Sadržaj pirita dostiže u proseku 40–50%. Pirit predstavlja ekonomski mineral u Kišnici.

Arsenopirit je kao i pirit dosta rasprostranjen mineral, ali u manjim količinama.

Galenit je najvažniji ekonomski mineral Kišnice. Nalazi se u žicama, gnezdićima i sočivima u piritnim rudnim telima, kao impregnacije, prevlake i žilice u flišnim sedimentima (ruda sa površinskog otkopa). Srebro je direktno vezano za galenit. Količina srebra zavisi od količine olova u rudi. Srebro se nalazi u galenitu često kao uklopak pirargirita.

Sfalerit je rasprostranjen mineral, ali neravnomerno i u manjim količinama. Sadrži relikte pirhotina i izdvajajući hálkopirita, valerita i dr. Sa dubinom sadržaj sfalerita opada.

Prema položaju, sredini deponovanja i sadržaju korisnih metala rudsne pojave u Kišnici možemo podeliti na:

- rudna tela u centralnom delu ležišta u serpentinu na kontaktu sa andezitom;
- rudna tela na zapadnom kontaktu serpentina sa andezitom u serpentinu;
- rudne žice i sočiva u serpentinu i kvarc — biotitskim škriljcima.

### Hemijska analiza rude

Pb (ukupno)	8,26 %
Zn (ukupno)	1,40 %
Cu	0,03%
Fe	30,29%
S (ukupan)	31,94%
S (sulfatni)	0,52%
SiO <sub>2</sub>	17,52%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,14%
MgO	1,40%
CaO	0,44%
TiO <sub>2</sub>	0,07%
Mn	0,40%
Mo	0,002%
As	1,60%
Sb	0,17%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	trag
Bi	0,016%
BaO	trag
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	trag
Sn	trag
Ni	0,18%
Co	0,005%
WO <sub>3</sub>	0,01%
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36%
Au	0,8 g/t
Ag	66,2 g/t

### Racionalna analiza

Pb ukupno	8,26%
Pb galenitno	5,68%
Pb ceruzitno	1,78%
Pb anglezitno	0,51%
Pb plumbojarozitno	0,13%
Pb oker	0,16%
Zn ukupan	1,40%
Zn sulfidni	1,11%
Zn oksidni	0,29%

Strukturno-teksturne osobine rude ukazuju da je potrebna finoća mlevenja za uspešan proces koncentracije u prvom stupnju mlevenja 41% klase minus 200 meša, a u drugom stupnju 85% klase minus 200 meša.

### Ležište Kišnica — površinski otkop

Orudnjeni štokverk u flišnim sedimentima nalazi se istočno od rasedne zone i naleže na rudno telo Va (ležište Kišnica). Prema severu ovo orudnjene je odvojeno od serpentina. Štokverk je izdužen od severa prema jugu i pada strmo pod uglom 70—90° prema istoku. Ruda se pojavljuje na samoj površini. Sastoji se od flišnih sедимен-

### Spektralna analiza

Element	Osetljivost	Procena sadržaja u rudi
Aluminijum	0,003	celi %
Berilijum	0,001	nula
Vanadijum	0,001	nula
Bizmut	0,001	stoti deo %
Volfram	0,01	hiljaditi deo %
Galijum	0,003	nula
Germanijum	0,001	nula
Gvožđe	0,01	deseti deo %
Kadmijum	0,01	nula
Kobalt	0,001	hiljaditi deo %
Silicijum	0,001	deseti deo %
Magnezijum	0,0003	celi %
Mangan	0,001	deseti deo %
Bakar	0,0003	stoti deo %
Molibden	0,0003	hiljaditi deo %
Arsen	0,1	celi %
Nikel	0,001	deseti deo %
Niobijum	0,01	nula
Kalaj	0,001	trag
Itrijum	0,01	nula
Lantan	0,1	nula
Cerijum	0,1	nula
Srebro	0,0003	deseti deo %
Olovo	0,001	celi %
Antimon	0,01	deseti deo %
Titan	0,001	stoti deo %
Hrom	0,001	deseti deo %
Cink	0,1	celi %
Cirkon	0,001	nula
Kalcijum	0,1	deseti deo %
Stroncijum	0,01	nula
Barijum	0,01	trag
Kalijum	0,1	trag
Natrijum	0,1	trag
Litijum	0,01	nula

nata protkanih spletom sulfidnih žilica i prevlaka po pukotinama. U krovini prelazi u sterilan fliš sa belim kalcitnim žilicama, koje obeležavaju granicu sulfidne mineralizacije. Fliš je impregniran piritom.

Ovo rudno ležište spada u grupu siromašnih ležišta u sadržaju korisnih mineralnih komponenti. Ležište je posebnog tipa i u pogledu fizičko-mehaničkih i hemijskih svojstava znatno se razlikuje od ostalih. Ova ruda predstavlja velike teškoće u koncentraciji. Sredina u kojoj su deponovani rudni minerali su uslojeni glinci, laporci i peščari, koji prilikom najmanjeg kvašenja oblepljuju sita i drobilice, tako da vrlo često dolazi do zaglavljivanja i ometanja normalnog rada u tehnoškom procesu.

### Hemijска анализа руде

Pb	1,98%
Zn	0,64%
Cu	0,03%
Fe	11,64%
S ukupan	8,03%
SiO <sub>2</sub>	45,74%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,14%
MgO	3,77%
CaO	2,24%
TiO <sub>2</sub>	0,48%
Mn	0,36%
Mo	0,002%
As	0,17%
Sb	0,56%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13%
Bj	trag
DaO	trag
K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O	1,86%
Sn	trag
Ni	0,03%
Co	trag
WO <sub>3</sub>	0,01%
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12%
Au	0,3g/t
Ag	32,7 g/t

### Spektralna analiza

Aluminijum	celi %
Berilijum	nula
Vanadijum	trag
Bizmut	trag
Volfram	trag
Galijum	deseti deo %
Germanijum	nula
Gvožđe	celi %
Kadmijum	nula
Kobalt	trag
Silicijum	deseti deo %
Magnezijum	celi %
Mangan	deseti deo %
Bakar	stoti deo %
Molibden	hiljaditi deo %
Arsen	deseti deo %
Nikel	stoti deo %
Niobijum	nula
Kalaj	trag
Lantal	nula
Olovo	celi %
Antimon	deseti deo %
Titan	deseti deo %
Hrom	hiljaditi deo %
Cink	deseti deo %
Cirkon	trag
Kalcijum	celi %
Stroncijum	trag
Barijum	trag
Kalijum	deseti deo %
Natrijum	deseti deo %
Litijum	nula

### Racionalna analiza

Pb ukupno	1,64%
Pb galenitno	1,38%
Pb ceruzitno	0,26%
Pb anglezitno	0,02%
Pb plumbojarozitno	0,10%
Pb oker	trag
Zn ukupan	0,64%
Zn sulfidni	0,52%
Zn oksidni	0,12%

Mineraloškom analizom rude ustanovljeni su sledeći mierali: pirit, markasit, galenit, burnonit, arsenopirit, sfalerit (marmatit), halkopirit, siderit, cerusit, smitsonit, hidroksidi gvožđa, kvarc, kalcit, hlorit, muskovit, rutil, apatit i dr.

### Ležište Ajvalija

U ležištu Ajvalija mogu se razlikovati više tipova orudnjena, u zavisnosti od fizičko-hemijских uslova sredine u kojoj je vršeno depovanje rudne supstance i to:

- orudnjenje nastalo metasomatozom — sulfidnim potiskivanjem;
- deponovanje korisne komponente u slobodnim prostorima;
- zapunjavanje prslina i pukotina i
- sulfidne impregnacije u škriljcima.

Orudnjenje sulfidnog potiskivanja donelo je glavne ekonomski najznačajnije minerale. U prvom redu su galenit i sfalerit.

Orudnjenje ovoga tipa vezano je za karbonatni horizont izgrađen od kristalastih krečnjaka i dolomita. Ove stene nalaze se u podini sericitskih i kvarc sericitskih škriljaca.

Sulfidi korisnih minerala potisnuli su skoro u potpunosti karbonatne stene, izuzev u severnom delu horizonta. Njihovo prisustvo može se samo konstatovati po zaostalom dolomitskom pesku.

Poseban tip orudnjena u karbonatima predstavlja mineralizacije korisnih sulfida nastalih metasomatozom. Ovaj tip orudnjena vezan je za sočiva krečnjaka različite veličine, a kontinuitet im je varijabilan.

Deponovanje korisne komponente u slobodnim prostorima nastalo je od tangencijalnih pokreta, koji su postojali u vreme ubiranja i gde je došlo do praznih prostora većih razmera. Prazan prostor se stvarao u folijaciji škriljaca, na kontaktu karbonata sa škriljcima i u samim karbonatima. Orudnjenje postalo na ovaj način ima veći sadržaj metala od metasomatskih rudnih tela.

Zapunjavanje prslina i pukotina ima znatan ekstenzitet. Orudnjenje je vezano za postrudne pukotine i nema ekonomski značaj.

Sulfidne impregnacije u škriljcima nalaze se u povlati rđudnog tela. Difuznog su karaktera.

Ovo orudnjenje nema praktičnu vrednost.

Minerali rudnog ležišta Ajvalija u poređenju sa ostalim olovo-cinkovim ležištima Kišnice i Badovca skoro su identični.

#### Hemijski sastav rude

Pb	5,55%
Zn	8,70%
S	14,35%
Cu	0,05%
Sb	0,014%
Bi	0,015%
SiO <sub>2</sub>	24,60%
MgO	0,87%
Mn	5,18%
CaO	1,23%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,40%
Ag	70,0 g/t
Au	0,5 g/t

#### Mineraloški sastav

Glavni rudni minerali su galenit i sfalerit. Sporedni rudni minerali: magnetit, pirhotin, hal-kopirit, kubanit, valerit, stanic, arsenopirit, pirit i markasit.

Galenit je procentualno zastupljen u ležištu sa 7,00%. Ekstenzivna zastupljenost se kreće do 95%. Stvaran je u dve faze kristalizacije. Mineralne komponente su sitnih razmara i kreću se od 0,02—6 mm. Manje su zastupljena zrna većih razmara kada se javljaju u hipidiomorfnim oblicima.

Ruda ležišta Ajvalija je dobrom delom sulfidna i jako flotabilna.

#### Ležište Badovac

Rudno ležište Badovac predstavlja najmanje ležište u ovom rudonosnom području. Ovo rudno ležište ima složenu geološku strukturu. Orudnjene je izvršeno u seriji škriljaca, a rudna tela nastala su na isti način i pod istim uslovima kao u rudnim ležištima Ajvalija i Kišnici, tj. metasomatskim potiskivanjem krečnjačkih interkalacija, na kontaktu serpentina sa škriljcima i andezitima što, u stvari, predstavlja orudnjene u ovoj oblasti.

Veća rudna tela i žice nalaze se u serpentinu. Najniži stratigrafski nivo čini serija svetlih škriljaca, koji su podina serpentina. Tektonski kontakt serpentina i škriljaca čini brečasti materijal. Duž kontakta u severozapadnom delu rudnog ležišta nalazi se probaj dijabaza na dužini oko 1000 m s močnošću do 70 m. Proboji dijabaza u vidu tankih žila česti su u seriji serpentina. Preko serpentina leži andezit, što je utvrđeno u jugoistočnom delu ležišta.

I u ovom rudnom ležištu orudnjene je izvršeno na više načina i to:

- sulfidna potiskivanja karbonatskih stena;
- zapunjavanje raseda, pukotina i prslina i — impregnacija u škriljcima i serpentinu.

Orudnjena nastala sulfidnim potiskivanjem karbonatskih stena, odnosno metasomatskim potiskivanjem, vezana su za karbonatska sočiva u škriljcima. Ova sočiva imaju male dimenzije na-

ročito po pružanju, dok je njihovo vertikalno prostiranje znatno veće. Okolne stene ovih rudnih tela su filiti. Glavni rudni minerali su sfalerit, galenit i pirit.

Orudnjene zapunjavanjem raseda, pukotina i prslina izvršeno je u seriji serpentina i na kontaktu serpentin-andezit. Kod ovoga tipa orudnjena sadržaj korisnih minerala manji je nego kod metasomatskih rudnih tela pri čemu je odnos između sfalerita i galenita sasvim drukčiji od ostalih tipova orudnjena.

Impregnacije u škriljcima i serpentinu neznatne su i javljaju se po obodu rudnih tela u vidu piritskih impregnacija.

#### Hemijski sastav rude

Pb	3,48%
Zn	2,13%
S	18,20%
Cu	0,06%
Sb	0,01%
Bi	0,02%
SiO <sub>2</sub>	35,92%
MgO	2,20%
MnO	3,02%
CaO	0,38%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,10%
Ag	50 g/t
Au	0,25 g/t

Opiti meljivosti rude pokazali su da se uspešno međusobno oslobođanje sulfidnih minerala mlevenjem postiže pri finoći mlica od oko 80—90% klase minus 200 mješa.

#### Opis flotacijskog postrojenja u Badovcu za preradu Pb-Zn ruda ležišta Kišnica, Kišnica — površinski otkop, Ajvalija i Badovac

Flotacija u Badovcu vrši preradu kompozitne rude rudnih ležišta: Kišnica, Kišnica-površinski otkop, Ajvalija i Badovac. Prerada ruda iz ovih olovo-cinkovih ležišta vrši se u sledećem težinskom odnosu:

— Kišnica	20,91%
— Kišnica-površinski otkop	55,19%
— Ajvalija	13,37%
— Badovac	10,53%
S v e g a :	100,00%

#### Doprema rude

Transport rude do prijemnog bunkera (1) u Badovcu, zapremine 150 tona, iz sva četiri ležišta obavlja se vagonetima zapremine od 0,5—1,6 m<sup>3</sup>.

Transport rude se obavlja u 3 smene, 6 dana u nedelji (vidi šemu).

#### Drobiljenje i prosejavanje

Iz bunkera za rovnu rudu, zapremine 150 tona, ruda ggk 350 mm doprema se pomoću pločaste hranilice (2) — dodavača kapaciteta 200 t/h na stacionarnu rešetku (3) otvora 310 × 140 mm. Nadrešetni proizvod krupnoće iznad 310 × 140

mm drobi se u čeljusnoj drobilici (4) tipa SM-16 V dimenzije  $600 \times 900$  mm, kapaciteta 36—120 m<sup>3</sup>/h. Veličina komada na ulazu je 550—720 mm, veličina otvora za pražnjenje 75—200 mm. Ovu drobilicu pokreće elektromotor jačine 100 kW; 1450 O/min.

Gornja granična krupnoća izdrobljene rude iznosi oko 200 mm. Klasa —  $310 \times 140$  mm obedinjuje se sa izdrobljenom rudom na transporteru sa gumenom trakom (5) širine 650 mm, dužine 22,14 m. Visina dizanja je 6,85 m; kapacitet oko 200 t/h. Brzina trake 1,0 m/sec. Ovaj transporter-traku pokreće elektromotor jačine 7,0 kW; 1500 O/min. koji primarno izdrobljenu rudu krupnoće —  $310 \times 140$  mm transportuje na klasiranje vibracionom situ (6) kapaciteta 90 m<sup>3</sup>/h. Dimenzije sita:  $1250 \times 4.000$  mm sa jednom prosevnom površinom otvora 50 × 50 mm.

Projektom je bila predviđena i donja mreža otvora 25 × 25 mm, ali kako se u toku rada nije pokazala efikasnom izbačena je iz upotrebe. Sito je viseće univerzalnog nagiba tipa GIL-32. Pokreće ga elektromotor — jačine 8 kW; 1460 O/min.

Klasa + 50 × 50 mm odlazi gravitacijski na sekundarno drobljenje u konusnu drobilicu (7) tipa KSD-1200 B za srednje drobljenje. Širina ulaznog otvora 170 mm. Kapacitet pri nasipnoj težini rude 1,6 t/m<sup>3</sup> 110—170 t/h. Širina otvora za pražnjenje 20—70 mm.

Ovu drobilicu pokreće elektromotor jačine 75 kW; 730 O/min.

Proizvod drobljenja krupnoće — 70+0 mm obedinjuje se sa proizvodom klasiranja vibracionog sita krupnoće — 50+0 mm na transportnoj traci (8) širine 650 mm, dužine 22,785 m, visine dizanja 7,88 m, kapaciteta 200 t/h. Brzina trake je 1,0 m/sec.

Jačina elektromotora je 7,1 kW; 1500 O/min. Ovim transporterom izdrobljena ruda se transportuje do pokretnog transportera sa reverzibilnom gumenom trakom (9) širine 650 mm, dužine 18,800 m, sa kapacitetom oko 200 t/h i brzinom oko 1,0 m/sec. i jačinom elektromotora 2,3 kW; 1500 O/min. u bunkere za sitnu rudu (10). Postoje 3 bunkera ukupnog kapaciteta oko 3.000 tona. Iz njih se vrši snabdevanjeodeljenja za mlevenje izdrobljenom rudom.

Između čeljusne drobilice i vibracionog sita iznad gumenog transportera (5) nalazi se viseći elektromagnet (5a) za hvatanje zalutalog gvožđa, tipa EP-I-650 za traku širine 650 mm. Potrebna snaga jednosmerne struje je 3,2 kW sa upravljačkom stanicom.

U odeljenju drobljenja i prosejavanja instalirani su ventilatori tip CP 7—40, kapaciteta 20000 m<sup>3</sup>/h, pritska 175 mm v. st. 1300 O/min. Pre-nos se vrši klinastim kaišima. Elektromotor je tipa A 02-72-4, snage 30 kW 1460 O/min. i ima centrifugalni skruber sa rešetkom za kvašenje tipa DS-11.

#### Mlevenje i klasifikacija rude

Mlevenje rude se vrši u dve sasvim posebne sekciјe. One se sastoje od mlina sa šipkama, spiralnog klasifikatora, mlina sa kuglama i hidrociklona.

Ruda iz bunkera za sitnu rudu (10) preko automatskog trakastog dodavača (11) tipa LDA-60 kapaciteta 60 t/h kompletнog sa vibracionom hranilicom i transportnom trakom širine 800 mm; elektromotora 8 kW 1410 O/min i priključkom na mrežu 380 V, ormanom sa mehaničkim priborom EPID — 0,5 i gumenim transportnim trakama (12) dužine 9,783 m, visine 2,53 m, kapaciteta 60 t/h, brzinom trake 0,5 m/sec i elektromotorm koji pokreće traku 1,2 kW — 1500 O/min doprema se ruda u mlinove sa šipkama (13). Tip mlinova je MSC — 27 — 27, dimenzije 2700 × 3600 mm, normalna brzina okretanja bubnja 15,6 O/min. Pogon je direktn (bez reduktora). Pokreće ga elektromotor snage 380 kW; 187 O/min., napona 3000/6000 V. Svaki bunker za sitnu rudu ima dva otvora za pražnjenje i po dve automatske hranilice.

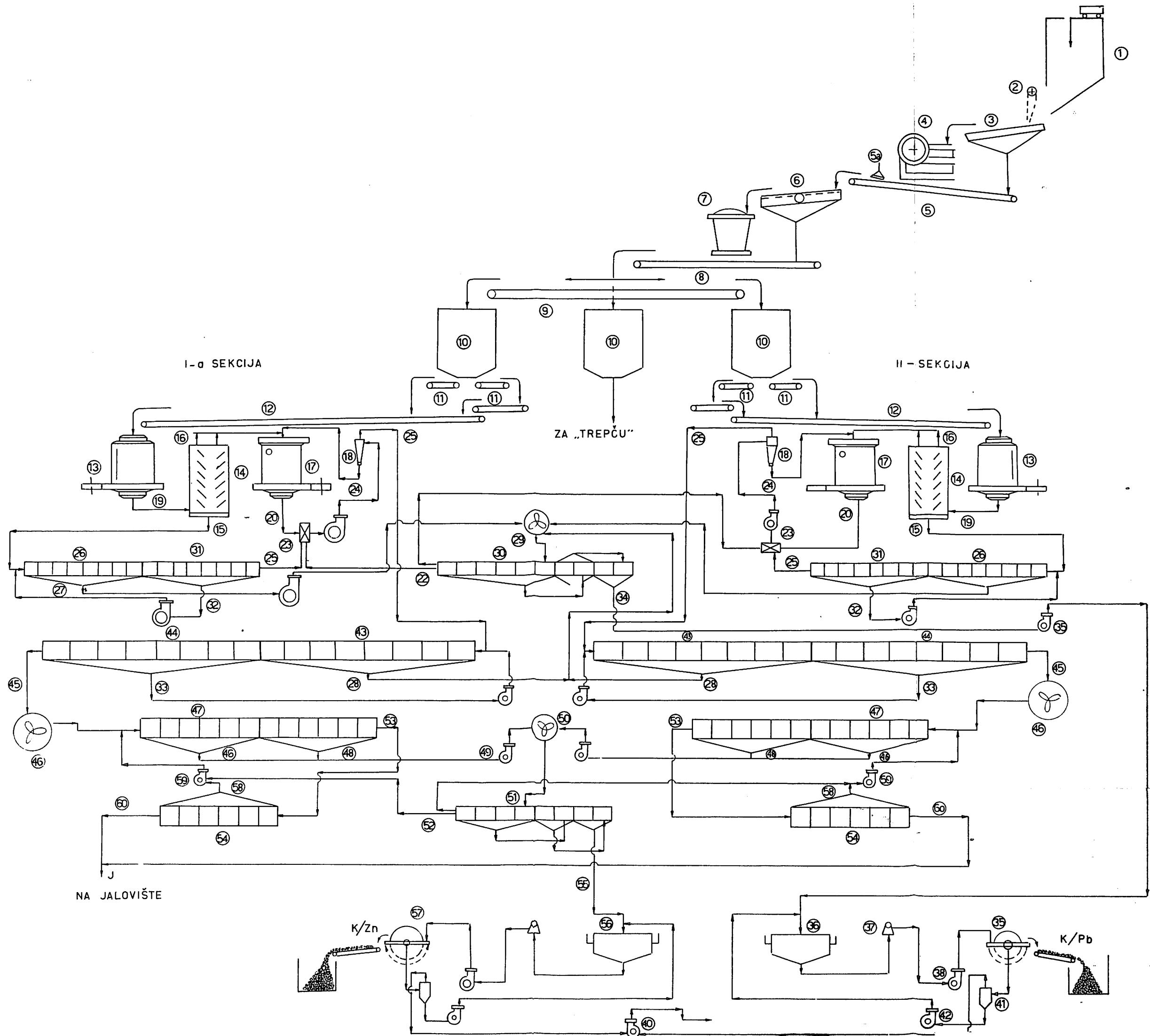
Mlevenje rude se vrši u dva stadijuma. U prvom stadijumu — mlin sa šipkama (13), koji radi u otvorenom krugu sa dvospiralnim klasifikatorom (14) dimenzija 1500 × 8320 sa nepotplojnom spiralom. Pogon i podizanje spirala vrši se preko reduktora. Spirale pokreće elektromotor snage 14 kW; 980 O/min, a elektromotor za podizanje spirala ima snagu 1,7 kW, 1420 O/min. Tako se vrši otvaranje minerala olova i cinka do krupnoće 65% klase minus 200 meša u preliv klasifikatora (15), a u drugom stadijumu pesak klasifikatora (16) usitnjava se u mlinu sa kuglama (17). Mlin sa kuglama centralnog pražnjenja dimenzija 2700 × 3600 mm, sa nominalnom radnom zapreminom 17,7 m<sup>3</sup> i nominalnim brojem obrtaja bubnja 21 O/min. ima direktnog pogona — bez reduktora. Mlin pokreće elektromotor snage 380 kW; 187 O/min. Napon 3000/6000 V. Mlin sa kuglama radi u zatvorenem krugu sa hidrociklonom (18). Hidrocikloni su prečnika 500 mm sa bazalnom oblogom. Nagib zida konusa 20°. Hidrociklon ovde radi kao klasifikator i izdvaja krupnoću u preliv hidrociklona oko 80% klase minus 200 meša.

Izdrobljena ruda, ggk oko 70 mm, dovodi se preko trakaste hranilice (12) u mlin sa šipkama (13). Izlaz iz mlina sa šipkama (19) odvodi se u dvospiralni klasifikator (14) na klasiranje. Preliv klasifikatora (15) sadrži oko 65% klase minus 200 meša i odvodi se u primarni ciklus flotiranja minerala olova. Pesak spiralnog klasifikatora (16) usitnjava se u mlinu sa kuglama (17). Izlaz iz mlina sa kuglama (20) zajedno sa otokom primarnog ciklusa (21) flotiranja minerala olova i otokom čistača olova (22) preko pumpe (23) šalje na hidrocikloniranje (18). Hidrocikloni rade u zatvorenem krugu sa mlinom sa kuglama. Pesak hidrociklona (24) odvodi se u mlin sa kuglama. Preliv hidrociklona (25) ide u sekundarni ciklus flotiranja minerala olova.

Flotiranje minerala olova i minerala cinka vrši se selektivno.

#### Ciklus flotiranja minerala

Ciklus obuhvata flotiranje proizvoda posle primarnog mlevenja rude; flotiranje posle dopunskog mlevenja rude i međuproizvoda, kao i



Sl. 2 — Sema tehnološkog procesa flotacije »Badovac«.  
Fig. 2 — Flow-sheet of the Flotation Plant »Badovac«.

zajedničko trostruko prečišćavanje grubih koncentrata.

#### Primarni ciklus flotiranja minerala olova

Preliv dvospiralnog klasifikatora (15) šalje se na osnovno flotiranje minerala olova (26). Flotiranje se vrši u flotacionoj mašini »FMR-10« (Mehanobr 5V), korisne zapremine čelije 1,1 m<sup>3</sup>. Kapacitet protoka pulpe je 0,6—1,6 m<sup>3</sup>/min. Svaku čeliju pokreće elektromotor snage 4,5 kW; 950 O/min. i elektromotor skidača pene snage 1,0 kW; 930 O/min. Reduktor pogona skidača pene je tipa RCP-120-31-11 (8 čelija).

Proizvod osnovnog flotiranja (27) primarnog ciklusa u zajednički sa proizvodom osnovnog flotiranja sekundarnog ciklusa (28) flotiranja minerala olova preko zajedničkih pumpi šalje se u kondicioner (29) zapremine 5,4 m<sup>3</sup>, a odatle na trostruko prečišćavanje (30) koje vrši flotaciona mašina »FMR-10« — Mehanobr 5V (10 čelija).

Otok osnovnog flotiranja ide na kontrolno flotiranje (31) u flotacionu mašinu »FMR-10« (Mehanobr 5V) (8 čelija).

Proizvod kontrolnog flotiranja (32) minerala olova u primarnom ciklusu, kao i proizvod kontrolnog flotiranja u sekundarnom ciklusu (33) šalje se preko pumpi u osnovno flotiranje. Otok primarnog ciklusa (26) flotiranja minerala olova u zajednički sa otokom čistača olova (22) i izlivom iz mlina sa kuglama (20) objedinjuje se preko sanduka pumpi i šalje na hidrocikloniranje.

Definitivni koncentrat olova (34) preko automatskog uzimača uzorka, a zatim preko pumpe (35) šalje se na zgušnjavanje u zgušnjivač (36) prečnika 15 m, dubine 3,6 m i površine taloženja 176,7 m<sup>2</sup>. Elektromotor pogona je snage 2,8 kW; 950 ob. u min. Elektromotor za podizanje grabulja ima snagu 1,7 kW. Posle zgušnjavanja pulpe u približnom odnosu C : T = 1 : 1 preko dijapumpe (37) i centrifugalne pumpe (38) šalje se na filtriranje minerala olova. Filtriranje se obavlja u vakuum filtrima (39) sa 4 diska; prečnik diska je 2,5 m, površina filtracije 34 m<sup>2</sup>. Elektromotor ima snagu 1,5 kW i 1,1 kW.

Vodozaptivna vakuum pumpa (40) VVN-50 kapaciteta 50 m<sup>3</sup>/min, koju pokreće elektromotor jačine 100 kW sa 590 O/min, duvaljkama RMK-4, kapaciteta 26 m<sup>3</sup>/min. sa elektromotorom 78 kW; 730 O/min.

Uz ostalu opremu za filtriranje dolazi vakuum resiver, lovak vlage i filtrat pumpa.

#### Sekundarni ciklus flotiranja minerala olova

Preliv hidrociklona (25) odvodi se na osnovno flotiranje minerala olova (43). Flotiranje se obavlja u flotacionoj mašini »FMR-20-25« (Mehanobr 6V). Korisna zapremina čelije je 2,3 m<sup>3</sup>. Kapacitet protoka pulpe je 2—3,5 m<sup>3</sup>/min. Svaka čelija ima svoj elektromotor pogona impelera snage 13 kW; 1000 O/min i elektromotor pogona skidača pene snage 1,0 kW; 1000 O/min (8 čelija).

Proizvod osnovnog flotiranja (28) šalje se na trostruko prečišćavanje u zajednički prečistač (30) minerala olova. Otok osnovnog flotiranja (43) odvodi se na kontrolno flotiranje (44), koje vrši mašina »FMR-25« (Mehanobr 6V) (8 čelija).

Produkt kontrolnog flotiranja (33) vraća se na osnovno flotiranje (43).

Otok kontrolnog flotiranja (45) minerala olova odvodi se u kondicioner (46) zapremine 17,58 m<sup>3</sup> ciklusa flotiranja minerala cinka.

#### Ciklus flotiranja minerala cinka

Pre flotiranja se vrši aktiviranje minerala cinka, koji su u ciklusu flotiranja minerala olova bili deprimirani. Vrši se osnovno i kontrolno flotiranje minerala cinka i zajedničko trostruko prečišćavanje.

Otok sekundarnog ciklusa flotiranja minerala olova (45) posle kondicioniranja (46) odvodi se na osnovno flotiranje minerala cinka (47) — mašina »FMR-25« (Mehanobr 6V — 12 čelija). Proizvod osnovnog flotiranja (48) minerala cinka odvodi se preko pumpe (49) u kondicioner (50) zapremine 5,4 m<sup>3</sup>, a odatle u prečistač (51) mašina »FMR-10« (Mehanobr 5V) na trostruko prečišćavanje. Otok čistača (52) pumpanjem se otprema na osnovno flotiranje minerala cinka.

Otok osnovnog flotiranja (53) odvodi se slobodnim padom na kontrolno flotiranje (54) (mašina »FMR-25« — Mehanobr 6V — 6 čelija).

Definitivni koncentrat (55) se otprema u zgušnjivač (56) prečnika 15 m, dubine 3,6 m i površine taloženja 176,7 m<sup>2</sup>.

Dalji proces filtriranja (57) sasvim je identičan procesu filtriranja olova.

Proizvod kontrolnog flotiranja (58) pumpom (59) vraća se na osnovno flotiranje.

Otok kontrolnog flotiranja (60) odvodi se posle automatskog uzorkovanja slobodnim padom preko cevovoda do podnožja brane jalovišta, a odatle se pumpama vrši dalja otprema pulpe na jalovište.

#### Odvodnjavanje koncentrata minerala olova i cinka, njihovo uskladištenje i otprema

Svaki koncentrat otprema se u svoj odgovarajući zgušnjivač, a potom preko dija i centrifugalnih pumpi na filtriranje u filtre sa diskovima.

U zgušnjivačima se koncentrati odvodnjavaju do približnog odnosa C : T = 1 : 1. Vakuum filtrima sa diskovima, odvodnjavanjem koncentrata, smanjuje se voda-vлага u koncentratima do 10 posto. Vlažni koncentrati deponuju se u plitke betonske bunkere, zapremine oko 600 m<sup>3</sup>, odakle se pomoću krana — »grajfera« (nosivosti 5 tona, raspona 11 m, visine dizanja 9 m i zapremnom 1,5 m<sup>3</sup>) vrši utovar u kamione ili željezničke vagone i otpremaju dalje na metaluršku preradu. Koncentrat olova šalje se u Trepču ili za izvoz, a koncentrat cinka u elektrolizu Trepča ili u »Zorku« — Sabac.

#### Smeštaj jalovine

Jalovina se odvodi cevovodom slobodnim padom od flotacije do podnožja brane jalovišta.

Dalje se pumpama (pumpe za pesak 6Ps-9, kapaciteta 250 m<sup>3</sup>/h visine dizanja 43 m; prečnika potisnog cevovoda 150 mm, usisnog 150 mm, sa prenosom preko spojnica. Pumpa zajedno sa elektromotorom snage 75 kW, 1470 O/min) vrši transport pulpe na jalovište.

Zamišljen je rad sa hidrociklonima i pravljene brane od peska, koji će izdvajati hidrocikloni. Međutim, projektom se nije detaljno razradio ovaj objekat i za sada se odlaganje jalovine vrši samo perforiranim cevima u neposrednoj blizini primarnog nasipa, a iza samog nasipa izgrađuje se jalovište za celu buduću proizvodnju.

#### Priprema reagensa

Odeljenje za smeštaj i pripremu reagensa nalazi se u posebnoj zgradi — magacinu reagensa. Pripremanje reagensa vrši se u 3 smene (pojedini reagensi), a ostali se pripremaju samo u jednoj smeni. Magacin reagensa lociran je na najnižoj tački flotacije i svi reagensi, od magacina do mesta upotrebe, otpremaju se pumpanjem. Ovakav rad je nesiguran u procesu (česti kvarovi pumpi) i povećani su troškovi prerade rude.

Reagensi su u prirodnom stanju praškasti, kristalni i uljasti. Upotrebljavaju se kao 5%, 10 posto i 15%-tne rastvori. Rastvaranje reagensa vrši se u odgovarajućim zasebnim kondicionerima. Dimenzije kondicionera i rezervoara kreću se od 1,5—3,5 m.

Posle izvršenog rastvaranja i agitiranja reagensi se skladiraju u rezervoare, a zatim pumpama otpremaju do mesta potrošnje. Raspodela reagensa vrši se dodavačima reagensa, koji se nalaze u blizini mesta dodavanja tj. na platformama iznad mlinova i flotacionih čelija.

#### Raspodela flotacionih reagenasa

Mesto dodavanja	Vrsta reagensa	Doziranje reagensa u vidu
Mlin sa šipkama	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10% rastvor
Mlin sa šipkama	NaCN	5% rastvor
Mlin sa šipkama	ZnSO <sub>4</sub>	10% rastvor
Mlin sa šipkama	Speld 1334	ulje
Mlin sa kuglama	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	10% rastvor
Mlin sa kuglama	NaCN	5% rastvor
Mlin sa kuglama	ZnSO <sub>4</sub>	10% rastvor
Primarni ciklus flotiranja minerala olova	Speld-1334	ulje
Sekundarni ciklus flotiranja minerala olova	Speld-1334	ulje
Kondicioniranje pre prečišćavanja Pb	NaCN	5% rastvor
Kondicoiner pre flotiranja minerala cinka	Ca(OH) <sub>2</sub>	15% rastvor
Kondicioner pre flotiranja minerala cinka	CuSO <sub>4</sub>	10% rastvor
Osnovno flotiranje minerala cinka	K Amilksantat	10% rastvor
Kontrolno flotiranje minerala cinka	K Amilksantat	10% rastvor
Kondicioner pre prečišćavanja Zn	Ca(OH) <sub>2</sub>	15% rastvor

#### Potrošnja reagensa i čelika u tehnološkom procesu

Pečeni kreč	2,541 kg/t
Kalcinirana soda	1,867 "
Cink sulfat	0,390 "
Plavi kamen	0,301 "
Natrijum cijanid	0,087 "
Kalijumamiliksantat	0,086 "
Phosokresol »B«; Aeroflot-25;	
Speld-1334 ili Penocol »B«	0,105 "
Šipke u mlevenju	0,516 "
Kugle u mlevenju	0,792 "

Utrošena gornja količina reagensa ne može se smatrati realnom. Više od 10% reagensa gube svoju aktivnost, pošto su isti izloženi dobrom delom atmosferilijama. Jedan deo reagensa se izgubi u transportu, pretovaru i uskladištenju.

#### Kontrola tehnološkog procesa

U flotacijskom postrojenju redovno se vrši kontrola tehnološkog procesa i to sledećih operacija:

- uzorkovanje rude i produkata u flotaciji
- praćenje kvaliteta reagensa
- redovna kontrola svih radnih operacija u procesu flotiranja minerala olova i cinka.

Uzorkovanje rude i produkata. — Oprobavanje produkata u flotaciji većim delom se obavlja automatski, a jednim delom i ručno. Ne postoji automatsko uzimanje uzorka za ulaznu rudu na ulazu u mlin sa šipkama, već se automatski uzorkuje izlaz iz mlina sa šipkama. Ovaj izlaz iz mlina sa šipkama koristimo za ulaznu rudu.

Sitočna analiza proizvoda

Oznaka	Izlaz iz mlina sa šipkama	Preliv klasifikatora hidročiklona	Preliv hidročiklona	Uzlaz u prim. ciklus flotiranja Pb	Grubi koncentrat prim. ciklus Pb	Otok grubog flot. prim. ciklusa Pb	Kontrolni koncentrat prim. ciklusa Pb
Mg%	200	000	000	000	000	000	000
Dfr.	+ 200	- 200	- 200	- 200	- 200	- 200	- 200
ME%	- 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200
Težina %	Dir. 57,20	42,80	100,00	36,80	63,20	100,00	29,20
Hem. analiza %	Pb 3,22	1,45	2,46	1,24	2,25	1,88	0,65
Raspodela	Zn 3,18	2,52	2,89	3,05	2,12	2,46	3,18
	Pb 74,80	25,20	100,00	24,29	75,71	100,00	5,50
	Zn 62,78	37,22	100,00	45,59	54,41	100,00	32,61

Sitočna analiza proizvoda

Oznaka	Otok kontr. flotir. sek. cikl. Pb	Otok kontr. flotir. sek. ciklusa Pb	Koncentrat Pb	Otok čistača Pb	Koncentrat Zn	Otok čistača Zn	Jalovina
Mg%	200	000	000	000	000	000	000
Dfr.	+ 200	- 200	- 200	- 200	- 200	- 200	- 200
ME%	- 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200	+ 200
Težina %	Dir. 37,60	62,40	100,00	28,40	71,60	100,00	12,80
Hem. analiza %	Pb 0,16	0,16	16,00	0,08	0,08	75,10	74,90
Raspodela	Zn 2,86	2,25	2,47	2,52	2,52	1,20	1,12
	Pb 37,59	62,41	100,00	28,37	71,63	100,00	12,83
	Zn 43,29	56,71	100,00	28,40	71,60	100,00	13,59

Tablica 1

Tablica 2

Uzorkovanje se vrši na svakih 20 minuta. Dalja obrada i analize obavljaju se u hemijskoj laboratoriji pogona.

Kontrola materijalnog sastava rude, specifične težine i produkata obogaćivanja. — Merenje težine vlažne rude na ulazu u mlinove sa šipkama ne vrši se. Ugrađene automatske registrirajuće vage, koje bi trebalo da mere protok rude u jedinici vremena nisu ispravno funkcioniše od prvog dana ugradnje. U toku su radovi na montaži novih odgovarajućih vaga za registrovanje težine rude.

Merenje koncentrata olova i cinka vrši se prilikom utovara u železničke vagone na ugrađenoj vazi u Badovcu. Ukoliko se transport koncentrata cinka vrši kamionima onda se merenje obavlja u Zvečanu. Inače, koncentrat olova isključivo se otprema železničkim vagonima.

Određivanje vlage kod produkata obavlja se samo kod rude i koncentrata. Koncentrati se oprobavaju pomoću sonde na utovarenom kamionu ili železničkom vagonu. Oprobavanje za rudu vrši se ispred prijemnog bunkera i ispred bunkera za sitnu rudu.

Merenje specifične težine rude, koncentrata i međuproizvoda povremeno se vrši. Ova merenja se obavljaju u laboratoriji najčešće piknometrom.

Granulometrijska analiza. — Kontrola sejanja vrši se redovno kod primarnog i sekundarnog drobljenja u cilju što boljeg praćenja gwg izdrobljene rude. Sitovne analize se vrše i kod ostalih proizvoda.

U tablicama 1 i 2 dat je granulometrijski sastav nekih proizvoda, kao i njihova hemijska analiza na Pb i Zn.

Kontrola pulpe. — Radi stvaranja uslova za kontinuirani režim rada mlevenja i klasiranja kao i procesa flotiranja redovno se kontroliše pulpa i to na gustinu i pH vrednost.

Kretanje gustine pulpe — sadržaj čvrstog u pulpi kod pojedinih faza rada u flotaciji Badovac:

	čvrstog
Izlaz iz mлина sa šipkama	78%
Ulas u spiralni klasifikator	44%
Preliv klasifikatora	31%
Pesak klasifikatora	81%
Izlaz iz mлина sa kuglama	76%
Ulas u hidrociklon	39%
Preliv hidrociklona	30%
Pesak hidrociklona	70%
Ulas u primarni ciklus flotiranja minerala olova	32%
Ulas u sekundarni ciklus flotiranja minerala olova	31%
Ulas grubih koncentrata Pb na preč.	28%
Ulas u ciklus flotiranja min. Zn	29%
Ulas u prečistač grubih konc. Zn	24%
Jalovina	23%

Kontrola pH vrednosti pulpe vrši se redovno nekoliko puta u sve 3 smene rada flotacije. Merenje se vrši na laboratorijskom pH-metru. U ciklusu flotiranja minerala olova pH vrednost se kreće od 7,8 do 8,5, a u ciklusu flotiranja minerala cinka od 9 do 11. Vrednost pH je vrlo nestabilna, pošto je ulazna ruda heterogenog sastava tako da se neka pravila i standardi pri radu sa ovakvom rudom ne mogu usvojiti.

Kontrola klasifikatora i hidrociklona, produkata flotiranja, kao i režim dodavanja reagenasa redovno se vrši u svakoj smeni, a po potrebi i nekoliko puta u toku dana.

Prema ovim ukratko opisanim uslovima rada flotacijskog postrojenja Badovac u tablici 3 je dat tovarni bilans metala u mesecu decembru 1969. godine.

Tovarni bilans metala se ne prikazuje redovno već samo teoretski, s obzirom da se ne vrši merenje ulazne rude i koncentrata.

Tablica 3

Proizvod	T, %	Sadržaj metala		Iskorišćenje u %	
		Pb%	Zn%	Pb	Zn
Ulas	100,00	3,56	2,34	100,00	100,00
Koncentrat Pb	4,32	72,00	1,00	87,35	1,72
Koncentrat Zn	3,64	1,87	47,17	1,98	73,50
Jalovina	92,04	0,41	0,63	10,67	24,78

## SUMMARY

### New Lead-Zinc Ore Flotation Plant Badovac

M. Nešić, min. eng.\*)

The Flotation Plant at Badovac was erected and started up in January 1969, with a production capacity of 2.000 tons of lead-zinc ore per 24 hours.

Firstly, detail data are given regarding the geology of the ore deposits from which the Flotation Plant is feed with ore.

Further, data are given on the mineralogical and chemical composition of the ores as follows:

	Weight share %	Pb %	Zn %	Cu %
Deposit Višnica (pit)	20,91	2,26	1,40	0,03
Deposit Višnica (open pit)	55,19	1,98	0,64	0,03
Deposit Ajvalija	13,37	5,53	8,70	0,05
Deposit Badovac	10,53	3,48	3,48	0,06

In further text, a description of the Flotation Plant is given together with details regarding the equipment (Refer to the schema on page ...), and finally, the ore concentration balance is outlined as follows:

	Weight share %	Contents Pb %	Contents Zn %	Distribution Pb %	Distribution Zn %
Ore feed	100,00	3,56	2,34	100,00	100,00
Pb concentrate	4,32	72,00	1,00	87,35	1,72
Zn concentrate	3,64	1,87	47,17	1,98	73,50
Tailings	92,04	0,41	0,63	10,67	24,78

For metallurgical treatment, the concentrates are transported to TREPČA WORKS (pyrometallurgical for lead, and electrolytical for zinc concentrate).

#### Literatura

- Rijavec, S., Nešić, M.: Istražni radovi u rudnicima Kišnici i Ajvaliji  
Nešić, M.: Izveštaj o radu flotacije za 1969. g.  
Izveštaj Instituta za olovu i cink »Trepča« o izvršenoj sitovoj analizi nekih proizvoda  
Hohnjec, M.: Specifikacija opreme za kišničku flotaciju  
vršenoj sitovoj analizi nekih proizvoda  
Studija Mehanobra iz 1966. godine.

\*) Dipl. ing. Milivoje Nešić, upravnik flotacije Badovac i dopisni član Rudarskog instituta, Beograd

## Stanje i perspektive proizvodnje nikla iz siromašnih ruda

Prof. dr ing. Dušan Vučurović

Nikl spada u grupu tehnički i strategijski vrlo važnih metala koji, bez sumnje, pobuđuje sve veći interes. Zbog sve veće potražnje očekuje se da će njegova proizvodnja samo u zapadnim zemljama porasti od 370.000 t u 1969. g. na 450.000 t u 1970. g., oko 650.000 t u 1975. i na oko 800.000 t u 1980. g.

Ogroman interes, zbog toga, imaju kako nova ležišta sulfidnih ruda, tako i lateritna ležišta koja predstavljaju praktično neiscrpne izvore nikla, a koja sve više ulaze u eksploraciju.

U članku se obrađuju savremena dostignuća na polju rudarskih i metalurških istraživanja iz oblasti nikla. Na osnovu stanja savremene metalurgije nikla može se očekivati da će

Jugoslavija u sledećoj deceniji postati proizvođač ovog važnog metala.

### Stanje i perspektiva u proizvodnji nikla

Neobično važne fizičko-hemiske osobine nikla i njegovih legura omogućile su njegovu upotrebu u vrlo važnim oblastima nauke i tehnike. U slučajevima kada se zahteva izdržljivost materijala na visokim temperaturama, na primer u vojnoj, raketnoj i drugoj tehnici, upotrebljavaju se niklove legure.

Brz razvoj nauke i tehnike, posebno ratne i kosmičke, zahteva je stalno povećanje proizvodnje nikla (tablica 1).

**Tablica 1**

u kratkim t

### Proizvodnja nikla u svetu

Zemlja	Godine				
	1960.	1962.	1964.	1965.	1966.
Albanija	2700	4600	3900	4000	—
Burma	81	182	78	55	75
Kanada	214506	232242	228496	269308	242788
Kuba	14147	16222	16200	20200	20300
Finska	2495	2894	3656	3432	3475
DR Nemačka	110	110	110	110	—
Grčka	—	—	—	—	—
Indonezija	440	491	1760	3086	4400
Maroko	280	316	370	397	430
Nova Kaledonija	43385	28755	52235	57400	66900
Poljska	1382	1458	1328	1214	1400
J. Afrika	3200	2700	2700	3300	6000
J. Amerika	119	265	1100	1228	1200
SAD	12530	11217	12185	13510	13235
SSSR	58000	90000	90000	95000	100000
<b>Ukupno:</b>	<b>353000</b>	<b>394000</b>	<b>423000</b>	<b>481000</b>	<b>475000</b>

**Proizvodnja nikla u zapadnim zemljama iznosila je u tonama (2,42)**

	1967.	1968.
Kanada	224.000	240.000
Nova Kaledonija	61.600	81.600
SAD	13.800	15.100
Ostale zemlje zapada	17.600	24.500
<b>U k u p n o:</b>	<b>317.000</b>	<b>361.200</b>

Prema potpunijim podacima proizvodnja nikla u 1967. g. iznosila je 360.000 t. Očekuje se da će u 1970. g. ona porasti na 450.000 t, u 1975. g. 635.000—680.000 t, a u 1980. g. oko 800.000 t nikla godišnje (3,28). Najveći deo navedenih količina nikla biće proizведен u Kanadi. Najveći proizvođači nikla, u zapadnim zemljama, su firme koje su u 1968. g. proizvele nikl i to, u tonama (24):

INCO	226.700 t	Sherritt	
Le Nickel	38.100 t	Gordon	13.600 t
Falconbridge	34.000 t	Hanna	11.340 t

Potrebe za niklom, u zapadnim zemljama, jako su porasle u poslednjih godinama, tako da su često bile veće od proizvodnje (2, 4, 5, 22, 28). One su iznosile u tonama:

1963. g.	1964. g.	1965. g.	1966. g.	1967. g.	1968. g.
241.800	303.800	344.700	378.000	374.000	370.000

Iz podataka se vidi da su od 1963. g. do 1967. g. tj. za 4 god. potrebe za niklom porasle za 132.000 t. Rat u Vijetnamu i velika potrošnja nikla u naoružanju su glavni uzroci ovako povećane potrošnje. Da bi ublažile situaciju, nastalu zbog deficit-a nikla, i smanjenje rezervi zlata, SAD su iznele na tržiste nikl iz svojih strategijskih rezervi.

Do nesklada između proizvodnje i potrošnje, koji se manifestovao u deficitu nikla, došlo je, međutim, i zbog rekonstrukcije i proširenja nekih preduzeća. Da bi ublažila deficit nikla INCO je vodila razgovore o kupovini nikla u SSSR (26).

Rezerve niklovinih ruda računate na nikl ocenjene su da iznose:

Zemlje	Tona nikla	% Ni u rudi
Kanada	9.000.000	1—3
Nova Kaledonija	15.400.000	1—5
SAD	900.000	0,4—1,5
Ostale rezerve	17.200.000	0,2—4

Struktura upotrebe nikla je, približno, navedena u tablici 2. iz koje se vidi da se za izradu legura troši najveća količina nikla. To potiče od činjenice što se one u znatnoj meri koriste u preduzećima hemijske industrije, atomskoj i kosmičkoj tehnici. Uredaji za omešavanje morske vode postaju veliki potrošači nikla. Tako uredaj u gradu San Diego, Kalifornija, za montažu zahteva 375 km cevi od legure sa 90% Cu i 10% Ni (2).

**Tablica 2**

**Struktura upotrebe nikla**

Stavka	1966. g.	1967. g.
Nerdajući čelici	35	37
Niklovanje	16	16
Legura sa vis. % Ni	15	14
Konstrukcioni čelici	12	11
Livenje	9	9
Legure sa bakrom	4	4
Ostalo	9	9
<b>U k u p n o :</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Kanadska firma Sherritt Gordon valja trake od niklovog praha. U SAD se zнатне količine nikla troše za izradu novca. Uvedena je nova marka čelika sa 9% Ni. Nerdajući čelici legirani sa niklom, upotrebljavaju se u arhitekturi, avionskoj i automobilskoj industriji, a legure sa visokim sadržajem nikla za gasne turbine. Metalurgija praha postaje sve veći potrošač nikla: za izradu magneta, niklakadmijumovih akumulatora, specijalnih vrsta čelika itd. (6). Avionska industrija postaje sve veći potrošač nikla. Tako se za svaki Boeing 707 troši 1,6, Boeing 747 oko 5, a Boeing 2707 oko 8 t Ni.

Sa razvijtom postojećih i novih oblasti upotrebe nikla može se očekivati njegova sve veća potrošnja. Predviđa se da će potrebe u 1970. g. iznositi 390.000, a u 1975. g. 545.000 t nikla samo u zapadnim zemljama. Rudnici mogu obezbediti proizvodnju od 468.000 t u 1970., a 670.000 t u 1975. god.

Firma Falkonbridge predviđa da će potrebe za niklom rasti za oko 6,5% godišnje. Novi kapaciteti omogućiće povećanje proizvodnje od 164.000 do 210.000 t nikla godišnje (7). Očekuje se, takođe, da će navedene potrebe za niklom biti udvostručene za sledećih 11 god. Da bi se postigao taj kapacitet, neophodno je da proizvodnja u tom periodu bude približno isto onolika, kolika je ostvarena za proteklih 80 godina.

Cena nikla je u decembru 1968. g. povećana i to: za 1 kg elektrolitičkog nikla 227 centi (2,27 dolara) za 1 kg NiO, sa 90% Ni, 216 centi, sa 75% Ni 215 centi, 1 kg Ni-praha 236 centi (23, 26).

Prema podacima firme Le Nickel za kapacitet proizvodnje od 1.000 t/g. nikla potrebno je potrošiti 4—5.000.000 dol. (24).

## **Lateriti, neiscrpna sirovinska baza za metalurgiju nikla**

Danas se najveće količine nikla dobijaju iz sulfidnih ležišta, pri čemu Kanada, počevši od početka XX veka, zauzima prvo mesto u proizvodnji ovogmeta. Očigledno je da će se najveća količina nikla u svetu još duži niz godina dobijati iz sulfidnih ležišta.

Potrebno je, međutim, istaći vrlo važnu činjenicu da je metalurgija nikla zasnovana na bazi silikatnih niklovin ruda još 1875. g. na Novoj Kaledoniji, ostrvu u Tihom okeanu, kao i činjenicu da su, počevši od 1943. g. na Kubi, u eksploataciju počele da se uključuju lateritne niklonosne železne rude.

Lateriti su nastali raspadanjem ultrabajnih stena, najčešćim delom u žarkom pojusu zemljine kugle. Predstavljaju usitnjenu sirovinu sa sadržajem železa, nikla, kobalta, hroma, siličijumdioksida itd. Zapazio ih je još Kristifor Kolumbo. Rezerve laterita su višestruko utvrđivane. Najverovatnija ocena je, međutim, to da se radi praktično o neiscrpnim rezervama, pri čemu se navodi da iznose oko 22 biliona tona (8).

Lateriti često sadrže oko 50% Fe, 1,0—1,5% Ni i predstavljaju siromašne, ali neiscrpne, rezerve nikla. Oni će igrati sve važniju ulogu u dobijanju nikla. Iz tih razloga biće navedena njihova najvažnija ležišta u svetu.

**K u b a.** — Zahvaljujući činjenici što su na njoj podignuta postrojenja za proizvodnju nikla iz lateritnih ruda, Kuba, zauzima, među lateritnim ležištima, posebno mesto. Podaci o rezervama, sa kojima raspolaže, vrlo su impresivni. Ocjenjuje se da količina laterita iznosi 365.000.000 t sa srednjim sadržajem 1,3% Ni i 0,1% Co. Rezerve siromašnije rude, sa oko 0,8% Ni, iznose oko 1,6 biliona tona. Najveća ležišta nalaze se u provinciji Oriente kod Nicaro, Moa Bay i Mayari (9, 10).

**D o m i n i k a n s k a r e p u b l i k a.** — Ležište je ocenjeno sa 62.000.000 t lateritne rude sa oko 1,55% Ni.

**G v a t e m a l a.** — Rezerve rude sa 1,5% Ni su odredene na više desetina miliona tona.

**V e n e c u e l a.** — Rezerve od 44.000.000 t sa 1,6% Ni nalaze se samo u Loža de Nierro, jednom od 3 serpentinska ležišta.

**B r a z i l.** — U Brazilu postoji veći broj ležišta lateritnih ruda. Ležište Norro de Niguel SA kod Pratopolis-a iz kojeg se dobija 3000 t feronikla godišnje, sadrži 800.000 t rude sa 2,2% Ni i 4.400.000 t sa 1,9% Ni. Brazil raspolaže velikim rezervama laterita, reda veličine stotine miliona tona.

**K o l u m b i j a.** — Istraživanja izvode američke firme. Rezerve nikla su dokazane.

**S o l o m o n s k a o s t r v a.** — Pronadeno je više lokaliteta sa oko 1,4% Ni.

**N o v a K a l e d o n i j a.** — Počevši od 1875. g. ostrvo Nova Kaledonija je, sve do 1905. g. bilo najveći proizvođač nikla u svetu. Od 1875. do 1965. g. izvađeno je oko 32.000.000 t rude koja je sadržala oko 730.000 t nikla. Godine 1965. na N. Kaledoniji je proizvedena 1/8 od svetske proizvodnje nikla. Od ukupne površine ostrva koje iznosi 16.000 km<sup>2</sup> više od 6000 km<sup>2</sup> pokriveno je perioditima. Na ostrvu postoje zнатне rezerve nikla. Ono je postal predmet intenzivnih istraživanja i interesovanja mnogih proizvođača nikla, a posebno firmi Le Nickel i INCO.

**A u s t r a l i j a.** — Pored većeg broja sulfidnih ležišta, koja su postala predmet intenzivnih istraživanja, pronađena su i ležišta lateritnog tipa i to: prvo, limonitno ležište u blizini Wingelina, Zapadna Australija, koje prema prvim izveštajima, sadrži oko 50.000.000 t sa 1,35% Ni; drugo je lateritno ležište u blizini Reckhamptona u Queensland-u. Prema drugim podacima, u oblasti Greenslandu nađeno je oko 40.800.000 t lateritne rude sa 1,55% Ni i u okolini Widgilmootha velike rezerve lateritne rude sa oko 1,3% Ni (11).

Na bazi sulfidnog ležišta Scotia, sa rezervama od 1.130.000 t rude sa 3,1% Ni i 0,25% Cu, počeli su pripremni radovi za eksploataciju rude početkom 1969. g. sa planom proizvodnje od 3.180 t/g. niklovog koncentrata.

**I n d o n e z i j a.** — Indonezija raspolaže ogromnim rezervama lateritnih ruda na ostrvima Celebes, Borneo i Zapadnom Iriraju (Holandska Nova Gvineja). Njegova ležišta su Lorana Fild i Pomalera-Kolaka na Celebesu, zatim Boeloe i Balan kod Kalimantana na Borneu. Rezerve na Celebesu su još ranije ocenjene sa više od 1 milijarde t rude sa 0,2—1,9% Ni, mestimčno i do 4% Ni (12).

**F i l i p i n s k a o s t r v a.** — Nalazišta se pojavljuju u Surigao (Nonoc ostrvo), mineralnim ležištima u asocijaciji sa železnom rudom. U jednoj parceli od 6.200 acri, rudno telo u tri zone (nikl, gvožđe-nikl, gvožđe) sadrži: 14.000.000 t sa 1,7% Ni, 29.000.000 t sa 1,5% Ni i 115.000.000 t sa 0,8% Ni. Filipini, prema tome, raspolažu ogromnim rezervama nikla.

**R e p u b l i k a M a l a g a s y.** — Pronadene su manje količine lateritnih ruda.

**G r ē k a.** — Najpoznatija ležišta lateritnih ruda su u oblasti Larymne, Mormeiko i Tsouka. U periodu od 1953—1958. g. izvađeno je 300.000 t rude od 1% Ni u Larymni. Proizvodnja od 4.400 t nikla bila je predviđena u 1966. g.

**J u g o s l a v i j a.** — Jugoslovenska niklonosna ležišta prostiru se od Zagrebačke gore, preko srednjeg dela zemlje pa do grčke i albanske granice. Najvažnije zone su: zlatiborska, šumadijska, kosovska, makedonska. U zlatiborskoj zoni poznato je ležište »Mokra Gora« sa 0,65—1% Ni sa vrlo velikim rezervama rude, u šumadijskoj zoni ležište »Lipovac« sa oko 1—1,4% Ni, u kosovskoj zoni ležište »Goleš« sa oko 10.000.000 t rude sa 1,2—1,4% Ni (9), u makedonskoj zoni ležište »Ržanovo« sa rezervama oko 100.000.000 t rude sa oko 1% Ni.

**S o v j e t s k i S a v e z.** — Na ogromnoj teritoriji SSSR postoji veliki broj niklovin ležišta, koja omogućavaju da Sovjetski Savez zauz-

me drugo mesto po proizvodnji nikla, odmah posle Kanade (12). Dosada otkrivena ležišta nikla obuhvaćena su sledećim pojasevima:

— poluostrvo Kola sa bogatim niklovim rudama;

— uralidni pojas, koji se prostire duž celog Urala, počevši od srednjeg Urala, južnog Urala, Kazahstana (Halilovo, Orsk, Aktjubinsk);

— sibirski pojas, na severnom Sibiru, na području Jeniseja (Norilsk);

— dalekoistočni i sibirski pojas, koji su nedovoljno istraženi.

Potrebno je istaći da su nalazišta u oblasti Kole i Jeniseja-Norilsk sulfidnog, a uralska nalazišta oksidno-silikatnog tipa.

Oksidno-silikatne niklove rude na Uralu otkrivene su u velikom broju lokalnosti i sadrže različite procente nikla. One predstavljaju predmet industrijske i žive istraživačke aktivnosti. Rezerve nisu objavljene, ali se može pretpostaviti da su velike.

Sjedinjene Američke Države. — U SAD je otkrivena silikatna niklova ruda u oblasti Oregonskih planina. Rezerve su ocenjene sa 15.000.000 t rude sa srednjim sadržajem od 1,2% Ni odnosno oko 205.000 t nikla. Na bazi ovih ruda izgrađena je topionica za dobijanje feronikla (13).

Osim navedenih, izvesna količina niklonosne rude lateritnog tipa nalazi se i u drugim zemljama.

### Procesi i istraživanja za dobijanje nikla

#### Postupci za dobijanje nikla iz siromašnih ruda

Kao što je već istaknuto najveće količine nikla dobijaju se danas iz bogatih sulfidnih ruda. Naučnici su, međutim, još od prvih dana metalurgije nikla ispitivali mogućnosti njegovog dobijanja iz siromašnih nalazišta. Na bazi radova koje je izdao prof. Caron između dva svetska rata izrađeno je 1943. g. na Kubi prvo postrojenje u svetu za preradu lateritnih ruda. Kao rezultat daljih, brojnih istraživanja razrađeno je nekoliko vrlo važnih procesa koji se danas koriste u svetu za dobijanje nikla u industrijskim razmerama. Biće navedeni najvažniji od njih.

#### Hidrometalurški procesi

— Nicaro proces amonijačnog luženja pretodno redukovane rude sa 1,32% Ni, 38,2% Fe, 8,3% Mg, 14,4% SiO<sub>2</sub>. Postrojenje je izgrađeno 1943. g. na Kubi. Više puta je rekonstruisano. Predviđeni kapacitet iznosi 25.000 t nikla u obliku sinterovanog nikloksida sa 76,5% Ni + Co (1,1%) i 3% Fe. Iskorišćenje nikla u procesu iznosi 77,78% Ni (10).

— Amonijačni proces u preduzeću Copper Cliff, Kanada, po kome se nikl dobija iz pr-

ženih i redukovanih pirhotinovih koncentrata sa 0,75% Ni, 57% Fe i 37% S. Produkti su: bazni niklkarbonat sa 52% Ni, gas sa 13,2% SO<sub>2</sub> i kvalitetna, peletizirana, železna ruda (10).

— Amonijačni proces u preduzeću Sered u Čehoslovačkoj, koji prerađuje rude sa oko 1% Ni.

— Amonijačni Sherritt Gordon proces luženja u autoklavima prilagođen je za preradu lateritnih ruda. Unapređenje koje je učinjeno na već poznatom procesu za luženje sulfidnih ruda, i njegova modifikacija za preradu lateritnih ruda, predstavlja, bez sumnje, veliki interes. Pretpostavlja se da za preradu lateritnih ruda postoji nekoliko varijanti, koje su patentirane. Jedna od varijanti koja je nagoveštena i kompletirana u 1964. g. predstavlja sulfatizaciono prženje rude sa sumpornom kiselinom i luženje dobijenog produkta sa vodom u cilju ekstrakcije nikla. O uvođenju ovog procesa i proizvodnji nikla, međutim, nema podataka.

Proces obuhvata: pripremu rude, mešanje rude sa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (20—30% od težine), prženje u kontrolisanim uslovima, luženje sa vodom, taloženje nikla i kobalta u obliku sulfidnog koncentrata sa H<sub>2</sub>S pod pritiskom, preradu sulfidnog koncentrata u cilju dobijanja nikla i kobalta uobičajenim Sherritt Gordon procesom.

Pored ove, Sherritt Gordon je razradio i druge modifikacije procesa. Jedna od njih saстојi se u topljenju lateritnih (silikatnih) ruda na kamenac i njegova dalja prerada po poznatom procesu.

Prema tome, na osnovu 9-mesečnih istraživanja na opitnom uređaju u 1966. g. sa lateritnim rudama u Fort Saskatchewanu firma Sherritt Gordon je dobila vrlo zadovoljavajuće rezultate i pokazala da se nikl iz lateritnih ruda može dobiti po ceni uporedivoj za njegovo dobijanje iz sulfidnih ruda. Ispitivanja su izvođena sa rudom iz Nove Kaledonije. Na osnovu toga je INCO (Kanada) izabrana 1967. g. u novi niklov rudarsko-topionički konsorcijum na Novoj Kaledoniji, koji je do tada držala francuska firma Le Nickel. Ona će imati 40% participaciju na proizvodnju od 25.000—30.000 t/g. nikla (9, 19).

Za preradu lateritne rude sa Filipina, ostrva Nonoc (Surigao) u Kanadi (Fort Saskatchewan, Alberta), na postrojenju izgrađenom za preradu rude sa N. Kaledonije, prerađice se 10.000 t filipinske rude po modifikovanom Sherritt Gordon procesu. Očekuje se da će ispitivanja biti završena od januara do avgusta 1969. g. Predviđa se da će postrojenje vredno-

Ležište na severu provincije Kvebek (Inga-va Panisula) sadrži rezerve od 5,440.000 t rude sa 3,6% i 9,100.000 t sa 1,5% Ni (17). Firma gradi u oblasti Sudberi drugo postrojenje za preradu 500.000 t pirhotinovog koncentrata. Pri tome će se dobiti 330.000 t/g. sinterovanih i delimično redukovanih peleta sa 90% Fe i 1,5% Ni koji se upotrebljavaju za dobijanje kvalitetnih i nerđajućih čelika (2, 31). U drugoj etapi, posle 1969. g., kapacitet će se povećati na 1.000.000 t pirhotinova koncentrata. Još 1967. g. počela je u oblasti Copper Cliff da se gradi fabrika za obogaćivanje sa planiranim početkom rada u 1968. god. Dobijeni kolektivni Cu-Ni koncentrat se u Copper Cliffu selektivno razdvaja na: niklov, bakarni i pirhotinov koncentrat. Preduzeće će, na taj način, povećati kapacitet prerade pirhotinovog koncentrata na oko 1.000.000 t/g., dok će se količina gvozdenih peleta povećati za 30% (18).

Firma Sherritt Gordon povećala je kapacitet svoga preduzeća na 13.600 t/g. nikla. Za obezbeđenje 90% kapaciteta je pored koncentrata iz svog rudnika u Kanadi (Lynn Lake) morala uvesti fini kamenac sa N. Kaledonije (5). Kao što će docnije biti istaknuto Sherritt Gordon proces će upotrebiti:

— Western Mining Co za proizvodnju 22.700 t/g. nikla u Australiji,

— Union Corp. iz Južne Afrike za preradu niklovinog kamena,

— Marinduque Mining and industrial Corp. za preradu filipinskih lateritnih ruda sa ostrva Surigao; proizvodnja od 22.700 t/g. nikla očekuje se kroz 4—5 godina,

— Societe Le Nickel za rafinaciju nikla dobijenog iz lateritnih ležišta sa Nove Kaledonije.

**Nova Kaledonija.** — Proizvodnja nikla u N. Kaledoniji brzo je rasla. Od oko 25.000 t nikla šezdesetih godina porasla je do 38.100 t, a 1967. g. na 43.000 t. Ležišta nikla omogućavaju da se proizvodnja nikla povećava u 1970—1971. g. na 66.000 t. Firma Le Nickel će, na taj način, u svojim preduzećima postići, u narednim godinama, proizvodnju od 174.000 t nikla god. (2, 13, 19, 32, 18), a 1980. g. oko 200.000 t nikla. Predviđa se da će u 1972. g. u N. Kaledoniji biti samo feronikl proizvedeno u količini koja odgovara proizvodnji od 30.000 t nikla, od kojih će 15.000 t nikla u obliku Fe-Ni prodati američkoj firmi Kaiser (2, 32), koja učestvuje u finansiranju te kao i naredne proizvodnje od sledećih 15.000 t/g. nikla.

Očekuje se da će francuska vlada u 1969. god. osnovati drugi konzorcijum Cofimpac sa zadatkom da na N. Kaledoniji organizuje proizvodnju od 50.000 t/god. nikla. Organizacija trećeg konzorcijuma se ne očekuje pre 1973.

god. (29). U izgradnji novih kapaciteta za proizvodnju nikla na N. Kaledoniji učestvuje i INCO, koja na probnom postrojenju u Kanadi izvodi ispitivanja prerade lateritnih ruda po modifikovanom Sherritt Gordon postupku. INCO će, prema tome, učestvovati u projektovanju novih preduzeća koja će imati kapacitet 45—90.000 t/g. nikla (2, 29, 9, 34, 19). Participacija INCO će iznositi 40%, a francuskog partnera 60%. Francusko preduzeće Donniambo u N. Kaledoniji imalo je krajem 1966. god. 6 elektropeci koje su topile po 400 t/dan rude, prethodno žarene u rotacionim pećima, kao i 3 šahtne peći eliptičnog preseka, kapaciteta po 700 t aglomerata dnevno, što je ukupno obezbedivalo proizvodnju od 36.000 t/g. nikla. U cilju povećanja proizvodnje na 66.000 t na rudnicima se gradi novo postrojenje za peletiziranje i žarenje peleta, a u topionici Donniambo sedma elektropec i još 2 šahtne peći po 30 m<sup>2</sup> (dublo veće od postojećih), dok će aglomeracija biti demonterirana.

Šaržiranjem žarenih peleta umesto aglomerata smanjiće se troškovi prevoza rude sa rudnika u topionicu, a povećaće se kapacitet šahtnih peći i to starih sa 700 na 850 t, a novih na 1700 t peleta dnevno. Kapacitet topionice u Donniambu će iznositi 2.800 t žarenje rude u elektropecima i 5950 t žarenih peleta u šahtnim pećima dnevno, što će obezbediti navedeni kapacitet od 66.000 t/g. nikla.

U Donniambu se sada prerađuje ruda koja predstavlja hidratisani Ni-Fe-Mg-silikat sa 2,8% Ni, 0,06% Co, 13% Fe, 2% CaO, 37% Si, 24% Mg, 2% Al, 12% gubitak žarenjem. Ruda ima 20—30% vlage. Topljenje na Fe-Ni se izvodi u elektropecima, a na kamenac u šahtnim pećima. Kamenac se odvozi u Francusku, preduzeće Le Havre, u cilju rafinacije. Preduzeće Le Havre se rekonstruiše. Kapacitet će mu ostati isti, ali će kvalitet nikla biti poboljšan od 99,5% na 99,9% Ni (16, 33). Pošto su rezerve hidroelektroenergije u N. Kaledoniji ograničene Francuzi se, za razliku od Japanaca, više orijentisu na šahtne nego na elektropeci (70% i 30% od ukupne proizvodnje). Za dobijanje električne energije se koriste, kao i u Japanu, centrale na bazi uvozne nafte. Koks za šahtne peći se dobija u koksnim baterijama. Nikl dobijen u šahtnim pećima verovatno nije skupljci od istog, dobijenog u električnim pećima (16). Interesantno je napomenuti, da je od početka proizvodnje 1875. g. pa do 1968. godine u Novoj Kaledoniji dobijeno 545.000 tona nikla.

**Australija.** — Ležišta nikla koja su otkrivena polovinom ove decenije u Australiji su po svojim rezervama i kvalitetu takva, da omogućuju da ovaj kontinent postane od 1970. g. veliki proizvođač nikla, koji će ubrzo

po kapacitetu proizvodnje zauzeti četvrtu место међу западним земљама (18). Rudište je откривено 1966. g., вађење и обогаћивање почило је 1967. g. Предвиђа се да ће металуршко постројење по шеми Sherritt Gordon autoklavног амонијачног луženja са капацитетом од 15.000 t/god. никла бити pušteno u pogon 1970. god. (2).

Australijska firma Western Mining ima истражене ukupne rezerve одоко 9.430.000 t sa prosečno 3,8% Ni (2). Western Mining има 6 ležišta никла који се налазе на 80 km јуžно од Kalgoorlie. Истражена су само 2 sa rezervama od 2,170.000 t rude sa 4,34% Ni i 5,260.000 t sa 3,7% Ni. На трећем ležишту utvrđene rezerve iznose 1,080.000 t sa 3,5% Ni (30, 2, 16). Flotacija, podignuta 1967. g., locirana је у Lake Lefroy, 35 milja od Kalgoorlie. Dobijeni su koncentrati: никлов на 15% Ni u količini od 2.132 t никла i bakarni sa 20% Cu u količini od 276 t bakra (30). Поред експорта у Канаду i Japan концентрати ће се прерадити u постројењу Sherritt Gordon које се gradi u Kwinanu, јуžно од Porth-a, западна Australija. Izgradnja ће бити завршена 1970. g. коштаће 55.000.000 долара i производиће 13.600 t/god. никла (30, 34, 17, 18), док се 18.000 t (35, 36).

Pri razmatranju izbora metalurškog postupка решено је да се изгради оделjenje заtopljenje i rafinaciju. Шарза за topionicu sastoјаће се од oksidnih i silikatnih niklovih ruda, које се не обогаћују. У оделjenju за rafinaciju pre-rađivaće се sulfidni koncentrat i никлов фини каменac добијен из oksidnih ruda. Izgradnja оделjenja заtopljenje niklovog finog каменца из silikatnih i oksidnih niklovih ruda задржана је до завршетка истражivanja, dok је оделjenje за rafinaciju, које представља познати Sherritt Gordon процес, већ u pogonu (18).

Iako je Kalgoorlie постала sinonim за никл u Australiji, постоје никлова ležišta i u drugom delu Australije. Jedno lateritno ležište u blizini Greensvale, Queensland, откриле су 1966. g. Freeport of Australia i Metals Exploration. Ležište има 45.000.000 t lateritne rude sa 1,55% Ni i 0,11% Co. U fazi је истраживање najповолjnijeg postupка за прераду ове rude при чему је као највероватније узет модификовани Sherritt Gordon процес (34, 9).

Sovjetski Savez. — Kao што је већ истакнуто, СССР је други највећи производач никла u свету. Njегова ukupna proizvodnja никла, u svim oblicima, iznosi verovatno oko 90.000—100.000 t (1, 37), i pokazuje tendenciju stalnog porasta. Od ranije navedene tri oblasti niklovih ležišta, ležišta u oblasti poluostrova Kole i Sibirski појас (Norilsk—Jenisej) су sulfidna, dok Уралску област чине lateritna (oksidno-silikatna) ležišta никла. Po kapacitetu

proizvodnje највећа је друга, прва i zatim Uralska oblast (37). Rezerve никла u sulfidnim i silikatnim rudama су približno iste. Nikl se u СССР производи u предузећима: 1. Ufelejskom; 2. Južuralnikelj; 3. Severonikelj; 4. Norilskom; 5. Pobužskom i 6. Buruktalskom. Niklovi koncentrati ili каменци добијају се i u предузећима: Režkom, Pečeneganikelj i Ždanovskom.

Silikatne rude sa Urala prerađuju se u Ufelejskom kombinatu i kombinatu »Južuralnikelj«, dok se u Buruktalskom kombinatu испитују novi procesi добијања никла (28). Велики значај за прераду ових руда имају полуиндустријска истраживања обогаћивања oksidnih niklovinih ruda по segregacionom postupku, која су vrlo pozitivno оценјена (39). Процесом segregације се из руда sa 1% Ni добијају концентрати sa 5% Ni, sa iskorišćenjem 85—90% (38), односно концентрати sa 4,5% Ni sa iskorišćenjem od 90—92% (39, 44). Обогаћивање шарзе, како за шахте тако и за elektropeći, за 4 puta повећава njihov kapacitet u odnosu na količinu добијеног никла, takođe oko 4 puta, i smanjuje потрошњу koksa за oko 4 puta. Осим тога, при topljenju концентрата добијеног segregacijom, umesto rude, u elektropeći постиже се velika ekonomičnost u potrošnji električne energije пошто обогаћивање rude захтева потрошњу električne energije oko 30 kWh/t, a elektrotopljenje oko 800 kWh/t (39). Dosadašnji rezultati добијени u institutu Mehanobr prужају могућност да се izvede proračun celi-shodnosti uvođenja процеса segregације i обогаћених свих руда ležišta na Uralu uključujući i Buruktalska. Ovi proračuni ће bez сумње ići u корист uvođenja segregacionog процеса i обогаћивања rude.

Sovjetski metalurzi intenzivno i uspešno istražuju savremene procese i njihovu primenljivost u metalurgiji никла. Међу истраживања спадају i: autoklavni процеси, примене kiseonika за intenzifikaciju metalurških процеса, ekstrakciono sorpcioni процеси, kontinualni процеси, mehanizacija i automatizacija uvođenja novih uređaja — konvertora до 100—130 t, autoklava 50 i 125 m<sup>3</sup>, aglomeracionih машина sa 75 m<sup>2</sup>, rotacione peći prečnika 5 m i dužине 165 m za прање oksidnih niklovih ruda pre njihovog topljenja u elektropećima na feroniki itd. (40).

Dобијање feronikla iz oksidних никлових руда предвиђа се да ће бити i u Buruktalskom никловом комбинату i Pobužskom заводу (40).

SAD. — U Sjedinjenim Državama Amerike u Riddlu, Oregonu, u jedном rudнику добија се 11.800 t/g. никла u obliku feronikla sa 51% Ni i 47,5% Fe (13, 41). U 1968. g. ukupna proizvodnja iznosiла је 15.100 t, sekundarnog никла 22.700 t, import 154.000 t.

U Minesoti INCO je uložio 2.000.000 dolara za istraživanja sulfidnih ruda. Pronađena je ruda sa 0,25% Ni i 0,75% Cu. Flotacijom je postignuto iskorišćenje od 93,7% Cu, 51,8% Ni (17). Predviđa se izgradnja postrojenja kapaciteta 56.700 t/g. bakra i nikla pri njihovom odnosu 3 : 1 (5).

**G r ċ k a.** — Na bazi lateritnih ruda u oblasti Larymne i pomoći firme Le Nickel, firma Larco je pustila u eksploataciju preduzeće sa kapacitetom od 3200 t/g. nikla (16,5), sa predviđenim kapacitetom od 4400 t u 1966. g.

**J a p a n.** — Nikl se u Japanu iz importnih sirovina (N. Kaledonija, Indonezija, Kanada) dobija u 8 preduzeća koja nisu niklova. Koriste se razni tehnološki procesi. Od proizvodnje koja iznosi oko 20.000 t/g. nikla, 13.500 t se dobija u obliku feronikla, a 6.500 u obliku čistog nikla (16, 13). Predviđa se da će oko 1970. g. potrebe nikla u Japanu iznositi oko 48.000 t od kojih 35.000 t u obliku feronikla (16). Iz tih razloga japanske firme ulažu kapital u istraživanja u gore navedenim oblastima.

**Filipini.** — Na bazi rezervi lateritnih ruda sa ostrva Nonoc (Surigao) od 42.100.000 t sa 1,34% Ni razmatra se tehnološka šema prerade po jednoj od šema: šema firme Le Nickel (topljenje feronikla u elektropećima) ili Sherritt Gordon (autoklavno amonijačno luženje) (2, 21). Firma Sherritt Gordon je izgradila u Kanadi opitno postrojenje koje treba da da osnovne parametre za projekat postrojenja na Filipinima za preradu 2.360.000 t/g. Kapacitet postrojenja koje treba da bude pušteno u pogon 1971. g. ili 1972. g. iznosiće 22.700 t/god. nikla. Ulaganje će iznositi 75.000.000 dolara (9,17).

**I n d o n e z i j a.** — U Indoneziji je do nedavno radio samo jedan rudnik iz koga se vadi godišnje ruda sa 2,2% Ni u količini od 17.000 t. U 1967. g. INCO je preduzeo radove za izgradnju kombinata kapaciteta od 22.700 t/g. nikla na ostrvu Sulawesi (17). Razmatra se mogućnost od konzorcijuma firmi Sherritt Gordon i Pacific Nickel za eksploataciju ležišta u planini Cyclops (Severni Irijan) sa istim kapacitetom.

**K o l u m b i j a.** — Hanna Mining Corp. predviđa ulaganja od oko 80.000.000 dolara za preradu lateritne rude bogatog ležišta u oblasti Boliver. Izgradnja postrojenja biće završena 1970. g. (17).

**V e n e c u e l a.** — Firma Le Nickel istražuje ležište i projektuje postrojenje za preradu rude ležišta Lomo de Hierro koje se nalazi 160 km južno od Karakasa (17).

**D o m i n i k a n s k a R e p u b l i k a.** — U Dominikanskoj Republici firma Falconbridge će izgraditi postrojenje kapaciteta 27.200 t/g. nikla u obliku feronikla (16, 17, 31).

**G v a t e m a l a.** — INCO je počeo izgradnju postrojenja za preradu lateritnih ruda 1,5% Ni, kapaciteta 11.300 t/g. nikla (2, 5, 6, 16, 17). Iz postojećih rezervi moguće je proizvoditi 22.700 t nikla godišnje (34).

**R o d e z i j a.** — Anglo American Corp. planira proširenje postrojenja za dobijanje i obogaćivanje rude rudnika Trajan kao i izgradnju postrojenja za dobijanje 7.600 t/g. nikla (16). Osim toga, firma Rio Tinto predviđa radove za eksploataciju ležišta Empress koje sadrži 16.000.000 t rude sa 0,8% Ni i 0,7% Cu, dok firma American Metal Climax ispituje ležište Botswana od 30.000.000 t rude sa 1,1% Ni i 1,25% Cu (17).

**J u g o s l a v i j a.** — Rude iz već navedenih ležišta nikla tj. M. Gora, Lipovac, Goleš i Ržanovo predstavljale su predmet istraživanja većeg broja istraživača i instituta za prototipnih 15 godina. U zavisnosti od vrste rude ispitivane su mogućnosti primene procesa: amonijačnog luženja sa prethodnom redukcijom, topljenja na feroniklu, luženja sa sumpornom kiselinom u autoklavima, hlorovanja, segregacije, prženja sa sumpornom kiselinom itd. Ispitivanja su izvođena u zemlji i inostranstvu bez veće koordinacije. Deo dobijenih rezultata objavljen je u časopisima ili saopšten na kongresima i savetovanjima.

Polazeći od položaja nikla u svetu može se očekivati da će istraživanja u cilju pronalaženja najpovoljnijeg tehnološkog procesa prerade nekih od navedenih ruda biti intenzivirana, kao i da će ona stvoriti potrebne ekonomsko-tehničke preduuslove za uvođenje niklove metalurgije u našoj zemlji u narednim decenijama.

#### Zaključni osvrt

Proizvodnja i potrošnja nikla u svetu ne prestano rastu. U 1968. g. proizvedeno je više od 360.000 t metala. Očekuje se da će u 1970. g. biti proizvedeno 450.000 t, u 1975. g. 650.000 t, a 1980. g. oko 800.000 t nikla. To znači, da će se potrebe za niklom za sledećih 11 god. udvostručiti, i da će u tom periodu biti proizvedeno više nikla nego za poslednjih 80 god.

Najveće količine nikla dobijaju se danas iz sulfidnih ležišta. Međutim, u novije vreme sve se više razrađuju tehnološki postupci za dobijanje ovog metala iz lateritnih ležišta, koja predstavljaju relativno siromašne rude sa praktično neiscrpnim rezervama ovog važnog metala. Lateriti su nastali raspadanjem ultra baznih stena. Najvećim delom nalaze se u žarkom pojusu zemljine kugle: Kuba, Gvatemala, Dominikanska Republika, Venecuela, Brazil, Kolumbija, Nova Kaledonija, Australija, Indo-

nezija, Filipini itd. Osim ovih, poznata su ležišta lateritnih i silikatnih ruda u SSSR, Grčkoj, Jugoslaviji, SAD i drugim zemljama.

Najveći proizvođači nikla u svetu, firme koje su u 1968. g. proizvele nikl i to: INCO 226.700 t, Le Nickel 38.100 t, Falconbridge 34.000 t, Sherritt Gordon 13.600 t, Hanna 11.340 t, kao i zemlje Istočne Evrope, u prvom redu SSSR, ulazu velike napore za pronala-

ženje novih tehnoloških postupaka za dobijanje nikla, povećanje proizvodnje i otvaranje većeg broja novih postrojenja, koji će dovesti do znatno veće proizvodnje ovog metala u nadnjim godinama.

Na osnovu položaja i stanja istraživanja na polju metalurgije nikla u svetu, može se očekivati da će u Jugoslaviji u narednoj deceniji, biti osvojena proizvodnja nikla.

#### SUMMARY

#### State and Prospects of the Production of Nickel from Low-grade Ores

Prof. dr eng. D. Vučurović\*)

The production and consumption of nickel is constantly increasing throughout the World. In 1968, more than 360.000 tons of metal was produced. As it is expected, in 1970. the production will reach 450.000 tons, in 1975. 650.000 tons and in 1980. approximately 800.000 tons of nickel. This means that the needs of nickel will be doubled during the next 11 years, and that the production of nickel during this period will exceed that for the passed 80 years.

The largest quantities of nickel are presently won from sulphide deposits. But, lately there is an increasing development in technological procedures and processes for the recovery of this metal from lateritic deposits, which represent fairly low grade ores with really unexhaustable reserves of this important metal. Laterites originate from the decomposition of ultrabasic rocks. They mainly occur in the Tropical Zone: Cuba, Guatemala, Dominican Republic, Venezuela, Brasil, Columbia, New Caledonia, Australia, Indonesia, Philippines etc. In addition to the above, deposits of laterite and silicate ores are known in USSR, Greece, Yugoslavia, USA and other countries.

The World's largest producers of nickel, firms which produced nickel in 1968.: INCO, 226.700 t, Le Nickel, 38.100 t, Falconbridge, 34.000 t, Sherritt Gordon, 13.600 t, Hanna, 11.340 t, as well as Eastern Europe countries, particularly USSR, are making great efforts in the development of new technological processes for the production of nickel, increase of production and starting of a larger number of new plants which will result in a considerably higher production of this metal during the coming years.

According to the position and state of research in the field of nickel metallurgy all over the World, it can be expected that the production of nickel will be mastered by Yugoslavia during the coming decade.

\*) Dr ing. Dušan Vučurović, vanredni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu.

### Literatura

1. Metal Statistic, 1968: Metalchemical Commercial Corporation, New York.
2. Dayton Stanley H. 1968: »Engng. and Mining J.« 169, No 3, 83—86 (EICM, 1968, No 29, 23—27).
3. Iron Age, 1968, 201, No 26, 51.
4. Killin A. F. 1968: »Canad. Mining J.«, 89, No 2, 92—96 (EICM) 1968, No 21, 3.
5. Dayton Stanley H. 1967: »Engng. and Mining J.« 1967, 168, No 2, 113—115 (EICM, 1967, No 20, 14—26).
6. Cejdler A. 1966: EICM, No 8 26—29 »Mining J.«, 1965, 265, No 6802, 478.
7. Beregovskij, V. I. 1968: »Cvetnye metally«, No 7, 90—91.
8. Iwasaki Y. Takahasi, H. Kahata, 1966: Trans. Soc. Mining. Engrs. AIME, 235, 308—320.
9. Laterites: Future source for world nickel, E/MJ, 1968, oktobar, 73—84.
10. Vučurović D. 1965: »Tehnika«, Rudarstvo i metalurgija, No 2, 275—281.
11. »Mining Engng«, 1968, No 10, 110—114 (EICM, 1969, No 17, 9—11).
12. Kornilov I. I. 1958: Nikel' i ego splavi, Moskva.
13. Vučurović, D. 1965: »Tehnika«, Rudarstvo i metalurgija, No 12, 2290—2291.
14. Vučurović D. 1965: »Tehnika«, Rudarstvo i metalurgija, No 5, 889—897.
15. Western Miner Centennial Issue, 1967, W 40, No 10, p 72.
- 15a. Beregovskij V. I. 1968: Cvet. met. No 7, do 91.
16. Cejdler A. A. 1966: Cvet. metally, No 2, 90—92.
17. Cejdler A. A. 1968: EICM, No 21, 3.
18. Beregovskij V. I. 1969: Cvet. metally, No 3, 90—92.
19. »Engng. and Mining. J.« 1967, 168, No 5, 134.
20. »Mining Engineering«, 1968, No 10, 92—96.
21. »Engng. and Mining. J.«, 1968, No 6, 120—121.
22. Wingate Henry S. »Chim. et ind. Gen. chim.« 1968, 100, No 1, 73—76.
23. »Metall Bull.« 1968, No 5361, 21.
24. »Iron Age« 1968, 202, No 23, 57.
25. Quineau P. 1968: »Mining. Engng.« 20, No 10, 115—116.
26. »Metall Bull.«, 1969, No 5366, 12 (RŽM 1969, 5578).
27. »Chim. et ind. Gén. chim.«, 1969, 101, No 1, 106 (RŽM, 1969, 5G81).
28. »Chim et ind. Gén. chim.«, 1969, 101, No 1, 93 (RŽM, 1969, 5G82).
29. »Metall Bull.«, 1969, No 5374, 18, (RŽM, 1969, 5G383).
30. »Mining Engng«, 1968, 20, No 10, 103—104, (RŽM, 1969, 5G387).
31. »Mining Engng«, 1968, 20, No 10, 80—91, (RŽM 1969, 5G389).
32. »Mining Engng«, 1968, 20, No 10, 97—100 (RŽM, 1969, 5G394).
33. »Metall Bull.«, 1969, No 5362, 14 (RŽM, 1969, 5G393).
34. »Mining Engineering« 1968, 20, No 10, 110—111.
35. »Austral Mining«, 1968, 60, No 2, 23.
36. »Austral Mining«, 1968, 21, No 5, 16—18.
37. »Mining Engineering«, 1968, 20, No 10, 108—109.
38. »Cvetnye metally«, 1969, No 4, 10—12.
39. Cejdler A. A. 1969: »Cvetnye metally«, No 4, 28.
40. Šejn Ja P. 1968: »Cvetnye metally« No 9, 1—3.
41. »Mining Engineering«, 1968, 20, No 10, 101—103.
42. EICM, 1969, No 38, 6—8.
43. »Mining Engineering«, 20, No 10, 72—80.
44. Pervol P. M. Zašihin N. V. 1969: »Cvetnye metally«, 1969, No 10, 9—11.

# Ekonomski oceni ležišta i rudnika mineralnih sirovina u SSSR

Dr. ing. Dejan Milovanović

## Uvod

Posle diskusije koja je praktično, sa dužim i kraćim razmacima, trajala preko tri decenije, poslednjih par godina prihvaćen je stav u sovjetskim naučnim i stručnim krugovima da se ležišta mineralnih sirovina moraju ocenjivati i u vrednosnom (novčanom) smislu i da takva ocena može samo pozitivno uticati na dalji razvoj sovjetske privrede, posebno geoloških istraživanja i ekstraktivne industrije. Usvajanje ovakvog stava uticalo je na intenziviranje naučno-istraživačkog rada usmerenog na iznalaženje određene metodologije vrednosne ocene ležišta mineralnih sirovina, koja bi bila primenjiva za rešavanje niza praktičnih problema, kao što su, pre svega, utvrđivanje ekonomskе efektivnosti geoloških istraživanja (u SSSR se godišnje izdvaja za ove svrhe preko 2 miliarde rubalja, zbog čega je prioritetno važno kakvi se ekonomski i drugi efekti postižu istraživanjem), izbor prioritetnih ležišta za izgradnju rudnika, perspektivno planiranje geoloških istraživanja i proračunavanje nacionalnog bogatstva zemlje. U uslovima ekonomске reforme u Sovjetskom Savezu i traženja odgovarajućih puteva orientisanih na daleko veće stimuliranje neposrednih proizvođača nego što je bio slučaj do sada, kao i postepeno sve više prihvatanje privrednog računa, odnosno rentabilnosti proizvodnje, kao jednog od osnovnih pokazatelja, takva kretanja takođe su moralna još više uticati na intenziviranje istraživanja u domenu ekonomskе ocene ležišta.

Najnovija istraživanja, međutim, normalno ne predstavljaju potpuno nov pionirski rad u ovoj naučnoj oblasti. Ona su logični nastavak, istina relativno (za sovjetske prilike) malog broja pokušaja kako pred drugi svetski rat tako i naročito u periodu posle njega, da se, nasuprot jako istaknutog negativnog stava jednog ne malog broja naučnika i stručnjaka u odnosu

na potrebu vrednosne ocene ležišta mineralnih sirovina u socijalističkim društveno-ekonomskim uslovima, postavi i razradi određena, makar i uopštena, metodologija ekonomskе ocene. To znači da su se, pre svega indirektno, najnoviji radovi nadovezali na radeve K. L. Požarickog, N. V. Volodamonova, S. J. Račkovskog, V. V. Pomeranceva, S. A. Pervušina i drugih autora.

Nažalost, mora se konstatovati da nasuprot ulaganju značajnih sredstava i angažovanju kvalitetnih instituta i eminentnih stručnjaka na pronalaženju odgovarajuće metodologije vrednosne ocene ležišta mineralnih sirovina, do sada praktično nisu postignuti zadovoljavajući rezultati. Postavljene metodologije, sa izvesnim izuzetkom one koju je konstruisao N. A. Hruščov, (određivanje vrednosti rezervi), daleko su od toga da se mogu primeniti na praktičnim zadacima, tako da u narednom periodu predstoje dalji značajni napor u cilju iznalaženja adekvatnih rešenja.

U ovom radu autor je kritički analizirao sve najvažnije metodologije ekonomskе ocene ležišta mineralnih sirovina koje su do pred kraj 1969. godine postavljene u Sovjetskom Savezu, odnosno razmatran je period prvih pokušaja postavljanja bilo kakvih kriterijuma ocene pa do danas. Analiza ovuhvatila pitanja ne samo novčane (vrednosne) ocene ležišta, izražene preko jednog sintetičkog pokazatelja, već radi kontinuiteta i problematiku geološko-ekonomskе ocene ležišta u pojedinim fazama istraživanja, a isto tako i izvesne aspekte tzv. industrijske ocene ležišta ili rudnika.

## Ocena ležišta i rudnika mineralnih sirovina u SSSR u periodu između I i II svetskog rata

U periodu između prvog i drugog svetskog rata u SSSR je u više navrata postavljano pitanje ocene ležišta, iako više sa čisto geološ-

kog, a znatno manje ekonomskog aspekta. Velike potrebe za svim mineralnim sirovinama zahtevale su i sistematsko plansko istraživanje, a isto tako i ocenjivanje postignutih ekonomskih efekata kroz ta istraživanja, bilo u pojedinim fazama istraživanja, bilo u vezi sa izradom projekta rudnika. Pokazatelji ocene su bili najvećim delom naturalnog karaktera, ali se koristio jedan deo i vrednosnih i to naročito kod tzv. industrijske ocene.

Interesantan je podatak koji navodi S. A. Pervušin 1963. godine, da je još 1932. godine sovjetski akademik A. E. Fersman isticao potrebu i neophodnost jedinstvene vrednosne (novčane) ocene ležišta mineralnih sirovina.

Po B. S. Levoniku pojma »ocena ležišta« ušao je čvrsto u upotrebu 1934. godine posle objavljinanja rada R. I. Pitljarskog i grupe autora »Principi ocene ležišta mineralnih sirovina u SSSR«. Ipak, kako dalje piše B. S. Levonik »koreni toga pojma vezani su za daleko starija vremena — za M. V. Lomonosova (1763), A. I. Šajtera (1760), A. G. Verner-a (1810)«.<sup>1)</sup>

Godine 1938. N. V. Volodamono je počeo da se ozbiljnije bavi problemima ocene ležišta mineralnih sirovina i u jednom svom radu<sup>2)</sup> predložio je dva sintetička pokazatelja ekonomskog značaja ležišta — obim rezervi u ležištu i cenu koštanja produkata njegove eksploatacije. Ta dva pokazatelja autor je sintetizovao kroz ekonomsku klasifikaciju rezervi u novi pojam, nazvan granična cena koštanja. Unarednim svojim radovima posle drugog svetskog rata, o kojima će biti više reči u odgovarajućem delu ove analize, N. V. Volodamono je razradio i pojam rudničke rente, tako da je mogao navedenim pokazateljima da pridoda i treći pokazatelj ocene.

Uoči drugog svetskog rata (1940. godine), V. M. Krejter je nekoliko stranica svoje poznate knjige »Prospekcija i istraživanje mineralnih sirovina« posvetio i oceni ležišta mineralnih sirovina, kako u kapitalističkim tako i u socijalističkim društveno-ekonomskim uslovima. On konstatiše da su u periodu obnavljanja narodne privrede u Sovjetskom Savezu korišćene kapitalističke formule za ocenu ležišta, ali da je savršeno jasno da takva ocena u socijalističkim uslovima ima sasvim druge ciljeve i zadatke. Po njemu i sam termin »oce-

<sup>1)</sup> B. S. Levonik: Voprosy ekonomičeskoy geologii. — ANL SSSR, str. 225, Moskva, 1963.

<sup>2)</sup> N. V. Volodamono: Ekonomičeskaja klasifikacija zapasov mestorođenij zolota. — Zolotaja promyšlenost', No 8—9, 1939.

na« je veoma širok (»ocena izdanaka«, »ocena ideja« itd.), a u delu svoje knjige koji se odnosi na ocenu ležišta koristi ga ne samo kao geološki već i kao ekonomski pojam. Dalje, V. M. Krejter podvlači da osnovni kriterijum ocene ležišta predstavlja njegova narodno-privredna efektivnost, a ova se određuje uzimanjem u obzir svih elemenata koji određuju industrijski značaj datog ležišta na savremenom nivou tehnike i na dатој etapi razvoja socijalizma.

V. M. Krejter takođe analizira formulaciju pojma »ocena ležišta« koju je dao S. A. Pervušin<sup>1)</sup> i posebno podvlači da ocena ležišta zavisi od etapa istraženosti i da se može vršiti nekoliko puta (obično 2—3 puta) u zavisnosti od promene podataka o ležištu koji se koriste za njegovu ocenu. Po V. M. Krejteru, faktori koji određuju konkretnu ocenu ležišta podeljeni su u tri grupe:

— faktori opšteg narodno-privrednog značaja, gde dolaze plan razvoja narodne privrede sa potrebama date sirovine za određeni period vremena, stanje bilansa date sirovine i geografske karakteristike razmeštaja industrije i perspektiva razvoja datog rejonja;

— faktori specifični za dato ležište, koji obuhvataju veličinu i strukturu rezervi sa perspektivom eventualnog proširenja, sadržaj korisnih i štetnih komponenti, tehničko-tehnološke karakteristike sirovine, oblik, uslove zaledanja i rudarsko-tehničke uslove njegove eksploatacije; i

— faktori koji karakterišu ekonomiku rejona datog ležišta i uslove njegovog osvajanja, a to su uslovi snabdevanja električnom i drugim izvorima energije, uslovi vodosnabdevanja, opšti uslovi izgradnje, transportni uslovi, radna snaga, naseljenost rejona itd.

Zaključujući analizu faktora ocene ležišta, V. M. Krejter konstatiše da oni u celini mogu poslužiti za izbor prioritetnih objekata i da ocena ležišta u socijalističkim uslovima ima relativan karakter.

Za ceo period do završetka drugog svetskog rata karakteristično je, sa aspekta rada na oce-

<sup>1)</sup> Po S. A. Pervušin-u, »Ocena ležišta je jedinstveni akt određivanja narodno-privrednog značaja ležišta na dатој etapi rasta našeg privrednog sistema i u saglasnosti s prihvaćenim (predviđenim) njegovim jedinstvenim narodno-privrednim i rejonsko-privrednim planom, i naročito, planom razvitka i geografskog razmeštaja naše industrije. (Navod iz knjige V. M. Krejtera »Poiski i razvedki poleznyh iskopаемых«, str. 762, Gosgeolizdat, Moskva—Leningrad, 1940).

ni ležišta mineralnih sirovina u SSSR, da se prvenstveno najviše pažnje poklanjalo geološko-ekonomskoj oceni ležišta, a jednim delom i tzv. industrijskoj oceni, i to kako na osnovu naturalnih tako i na osnovu vrednosnih pokazatelja. Pokušaja da se preko jednog sintetičkog pokazatelja da novčani (vrednosni) izraz ocene (ekonomska ocena) nije bilo, jer se polazilo od stava da se u socijalizmu ležišta ne kupuju i ne prodaju kao što je, naprotiv, slučaj u kapitalističkim uslovima. Na odsustvo opšteg jedinstvenog pokazatelja ekonomske ocene ležišta uticalo je i široko prihvaćeno gledište da zakon vrednosti ima usko ograničeno dejstvo u socijalističkim uslovima i da je osnovni pokazatelj »vrednosti« ležišta njegov značaj za razvoj narodne privrede. Na sve ovo se nadovezalo i jako rasprostranjeno mišljenje (direktna posledica vulgarizacije principa teorije radne vrednosti K. Marks-a) da ležišta mineralnih sirovina nemaju vrednost, jer su dar prirode i da se kao takva i ne mogu novčano ocenjivati.

Svi ovi negativni stavovi i njihova »obrazloženja« posebno su došli do izražaja u posle-ratnom periodu, ali su normalno stvorili i reakciju, što je dovelo do postavljanja više metodologija ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina, čiji se značaj ne sme nikako negirati, bez obzira što nijedna od njih nije praktično prihvaćena.

#### Ocena ležišta i rudnika mineralnih sirovina u SSSR posle II svetskog rata

U toku II svetskog rata i nekoliko godina po njegovom završetku iz razumljivih razloga na izvestan način zanemaren je rad na oceni ležišta mineralnih sirovina u SSSR. Ipak, izvenci autori su i u opštim nepovoljnim uslovima nastavili rad na razradi kriterijuma za ocenu ležišta. Tako je N. V. Volodamono<sup>1)</sup> 1946. godine izdvojio pojam »rudnička renta« koji će mu nešto docnije postati osnovni pokazatelj vrednosti ležišta. Godinu dana kasnije, S. A. Pervušin je, u jednom svom radu<sup>2)</sup> o geološko-ekonomskim tipovima ležišta obojenih metala i njihovom industrijskom značaju nepotpuno razmatrao i industrijsku ocenu ležišta, ali bez nekih novih elemenata u odnosu na ranije radove iz ove oblasti. Godine 1952., pojavljuje se rad S. J. Račkovića »Osnove ekonomske

ocene rudnih ležišta u uslovima socijalističke privrede« (Zbornik »Geologija i gornoe delo«, No. 21, Metalurgizdat), u kome se pojам ekonomske ocene izjednačuje sa ocenom na bazi više pojedinačnih pokazatelja (industrijska ocena), a ne na bazi jednog sintetičkog pokazatelja. Praktično, i S. A. Pervušin, i S. J. Račković, a 1957. godine i V. V. Pomerancev, zasnivali su ocenu ležišta mineralnih sirovina, pored naturalnih pokazatelja, delom i na vrednosnim pokazateljima, koji su obuhvatili vrednost dobijenih sirovina iz tone rudne mase, cenu koštanja proizvodnje rude i prerade u metal kao i specifične investicije potrebne za tonu proizvedene rude i rok njihovog povraćaja. Ni jedan od navedenih autora nije razradio metodologiju, makar i doista orientacione, ocene ležišta na osnovu jednog sintetičkog pokazatelja. Svi se oni zadowoljavaju konstatacijom da se ocena ne može vršiti na osnovu jednog pokazatelja, već veoma kompleksni uslovi zahtevaju paralelno analiziranje više pokazatelja, kako naturalnih tako i vrednosnih.

Prvi pokušaj ekonomske ocene ležišta i rudnika mineralnih sirovina, odnosno ocene bazirane na jednom sintetičkom pokazatelju, bio je tek 1958. godine. Od tada je postavljeno nekoliko karakterističnih metodologija, od kojih su najznačajnije sledeće:

- metodologija K. L. Požarickog
- metodologija N. V. Volodamono<sup>a</sup>
- metodologija V. V. Pomeranceva
- metodologija S. A. Pervušina
- metodologija N. A. Hruščova<sup>a</sup>

Paralelno sa radovima navedenih autora, jedan daleko veći broj stručnjaka iz oblasti geologije, rudarstva i ekonomije, bavio se razradom geološko-ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina u pojedinim stadijumima istraživanja, gde su i postignuti veoma zapaženi rezultati.

#### Metodologija K. L. Požarickog

Metodologija ekonomske ocene ležišta i rudnika mineralnih sirovina koju je postavio 1958. godine sovjetski geolog K. L. Požarickij relativno je dobro poznata jugoslovenskoj stručnoj javnosti, zahvaljujući detaljnoj kritičkoj analizi ove metodologije koju je publikovao u svojoj knjizi »Ekonomska ocena ležišta i rudnika obojenih metala« (Beograd, 1961. godina) prof. V. Milutinović. Potreba da se i ovom prilikom ponovo nešto napiše o toj metodologiji proizilazi iz dva razloga. Prvi razlog je, što je u cilju održavanja kontinuiteta kompletne analize razvoja pojedi-

<sup>1)</sup> N. V. Volodamono<sup>v</sup>: »O principah ocenki mestoroždenij poleznyh iskopaemyh. — Izvestija Vysših uč. zaved., No 7, Geologija i razvedka, str. 78—82, Moskva, 1963.

<sup>2)</sup> S. A. Pervušin: »Osnovnye geologo-ekonomičeskie tipy mestoroždenij cvetnyh metallov i ih sravnitel'noe promyšlennoe značenie i perspektivy ispol'zovaniya. — Sb. geologija i gornoe delo, No. 19, Metalurgizdat, 1947.

nih metodologija ocene u SSSR potrebno istaći da je metodologija K. L. Požarickog pionirski rad ovakve vrste, pa je zato treba i prikazati u najgrubljim crtama, kako bi se mogla izvršiti paralelizacija sa drugim radovima na tom polju, dok je drugi razlog posledica činjenice da je 1968. godine, posle smrti K. L. Požarickog, odštampan njegov poslednji veoma interesantan rad<sup>1)</sup> o ekonomskoj oceni ležišta, ali koji u odnosu na onaj iz 1958. godine suštinski ne sadrži neke nove momente.

K. L. Požarickij je postavio metodologiju ekonomске ocene ležišta i rudnika na bazi sledećih elemenata:

- godišnji čist prihod rudnika (obeležen sa A)
- normalna interesna stopa (r)
- broj godina eksploatacije ležišta (n).

Primenom procentnog računa korišćenja ovih elemenata dobija se sintetički pokazatelj vrednosti ležišta ( $V_p$ ).

Postavljenu metodologiju K. L. Požarickij preporučuje za tri osnovna slučaja:

**Ekonomska ocena aktivnih rudnika sa uzimanjem faktora vreme u obzir**

U ovom slučaju postoje dve mogućnosti:

a) Budući godišnji čisti prihodi rudnika ( $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ ) su promenljive veličine, kada se vrednost aktivnog rudnika određuje po formuli:

$$V_p = \frac{A_1}{(1+r)} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n}$$

gde su simboli u formuli ranije objašnjeni.

b) Element budućih čistih prihoda je postojan, pa se vrednost aktivnog ležišta proračunava na sledeći način:

$$V_p = \frac{A}{(1+r)} + \frac{A}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A}{(1+r)^n}$$

odakle se posle odgovarajućih transformacija dobija završna formula:

$$V_p = A \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n}$$

<sup>1)</sup> K. L. Požarickij: »Kriterii ekonomičeskoj effektivnosti geologorazvedočnyh rabot i ih rol' v hozrasčete«. — Sov. geologija, No. 12, str. 3—13, Moskva, 1968.

Ovo je ujedno i najčešći slučaj koji se primenjuje pri obračunima.

#### Ocena rudnika sa praktično neiscrpnim rezervama sa uzimanjem faktora vreme u obzir

Pod uslovom da su rezerve veoma velike a godišnji prihod rudnika nepromenljiv, K. L. Požarickij predlaže sledeći način obračuna vrednosti ležišta ili rudnika:

$$V_p = \frac{A}{r}$$

pri čemu se formula dobija na taj način što se na prethodni obrazac primeni slučaj da broj godina eksploatacije teži beskonačnosti.

#### Ocena rudnika ili ležišta na kojima će eksploatacija početi kroz nekoliko godina

Polazeći od toga da će u ovakovom slučaju realizacija čiste biti odložena, K. L. Požarickij predlaže sledeću formulu za izračunavanje vrednosti ležišta ili rudnika:

$$V_p \text{ odlož.} = \frac{V_p}{(1+r_1)^m}$$

gde je:

- r<sub>1</sub> — interesna stopa koja se primenjuje za period očekivanja eksploatacije
- m — vreme za koje je odložena eksploatacija.

U već citiranom radu, objavljenom 1968. godine, K. L. Požarickij ističe pet grupa pokazatelja koji određuju nacionalno-privredni značaj i kompleksnu ekonomsku ocenu ležišta, uključujući kako naturalne tako i proizvodne i vrednosne pokazatelje kao i očekivanu rentabilnost pri eksploataciji ležišta. To su:

- rezerve mineralne sirovine u prirodnom vidu i eksploatacione (u naturalnom izrazu i novčano ocenjene)
- predviđeni kapacitet godišnje proizvodnje i vek eksploatacije
- pokazateli utroška sredstava: investicije u preduzeće, troškovi proizvodnje i prerađe, cena proizvodnje
- tekuća rentabilnost eksploatacije ležišta (u odnosu na 1 tonu rude, godišnja rentabilnost itd.)
- ocena (vrednost) ležišta po opštoj rentabilnosti.

Analizrajući peti pokazatelj (ocena ležišta po opštoj rentabilnosti njegove eksploatacije), K. L. Požarickij i posle deset godina ostaje na principu kapitalizacije rente, odnosno određivanja vrednosti ležišta preko čistog prihoda uz primenu procentnog računa. On zadržava iste formule iz 1958. godine i ne osvrće se na niz kritika koje su u međuvremenu upućene njegovoj metodologiji.

Kako je već ranije napomenuto, u jugoslovenskoj stručnoj literaturi detaljnu kritiku metodologije ekonomске ocene ležišta i rudnika K. L. Požarickog publikovao je 1961. godine V. Milutinović. Njegove zamerke ovoj metodologiji se odnose, pre svega, na to, da nije uzet u obzir faktor rizika (posledica prirodnih uslova, tržišnih kolebanja, političkih momenata itd.), izmene u produktivnosti rada do kojih mora doći u toku eksploatacije ležišta, i da, konačno, prosečna godišnja dobit ne može biti adekvatan pokazatelj za ekonomsku ocenu. V. Milutinović, međutim, priznaje autoru da je ipak dao određenu metodologiju ocene, što nije slučaj sa njegovim kritičarima.

#### Metodologija N. V. Volodamonova-a

Osnovne principe svoje metodologije ocene ležišta mineralnih sirovina N. V. Volodamono je postavio i razradio 1959. godine u knjizi »Rudnička renta i principi ocene ležišta«<sup>1)</sup>, da bi ih nešto koncentrovanije prikazao u jednom od svojih poslednjih radova 1963. godine.<sup>2)</sup> U ovom drugom radu data je i analiza shvatanja o mogućnosti novčane ocene ležišta mineralnih sirovina u Sovjetskom Savezu. N. V. Volodamono ističe da je takva ocena neophodna i u socijalističkim uslovima i da se može zasnovati na funkciji novca ne kao sredstva plaćanja (ležišta se ne prodaju niti kupuju), već kao mere vrednosti, iako ležišta sama nemaju vrednost, ali se u troškovima eksploatacije odražavaju sve ekonomsko-geografske i ekonomsko-geološke karakteristike ležišta.

Kao osnovni element ocene ležišta i rudnika N. V. Volodamono je prihvatio rudničku rentu, za koju piše da »predstavlja dodatni produkt-dohodak, dobijen kao posledica povećane proizvodnosti rada pri eksploataciji bogatijih ležišta i pojedinih eksploatacionih blokova«.<sup>3)</sup> Dalje, on ističe da se u socijalizmu rudnička renta mora izračunavati preko građenih troškova proizvodnje, a pod njima se

<sup>1)</sup> N. V. Volodamono: Gornaja renta i principi oceni mestoroždenij. — Metalurgizdat, Moskva, 1959.  
<sup>2)</sup> N. V. Volodamono: O principih oceni mestoroždenij poleznyh iskopaemyh. — Izv. Vysshih učeb. zaved., Geologija i razvedka, No 6, str. 74—78, Moskva, 1965.

<sup>3)</sup> Ibid., str. 79.

podrazumevaju krajne dozvoljeni troškovi proizvodnje iz najgorih eksploatacionih blokova ili njihovih delova u određenom ležištu. Građeni troškovi proizvodnje treba da budu principijelno jedinstveni za svaki proizvod eksploatacije.

Ocenjivanje ležišta svodi se, u stvari, na veličinu rudničke rente koja se na bazi rezervi koje ono sadrži može ostvariti, a praktično se ocena vrši prema formuli:

$$V = \Sigma (Q - q) R \cdot p \cdot r \cdot f$$

gde je:

V — novčana rudnička renta, rublje  
Q — građeni troškovi proizvodnje,  
rublje/toni  
q — troškovi proizvodnje ležišta koje se  
ocenjuje, rublje/toni  
R — proračunate rezerve mineralne sirovine,  
tone  
p — koeficijent iskoriscenja mineralne  
sirovine pri eksploataciji  
r — isto pri pripremanju  
f — isto pri metalurškoj preradi.

N. V. Volodamono uključuje faktor vreme u ocenu preko odnosa uloženih investicija i rudničke rente:

$$E = \frac{K}{P(Q - q)}$$

gde je:

E — rok povraćanja investicija, godine  
K — ukupne investicije, rublje  
P — godišnja proizvodnja preduzeća,  
tone  
Qi q — kao i u prethodnoj formuli.

Metodologiji N. V. Volodamono-a mogu se uputiti sledeće primedbe:

— veličina rudničke rente može se prihvati kao jedan od faktora ekonomске ocene ležišta<sup>4)</sup>, ali metod njenog proračunavanja preko građenih troškova, kako je predložio N. V. Volodamono ne može se praktično izvesti. Do danas ni u jednoj socijalističkoj zemlji nije razrađena adekvatna metoda određivanja baznog rudnika i u vezi sa tim rudničke rente. Pokušaji koji su vršeni kod nas samo su pokazali koliko je ovo pitanje složeno.

<sup>4)</sup> F. N. Roginski u članku »O principima ocene ležišta mineralnih sirovina« (O principah oceni mestoroždenij poleznyh iskopaemyh. — Izv. vysshih učeb. zaved., Geologija i razvedka, No 6, str. 74—78, Moskva, 1965), piše da pošto postojanje rudničke rente u socijalizmu još nije dokazano, nema nikakve svrhe ocenu ležišta vršiti na bazi ovog elementa. Ovakav stav je dosta korigovan u poslednje vreme.

— Faktor vreme nije praktično uopšte uključen u formulu za određivanje rudničke rente, odnosno ocene ležišta. Određivanje roka povraćaja investicija svakako ima normalno veliki značaj, ali se svakako faktor vreme najbolje ispoljava korišćenjem vremena eksploracije i primenom procentnog računa, kao što je to slučaj u bankarskoj praksi. N. V. V o l o d a m o n o v je, međutim, veoma kategorički bio protiv upotrebe procentnog računa u sovjetskoj praksi, argumentujući takav stav time što novac u socijalističkim uslovima kada je slučaj o ležištima, nema funkciju sredstva plaćanja. Ovo je svakako veći nedostatak predložene metodologije.

— Analizirana metodologija, kao i ona K. L. Požarickog, ne sadrži nikakav korektivni faktor, odnosno stopu rizika, iako je evidentno da bez obzira na društveno-ekonomiske uslove u kojima egzistira jedna zemlja, postoji čitav niz fleksibilnih faktora koje je nemoguće preciznije predvideti, a direktno utiču na ocenu ležišta (prirodni uslovi itd.).

— Princip da se razlika između graničnih troškova i troškova proizvodnje množi proračunatim rezervama datog ležišta ukazuje na stav, da se rudnička renta smatra konstantnom veličinom u toku celog perioda eksploracije za koji su obezbeđene rezerve, što se, takođe, ne može prihvati.

Bez obzira na osnovne nedostatke ove metodologije koje su izložene u skraćenom obliku u ovoj analizi, principijelno se može priхватiti stav, da se rudnička renta koristi kao bazični pokazatelj ocene ležišta, ali je pitanje kako nju proračunavati. Interesantan je stav L. P. Kobahidze iz 1968. g. da će po sve mu sudeći u bliskoj budućnosti rudnička renta biti korišćena kao jedan od glavnih kriterijuma ocene ležišta<sup>1)</sup>.

#### Metodologija V. V. Pomerancev-a

V. V. Pomerancev je u više radova detaljno razmatrao probleme ocene ležišta mineralnih sirovina, i to kako one koji se odnose na geološko-ekonomsku ocenu pojedinih stadijuma istraživanja, tako i one koji se ispoljavaju u industrijskoj oceni ležišta i rudnika mineralnih sirovina.

Polažeći od postavke da je prvi i osnovni zadatak ocene ležišta mineralnih sirovina utvr-

divanje stepena pogodnosti njegovih rezervi za praktično iskorišćenje, ovaj sovjetski autor smatra da su najznačajniji elementi jednog ležišta, koji utiču na njegovu vrednosnu ocenu, rezerve mineralne sirovine, kapacitet proizvodnje, investiciona ulaganja potrebna za aktiviranje ležišta, troškovi eksploracije i prerade mineralne sirovine i rentabilnost proizvodnje. Uočavajući složenost ovog sistema raznovrsnih elemenata, autor uvodi pojам kompleksne ocene ležišta.

U okviru kompleksne ocene ležišta, V. P. Pomerancev posebno ističe elemente pretodne kompleksne ocene za čije određivanje predlaže tri osnovna načina:

- prema analogiji
- na osnovu grubih projektnih proračuna i
- pomoću korelacionih zavisnosti, koristeći podatke aktivnih rudnika.

V. V. Pomerancev smatra da je treći način najprikladniji.

Kod prave industrijske ocene (kompleksne ocene), V. V. Pomerancev praktično predlaže određivanje vrednosti ležišta preko novčane vrednosti tone mineralne sirovine, a pomoću sledećeg obrasca:

$$V_r = \frac{1 - Kr}{100} : C_{ms} \cdot C_{sr} \cdot K_{si}$$

gde je:

- Vr — vrednost ležišta određena preko vrednosti 1 tone mineralne sirovine
- Kr — koeficijent razblaženja mineralne sirovine pri eksploraciji, delovi jedinice
- Cms — planska tržišna cena 1 tone metala u gotovom proizvodu, novčane jedinice (rublje)
- Csr — srednji sadržaj korisne komponente (metala) u mineralnoj sirovini, %
- Ksi — koeficijent iskorišćenja korisne komponente u industrijskom produktu (sumarni koeficijent iskorišćenja), delovi jedinice.

Ovakav način ocenjivanja pre svega je namenjen oceni ležišta obojenih metala.

Ne ulazeći u detaljniju kritičku analizu ovakve metode vrednosne ocene ležišta mineralnih sirovina, biće istaknute samo neke osnovne primedbe kao obrazloženje stava da je predložen način ocene nepotpun i suviše opšteg karaktera, bez obzira što se može koristiti kao jedan od pokazatelja ocene sintetičkog karaktera:

— ocena ne uključuje faktor vreme zbog čega je neprihvativija naročito kada se radi

<sup>1)</sup> L. P. Kobahidze: Geološko-ekonomski oceni ležišta mineralnih sirovina, glava IX iz knjige Ekonomika mineralnih sirovina i geoloških istražnih radova (N. A. Byhov, L. P. Kobahidze i dr.: "Ekonomika mineral'nogo syrja i geologorazvedočnyh rabot". — Nedra, Moskva, 1968).

o ležištima koja će se eksploatisati 15—20 godina, što je u praksi čest slučaj;

— pri proračunu se koriste planske tržišne cene za koje su mnogi stručnjaci i naučnici Sovjetskog Saveza pisali da ne odgovaraju realnim uslovima prakse, što je delom uticalo da dođe 1967. godine do izvesne reforme cena, ali bez većih suštinskih promena;

— kao i već ranije analizirane formule za ocenu ležišta mineralnih sirovina, koje su predložene u Sovjetskom Savezu, i ova ne sadrži nikakav element koji bi izražavao stepen rizika koji je posledica promene prirodnih uslova, tržišnih uslova i niza drugih faktora koji na veoma različite načine utiču na ekonomski i druge efekte, ostvarene eksploatacijom ležišta.

Značaj radova V. V. Pomeranceva na oceni ležišta mineralnih sirovina, međutim, nikako se ne može negirati ili zanemariti. Ovo je posebno slučaj sa onim koji se odnose na prethodnu kompleksnu ocenu ležišta, gde je dat niz veoma značajnih elemenata na bazi kojih se može vršiti geološko-ekonomска ocena ležišta u pojedinim stadijumima istraživanja. Pokušaj V. V. Pomeranceva da razradi jedan sintetički pokazatelj vrednosne ocene ležišta (u stvari ekonomsku ocenu) nažalost nije bio uspešan.

#### Metodologija S. A. Pervušina

U značajnom radu »Osnovne rezerve razvoja obojene metalurgije<sup>1)</sup>, publikovanom 1963. godine, S. A. Pervušin je posle dosta iscrpne kritičke analize metodologija ocene ležišta koje su dali V. V. Pomerancev, K. L. Požarickij i N. V. Volodamnov, prikazao i svoju metodologiju. Pri tome se on zalaže za primenu prostih formula koje po njemu treba da izgledaju ovako:

$$K = A \cdot B \cdot p \cdot q \cdot r$$

gde je:

- K — vrednost ležišta
- A — obim istraženih (bilansnih) rezervi metala ili svih metala ako je u pitanju kompleksna ruda
- B — cene na veliko, razmotrene i utvrđene u odgovarajućem odnosu za svaki metal
- p, q, r — pokazatelji iskorijenja pri eksploataciji (p), pripremi (q) i metalurškoj preradi (r).

1) S. A. Pervušin: »Osnovnye rezervy razvitiya cvetnoj metallurgii« — Metalurgizdat, Moskva, 1963.

Za određivanje vrednosti ležišta kompleksnih ruda S. A. Pervušin je postavio sledeću formulu:

$$K_1 = \Sigma (A_1 \cdot B_1 \cdot p_1 \cdot q_1 \cdot r_1 + A_2 \cdot B_2 \cdot p_2 \cdot q_2 \cdot r_2 + \dots)$$

S. A. Pervušin koristi i druge dve formule za ocenjivanje vrednosti ležišta, i to koristeći podatke o kapacitetu proizvodnje i vremenu reakumulacije investicija, kombinovane sa već korišćenim elementima iz ranije prikazanih formula.

Kod prostih mineralnih sirovina primenjuje se sledeća formula:

$$K_2 = P \cdot B (p \cdot q \cdot r) \cdot C$$

gde je:

P — godišnji kapacitet rudarskog preduzeća (metal)

C — vreme reakumulativnosti investicija (u-slovno se najčešće uzima 8—10 godina).

Ostali pokazatelji su isti kao i u formulama za određivanje K i K<sub>1</sub>.

Ocenjivanje ležišta kompleksnih ruda vrši se preko formule:

$$K_3 = \Sigma (P_1 B_1 p_1 q_1 r_1 + P_2 B_2 p_2 q_2 r_2 + \dots) C$$

gde su pokazatelji isti kao u prethodnim formulama.

Za ovaku ocenu ležišta, koju naziva jedinstvenom ocenom u novčanom vidu, S. A. Pervušin smatra da ima orientacioni karakter, da se pre svega može koristiti kod određivanja nacionalnog bogatstva zemlje ili pojedinih rejona, i da se pri tome mora ići na kraće rokove (adekvatne roku reakumulacije investicija), a ne za ceo period eksploatacije, koji u zavisnosti od veličine rezervi može biti i 30—40 pa i više godina.

Ističući veliki značaj koji ima pravilna i blagovremena ocena ležišta mineralnih sirovina uopšte, S. A. Pervušin, ne zanemarujući geološko-ekonomsku ocenu u pojedinim stadijumima istraživanja, naglašava da najveći značaj ima industrijska ocena, zasnovana na sledećim pokazateljima:

- veličina troškova proizvodnje
- rentabilnost
- specifične investicije
- mogući rokovi izgradnje.

Po S. A. Pervušinu, najefektivnijim i najvređnjim ležištem (na principu narodno-privredne efektivnosti) smatra se ono za čije

osvajanje (prema određenom redu i razmerama) uložena društvena sredstva za eksploataciju i preradu (računajući i transport do potrošača) imaju minimalni obim. To znači da se pored navedena četiri pokazatelja mora u obzir uzeti i čitav niz drugih elemenata, koje treba obraditi različitim matematičkim metodama, posebno metodama linearog programiranja.

Bez obzira što se principi industrijske ocene ležišta, kako ih predlaže i formuliše S. A. Pervušinjavljaju i u ranijim radovima sovjetskih autora, može se ipak zaključiti da ih je on na određen način zaokruglio i dao kompleksniji pristup celom problemu. Što se tiče, međutim, novčane (vrednosne) ocene, ona je neoriginalna i može joj se uputiti dosta primedbi:

— U želji da uprosti sam praktičan postupak ocene, S. A. Pervušin je otišao u drugu krajnost, tako da su predložene formule krajnje uprošćene i šematisovane (to je naročito slučaj sa pokazateljima  $K_1$  i  $K_2$ ). Bez obzira što se podvlači da ocenu treba vršiti za kraći period vremena, ona ne može bazirati samo na obimu istraženih rezervi i propisanim cennama, jer se u takvom slučaju apsolutno zanemaruje potreban rad, odnosno u razmatranje se ne uključuju troškovi dobijanja i prerade date jedinice mineralne sirovine. Takav način ocene ne može uopšte dati realne rezultate za ocenu nacionalnog bogatstva, a da se i ne govori o izboru prioritetskih ležišta.

— Formule  $K_2$  i  $K_3$  imaju pretenziju da preko roka reakumulativnosti investicija na neki način uključe i faktor vreme što svakako ne može biti ostvareno na način kako su postavljeni obrasci. S. A. Pervušin kritikuje K. L. Požarickog i N. V. Volodamona ova da mehanički koriste procentni račun i rok povraćaja investicija kao elemente koji ostvaruju delovanje faktora vreme, a sam praktično uopšte ne uzima ovaj važan faktor u obzir pri oceni.

— Metodologija S. A. Pervušina takođe ne uzima u obzir izmene u produktivnosti rada, iako u jednom delu navedene knjige ističe da je greška dosadašnjih metodologija ocene koje su predložene u SSSR, u tome što autori uzimaju u obračun podatke zasnovane na sadašnjem nivou nauke i tehnike i misle da se preko faktora vreme na bazi procentnog računa mogu uključiti, naravno indirektno, progres nauke i tehnike i izmene proizvodnosti rada.

— U predloženim formulama za određivanje vrednosti ležišta, bilo onih prostog ili onih kompleksnog sastava, ne uzimaju se u obzir ni oni momenti rizika koji u socijalističkim us-

lovima realno postoje (izmene prirodnih uslova itd.).

Iz ove kritičke analize metodologije novčane (vrednostne) ocene S. A. Pervušina proizilazi da se ona ne može uspešno koristiti kod ocene nacionalnog bogatstva ili u druge svrhe (određivanje prioritetskih objekata za istraživanje i eksploataciju itd.), i pored toga što je i sam autor naglasio da ona ima orijentacioni karakter, i da bi u sve ove svrhe, pored navedenih mnogih nedostataka, mogla mnogo bolje da posluži metodologija K. L. Požarickog.

#### Metodologija N. A. Hruščova

Baveći se više godina problemima efektivnosti geoloških istraživanja i pokazateljima te efektivnosti, N. A. Hruščov je 1967. godine objavio značajan rad<sup>1)</sup> u kome je razradio jedan poseban pokazatelj, sintetičkog karaktera, koji je nazvao cena 1 tone istraženih rezervi. Ovaj pokazatelj treba da, pre svega, koristi kod utvrđivanja i analize efektivnosti geoloških istraživanja, ali na izvestan način predstavlja i vrednosnu ocenu datog ležišta. Zbog toga će ovom prilikom takođe biti razmatran.

Po N. A. Hruščovu cena jedne tone istraženih rezervi mineralne sirovine ( $C_z$ ) određuje se po formuli:

$$C_z = ONZ + A \cdot P_e \cdot K_v$$

gde je:

$ONZ$  — društveno neophodni troškovi istraživanja 1 tone mineralne sirovine, rublje

$A$  — koeficijent koji uzima u obzir deo troškova istraživanja u odnosu na opšte investicije za istraživanje i industrijsko korišćenje istraženih rezervi

$P_e$  — proračunata dobit od realizacije robne proizvodnje, dobijene iz 1 tone ekstrahirane mineralne sirovine, rub.

$K_v$  — koeficijent koji uzima u obzir faktor vreme i iznosi 0,5.

Iako se ova formula ne može direktno korisiti za proračunavanje vrednosne ocene ležišta, jer uostalom nije tome ni namenje-

<sup>1)</sup> N. A. Hruščov: "Osnovni pokazatelji ekonomiske efektivnosti sredstava uloženih u geološka istraživanja i prilaz određivanju cene istraženih rezervi mineralnih sirovina" (Osnovnye pokazateli effektivnosti zatrata na geologorazvedočnye raboty i podvod k opredeleniju ceny razvedanykh zapasov myneral'nogo syrja v nedrah). — Sov. geologija, No. 8, Moskva, 1967.

na, ona predstavlja dobar polazni osnov na bazi koga bi se daljim radom mogla postaviti direktna formula za određivanje novčane vrednosti ležišta.

Mora se, nažalost, konstatovati da ova metodologija nije usvojena na šrem nivou u SSSR, o čemu svedoči i najnoviji rad N. A. Hruščova iz ove oblasti.<sup>1)</sup>

#### Ocena ležišta i rudnika u SSSR u najnovije vreme (1967. do 1969. godine)

Poslednje tri godine veoma precizno je razrađivana geološko-ekonomski ocena ležišta mineralnih sirovina u pojedinim stadijumima istraživanja u Sovjetskom Savezu. Objavljen je veći broj radova, od kojih je posebno značajna knjiga G. G. Gudalina<sup>2)</sup>, posvećena isključivo ekonomskoj oceni ležišta na kraju prethodnih istraživanja (tzv. pretprojektne ekonomski ocene). Ova knjiga obuhvata kompletno svu problematiku geološko-ekonomski ocene ležišta na stadijumu prethodnih istraživanja i ima veliku naučnu i praktičnu vrednost.

Sredinom 1967. godine Stalna komisija SEV-a (Saveta za uzajamnu ekonomsku pomoć) organizovala je u Minsku naučno-tehnički seminar, posvećen geološko-ekonomskoj oceni ležišta čvrstih mineralnih sirovina. Na ovom seminaru, čiji materijali su objavljeni u posebnom zborniku<sup>1)</sup>, sovjetski autori su detaljno prikazali metode geološko-ekonomski ocene fosfatnih ležišta u SSSR, ležišta gvožđa i ležišta bakra u ovoj zemlji. Naročito je kvalitetan rad o oceni ležišta bakra G. G. Gudalina, gde se detaljno analiziraju pokazatelji takve ocene, kao što su rezerve, industrijska vrednost mineralne sirovine, uticaj metoda eksplotacije na ekonomsku ocenu, geografsko-ekonomski faktori ocene, koeficijent efektivnosti investicija, rentabilnost, itd. Posebni značaj ima deo rada koji se odnosi na pitanja metodike geološko-ekonomski ocene ležišta bakra na pojedinim stadijumima geoloških istraživanja.

U knjizi koja je, pre svega, posvećena problemima minimalnog sadržaja u rudama obojenih metalova<sup>2)</sup>, T. A. Gato je 1967. godine

<sup>1)</sup> N. A. Hruščov: »Aktuelnye problemy ekonomiki mineral'nogo syrja i geologorazvedočnyh rabot«. — Razv. i ohrana nedra, str. 38—43, No. 5, Moskva, 1969.

<sup>2)</sup> G. G. Gudalina: »Pretprojektna ekonomski ocena rudnih ležišta« (Predprojektnaja ekonomičeskaja ocenka rudnyh mestoroždenij). — Izd. Nedra, Moskva, 1967.

<sup>1)</sup> Metody geologo-ekonomičeskoy ocenki mestoroždenij tverdyh poleznyh iskopaemyh. — SEV, Otdel geologii, Moskva, 1967.

<sup>2)</sup> T. A. Gato: »Obosnovanie minimal'nogo soderžaniya cvetnyh metallov v rude«. — Nedra, Moskva, 1967.

jednu glavu posvetio nekim pitanjima ekonomski ocene ležišta. On naglašava da se svako ležište, pre nego što postane aktivan rudnik, više puta podvrgava oceni i da u kompleks te ocene ulazi:

- određivanje obima i reprezentativnosti istraženih rezervi i perspektive njihovog povećanja
- određivanje rudarsko-tehničkih uslova eksplotacije
- određivanje kapaciteta rudnika, metoda otkopavanja i opštih pokazatelja eksplotacije
- utvrđivanje tehničkih karakteristika mineralnih sirovina i moguće šeme obočivanja i metalurške prerade
- razmatranje opštih uslova organizacije budućeg rudnika koji treba izgraditi na ležištu koje se ocenjuje (vodosnabdevanje, snabdevanje elektro-energijom, generalni plan razvoja preduzeća, transportni uslovi, ekonomski uslovi rejonu itd.).

T. A. Gato ističe, takođe, da ekonomski ocena ležišta obojenih metala, pre svega, mora biti celishodna i tako kvalitetna da se na osnovu nje mogu donositi odluke o nacionalnijem iskoriscavanju istraženih rezervi, a to po ovom autoru prepostavlja rešavanje tri međusobno povezana zadatka:

- određivanje redosleda osvajanja ležišta
- određivanje dinamike razvoja proizvodnje metala na bazi svakog od analiziranih ležišta u periodu obuhvaćenom perspektivnim planiranjem i

— određivanje broja komponenti koje će biti iskoriscavane.

U 1968. i 1969. godini ponovo je u SSSR oživela diskusija o novčanoj (vrednosnoj) oceni prirodnih bogatstava, posebno mineralnih sirovina. Povod za ovo bio je članak poznatog sovjetskog akademika, ekonomiste S. G. Strumilina, objavljen u časopisu »Voprosy ekonomiki«<sup>1)</sup> 1967. godine, u kome je ovaj autor, kao i ranijim svojim radovima<sup>2)</sup>, nastavio da zastupa potrebu novčane (vrednosne) ocene

<sup>1)</sup> S. G. Strumilin: »O cene „darovoy blag“ prirody«. — Voprosy ekonomiki, No. 8, Moskva, 1967.

<sup>2)</sup> Zalažeći se za stav da i u socijalističkim uslovima vrednosna ocena ležišta ima veliki praktičan značaj, S. G. Strumilin je pisao: »Odrekavši se takve ocene darova prirode, koji sačinjavaju naše svenarodno dobro, planska privreda ne samo da ne bi dobila ništa, već bi mnogo izgubila u ekonomskom takmičenju sa zemljama imperializma, gde privatno poslednički interes ocenjuje ta dobra kao i sve druge robe, u novčanom ekvivalentu.« (Navod iz rada N. A. Buhovca »O principima ekonomski ocene ležišta i efektivnosti geoloških istraživanja«. — Razv. i ohr. Nedra, No. 6, 1966.).

prirodnih bogatstava. Tako je on pisao: »Smatra se da su prirodan dar sva mineralna rudna i nerudna bogatstva dok se nalaze u zemlji. A to je nesumnjivo greška i to ne mala. Kao dar prirode mineralne sirovine ostaju samo dotle dok mi o njima ništa ne znamo. Ali već prvi prospekcijsko-istražni radovi o tome gde se ona nalaze, koliko ih ima i kakvog su kvaliteta — to je već prvo ulaganje rada u njihovu društvenu vrednost, što se nikako ne sme ignorisati, nezavisno od rezultata prospekcije.«

Najnoviji članak objavljen u sovjetskoj literaturi, a posvećen oceni prirodnih bogatstava, je rad akademika T. S. Hačaturova objavljen početkom 1969. godine u časopisu »Voprosy ekonomiki«<sup>1)</sup>, koji u suštini predstavlja rezime svih diskusija izazvanih navedenim radom S. G. Strumilina. U radu T. S. Hačaturov-a, međutim, postoji i niz originalnih autorovih stavova o ovim pitanjima. Tako on smatra da se na osnovu diferencijalne rente može oceniti ležište mineralne sirovine, i to preko obrasca

$$S = \frac{R}{En}$$

gde je:

S — ocena ležišta

R — diferencijalna renta koja se ostvaruje korišćenjem ležišta

En — stopa efektivnosti.

Deljenjem R sa En dobija se ocena, koja je po veličini jednaka onim investicijama, sa kojima bi se na drugom objektu narodne privrede dobili isti efekti.<sup>2)</sup>

T. S. Hačaturov, međutim, sasvim pravilno konstatiše da je određivanje rente povezano sa nizom teškoća i da samu rentu ne treba mešati sa dodatnom dobiti.

Završavajući članak, T. S. Hačaturov konstatiše da je Koordinacioni plan istraživanja problema ekonomske ocene prirodnih bogatstava već razrađen u Odeljenju ekonomike AN SSSR, i da sada ostaje da naučne ustanove, objedinjene zajedničkim planom, uspešno ispunе uzete obaveze.

<sup>1)</sup> T. S. Hačaturov: »Ob ekonomičeskoj ocenke prirodnih resursov. — Voprosy ekonomiki, No. 1, Moskva, 1969.

<sup>2)</sup> Faktor vreme se uključuje u formulu na taj način što se umesto En uzima veličina  $(1 + En)^t$ , gde je t broj godina koji razdvaja sadašnje vreme od odgovarajuće godine za koju se proračunava renta.

## Zaključak

U Sovjetskom Savezu praktično se koriste dva oblika ocene ležišta mineralnih sirovina: geološko-ekonomska ocena na završetku pojedinih stadijuma istraživanja (prospekcijsko-istražni radovi, prethodna istraživanja itd.) i industrijska ocena ležišta koja prethodi ili se vrši u isto vreme kada i projektovanje rudnika.

Kriterijumi geološko-ekonomske ocene razrađeni su dosta precizno, a ovome je naročito pogodovala i činjenica da su principi takve ocene postavljeni još između dva svetska rata, da bi u posleratnom periodu bili zaokruženi u jedinstvenu celinu. Na neprekidno usavršavanje geološko-ekonomske ocene ležišta uticala je i činjenica da je ova ocena i ozakonjena, odnosno izvođači geoloških istraživanja obavezni su da posle završenih prethodnih istraživanja na ležištu izrade Tehničko-ekonomski izveštaj koji nije ništa drugo već geološko-ekonomska ocena tog ležišta. Pozitivan Tehničko-ekonomski izveštaj ujedno znači da će ležište biti i detaljno istraživano, a to znači da mu predstoji i eksploatacija.

Iskustva u vezi primene geološko-ekonomske ocene, koja su prikupljena u SSSR, mogu se uspešno koristiti u jugoslovenskoj praksi, naročito s obzirom na činjenicu da u domaćim uslovima takva ocena još uvek nije dovoljno i adekvatno praktično razrađena.

Industrijska ocena ležišta ima takođe veliku praktičnu primenu u Sovjetskom Savezu i detaljno je razrađena u radovima niza sovjetskih stručnjaka.

Vrednosna (novčana) ocena ležišta u SSSR, izražena preko jedinstvenog sintetičkog pokazatelja, još uvek nije u praktičnoj primeni, jer ni jedna od predloženih metodologija nije prihvaćena, a do nedavno je niz autora bio izrazito protiv ili sumnjavao u primenljivost takve ocene u socijalističkim uslovima. Od do sada postavljenih metodologija, pored svih nedostataka, ona K. L. Požarickog bi najbolje odgovarala praktičnim zahtevima. Očekuje se u bliskoj budućnosti da će odgovarajući instituti i ustanove u Sovjetskom Savezu, zaduženi da postave metodologiju ocene koja bi se mogla uspešno primenjivati u praksi, taj svoj zadatak i izvršiti. Može se unapred predvideti da osnovni princip te metodologije mora biti zasnovan na uslovnoj dohodnosti budućeg rudnika na ležištu koje se ocenjuje, uz učešće faktora vreme preko procentnog računa. To će značiti još jednu afirmaciju metodologije ekonomske (vrednosne) ocene ležišta mineralnih sirovina koja se koristi u Jugoslaviji a postavio je V. Milutinović.

## SUMMARY

### Economic Evaluation of Mineral Ore Deposits and Mines in USSR

Dr. D. Milovanović, geol. eng.\*)

In Soviet Union, two forms of mineral ore deposit evaluation are in practical use: geologic-economical evaluation at the end of various stages of exploration (prospecting field works, preliminary investigations, etc), and industrial evaluation which precedes or runs simultaneously with mine designing.

The criteria for geologic-economical evaluation are elaborated with fair precision, taking benefit of the fact that the principles of such evaluation were founded between the two World Wars, and rounded up into an unique whole during the postwar period. Continuous improvement of deposit geologic-economical evaluation was influenced by the fact that this evaluation is legitimate, namely, the executors of geologic investigations are obliged to develop a Technical-economic report after the completion of preliminary investigations on the deposit, which actually represents the geologic-economical evaluation of the deposit. A positive Technical-economic report also has the meaning that the deposit will be fully explored and that its exploitation is forthcoming.

Experience on the application of geologic-economical evaluation, compiled in USSR, can also be successfully utilized in Yugoslav practice, particularly having in view the fact that in local conditions such an evaluation has not yet been sufficiently and adequately worked out in practice.

The industrial evaluation of deposits also has a large practical application in the Soviet Union, and it is worked out in detail in works of many Soviet experts.

In USSR, the financial (pecuniary) valuation of a deposit, expressed by an unique synthetic index, still is not in practical use, because none of the suggested methodologies had been accepted, and until recently, a great number of authors were explicitly against, or doubted in the applicability of such an evaluation within socialistic conditions. Among the hitherto set up methodologies, disregarding all imperfections, the one worked out by K. L. Požarickij would meet best the practical requirements. It is expected, in the near future, that the corresponding institutes and institutions in Soviet Union, made responsible to develop an evaluation methodology which could be successfully applied in practice, will complete their task with success. It can be stated in advance that the main principle of the methodology must be based on conditional profitability of the future mine erected on the evaluated deposit, taking in account time as a calculating factor. That will mean an additional affirmation for the methodology of economic (financial) evaluation of mineral ore deposits, presently used in Yugoslavia, which was developed by V. Milutinović.

## Literatura

- Efremov, J. K., 1968: Učet množestvennosti značenij prirodných resursov v geografičeskikh aspektah. — Ocenka prirodných resursov, No. 78, str. 5—16, Misl, Moskva.  
Minc, A. A., 1968: Soderžanie i metody ekonomičeskoj ocenki estestvennyh resursov. — Ibid., str. 16—40.  
Požarickij, K. L., 1957: Osnovy ocenki mestoroždenij poleznyh iskopaemyh. — Gornij žurnal, No. 9, Moskva.

- Pomerancev, V. V. 1957: Elementy predvaritel'nyh promyšlennych ocenok rudnyh mestoroždenij cvetnyh metallov. — Ugletehizdat, Moskva.  
Pomerancev, V. V. 1961: Ocenka rudnyh mestoroždenij cvetnyh i černyh metallov. — Gosgortehizdat, Moskva.

\*) Dr ing. Dejan Milovanović, docent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd.

## Cene nekih primarnih proizvoda rudarstva

Dipl. ekonom. Milan Žilić

Komparacija godišnjih proseka cena nekih važnijih artikala obojenih metala na londonском i njujorškom tržištu 1960, 1965. i 1969. god. sa prosečnim cenama XII/69. i I/1970.

**Njujorško tržište** u \$ po m. t i za Au, Ag, Pt \$ po kg

Proizvodi	1960. prosek	1965. prosek	1969. prosek	Mesečni proseci	
				XII/1969.	I/1970.
Bakar fob dom. rafiner.	705	772	1048	1157	1234
domaće isporuke	715	780	1057	1166	1243
fob export rafiner	659	785	1366	1598	1516
cif Evropa	680	805	1393	1620	1565
Olovo	263	353	328	353	364
Cink	285	320	322	342	342
Antimon uvozni	554	963	2085	5886	oko 7720
Antimon domaći	639	970	1228	1874	oko 2300
Kalaj	2235	3929	3627	3936	3936
Aluminijum	573	540	600	617	617
Magnezijum	711	711	711	711	807
Nikl	1631	1736	2315	2822	2822
Zlato	....	....	1335	1141	1132
Srebro	29	42	58	56	61
Platina-rafinirana	2628	3137	3912	4180	5562

### Londonska berza metala

Bakar prompt	678	1290	1466	1669	1591
tromesečno	658	1187	1426	1634	1563
Olovo prompt	199	317	290	334	319
tromesečno	200	307	289	323	314
Cink prompt	246	311	286	310	297
tromesečno	244	304	289	313	301
Kalaj prompt	2196	3893	3427	3818	3782
tromesečno	2188	3858	3435	3822	3744
Zlato bek. prod.	....	....	1321	1125	1126
Srebro bek. prod.	26	36	58	58	60

**Ekstremi i proseci cena nekih obojenih metala na Londonskoj berzi metala u 1968., 1969. i januaru 1970. godine**

Proizvodi	God. prosek 1968.	1969.			Mesečni prosek za de- cembar 1969.	Januar 1970.		
		Najviša	Najniža	Godišnji prosek		Najviša	Najniža	Mesečni prosek
<b>B a k a r</b>								
Cash vajerbar katode	1237 1221	1761 1733	1203 1199	1466 1448	1699 1669	1652 1641	1551 1539	1600 1591
Tromesečno vajerbar katode	1167 1157	1698 1685	1192 1190	1426 1416	1648 1634	1630 1614	1524 1515	1574 1563
<b>O l o v o</b>								
Cash prodaje Tromesec. prodaje	240 237	343 329	250 252	290 289	334 323	325 322	308 303	319 314
<b>C i n k</b>								
Cash prodaje Tromesec. prodaje	263 262	322 320	265 269	286 289	310 313	302 305	293 297	297 301
<b>K a l a j</b>								
Cash prodaje Tromesec. prodaje	3126 3236	3888 3906	3185 3202	3428 3435	3818 3822	3836 3816	3714 3622	3782 3744
<b>A n t i m o n</b>								
Regulus uvozni 99,6%	...	6377	5920	...		7926	7453	...
<b>Z l a t o</b>								
Berzanske prodaje	1248	1409	1125	1321	1125	1125	1125	1125
<b>S r e b r o</b>								
Cash prodaje Tromesec. prodaje	71 73	66 67	50 52	58 60	58 60	62 63	58 60	60 61

**Izvor podataka**

Metall Statistic, 1969.

Metals Week — Bilteni, 1969—1970.

Metall Bulletin — Bilteni, 1969—1970.

## Rudarstvo antimona u Podrinju

(kraj)

Dr V a s i l i j e S i m ić

### Proizvodi i proizvodnja antimonskih rudišta

U rudarstvu Srbije proizvodnja antimona ima specifičan karakter. Za razliku od ostalih ruda, antimonske rude počele su se otkopavati sa prvim udarcima pijuka i kilavica, bez prethodnih istražnih radova. Prvi vlasnici rudarskih prava, našavši se pred netaknutim izdancima antimonskih ruda, odmah su počeli sa otkopavanjem ruda na najbogatijim nalazištima. Ruda je prebiranjem koncentrisana, prevožena u Šabac i odатle transportovana daљe u inostranstvo. Izvoz antimonske rude ponutan je u zvaničnim dokumentima prvi put za računsku godinu 1871/72. No to ne znači da nije i ranije izvožena, u najmanju ruku 1870. godine. Posle dve decenije pojavili su se na tržištu i ostali proizvodi antimonskog rudarstva kao: krudum, antimon oksid i antimon metal.

R u d e. — Sedamdesetih godina prošloga veka bogate antimonske rude tražene su na tržištu i vlasnici rudarskih prava u Podrinju požurili su da ih unovče. Čim je ko došao do rudarskih prava, odmah je pristupio otkopavanju ruda sa izdanaka. Ruda je pakovana u vrećice i transportovana u Šabac uglavnom volovskom zapregom. Od 1870—1890. godine antimonska rudišta u Podrinju liferovala su isključivo bogatu antimonsku rudu, koja je prema analizama iz 1895. godine imala sledeće količine antimona: 67%, 70,60%, 71,50%, 72,2% i 74,6%. Za ovaj period naročito su privatni vlasnici rudarskih prava izvozili bogate antimonske rude. Ali je to isto radila i država, kada je upravi podrinjskih rudnika ustupila povlasticu Kostajnik, sa koje je M. Binder samo za nekoliko meseci 1889/1890. godine otkopao i prodao 700 tona bogatih antimonskih ruda. Najznačajnije količine antimonskih ruda otkopane su i izvezene do 1891. godine sa terena u okolini Za-

jače i Kostajnika. Od 1890—1918. godine antimonsku rudu povremeno izvoze kako privatnici tako i država. Od 1902—1908. godine registrovan je izvoz antimonskih ruda od 298 tona. Veće količine bogatih antimonskih ruda iz Podrinja izvezene su za vreme prvog svetskog rata i u mađarskim topionicama stopljene sa olovnim rудама. Izvoz bogatih antimonskih ruda nastavljen je i posle prvog svetskog rata. Još 1936. godine izvezeno je iz Krupnja 70 tona antimonskih ruda sa preko 45% antimonita. Po mojim procenama do kraja drugog svetskog rata izvezeno je iz Podrinja oko 2000 tona bogatih antimonskih ruda sa oko 1200 tona metala u rudi. Krajem prošlog veka antimonske rude iz Zajače imale su ovakav hemijski sastav:

	I	II	III	IV
Sb	60,36%	58,38%	63,23%	54,21%
S	29,42 „	28,82 „	30,21 „	25,82 „
Fe	2,21 „	3,11 „	1,11 „	3,31 „
Pb	0,31 „	0,19 „	tr.	0,22 „
Cu	tr.	tr.	tr.	tr.
As	tr.	tr.	tr.	tr.
Nerastv.	8,36 „	10,11 „	6,33 „	15,93%

A n t i m o n s k i o k s i d. — I ovo je jedan od produkata antimonskih topionica u Krupnju i Zajači, koji se pojavljivao na tržištu. Antimonski oksid počeo je da se proizvodi u Krupnju 1890. godine, a u Zajači možda još i nešto ranije. Nepoznato je na koji je način proizvođen oksid u Zajači. Zabeleženo je samo toliko, da je 1890. godine oksid proizveden u Zajači, briketiran pomoću smole i izvožen je u kockama. O količinama proizvedenog oksida za tržište zna se vrlo malo, jer nije uvek registrovana proizvodnja, odn. prodaja. Najviše je oksida za tržište proizvedeno u Zajači. Proizvodnja tržišnog oksida iznosila je po godinama (za koje ima podataka):

1902.	25.387 kg	1904.	72.000 kg
1903.	43.400 kg	1905.	20.000 kg

Po jednoj belešci od 1902. do 1908. godine iz Podrinja je izvezeno 243 tone antimonskog oksida.

**K r u d u m.** — Proizvodnja kruduma u Krupnju počela je kad i proizvodnja regulusa, 1890. godine. Po receptu devedesetih godina prošloga veka, u peć za rafinisanje antimona stavljen je 3% kruduma. Zbog toga je proizvodnja kruduma tekla paralelno sa proizvodnjom regulusa. Prvih godina kao da je proizvođen prirodan krudum. Godine 1891. po krupanjskim vodenicama mlevena je bogata antimonska ruda, koja je verovatno prepričnjem koncentrisana. Kasnije, devedesetih go-

dina, krudum u Krupnju proizvođen je »u cilindričnoj upravinoj mufl-peći na običan poznat način. Antimon krudum većinom je upotrebljavan za prečišćavanje metala, a neka količina, naročito izrađena, prodata je u zemlji«. Nema podataka o tržišnim količinama proizvedenog kruduma. One su sigurno bile neznatne u poređenju sa regulusom. Za poneke godine prodaja kruduma povezana je u statistici sa prodajom oksida. Međutim, proizvodnja kruduma iako je bila neznatna, stalno je prisutna. Još 1939. i 1940. godine u Krupnju je proizvođeno za tržište 2—3 tone kruduma mesečno, uglavnom za vojne potrebe. Više se nije moglo proizvesti, a da se ne osiromaši uobičajena šarža za topljenje ruda.

#### Proizvodnja antimona u Krupnju

u tonama

God.	Rude	% Sb	Metala	Vrednost metala u din.	Napomene
1890.	219	63,29	20,6	24.800	Od 1890—1895. god, zaključno topionica u Krupnju pretopila je 624,8 t ant. rude sa prosečno 63,29% Sb i proizvela 256,2 t regulusa.
1891.	124	63,29	5,5		
1895.		63,29	48	33.281	
1907.			63,6	61.718	
1908.			100	71.299	
1909.			153	81.834	
1910.	1800	20	325	187.753	
1911.	1021	20	169	97.593	
1912.			297		
1913.			260		
1914.			130		
1916.			250		
1917.			725		
1918.			700		
1921.	396		34	218.156	* kruduma ** vrednost rude
1922.	2301		13	135.216	
1923.	535		28	332.240	
1924.	1726		205	1.903.171	
1925.	579		63	629.595	
1926.	740		95	1.240.629	
1927.	1162		149	1.469.889	
1928.	1075		129	986.183	
1929.	695		119	913.726	
1930.	22				
1931.	1191		2*	476.239 **	
1935.	1915	16,5	73	829.723	
1936.	6076	20,6	538	7.297.970	
1937.	7439	18,6	579	7.854.135	
1938.	8775	16,96	549	7.474.984	
1939.	8860	15,9	579		
1940.	10.830	14,6	716		
1941.	5964	13,3	425		
1942.	8041	7,56	187		
1943.	5674	6,48	79		
1944.	2598	6,50	—		

**Antimon metal-regulus.** — Proizvodnja metalnog antimona u Podrinju počela je u Krupnju početkom 1890. godine. To je bilo, u stvari, probno topljenje, u maloj, primitivnoj topionici. Rezultati topljenja ocenjeni su u ono vreme kao povoljni, iako su prilikom topljenja izgubljene sledeće količine metala:

Kod prženja ruda	11,85%
Kod topljenja oksida	10—12%
Kod rafinacije metala	6,5%

Normalna proizvodnja antimona metala u Krupnju počela je tek pošto su »Podrinjski rudnici« dati u zakup Peri Despiću. U Zajači je probna proizvodnja počela 1897. godine i trajala sve do 1901. god. Onda je proradila nova topionica, usavršavana pre toga nekoliko godina.

Antimon metal obeju topionica bio je veoma dobrog kvaliteta i brzo je stekao dobar glas na tržištu. To je i razumljivo kad se zna, da su antemonske rude u ovom delu Podrinja

veoma čiste, sa malo štetnih primesa, osobito arsena. Podrinjski regulus imao je ovakav sastav:

	Krupanj	Zajača
Sb	99,40%	99,52%
Pb	0,25 „	0,11 „
As	0,18 „	0,21 „
S	0,10 „	0,07 „
Nerastv.	—	0,02 „

**Proizvodnja.** — Na priloženoj tablici prikazana je proizvodnja rude i regulusa. Ona ne mora biti sasvim pouzdana, ali to je najbolje što sam u ovome trenutku mogao dati. U Krupnju je od početka 1890. do kraja 1943. godine, kad je prestala da radi topionica antimona, istopljeno 7986,8 t antimona metala. Sav ovaj metal dobijen je sa okolnih rudišta, delom i zajačkih, dok je država imala u svojim rukama zajačke terene. U zajačkim topionicama različitog tipa za vreme od 1897—1944. godine proizvedeno je 6090 tona regu-

#### Proizvodnja antimona u Zajači

God.	Rude	% Sb	Metala	Vrednost metala u din.	СТРУЧНА БИБЛИОТЕКА На посете	u tonama
1890.	700*	60				
1897.			126			
1898.			163	118.919		
1899.			180			
1900.			119	164.339		
1901.	3613	14	243	204.120	* Prđato u inostranstvu kao bogata ruda sa preko 60% Sb.	
1902.	6003	14	304	220.166	Proizvedeno 453 tone ant. oksida	
1903.	3941	12	278	103.047	" 518 " " "	
1904.			400	194.920	" 489 " " "	
1905.			63	79.329	" 72 " " "	
1906.			249	457.672	" 21 " " "	
1907.			112	168.927	" 71 " " "	
1908.			90	62.289		
1909.	—	—	?	—	Nepoznata proizvodnja	
1910.	—	—	?	—	" "	
1916/18.	—	—	200			
1937.	237	8				
1938.	4575	7	352			
1939.	3815	—	651			
1940.	10.122	—	879*		* Od 1940—1944. god. u zajačku proizvodnju metala ušlo je i oko 1000 t metala u rudi iz ruda bujanovačkih antemonskih rudnika.	
1941.	11.517	8,4	588			
1942.	5.507	6	168			
1943.	20.528	—	644			
1944.	13.330	6,22	281			

lusa. Međutim, ovaj metal ne potiče samo od ruda iz zajačkog kraja. U tu količinu ušlo je nešto preko 1000 tona metala u rudi sa bujanovačkim rudišta.

Prema tome, topionice antimona u Krup-

nju i Zajači proizvele su od 1890—1944. godine okruglo 14.000 tona metala. Koliko je antimona metala bilo u ostalim proizvodima antimonskih rudišta teško je reći. Možda od 500—1500 tona.

#### Proizvodnja antimona u Podrinju

u tonama

God.	Rude	Metala	Vrednost metala u din.	N a p o m e n e
1890.	919	20,6	24.800	
1891.	124	5,5		
1895.		230*	33.281	* Metal proizveden u krupanjskoj topionici od 1892—1895. godine
1897.		126	94.500	
1898.		163	118.919	
1899.		180	131.400	
1900.		119	164.339	
1901.	3613	243	204.120	
1902.	6003	304	220.166	
1903.	3941	278	103.047	
1904.		400	194.920	
1905.		63	79.329	
1906.		249	457.672	
1907.		175,6	230.645	
1908.		190	133.588	
1909.		153*	81.834	* proizvodnja Zajače nije poznata
1910.	1800	325*	187.753	" " "
1911.	1021	169	97.593	
1912.		297		
1913.		260		
1914.		130		
1916.		250		
1917.		825		
1918.		800		
1921.	396	34	218.156	
1922.	2301	13	135.216	
1923.	535	28	332.240	
1924.	1726	205	1.903.171	
1925.	579	63	629.595	
1926.	740	95	1.240.629	
1927.	1162	149	1.469.889	
1928.	1075	129	986.183	
1929.	695	119	913.726	
1930.	22			
1931.	1191	2*	476.239	* kruduma
1932.	—	—	—	
1933.	—	—	—	
1934.	—	—	—	
1935.	1915	73	829.723	
1936.	6076	538	7.297.970	
1937.	7676	605		
1938.	13.350	901		
1939.	12.675	1230		
1940.	20.952	1595*		* Ovde je i metal iz bujanovačkih ruda
1941.	17.481	1013		" "
1942.	13.548	355		" "
1943.	26.202	723		" "
1944.	15.928	281		" "

## P r i l o z i

### Načelničestvu Podrinskog okružja

Ja sam 4-tog ovog meseca molbenicu za istraživanje ruda i kopova — kao prosto pravo istraživanja — u okrugu mesta Kostajnika gore rečenom Načelničestvu predao.

Pozivajući se na §§ 12, 13, 14 i 15 Rudarskog Zakona od 15 Aprila 1866 molim sad za dozvoljenje isključivo rude i kopove na 4 sljedućiji punkta istraživati smeti, koje granice sa priloženim situacionim nacrtanju naznačujem.

Potim i uđoletvoriti § 13 rudarskom zakonu primjećavam.

1-vo. Moj punomočitelj koga punomočije i mojoj molbenici od 4 o. m. priložio zove se Đorđe Višnić pritižitelj nepokretnog imanja u Beogradu a ja se zovem Živko Vasiljević trgovac u Zemunu.

2-go Mesta za koja ja isključivo pravo tražim ležu na oblasti mesta Kostajnika u Rađevskom srezu u Podrinskom okružju, tačno naznačenje mesta i njihov položaj jeste u prilogu a i u situacionom nacrtaju naznačeno.

3-će Za oblast mesta Kostajnika su 4 Juna o. g. u jedan isti dan dve molbenice za prosto istraživanje kod Načelničestva u Loznici predate, jedna od dolepodписаног a druga od gospodara Živka Karabiberovića iz Beograda. Dozvelenje do današnjeg dana t. j. do dana kad sam ja predao ovu moju molbenicu za isključivo pravo istraživanja nije jošte nikome dato.

4-to Budući da na sva 4 mesta, za koja ja isključivo pravo istraživanja tražim, antimonijsum se nalazi, i u velikom se kvantu pokazuje. Punkt 1 i 2, kao i punkt 3 i 4, osim njihovog znatnog udaljenja jedan od drugog opet u jednoj liniji ležu, tako da se predpostaviti, da su u sajuzu između sebe, sljedovatno ne može se posumnjati, da to isključivo istraživanje antimonijsuma plodonosno biti neće.

Posao izradivanja biće koje na površini koje kroz šaht (Schächte) i kroz štole (Stollen).

5-to Moj punomočitelj koji u Beogradu živi jest punoletan, nije pod konkursom, tako isto i ja, i oba sa svojom imaovinom slobodno upravljamo, ako je potrebno možemo od nadležne vlasti o tome svedočanstvo nabaviti.

Budući da je moja molbenica za isključivo istraživanje, i naznačenje mog istraživajućeg terena u to vreme predata kada jošte nikome prosto istraživanje odobreno nije, tako se §§ 12 i 14, glava II u prizrenje uzeti ne može, nego naznačenje prvog odseka u § 12 glava II i budući da sva 4 naznačena punkta za istraživanje jedan od drugog udaljeni jesu, tako da za svakog od nas pojedino teren od 1 miliona kvadratnih metara opredeliti se nemože, i budući da punkt 1 i 2, tako isto i punkt 3 i 4 između sebe u sajuzu stoje, to sljedeće da cela ta naznačena okolina jedan sajuzni mineralni teren sočinjava, za to molim knjaževsko srbsko Ministerstvo Financije za dozvoljenje (bez obzira, — na gospodar Živka Karabiberovića sa-

mnom u isto vreme predatu molbenicu) na pravo istraživanja isključivog radi rude i kopova za od mene naznačena 4 puncta, u zakonitom okrugu od jednog miliona kvadratnih metara za vreme jedne godine.

U Lozniči 6 Junia 1870

Živko Vasiljević  
trgovac iz Zemuna

### Opisanje

Položaja terena sa ograničenjem oni 4 puncta, za koji u molbenici za isključivo pravo istraživanja naveo jesam.

Punkt 1. Taj je naznačen na sjevero-vostočnom čošku furune kostajničke iliti Šabine međane 120 metra po kompaskim satu 3 sata 40 minuta mereno.

Od toga puncta naznačujem ja srednju liniju u pravcu po kompaskim satu 11 sati 40 min. t. j. u dužini od 1250 metra vertikalno na tu dužinu mereno, iznosi širina isključivog terena 800 metra, tj. od srednje linije početo meriti, 400 metra vostočno i 400 metra zapadno.

Punkt 2. Taj je naznačen kroz jednu staru pinge (Ping) vostočno od krsta koji na kostajničkom brdu postoji, na glavnom drumu koji od Kostajnika u Krupanj vodi, na brdu Metalka, na dobru Perine Jovića iz Kostajnika.

Naznačena pinga (Ping) sočinjava sredotočje njive koje srednji pravac po kompaskim satu 11 s. 40 m reste 13 s. 20 m meri se, t. j. u dužini od 625 metra južno i 625 metra sjeverno. Širina iznosi vertikalno po pravcu dužine (Länggerichtung) mereno 800 metra t. j. 400 metra vostočno i 400 metra zapadno.

Punkt 3. Taj je naznačen u dolini Podkikom (Podkikom) od srede vodenice Gaje Vučetića, po kompaskim satu 11 s. 40 m, 60 metra mereno. Srednji pravac isključivog terena ide tako isto po kompaskim satu 11 s. 40 m t. j. od naznačenog puncta u dužini u naznačenom pravcu 1250 metra. Širina tog terena iznosi 800 metra t. j. od naznačenog puncta vertikalno po pravcu širine mereno 400 metra vostočno i 400 metra zapadno.

Punkt 4. Taj je naznačen na visini kostajničkog brda gde se krst nalazi pokraj druma koji u Krupanj vodi, po kompaskim satu 6 s. mereno, 250 metra udaljen. Taj punkt sočinjava geometričesku sredu, od koje pravac dužine terena po kompaskim satu 11 s. 40 m. reste 13 s. 20 m. naznačen jest t. j. 625 metra dužine južne i 625 metra sjeverne dužine. Cela dužina iznosi 1250 metra i širina u svemu 800 metra, t. j. po pravcu dužine vertikalno mereno 400 metra vostočno i 400 metra zapadno od srednje linije.

U Lozniči 5 Junija 1870

Živko Vasiljević  
trgovac iz Zemuna

### Gospodinu Ministru Finansije

Zivko Vasiljević trgovac iz Zemuna, podneo je Načalstvu podrinskom pod 6 t. m. molbu sa dva priloga za isključivo istraživanje ruda i kopova u Kostajniku sreza Rađevskog. Pa kako Načalstva nisu nadležna davati odobrenja za isključivo istraživanje ruda, to ono po § 18 zakona rudarskog šilje pod %. Gospodinu Ministru Finansije na rešenje Živkovu molbu sa prilozima.

No. 3372  
8 Juna 1870  
u Loznicu

Za načelnika okružnog  
pomoćnik  
M. Krstić

Na poledini akta napisao je J. Gudović: »Živko Vasiljević iz Zemuna isključ. istraživanje Antimona u Podrinju. On je strani podanik za to na osnovu § 5 zak. rud. da se odbije od tražbine.«

DA. P. O. k 125,160

### Povlastica na obdelavanje antimonskih ruda i ostalih ruda i kopova

U ime njegovog Veličanstva Kralja Srpskog Milana I Ministar Nar. Privrede daje g. Nikoli Milovanoviću, trgovcu iz Beograda, uslijed njegove molbe od 10 Septembra 1884 god. i komisijskog izviđaja i izvešća od 19 Maja 1885 god. K. R. No 333 i na osnovu paragrafa 26, 32 i 34 zakona rudarskog i pošto su ispunjeni svi uslovi paragrafa 31 zakona rudarskog, povlasticu ovu na stodevetnaest rudnih polja, u veličini propisanoj paragrafom 33 zakona rudarskog u celji obdelavanja antimonskih ruda i ostalih ruda i kopova, koje je on odobrenim istraživanjem u niže označenim mestima našao, i prema u prilogu pod %. planu i opisu granica.

Granice ovih rudnih polja utvrđene su kao što se iz priloga pod %. plana i opisa vidi ovako: Za stalne tačke uzeta su dva visa »Ivica« u ataru sela Brštice, označena prirodnim direkom na kome je znak CT—A i »Glavica« u ataru sela Zajače, označena u prirodi sa direkom na kome je znak CT—B. Granični prostor ograničen je linijama koje su označene sa I, II-II, III-III-IV-IV, I.

Granična tačka I leži od stalne tačke A u pravcu 9 h 11° u rastojanju 577 metara, a od stalne tačke B u pravcu 9 h 5° u rastojanju 6123 metara. Granična linija I, II pruža se u pravcu 2 h 6° u rastojanju 1400 metara a prolazi kroz zemljišta Ilije Matića iz Brštice i Gligorija Radića iz Dvorske.

Granična tačka II leži od stalne tačke A u pravcu 3 h 13° u odstojanju 1305 metara a od stalne tačke B u pravcu 8 h 8°, a u odstojanju 5952 metra. Granična linija II, III pruža se u pravcu 20 h 6° u odstojanju 8500 metara a prolazi kroz zemljište Gligorija Radića i ostalih u opisu imenovanih.

Granična tačka III leži od stalne tačke A u pravcu 21 h 5° u odstojanju 8053 mtr., a od stalne tačke B u pravcu 20 h 3° u odstojanju 2571 mtr. Granična linija III, IV pruža se u pravcu 14 h 6° u odstojanju 1400 mtr. a prolazi kroz zemljište privatnih pritjažaoca Aksentija Stefanovića iz Žajače, Jovana Ilića, Steve Tadića i ostalih u opisu granica imenovanih.

Granična tačka IV leži od stalne tačke A u pravcu 20 h 3° u odstojanju 7970 mtr. a od stalne tačke B u pravcu 18 h 5° a u odstojanju 2982 mtr. Granična linija IV, I pruža se u pravcu 8 h 6° u rastojanju 8500 mtr. a prolazi kroz zemljište privatnih pritjažaoca Rade Čirkovića, Živka Čirkovića, Matije Čirkovića i ostalih u opisu granica imenovanih.

Ceo ovaj rudni prostor leži u atarima sela: Brštice, Dvorske, Kostajnika, Zajače i Borine u srezu Rađevskom i Jadranском okrugu podrinskom.

Preduzeće ovo nosiće ime »Kostajnički rudnik« i pod tim imenom zavedeno je u knjigu rudarsku.

Povlastica ova daje se shodno paragrapfu 34 zakona rudarskog na pedeset — 50 — godina, računajući od danas pa do istog dana hiljadu devetstotina trideset i pete godine.

Obdelavaoc ovog rudnika g. Nikola Milovanović, trgovac iz Beograda obvezan je pridržavati se propisa zakona rudarskog, tačno plaćati regalne i ostale rudarske danke i sljedovati zakonim naredbama i propisima rudarske vlasti, kao što i njemu pored dužnosti pripada i uživanje sviju prava koje mu po ovoj povlastici shodno zakonu rudarskom pripadaju.

R. No 333. Desetog Juna hiljadu osamstotina osamdeset pete godine u Beogradu.

Ministar narodne  
privrede

P

Rajović s. r.

Da je ovaj prepis veran originalu jamčim

Vrš. dužnosti  
Nač. rud. odelenja  
inžinjer  
Jov. A. Milojković

Kraljevsko srpsko Ministarstvo

27 sept. 90

Narodne Privrede

Prepis

Rađeno u rudarskom odelenju Ministarstva narodne privrede 20 Maja 1889 g.

Danas prestade rudarskom odelenju Min. Nar. Privrede g. Milan Piročanac, advokat kao punomoćnik nasljednika mase pok. Nikole Milovanovića povlastičara rudnika »Kostajnik« i prilažeći pod %. tri punomoćija izjaviti u ime sviju nasljednika svojih vlastodavaca sljedeće:

Molim g. Ministra narodne privrede da izvoli potvrditi prenos na g. Morica Bindera, trgovca iz Zemuna, povlasticu rudnika »Kostajnik« koja je izdata pok. Nikoli Milovanoviću desetog juna 1885 god. R. No. 333 u granicama i atariima tamo označenim i koja obuhvata: stodevet-

najest rudnih polja, zajedno sa svima u granicama iste koncesije nahodećim se izvađenim rudama, kao i sa svima pravima i dužnostima, koje sa tom koncesijom u svezi stoje i iz nje potiču.

Ovu povlasticu ustupio sam g. Moricu Binderu za trideset hiljada dinara s tim da taksu zajednički plaćamo.

M. Piroćanac s. r.

Overava  
Nač. rud. odelenja  
M. Mihajlović s. r.

Gospodin M. Binder trgovac iz Zemuna, koji je odelenju rudarskom poznat izjavlji sledeće:

Usvajam podpuno gornju izjavu punomoćnika nasljednika mase pok. Nikole Milovanovića, advokata g. Milana Piroćanca i izjavljujem:

Da primam za trideset hiljada dinara s tim da polovinu takse platim, rudnik nazvan »Kostajnik« u okrugu podrinskom, koji se sastoji iz stodelvetnajest rudnih polja i u onim granicama, koje su označene u povlastici, koja je izdana 10. juna 1885. god. R. No 333 pok. Milovanovića, sa svim u povlastici označenim pravima i dužnostima i sa svima izvađenim rudama.

M. Binder s. r.

Overava  
Nač. rud. odelenja  
M. Mihajlović

Prilažemo plan i originalnu koncesiju rudnika Kostajnik i molimo da se po potvrdi prenosa pred g. Binderu, koji će pokazati priznacu na položenu sumu.

M. S. Piroćanac  
M. Binder

Overava  
Nač. rud. odelenja  
M. Mijajlović s. r.

Na poledini akta stoji pisano R. No 554  
20. maja 1889.

Odobravam ovaj prenos rudnika Kostajnik na koji je bila izdata povlastica pok. Milovanoviću na g. M. Bindera trg. iz Zemuna, s tim, da se ovo odobrenje napiše na originalu koncesije i plana, zavede u rudarske knjige na partiju i »rudnik Kostajnik« i taksa u 2500 dinara naplati i kasi na nadležni postupak uputi, pošto moliocima izda priznanicu.

20 V. 1889  
Beograd

Ministar nar. privrede  
St. R. Popović s. r.

Zaveo u knjigu za obdelavanje pod br. 2  
str. 162, 22/V 889.

Beograd

Sv. Dimitrijević s. r.  
DA. MNP. Rudarstvo 1883—1918.

Kr. srp. min. nar. privrede

Rudarsko odelenje

R br. 1580

19. oktobra 1890 god.  
u Beogradu

Gospodin M. Binder obdelaoč Kostajničkog rudnika u okr. podrinskom, po rešenju rudarskog odbora od 6. maja ove godine kažnen je:

1 Na osnovu § 122 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što nije objavio preko zvaničnih novina, da je postao obdelaoč Kostajničkog rudnika;

2 Na osnovu § 125 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što nije imao u okrugu, gde se rudnik nalazi svog punomoćnika.

3 Na osnovu § 126 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, i gubitkom prava na rad eksplotacije rudnika za tri meseca, računajući od 16. maja ove godine, kad mu je rad obustavljen pa do 16. avgusta ove godine, što po propisu § 65 rud. zakona, nije mesta na kojima je radio zagradio i učinio bezopasnim;

4 Na osnovu § 127 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što radnju nije vodio saobrazno § 67 rud. zakona, no je izvestna mesta na kojima je radio ostavljao u stanju, u kome je otežana buduća radnja;

5 Na osnovu § 128 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što po propisu § 71 rudarskog zakona nije na vreme podneo plan radnje za ovu godinu;

6 Na osnovu § 130 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što po propisu § 81 rud. zakona nije propisao nužan red na rudniku; i

7 Na osnovu § 131 rud. zakona sa deset dukača cesarskih, što po propisu § 87 rud. zakona nije svoje radenike odmah pri otpustu isplaćivao.

Ovo rešenje predato je Gospodinu Binderu 7. jula ove godine, on se protiv istog nije žalio i svu je kaznu u novcu platio.

Pod 20. jula ove godine, moj zastupnik sazna da Gospodin Binder, i ako mu je 3 tačkom pomenutog rešenja zabranjen rad eksplotacije »Kostajničkog« rudnika, ipak ovaj eksploratori, i to na način, za koji je bio kažnen, koji mu je zabranjen i koji je protivan propisima zakona rudarskog.

Pošto je o ovome pribavio i zvaničnu potvrdu na osnovu učinjenog izviđaja na licu mesta, to je naredio, da se Gospodin Binderu svaki dalji rad na Kostajničkom rudniku zabranjuje, a na osnovu druge alineje § 111. rud. zakona, odredio je veštačku komisiju za izviđaj o tome: da li Gospodin Binder svojim radovima Kostajnički rudnik eksploratori ili vrši pripreme radeve za eksplotaciju.

Određena komisija, pošto je učinila izviđaj na licu mesta, podnela je izveštaj iz koga se vidi:

1 Da je g. Binder od dana zabrane, dakle od 7. juna kao dana kada je pomenuto rešenje primio, vršio eksplotacione radeve na Kostajničkom rudniku, i ovo je po protokolu saslušanja kod komisije priznalo i sam Gospodin Binder, pravdajući se time što je komisiji podneo jedan telegram, upućen iz Zemuna njegovom zastupniku na rudniku pod 7. Jula, u kome mu naređuje da ne šalje više rude do njegove naredbe, što ovaj nije poslušao već je postupio protivno njegovom naređenju.

2 Da su radovi vođeni načinom, koji je protivan propisima zakona rudarskog, zbog kog je Gospodin Binder bio ranije kažnjen.

Prema ovakovom izvešću komisije moj zastupnik pre nego što bi doneo po ovome rešenje pretstavio je sve izloženo rudarskom odboru i tražio je od njega mišljenje: ima li mesta oduzimanju koncesije Gospodina Bindera kad je i po drugi put pao u krivice kaznime po rudarskom zakonu?

Rudarski odbor u sednici svojoj od 18 ovog meseca rasmotrio je akta o krivicama Gospodina Bindera i dao je mišljenje da Gospodinu Binderu za izložene krivice treba oduzeti koncesiju na Kostajnički rudnik na svagda.

Deleći i sam mišljenje rudarskog odbora s obzirom na to:

1 Što je Gospodin Binder već jednom bio kažnjen novčano a i zabranom rada na eksploataciji za tri meseca, za svoje ranije neurednosti i krivice;

2 Što je produžavani rad eksploatacije vršio bez odobrenog mu plana radnje i protivno pravilima rudarske nauke i zakona, jer je i ovom prilikom propustio da obezbedi sva ona mesta, gde je eksploataciju vršio, a za isto se u ponovljenom slučaju po § 126 rud. zakona oduzima koncesija;

3 Što je vršio eksploataciju rudnika za vreme, u kome mu je pomenutim rešenjem ista zatrudnjena bila;

4 Što je Gospodin Binder svojim postupkom očigledno dokazao, da ovakvim svojim radom i ne vršenjem zakonskih odredaba i naredaba rudarskih vlasti ide na propast Kostajničkog rudnika;

5 Što je neverno podneo izveštaj o radu u prošloj godini u tome, što je prenosne i komisione troškove za prenos rude do pijace gde ih je prodavao stavljaо i suviše velike, a isplate od rudnika do Šapca stavljaо u zlatu, što je neverovatno i time išao na to da oštetи državnu kasu.

To na osnovu § 137 tač. e a s pogledom na § 126 rudarskog zakona kao i sa obzirom na to, što se Gospodin Binder kao obdelaoč Kostajničkog rudnika zadužio u tolikoj meri, da prema dosadašnjim njegovim radovima ne daje nikakve garancije za dalje ozbiljno i po propisima zakona rudarskog obdelovanje Kostajničkog rudnika, može produžiti i korisno rukovoditi, to rešavam: da se Gospodinu Binderu oduzme koncesija na Kostajnički rudnik u okrugu podrinskog na svagda, i da plati kako komisione troškove tako i državi sva potraživanja od njega koja ima plaćati kao dosadašnji povlastičar.

Taksa za ovo rešenje naplaćena je.

Ministar  
K. S. Taušanović

Da je prepis veran svome originalu tvrdi

Sef rud. odelenja  
Jov. A. Milojković, s. r.

2. januara 1892. god.  
u Beogradu

D. A. MNP. Rudarstvo 1883—1918.

## Nastavnici i učenici II beogradske gimnazije u Krupnju i Zajači 1890. god.

»U Zajači odjahasmo u dvorištu stana g. Falkone-a. To je vrlo žilav starac koji je rudarski inžinjer. Probaо je sreću u Majdanpeku, pa i na Kopaoniku, i sada evo ga u Zajači. On je ovde upravnik antimonskih rudnika, koje je za 30.000 dinara kupio neki Binder iz Beča.

Prede se nije znala Zajača. I sam g. Miličević u svojoj »Kneževini Srbiji« veli da je tu izvor Štire i ništa više. Danas je Zajača sa svojim bogatim rudnicima čuveno mesto u celom donjem Podrinju.

Pošto odjahasmo s konja, i pošto se malo odmorimo, podosmo da vidimo rudnike. G. Falkone ponudi se da nas prati. Ali jutrošnje pеšačenje od rane zore učini, da se za ovaj nov a težak put prijaviše samo direktor i Pavlović, a svi drugi ostadoše da se odmaraju u velikoj avliji stana g. Falkone-a. U 10 časova ponovo pojahasmo: direktor, g. Falkone, g. Ćujić i Pavlović, najpre uza Štiru a posle levo naviše uz brdo. Samo ima jedna staza kojom se penje kao uz duvar. Peli smo se tako skoro 1/2 sahata, dokle gore ispod samog vrha nadosmo rudnike gde kopaju. To bejahu novo nadene rude antimona. One su ležale u pustoj planini, gde, valjada, ni ovca ni koza nisu dohodile. Ležale su samo 1—2 metra ispod površine. To su moćne žice antimonita, a vrlo se retko nalazi antimonov oksid. Nepravilno rasturene žice nahode se na kontaktu pomenutoga porfira s krečnjakom. Ruda se vadi sa površine. Rudarski inžinjer g. Falkone ubraja rudonosni krečnjak, po sličnosti sa modričastim vapnacima u Francuskoj, u stare paleozoičke krečnjake, dajući mu najradije ime carcaire devonienne. Mislimo da je ovim suviše daleko oterano s dobom postanka njegovog. Po analogiji s onim što su bečki geolozi uradili sa sličnim tvorevinama u Bosni, najbolje će biti, ako mu se zadrži trijaska starost, kao što je to uradio prof. Žujović u svojoj poslednjoj geološkoj karti.

Da bi transport rude bio što lakši, ona se žarenjem pretvara u oksid, ovako dobiveni preparat cementira se lepkom i daje mu se kockasta forma. Pored lakoće prenosa on ima i tu dobru stranu, što se lakše pretvara u čist metal antimon.

S rudnika Binderovih odosmo u državne, koji su jedva 100 metara udaljeni. Kod Bindera radi u svakom rudnom polju po jedan stručnjak, dokle u državnim rudnicima rade samo seljaci. Na jedan sahat pred naš dolazak beše barut isterao oko jednom radniku i svega ga onakazio. Jadnik izgubio je pre nekoliko godina jedno oko, sad je izgubio i ono drugo! Mi smo ga našli pred kolibom pokrivena čebetom preko glave. Samo je stenjao. Moljaše nas da vidimo jeli mu oko zdravo! Ne mari, veli, ništa, samo da oko ne iskaplje. Drugovi njegovi bejahu poslali za koju, da ga nosi lekaru u Krupanj.

Obišli smo dva rudna polja, pa se vratismo natrag. Umorni i gladni sišli smo u 12 sahati u podne u Zajaču, gde su nas čekali na ručak. Od umora nije se mnogo jelo. Jedva smo čekali

da se odmorimo. Na jednom brežuljku van kućne avlje zaspasmo mrtvim snom.

U dva sahata trebalo se krenuti, jer je Krupanj još daleko. I tačno u dva sahata krenuli smo se iz Zajače. G. Falkone i g. Ćujić pratiše nas dalje, jer je g. Falkone htio da nam pokaže još druga rudna polja. Put je bio prava vratolomija. Išlo se poprečke uz brdo, kao i pre podne; išli smo preko nekih ograda i rupčaga, dokle dodosmo do rudnika, i to opet sasvim novih. Tu smo se dugo zabavili. Za naše učenike, a i za nas sve beše vrlo interesantno gledati kako se ogromno bogatstvo vadi iz zemlje. I sam g. Falkone, svojom neobičnom mešavinom francuskog, nemačkog i srpskog jezika, reče da se vrlo retko nalaze tako bogate rude, kao što su ove u Zajači«.

Prosvetni glasnik 1891. str. 112/13.

### Krupanj

»Po doručku krenemo se put topionice. Tu nas dočeka zastupnik upravnika podrinskih rudnika. On nas je proveo kroz svoju fabriku, gde se dobiva čist antimon. Naši učenici zavirivaju u

svaki budžak, Jovo uze jedan mali, ali lepo krislasi komadić antimonske rude, na kome se vidjahu i kristali pirita. A direktor se zainteresova za lep egzemplar, koji je ležao u gomili rude, što beše spravljen za topljenje. Ali g. upravnik izjavlja, da se bez njegova odobrenja ne sme ništa uzimati. Kakva razlika između ovoga čoveka i g. Falkone-a u Zajači. Ovaj srpski činovnik ne da srpskim dacima malo parče rude, dok on to ne odobri, a g. Falkone uveo nas beše u svoju laboratoriju, gde su ležali najlepši egzemplari, što ih Zajača ima s izjavom: Gospodo, sve ovo stoji vam na raspoloženju. I naši učenici i Pavlović trpali su sve od reda u torbu i zobnicu. Po upravniku krupanjskom mi bi smo došli bez komadića rude u Beograd, ali hvala g. Falkone-u u Zajači i g. Aksentiju Jokiću, učitelju u Krupnju, koji nam dadoše lepe egzemplare rude.

Topionice krupanske su oblika običnih lebarskih peći. Proizvodi što ih one daju lepi su, ali se pri njihovom spravljanju mnogi materijal izgubi«.

Prosv. glasnik 1891. str. 114.

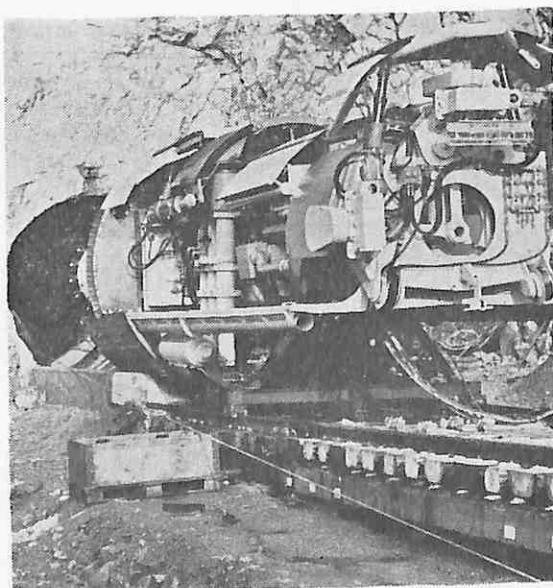
### Literatura

1. Ampferer O. u. Hammer W., 1917: Erster Bericht über eine 1917 im Auftrage und auf Kosten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften ausgeführte geologische Forschungsreise in Nordwestserbien. Sitzungsberichte d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wein. Math. narurwiss. Kl. Bd. 126, H. 9. Wien.
2. Ampferer O. u. Hammer W., 1918: Erster Bericht über eine 1918 etc Sitzungsberichte Bd. 127, H. 8, 9. Wien.
3. Antula D., 1900: Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji, Beograd.
4. Antula D., 1905: L' industrie minérale de Serbie. — Rudarski glasnik III, sv. 3—5, Beograd.
5. Antula D., 1911: L' industrie minérale. La Serbie à l'exposition universelle de 1911 à Turin, Beograd.
6. Atanacković M., 1892: Izveštaj uprave podrinskih rudnika u Krupnju za god. 1890—1891. — Godišnjak rud. odelj. I, Beograd.
7. Atanacković M., 1892: Putne beleške i razna druga posmatranja prilikom istraživanja ruda za parisku izložbu godine 1888. — Godišnjak rud. odelj. I, Beograd.
8. Beck R. u. Fircks W., 1900: Die Antimonlagerstätten von Kostainik in Serbien. — Zeitschr. f. prakt. Geologie.
9. Bilharc 1905: Eksperimente stranih stručnjaka o srpskim rudnicima. Izvod iz izveštaja g. Bilharca o njegovoj rudarskoj eksperimenti u Srbiji iz godine 1898. — Rud. glasnik III.
10. Blagojević M., 1907: Izveštaj o radu rudarskog odeljenja za nekoliko prošlih godina. — Rudarski glasnik.
11. Ray D. A., 1921: The geology and mineral resources of the Serb-Croat-Slovene State, London.
12. Doepter C., 1916: Die Mineralschätze der Balkanländer und Kleinasiens, Stuttgart.
13. Doepter C., 1917: Über einige Erzlagerstätten Serbiens. — Zeitschr. f. prakt. Geol.
14. Doepter C., 1918: Einige Bemerkungen über serbische Erzlager. — Mont. Rundschau Jahrgang X, No 2.
15. Žujović J., 1893: Geologija Srbije I, Beograd.
16. Ilić P., 1903—1904: Građa za rudna ležišta u Srbiji. — Rudarski glasnik I, I. Beograd.
17. Ilić P., 1909: Brasina. Beleške o istražnim radovima. — Godišnjak rud. odelj. II, Beograd.
18. Ilić P., 1905: Revizija rudnika u Srbiji. — Rud. glasnik.
19. Jovanović J., 1904: Bergbau u. Bergbau-politik in Serbien, Berlin.
20. Kanitz J., 1909: Das Königreich Serbien und das Serbenvolk von der Römerzeit bis zur gegenwart, I. II. Leipzig.
21. Karić V., 1887: Srbija. Opis zemlje, naroda i države, Beograd.
22. Knobenhauer B., 1901: Gutachten über den Erzbergbau und das Mineralvorkommen im Krupanjer Distrikt in Serbien.

23. Leko M. Anović B., 1892: Tehničke analize nekih srpskih ruda. — Geol. anali Balkan. poluostrva knj. III, Beograd.
24. Liessner und Eichelte, Über die Verhüttung von Antimon monerzen in Krupanj, während des Weltkrieges. Metal u. Erz 1922, H. 16, 17.
25. Loczy L. jun., 1918: Beiträge zur Geologie Westserbiens. — Földtani Közlöny Bd. 48. Budapest.
26. Loczy L. sen., 1924: Geologische Studien im westlichen Serbien Berlin.
27. Marić M., 1867: Naši rudnici. Srbija.
28. Milićević M. Đ., 1876: Kneževina Srbija, Beograd.
29. Milojković J., 1908: Revizija rudnika u Srbiji 1903. god. Podrinski rudnici. — Rudarski glasnik.
30. Milojković J.: Pregled rudarske proizvodnje za vreme od 1898. do 1908. god. God. rud. odelj. III, Beograd 1910.
31. Milutinović D., 1877: Industrija i njeni činioci u Srbiji, Novi Sad.
32. Ohnesorge A., 1914: Die Antimonglanzvorkommen in Nordwestserbien. Jahresber. d. Freiberger geol. Ges. Freiberg.
33. Pavlović S., 1937: Izveštaj geološkog instituta za 1937. godinu.
34. Pančić J., 1867: Mineralogija i geologija po Naumanu i Bedantu, Beograd.
35. Pietsch O., 1918: Über die serbischen Antimonerz Lagerstätten etc. — Zeitschr. f. prakt. Geologie.
36. Pietsch O.: Über die serbische Blei- und Antimon Lagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1918.
37. Savić Lj., 1936: Naše rudarstvo antimona. Rud. top. vesnik 1936. Preštampano iz Vremena.
38. Simić V., Pavlović S., Izveštaj direktora geološkog inst. za 1937. god.
39. Simić V., 1951: Istorijski razvoj našega rudarstva, Beograd.
40. Slavik F., 1908: Über die Mineralien von Kostajnik in Serbien. Vestnik IV sjezd prirodoslovca a lekaru českých v Praze.
41. Strack R., 1920: Die Antimonlagerstätten des Krupanjer Revieres in Westserbien. — Mont. Rundschau, Bd. XII.
42. Šimek A., 1909: O sile z Kostajnika v Serbsku. — Rozpravy české akademie etc. Roč. XVIII. Prag.
43. Cvijić J., 1924: Geomorfologija knj. I, Beograd.
44. Ćukić K. Protokoli nar. skupštine za 1867. god.

## Nova oprema i nova tehnička dostignuća

### „Atlas Copco“ preporučuje



#### Mašina za izradu tunela u tvrdoj i abrazivnoj steni

Ovaj jedinstveni tip za izradu tunela firme Atlas Copco i u tvrdom i abrazivnom materijalu radi po takozvanom postupku sa podrezivanjem. Mašina se u osnovi veoma razlikuje od svih konkurenčnih fabrikata, jer je za nju potrebna mala energija za rezanje stena u srazmerno velikim komadima. Ona ih ne pulverizira, jer bi zato bila potrebna velika snaga.

Pomenuti postupak omogućuje da se rade i drugi profili tunela a ne samo okrugli, dok je gama tih profila obimna.

U stenama sa podzemnom vodom ta voda ne predstavlja nikakvu smetnju. U vodi dubine veće od 60 cm mašina radi bez ikakvih teškoća na radilištu. Kako se tom mašinom upravlja? Vrlo lako, zahvaljujući malom pritisku na čelu. Odstupanja od proračunate linije su bila stvarno minimalna.

Mašina na stazi dugačkoj 800 m, a u tvrdom abrazivnom stenu, odstupa od pravca za samo 4 cm.

Dužina mašine iznosi 3,6 m.

»Atlas Copco« RP 69.

S. Š.

### Mali »džinovi« utovarači za rad u jami

Za težak rad u jami postoje dva »mala džina« — utovarača. To su mašine koje posluže samoj jedan čovek, i koje uprkos teškim uslovima obavljaju utovar, a da im nije potrebno zaustavljanje zbog zamora. Ti utovarači igraju veliku ulogu kod izvršenja jednog projekta, gde se radi danonoćno; ne prodire duboko u zemlju.

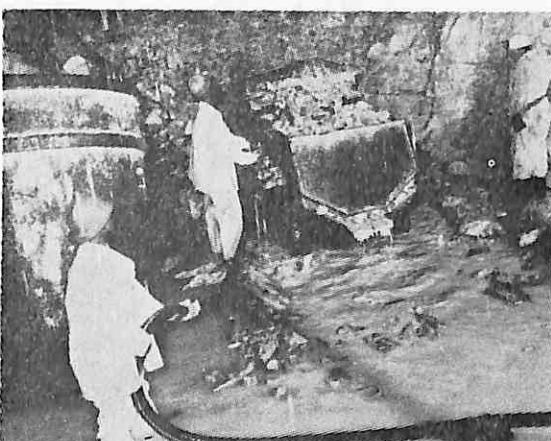
Jedan od malih džinova je i »Atlas Copco Cavo 310«, utovarač-prevrtač, koji je firma Cementation Company (Africa) Limitel uključila u posao produbljavanja okana u jami Western Areas.

Cementation Company je bila obavezna da izradi vertikalno okno prečnika 7,3 m.

Cetrtnaest stanica će biti pripremljeno miniranjem, na rastojanju 76 m jedna od druge; tu će raditi obe Cavo utovarača-prevrtača. Kada okno dostigne visinu krovine, počinje bušenje bočnih zidova okna. Istovremeno se okno i dalje spušta, sve dok podina predviđene stanice ne iznosi najviše 3 m.

Bočni otvori se na ta 3 m i dublje buše.

Posle toga okno se za oko 6 m dalje produbljuje.



Prethodno bušene rupe za stanice se otpučavaju, a okolni masiv upada u dno okna. Počev od stanice izraduju se tri hodnika od po 6 m dužine, a materijal koji se ovde pojavi otpucavanjem, ubacuje se isto tako u okno.

Polip-hvatalica kapaciteta  $0,5 \text{ m}^3$ , koja se koristi za spuštanje zatpanog nivoa okna, utovaruje stene u izvoznu korpu od 8 tona i time oslobađa stanicu, sve dok se materijal koji leži u

oknu ne izveze i nivo izravna sa podinom preko kojeg tada Cavo utovarač-prevrtač može da transportuje od jednog do drugog hodnika.

Cavo utovarači-prevrtači su spušteni u stanicu i upućeni u hodnike. U pomenuta 3 hodnika otpucavanje se vrši naizmenično. Cavo utovarači-prevrtači transportuju po  $1\frac{1}{2}$  tonu stena, a naizmenično odnose materijal na kraj hodnika i istovaruju ga u okno, odakle se odnosi polip-hvatalicom. Hodnici dostižu dužinu od 13 do 33 m i to računajući od sredine okna.

Cavo 310 ima niz prednosti u odnosu na tradicionalne guseničare-utovarače koji se koriste u te svrhe. Ne samo da je Cavo brži, već su i njegovi troškovi po jedinici manji, dok potrošnja komprimovanog vazduha iznosi samo polovinu od one količine koja je potrebna za guseničare-utovarače. Sem toga, i troškovi održavanja, uračunavajući i pneumatičke, su povoljniji u odnosu na guseničare-utovarače.

Pregled i periodične sitne opravke na Cavo utovaračima-prevrtačima se obavljaju prilično jednostavno i to u jami prilikom podgrađivanja stanice. Po završetku svake stanice Cavo se izvuče iz jame, temeljito pregleda i obavi opravka.

Saradnja i iskustvo su neophodni za uspešan rad personala koji obavlja taj posao, a koji je stalno izložen problemima i opasnostima, i u neprekidnoj borbi je sa vremenom trajanja rada.

Velika brzina Cavo utovarača-prevrtača, njegova stabilna konstrukcija i pouzdan rad su važni faktori sa kojima je iskusni personal više nego zadovoljan.

»Atlas Copco« RP 69.

S. Š.

### Mehanizovana bušenja metodom punog profila

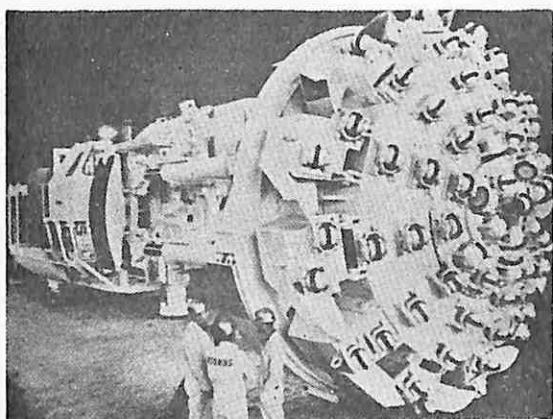
(P. Barendsen)

Bušenje okana u nekim nemačkim i holandskim rudnicima počelo je još 1920. god., ali je zbog teških uslova tada zamenjeno metodom zamrzavanja.

Trideset godina kasnije (1950) veliki broj okana je u Kanadi bušen rotacionim dletima, a bušenje je bilo često kombinovano sa zamrzavanjem. Okna u USA su uglavnom bušena za nuklearne probe Komisije za atomsku energiju ali i rudnici su počeli da koriste taj način bušenja jer se često njime mogu smanjiti troškovi. Do kraja 1967. god. u USA je ovom metodom izbušeno 37.000 km okana čiji su se prečnici kretali od 1,5 m do 3,6 m. Najdublje okno koje je izbušeno do danas ima dubinu 1.950 metara.

Većina pomenute opreme ima pogonsku snagu od najmanje 3.000 KS (dizel-električni agregati). Dizalice su konstruisane za opterećenja do 900 tona, a bušaće cevi imaju prečnik od 300 mm. Bušača glava (rotaciono dleto) iziskuje 250 tona težine za prečnik okna od 3,3 m. Time se odstu-

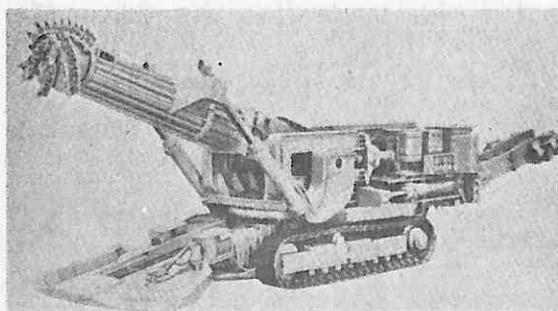
panje od vertikale ograničava na 0,05 procenata. Brzina bušenja okana ovog prečnika iznosi oko 10 metara za dan. Trajanje alata, blagodareći uvođenju zaptivenih dleta sa podmazivanjem, povećalo se od 30 časova, pre 5 godina, na 200—300 časova.



**Bušenje povlačenjem alata nagaore** je imalo najviše uticaja u rудarstvu. Više od 40 jedinica je proizvedeno od kako je ova metoda uvedena 1962. godine, a 30 jedinica su aktuelne u aktivnoj službi. One se koriste na 3 kontinenta a uradile su oko 280 bušenja. Pioniri su bili James S. Robbins i drugovi.

Njihova jedinica 41-R, isprobana u Švedskoj, postala je standardna u USA, Kanadi i Južnoj Africi za  $\phi$  do 1,2 m. Model 61-R je pogodan za  $\phi$  do 1,8 metara.

Drugi proizvođači, kao Security, Hughes Tool, Wirth, u Japanu i drugi, razvijali su i dalje ove vrste mašina.



**Bušenje tunela metodom punog profila u tvrdoj steni.** U ovu grupu spadaju mašine:

— koje u svakom momentu ostvaruju puno čelo a kontinualno napreduju (full face tunelling machine),

— koje dejstvuju reznom glavom manjeg prečnika od poprečnog preseka, a ne napreduju kontinualno.

Sve ove mašine (sem Ingersol-Rand koja radi na principu push-pull) rade na principu pilot bušenja, prečnika 250 do 300 mm, koji se zatim proširuje razvrtačkim alatom do finalnog prečnika.

Najveći broj takvih bušenja iznosio je oko 90 metara dužine, dok je u Kanadi postignuto preko 195 m. Rekord nosi Anaconda Butte sa prečnikom 1,8 m i 222 m dužine. Ova bušenja se normalno vrše pod nagibom od 45° do 90°.

#### Prednosti izrade tunela sa punim profilom

**Sigurnost:** cirkularni presek je veoma otporan prema spoljnjem pritisku.

**Prskanje usled ekskavacije:** ovo se smanjuje od 20—30% na 5% manje.

**Rad:** smanjuje se i do 40%, a radna snaga do izvesne mere može biti sa nižim kvalifikacijama.

**Transport:** može se koristiti kontinualan transportni sistem.

**Brzina napredovanja:** iskorišćenje vremena je bolje. Izrada punog profila je efikasnija i za tvrde stene, a naročito u rasponu prečnika od 2,1 m do 6,0 m.

#### Nedostaci izrade tunela sa punim profilom

**Investiranje kapitala:** može se koristiti samo za tunele sa minimumom dužine koja je određena prema prečniku.

**Isporuka mašina:** od 9 do 18 meseči, što može da stvori kritične situacije.

**Pouzdanost:** javljaju se prskanja prilikom ekskavacije. Menjanje alata odnosi više od 60% raspoloživog radnog vremena. Potrebni su kvalifikovani električari i hidrauličari.

**Iskustvo:** pokazalo se da postoji veliki tehnički i finansijski rizik.

#### Zaključci

Izrada tunela punim profilom se dalje razvija: nedostaci će se smanjivati, a preimutstva će sve više da se ispoljavaju.

Članak obrađuje i tvrdoču stenu, zatim troškove, kao i predviđanje troškova za izradu tunela i grafički ih prikazuje.

Reprint No 7068 »Atlas Copco«.

S. Š.

## Nilos na sajmu u Zagrebu

### Specijalni NILOS uredaji za opravku gumenih traka

Transportne trake predstavljaju skupe uređaje u rudarstvu. Njihova ekonomičnost dolazi do punog izražaja, ako su zastoji u radu, prouzrokovani oštećenjem trake, svedeni na najmanju meru.



Firma NILOS GmbH Förderband — Ausrüstung iz Düsseldorfa razvila je i tokom svog dugogodišnjeg rada usavršila jedan brz i efikasan postupak otklanjanja oštećenja na transportnim trakama (reparturni postupak NILOS-KALT).

Ovaj postupak ima široku primenu na površinskim kopovima i u rudnicima. NILOS-KALT postupkom vrši se opravka i spajanje trake hladnim putem, a da se pri tome traka ne skida i ne opterećuje teškim pločama ili presom. Postupak je veoma ekonomičan, jer koristi samo nekoliko vrsta materijala pri opravci i spajajući trake. Potrebna čvrstoća kidanja nastaje već jedan do dva sata posle izvršene opravke. Za sve vrste opravki na trakama sa tekstilnim ulošcima upotrebljava se rastvor KL, koji se priprema mešanjem deset delova rastvora L (crni rastvor za lepljenje) i jednog dela rastvora UM (crvenasti katalizator zgušnjavanja) neposredno na licu mesta. Sa odsečenog mesta odstranjuje se gornji sloj gume, ohrapavi i premaže rastvorom KL. Na to mesto prilepi se Nilos-ov specijalni materijal, skrojen prema dimenzijama odsečenog sloja gume. Pritiskom valjka materijal se poravnava sa površinom transportne trake.

Za trake sastavljene od umetaka veštačkih tkanina, kao i za trake u jami, upotrebljavaju se posebni lepljivi rastvori.

Prednost NILOS-KALT postupka je u tome, što su svi materijali, koji se koriste za opravku, sastavljeni od istih sirovina od kojih je napravljena i transportna traka. Zbog toga se trake, popravljene NILOS-KALT postupkom, mogu kasnije kod generalne opravke vruće vulkanizirati.

U opremu trake ulaze i stezaljke za privlačenje krajeva transportne trake kod beskrajnog spajanja trake, koje se vrši na isti način, s tom razlikom što dužina stepeničasto pripremljenih krajeva tekstilnih uložaka zavisi od jačine uložaka u traci. Što je veća jačina uložaka, to je duži stepeničasti rez. Posle sušenja premaza obe preklopne strane oblažu se NILOS veznom pločom i valjaju od sredine prema ivicama trake.

Ručni sanduk za alat, ukupne težine od 8,6 kg, sadrži neophodan alat potreban za vršenje opravke na traci. Predviđa se izrada većeg sanduka u kome bi se pored alata, nalazio i potreban materijal za vršenje opravke na licu mesta.

U već pomenutu opravku ulaze i spojke NILOS, stezači, specijalni ručni vitao, spojna užad, klešta za izvlačenje trake, držači trake, merne sprave i aparati za spajanje.



Spajanje i opravku trake mogu da vrše i specijalizovane ekipе koje se nalaze u predstavništvu firme NILOS.

Kako je potreba za održavanjem transportnih postrojenja sve veća, firma NILOS je izra-

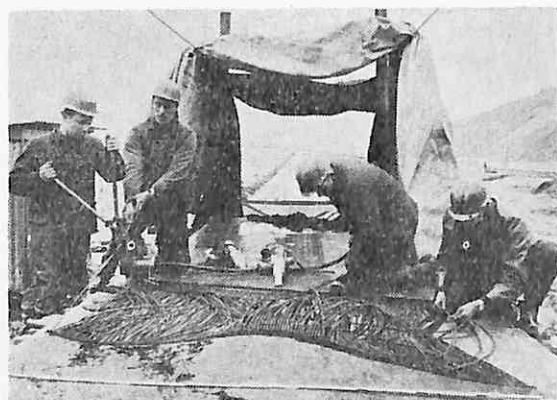
dila širok program alata i uredaja za vulkaniziranje, koji obuhvata aparate za razne transportne trake širine do tri metra.

Tokom svog 30-godišnjeg iskustva na razvijanju čvrstih delova izrađenih od lakog metal-a firma je pronašla konstrukcije koje se mogu ručno premeštati i montirati na bilo kom mestu duž transportne trake.

Pojedine vulkanizacione ploče rombičnog ili pravougaonog oblika izradene su u standardnim veličinama. One su veoma otporne i ne podležu krivljenju. I pored male sopstvene težine poseduju znatnu čvrstoću na savijanje. Tipski program NILOS rombičnih ploča je tako izrađen da se čitava širina trake pokriva samo jednom pločom. Kombinacije vulkanizacionih ploča dolaze u obzir samo duž transportne trake, kako bi se izbeglo stvaranje uzdužnih pukotina.

Vulkanizacione ploče opremljene su normalnim spojnim uklopnim uredajem za priključivanje pod naponom od 500 V. U njemu se nalaze odvojeno zemljovod i vod za kontrolu instrumenta. uredaj se može dopuniti mernim instrumentima i instrumentima za upravljanje.

Postoje specijalne konstrukcije za pogone u kojima može doći do eksplozije. Ovi uredaji opremljeni su instrumentima za automatsko podešavanje temperature i imaju sigurnosno-zaštitne uredaje.



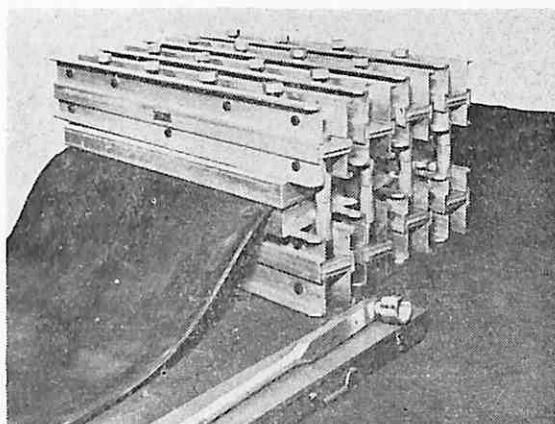
Vulkanizirani uredaji su univerzalni i podešeni za sve vrste transportnih traka. Oni su po red topotnih, opremljeni i rashladnim sekcijama i kao takvi mogu biti upotrebljeni za vulkaniziranje PVC transportnih traka u jami i na površini. Hlađenje ploča izvodi se vodom.

Svi vulkanizacioni uredaji opremljeni su mehaničkim ili hidrauličkim traversama. Ove tra-

verze, takođe, imaju laku konstrukciju i nose naziv NILOS-hidrotraverze i NILOS-vretenaste traversze.

Postoje kompletne serije alata i ekipa montera za izvođenje radova na vulkanizaciji traka.

Sem toga, postoje detaljna uputstva za izvođenje različitih opravki na trakama.



NILOS-vulkanizacioni uredaji, zbog svoje lage konstrukcije, solidnosti izrade, kao i pokretljivosti i prilagodivosti, naišli su na široku primenu u svim preduzećima koja se bave izradom transportnih traka.

Osim navedenih postupaka firma NILOS razvila je čitav sistem spajanja krajeva transportnih traka koji mogu odolevatи najgrubljim uslovima rada u jami i na površinskim kopovima. Tu spadaju NILOS RS kukaste veze DBP, koje predstavljaju novu vrstu spajanja sa prsteno zatvorenim sidrenjem. Ove veze su naročito zgodne za spajanje traka koje sadrže uloške visoke čvrstoće.

Velika čvrstoća RS kopči postignuta je njihovim transcendentnim razmeštajem, gde duži krak kopče pokriva kraći i tako stvara sistem čvrsto usidrenih grupa kopči na relativno malom prostoru.

NILOS RS spojne kopče su dvostruko prsteno zatvorenim sidrenjem, pričvršćene na krajevima trake. Prostor između ova kraja trake je tako tesno izračunat, da posle uvođenja NILOS igle spojeno mesto ostaje zaptiveno.

Sve ove specijalne uredaje firma NILOS izlaže na Proljetnjem međunarodnom zagrebačkom velesajmu, koji se održava od 18—26. 4. 1970. godine.

I. G.

### Zub na ekskavatoru za brazdanje (ripper tooth)

Firma Ruston — Bucyrus Ltd. konstruisala je zub za brazdanje koji ima veliki učinak i primenjuje se u radu na stenama. Zub se stavlja na 20-H i 30-H hidraulične ekskavatore Hydrohoe. Korišćenjem ripera mogu se tvrde stene ili beton brzo pripremiti za otkopavanje na mestima gde miniranje nije dozvoljeno.

A 20-H je opremljen uredajem za brazdanje u dubinu od 762 mm, sa hodom dužine 4,88 m, dok je A-30 H opremljen istim uredajem i može da vrši brazdanje na dužini od 5,5 m.



Novi Ruston Bucyrus riper je izrađen od visoko legiranog čeličnog liva sa kovanim »kljonom« od čelika, čiji se šiljak može zamjenjivati (on je napravljen od H&L čelika). Za rad na tvrdom i abrazivnom terenu koristi se jedan štitnik kraka, koji se, kao i šiljak, vrlo lako skida bez upotrebe specijalnog alata.

Konstrukcija novog ripera je tako podešena da daje maksimum prodiranja u širokoj oblasti raznih vrsta stena, masiva itd.

»International mining equipment«, sept/oct. 1969, str. 6.

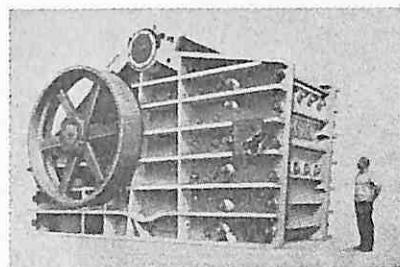
S. Š.

### Čeljusna drobilica sa dve raspone ploče velikog kapaciteta

Firma Pegson je izradila prvu drobilicu sa dve raspone ploče 72"×54", na valjkastim ležištima, najveću dosad izrađen u Velikoj Britaniji, i nedavno je isporučila Švedskoj.

Ta drobilica ima kapacitet 165 t i sledeće glavne dimenzije: visina — 4,35 m; širina — 4,2 m; dužina — 6,6 m. Ona postaje osnovna stanica u ultra modernom kamenolomu u Malmö-u.

U ovu drobilicu su uvedene mnoge nove karakteristike u cilju pojednostavljenja rada, službe i održavanja. Nova konstrukcija ima široku mogućnost podešavanja sloganova čeljusti i visok stepen korišćenja delova koji se troše, jer se prebacivanjem istih sa jednog mesta na drugo sve koristi, a lagerovanje rezervnih delova svodi na minimum.



Naročiti uredaj za dizanje omogućuje zamjenjivanje delova — ispod drobilice nalaze se kolica na koja se mogu spustiti kolena i izvući iza drobilice.

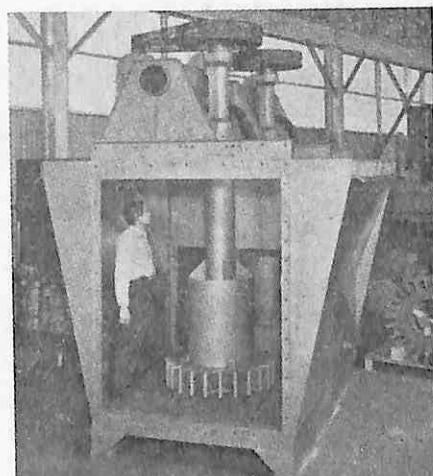
»International mining equipment«, sept/oct. 1969. str. 14.

S. Š.

### Flotaciona čelija velikih razmara

Značajan napredak u tehnici flotacije predstavlja flotaciona mašina od 7,4 m<sup>3</sup>, koju je konstruisala firma Denver equipment Co (1400 17 th St. Denver, Colorado 80217).

Denver smatra da nije ekonomski opravданo često instaliranje velikog broja malih čelija, da bi se zadovoljile potrebe visokotonažnog kola mlevenja u postrojenjima sa velikom tonazom.



Utovarači SCOOPMOBILE imaju pogon na sva četiri točka, koji imaju planetarne glavčine, pri čemu je obrtni momenat na točkovima veći, što je značajno pri uslovima kad je potrebno maksimalno iskorišćenje snage.

Najveći model SCOOPMOBILE utovarača točkaša je model 1200, koji ima 3 veličine kašike:  $5,05\text{ m}^3$ ;  $6,42\text{ m}^3$ ;  $7,65\text{ m}^3$  — kada je gornja površina poravnata, a  $6,12\text{ m}^3$ ;  $7,65\text{ m}^3$ ;  $9,18\text{ m}^3$  — kada je nagomilano materijala.

Kašika ima uloške protiv abrazivnog dejstva materijala.

S. Š.

#### Automatizovani izvozni sistem na podešavanje ne iziskuje više kablove ili vodice

Raise Incorporated je ostvarila potpuno novu konцепциju za podzemni izvoz i usavršila ga. Ceo sistem se može postaviti u jedno odeljenje uskopa ili okna, bez dodavanja spoljne mehanizacije za izvoz, bez kablova, vodica ili prolaznog hodnika.

Taj sistem je nazvan »Heede 4000«, a na slici je prikazan u montiranom stanju na tlu, kako bi se mogli videti sastavni delovi. Sistem »Heede 4000« je potpuno automatizovan i jedna je celina, a sastoji se od potpornog tornja metalne rešetkaste konstrukcije u kojoj su smeštene vodice, kablovi, protutegovi i koš za ljude. Pogonske mašine se nalaze na vrhu potpornog tornja, kao i glavne komande.



Ubrzanje, sa teretom od 1800 kg (4000 funti) ili 12 ljudi, je vrlo meko u ovom sistemu, u kojem se postiže brzina od oko 106 m/min.

Koristan teret može biti raznovrstan: ljudi, materijal ili jalovina, već prema skipu koji je postavljen.

Najveća pažnja posvećena je sigurnosti ljudi, pa su u tom cilju podešeni svi uređaji: automatsko i meko kočenje i zaustavljanje, potpuno zatvaranje vrata sa sigurnosnim uređajem na njima, granični prekidači koji tačno podešavaju dovođenje poda koša sa radnom ravni.

Lestve za slučaj opasnosti smeštene su na svaka 3 metra u tornju, lako su pristupačne i služe kao prolazni hodnik. Konstrukcija je takva, da omogućuje lako postavljanje instalacija, a od rudarskih radova u pripremnoj fazi potrebno je samo da se izradi okno, dok je sve ostalo u tornju. Time se mnogo dobija u prostoru i vremenu.

Početni troškovi za ovaj sistem su manji u poređenju sa opremom za automatski vitao sa dobošima, a naročito za udaljenosti ispod 300 m. Uštede se postižu i manjim brojem zaposlenih na uređaju: nije potreban mašinista i signališta.

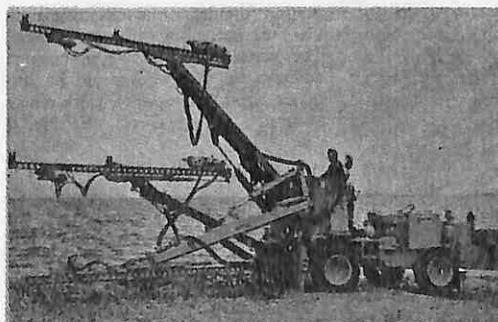
S obzirom da je koristan teret kontrabalansiran, upotrebljava se motor od svega 30 KS, dok je prostor i rad na instalaciji sveden na minimum.

»World Mining«, january 1970, str. 57

S. Š.

#### »Rotaboom« firme Tampella popularna za rad u rudnicima i tunelima

Na slici je prikazana zglobozna jedinica sa više radnih organa i dve montirane katarke za bušenje »Rotaboom« i jednom katarkom za podsecanje i poravnavanje.



Preko 200 takvih jedinica RP 625 je prodato u celom svetu u roku od 30 meseci od kako se pojavila na tržištu, a proizvela ju je finska firma Oy Tampella AB.

Tip RP 625 ima sledeće osobine: mrtav prostor ne postoji, za izradu tunela u krivinama nije potreban nikakav dodatni pribor, prilikom bušenja paralelnih rupa dirigovanje pravca kretanja se podešava da pravac bude paralelan sa rotacionom osovinom katarke.

Ove jedinice su veoma popularne.

Demontiranje katarke sa šasije, radi transportovanja, vrši se brzo, a montaža je na licu mesta, jednostavna i laka.

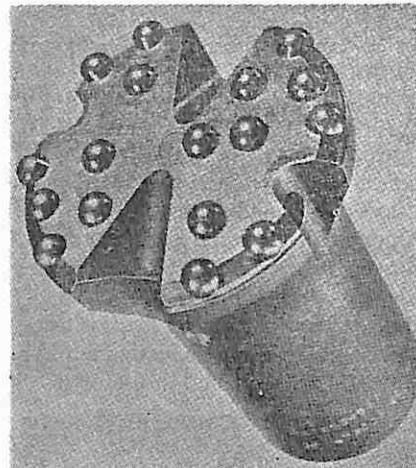
»World Mining«, january 1970, str. 57

S. Š.

#### Poboljšana bušaća kruna sa usadenim karbidima — povećan efekat bušenja u dubinu

Posle niza probnih bušenja u granitu, jednog kamenoloma u Leicestershire, firma L&V (Mining & Engineering) Limited je uspela da ostvari poboljšanu verziju svojih »RIPLOY« bušaćih kruna sa usadenim karbidima.

Novom bušaćom krunom može se bušiti dublje nego standardnom bušaćom krunom (nova kruna — 900 m, a standardna — 240—300 m). Oštrenje nije potrebno. Sem toga, ona može raditi u široj oblasti i pod raznim uslovima.



Novi proizvod, sa višestrukim usadijanjem karbida, posle dve godine istraživanja, a u licenci Hughes Tools Co — Texas, pokazao je vrlo značajno prodiranje kroz stene. Zahvaljujući uvodenju novog oblika — ivica na volfram karbitnim umecima — postignuto je brže i efikasnije prodiranje nego standardnim tipovima.

Novim bušaćim krunama, koje su testirane u Cliff Hill-u, izbušeno je 160 m, brzinom koja je za 20% veća od one, koja se postiže standardnom bušaćom krunom.

»World Mining«, january 1970, str. 63.

S. Š.

### Prikazi iz literature

**Autor:** N. A. Syrodoev

**Naslov:** Pravo i mineralne sirovine (Pravoj režim nedr), str. 167.

**Izdavač:** »Juridičeskaja literatura«, Moskva, 1969.

Rad N. A. Syrodoeva predstavlja interesantnu, veoma kvalitetnu i kompleksnu analizu niza problema koji se javljaju u rudarskom zakonodavstvu u vezi sa istraživanjem, eksploatacijom i korišćenjem najraznovrsnijih mineralnih sirovina. Ako se istakne i to da u svetskoj, posebno sovjetskoj literaturi, ima veoma malo publikovanih radova koji tretiraju navedene probleme, knjiga dobija još više u značaju.

U uvodnom delu istaknut je značaj mineralnih sirovina za ekonomiku svake zemlje, kao i nepobitna činjenica da se sa njima mora racio-

nalno, ekonomično i domaćinski postupati, jer su to iscrpljiva i neobnovljiva prirodna bogatstva. U svetu ovoga i rudarsko zakonodavstvo ima specifičan položaj i ulogu.

U prvoj glavi posebno se razmatraju pitanja vezana za isključivo pravo države da raspolaže sa mineralnim sirovinama, pri čemu se polazi od niza fundamentalnih postavki tvoraca naučnog socijalizma K. Marksa i F. Engelsa. Pored analize sovjetskih zakona u vezi sa ovim problemima daje se kratak pregled situacije u nizu drugih zemalja, kao što su SAD, Japan, Engleska itd.

Problemi upravljanja mineralnim sirovinama od strane države, odnosno konkretno sovjetskog državnog aparata, prikazani su u drugoj glavi. U njoj se detaljno prikazuju i osnovne karakteristike rada organa koji se bave istraživanjima,

eksploatacijom i čuvanjem mineralnih sirovina. Dotaknuta su i pitanja organizacije, planiranja, projektovanja i finansiranja geoloških istraživanja, zatim utvrđivanje rezervi mineralnih sirovina, kao i pravo građana da se bave prospekcijom mineralnih koncentracija u zemljinoj kori i eventualno nagradivanje u slučaju da takvi privatni pokušaji dovedu do otkrivanja novog ležišta.

Treća glava je u celini posvećena pravnom regulisanju eksploracije ležišta mineralnih sirovina. Pored niza interesantnih pitanja, ona obrađuje i ona koja se odnose na nadoknadu upropšćenog zemljišta koje se nalazi nad rudničkim prostorijama, postupke predaje istraženih ležišta preduzećima koja vrše eksploraciju, kao i kompetencije republičkih organa kada se radi o mineralnim sirovinama koje imaju veliko rasprostranjenje a obično su male vrednosti (cigarske gline, pesak, šljunak itd.).

U četvrtoj glavi, dosta uprošćeno i skraćeno, analizira se, preko postojećih sovjetskih zakona, odnos pravnih normi i racionalnog iskoriščavanja mineralnih sirovina.

U zaključku ove knjige autor insistira na potrebi izmene niza delova sadašnjeg važećeg sovjetskog Osnovnog rudarskog zakona, dajući i više konkretnih predloga.

U vreme kada se očekuju određene izmene i dopune postojećih rudarskih zakona u SFRJ, kao i eventualno donošenje zakona o geologiji, rad N. A. Syrodoeve, bez obzira na to što prvenstveno razmatra probleme sovjetskog rudarskog zakonodavstva, ima poseban značaj za sve inženjere rудarstva, geologije, kao i ekonomiste i pravnike, koji se bave širokom problematikom zakonodavstva u rудarstvu i njegovog uticaja na racionalno i ekonomično istraživanje i eksploraciju mineralnih sirovina.

D. M.

**Autor:** D. P. Tovstanovskij, P. S. Podmazko i P. G. Nesterov

**Naslov:** Tehničko-ekonomski rudarski priručnik (Tehničko-ekonomičeskij gornorudnyj spravočnik), str. 210, sl. 7, tablica 191.

**Izdavač:** »Tekhnika«, Kiev, 1969.

U priručniku su prikazane izmene u tehniči i tehnologiji, kao i ekonomici proizvodnje gvoždenih ruda u Ukrajini u periodu od poslednjih nekoliko godina. Ova republika daje 54,9% proizvodnje železne rude celog SSSR-a, pri čemu najveći deo potiče iz dobro poznatih ležišta basena Krivoj Rog.

Priručnik je podeljen na dvadeset i tri glave u kojima se razmatraju sledeća pitanja:

— Problemi materijalno-sirovinskih resursa (rezerve bogatih ruda gvožđa, obim proizvodnje i kvalitet rude);

— Otvaranje ležišta i kapitalna izgradnja (otvaranje i priprema novih horizonta, izvođenje rudarskih radova);

— Eksploracioni radovi (metode, pokazateli eksploracije);

— Mechanizacija i automatizacija rudarskih radova (mechanizacija rudarskih radova i automatizacija tehničkih procesa);

— Organizacija proizvodnje u rudnicima (organizacija, režim i dinamika rada);

— Produktivnost rada (broj zaposlenih, proizvodnost i opremljenost rada);

— Korišćenje osnovnih proizvodnih fondova;

— Troškovi proizvodnje gvoždene rude;

— Rentabilnost rada rudnika;

— Priprema rude za topljenje;

— Realizacija proizvodnje.

U priručniku se posebno tretiraju problemi površinskog otkopavanja (prvi deo), a posebno jamskog otkopavanja (drugi deo knjige).

Iako je u radu pre svega obrađena problematika sovjetskih (ukrajinskih) ležišta, koja se nalaze u drukčijim opštim ekonomskim uslovima od jugoslovenskih ležišta i rudnika, knjiga može poslužiti veoma dobro i domaćim stručnjacima, pre svega inženjerima rudarstva i tehničkim, da sagledaju neke veoma značajne relacije i odnose u proizvodnji i preradi gvoždenih ruda, koje su itekako značajne i za dalji razvoj crne metalurgije Jugoslavije. Posebno treba istaći konkretnost ovog priručnika koja se ogleda naročito u velikom broju analiziranih praktičnih primera i slučajeva, kao i u veoma preglednom tabelarnom prikazivanju niza značajnih i karakterističnih pokazatelja. Vrednost priručnika još više ističe i činjenica da je ovo drugo izdanje, jer je prvo u relativno kratkom vremenskom periodu rasprodato a potražnja za ovakvom knjigom u SSSR-u je bila velika, što je i uticalo da se ona, nešto izmenjena, ponovo publikuje.

D. M.

Gewald, K., Kubitschek, P.: Primena tehnike mrežnog planiranja u cilju planiranja i kontrole termina, kapaciteta, finansijskih sredstava i troškova (Einsatz der Netzplantechnik zur Planung und Überwachung von Terminten, Kapazitäten, Finanzmitteln und Kosten). — Siemens Sinetik 4004.

Pod naslovom »data praxis« firma Siemens — Erlangen izdaje seriju napisu iz delokruga primene obrađe podataka u svim područjima privrede i upravljanja, nauke i tehnike kao informacije stručnjaka stručnjacima.

U svesci pod ovim naslovom dat je prikaz programske sistema uvedenog pod nazivom SINETIK 4004 koji predstavlja Siemensovu tehniku mrežnog planiranja i praćenja rokova, kapaciteta, finansijskih sredstava i troškova.

Prikaz je podeljen na četiri osnovna poglavља: posle kratkog uvođenja prikazane su metode programske sistema, njegove pogodnosti i izgledi koje ima ovaj program u pogledu primene.

Iz priloga se vidi da programski sistem SINETIK sadrži u prvom redu program za planiranje rokova na bazi postupaka CRITICAL PATH METHOD — CPM, METRA — POTENTIAL METHOD — MPM i PROGRAM EVA-

LUTION AND — REVIEW TECHNIQUE — PERT. Osim toga SINETIK 4004 sadrži, na bazi programa CPM i MPM, izradene programe iz oblasti planiranja pogonskih sredstava i radne snage, planiranje finansija i troškova kao i programa, kako za čisto predviđanje i praćenje potreba tako i u svrhu optimizacije. Programi sadrže postupak izmena što olakšava ispravke i dopune.

Programski sistem je napisan na jeziku za programiranje FORTRAN IV i može se obradi-

vat na uređajima za obradu podataka 35, 45 i 55 Siemensovog sistema 4004.

Zahvaljujući pogodnoj organizaciji sistema informacije iz mrežnog plana mogu se bez naročitih troškova prenositi u uređaje za obradu podataka.

Veliki broj izlaznih izveštaja daje onome koji se služi ovim sistemom mogućnost da se optimalno koristi rezultatima računa.

V. B.

## Bibliografija

Hobbs, D. D.: **Ispitivanja pomeranja stena oko jamskih prostorija metodom modeliranja.** (Strata movement around mine roadways: results of scale model studies). »Mining Engr.«, (1969) 104, str. 461—471 (engl.)

Labasse, H.: **Jamski pritisak u rudnicima uglja. Dinamičke pojave.** (Les pressions de terroins dans les mines de Lauille. Les Phénomènes dynamiques).

»Ann. mines Belg.«, (1969) 2, str. 139—150 (franc.)

**Pomerljiva podgrada za hodnike** (Advamed heading roadway support).

»S. Afric. Mining and Eng. J.«, (1968) 79, 3951 (engl.).

**Pomerljiva podgrada.** (Roof support of advances design).

»Mining and Minerals Engng.«, (1969) 5, 16 (engl.)

**Unikalni uredaj za zapunjavanje na rudniku Garson.** (Unique back-fill plant at Garson mine).

»Mining and Minerals Engng.«, (1969) 4, 8 (engl.).

**Opit u SAD sa letećim pepelom termoelektrane.** (Us test with power station ash).

»Internat. Mining Equipm.«, 20 (1969) 2, 19 (engl.).

Smith, I. W.: **Unapredjenja u oblasti dobijanja uglja strugom.** (Coal ploughing — improvements).

»Mining Engr.«, 102 (1969) 332 (engl.).

Bazer Ja., I., Sokolov, Ju. L., i dr.: **Kombajni za probijanje.** (Prohodčeskie kombajny).

»Tr. centr. m-i i projekti-konstrukt. in-ta podzem. i šahtn. str-va«, (1968) 6, str. 207—232 (rus.).

**Bušači uredaji i kompresori.** (Drill rigs and compressors).

»Int. Mining Equipment«, 20 (1969) 2, 8 (engl.).

Dudoladov, L. S.: **O termičkom rušenju stena.** (O termičeskom razrušenii gornyh porod).

»Fiz.-teh. probl. razrabotki polezn. iskopаемых«, (1969) 2, str. 102—106 (rus.).

**Uredaj za bušenje minskih bušotina na površinskim otkopima.** (Deep driller for open pits).

»S. Afric. Mining and Eng. J.«, 80 (1969) 3971, 563 (engl.).

**Bušaća kolica Gardner-Denver.** (Minibore jumbo).

»West. Miner«, 4 (1969) 1, 46 (engl.).

**Bušaći uredaj sa dizel pogonom.** (Diesel-powered drill).

»Rock Prod.« 72 (1969) 2, 116 (engl.).

Djadečkin, N. I., Černikov, V. S.: **Obo-dno miniranje pri dubljenju okna rudnika »Zarja«.** (Konturnoe vzryvanie pri ugлubke stvola šahty »Zarja«).

»Šahtnoe stroitel'stvo«, (1969) 6, str. 26—27 (rus.).

Cox, J. A.: **Sistem podetažnog obrušavanja na rudniku Mufulira (Zambija).** (Sub-level caving methods at Mufulira copper mines).

»Mining mag.«, 120 (1969) 5, 319, 321, 323—326 (engl.).

Kosnowski, J., Danczok, L.: **Neki rezultati uvođenja komorno-stubne otkopne metode na rudniku bakra.** (Niektore wyniki wdrażania systemu filarowo-komorowego w ZG »Lubin«).

»Rudy i metale niezel«, 14 (1969) 3, str. 135—138 (poljski).

Malone, V. F.: **Površinski otkopi SAD u 1968.** (Open pit mining in 1968).

»Mining Congr. J.«, (1969) 2, str. 68—74 (engl.).

**Prikaz nove opreme (površ. otkopi).** (New products digest).

»Eng. and Mining J.«, 170 (1969) 3, str. 35—36 (engl.).

Habel, O., Gebauer, M.: **Primena računara za obradu podataka pri projektovanju površinskih otkopa** (Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung bei der Projektierung von Tagebauen).

- »Bergbautechnik«, 19 (1969) 5, str. 229—235 (nem.).
- Nova oprema za površinske otkope** (New machinery and equipment) »Pit and Quarry«, 61 (1969) 8, str. 75—76, 78, 82, 91—92 (engl.).
- Hidraulički bager** (Hydraulic excavator).  
»Mining Journal«, 272 (1969) 6975, 353 (engl.).
- Golomidov, I. N., Iržak, Ju. M.: **Optimizacija procesa kopanja bagera kašikara** (Optimization processa kopanija odnokovševvih ekskavatorov).  
»IVUZ-Gornij žurnal«, (1969) 4, str. 143—145.
- Chorlton, D.: **Utovarači na površinskim otkopima** (The advantages of shovels in quarrying).  
»Quarry Managers' J.«, 54 (1969) 5, str. 184—185 (engl.).
- Neilson, H. C.: **Primena utovarača točkaša na površinskim otkopima** (Wheel loaders in quarrying applications). »Quarry Managers' J.«, 54 (1969) 5, str. 181—184 (engl.).
- Ivanov, I., Trendafilov, S., i dr.: **Metodika matematskog modeliranja transporta u uslovima rudnika »Kremnikovec«** (Metodika za matematičesko modelirane na transporta v uslovijsata na rudnik »Hremikovci«).  
»Sb. naučni tr. Naučnoizsledov. sektor Visš. mimo-geol. in — t Č. 1«, Sofija (1968) 245—261 (bug.).
- Piatkowiak, N.: **Problemi auto-transporta na površinskim otkopima** (Probleme der LKW — Förderung in Tagebauen).  
»Bergbautechnik«, 19 (1969) 5, str. 249—255, 3 (nem.).
- Tkačenko, I. S.: **Model raspodele praznih željezničkih vozova na rudnicima uglja u zavisnosti od privremenih prioriteta** (Model' raspredelenija železnodorožnogo porožnjaka po ugol'nym šahtam v zavisnosti ot peremennyh prioritetov).  
»Primenenie matemat. metodov ekon. issled. i planir. Tr. Seminara, vyp. 3«, Kiev (1969) 75—91 (rus.).
- Osnač, L. D.: **Ocena opterećenosti dela transportne mreže površinskog otkopa** (Ocenka zagruženosti učastka transportnoj seti otkrytogo gornogo kar'era).  
»Sistemy prom. kibernet. Tr. Seminara, Vyp. 2«, Kiev (1969) 56—61 (rus.).
- Moltusov, G. P.: **Proračun dužine i moćnosti trakastih transporter na površinskim otkopima** (Rasčet dliny i močnosti kar'renh len-točnyh konveerov).  
»IVUZ — Gornij žurnal«, (1969), str. 16—23 (rus.).
- Mathews, A.: **Napredak u obogaćivanju mineralnih sirovina** (Minerals beneficiation gears-up to meet demands of the 70's. Mill design). »Mining Eng.«, 21 (1969) 2, str. 92—93 (engl.).
- Le Roux D. B.: **Razvoj pripreme gvozdenih ruda** (Iron ore beneficiation — a pointer to the future).  
»Coal, Gold and Base Minerals South Afric.«, 16 (1969) 11, str. 32, 35, 37 (engl.).
- Mathur, V. N. S.: **Oplemenjivanje minerala — šta, kada i kako** (Mineral beneficiation — what, why and how).  
»Metals and Minerals Rev.«, 8 (1969) 4, str. 8—10, 12—20, 48 (engl.).
- Jones, M., Kichener, J., i dr.: **Tehnologija minerala — PMS** (Mineral technology).  
»Chem. Brit.«, (1969) 5, str. 193—198 (engl.).
- Mašine za PMS — prikaz (Material aufbereitung).  
»Baumaschinendienst«, 5 (1969) 7, str. 342—344, 346 (nem.).
- Schindler, K.: **Nova tehnologija obogaćivanja na termoelektranama** (Neue Aufbereitungstechnologie in Kraftwerken für Braunkohle).  
»Technik«, 24 (1969) 6, str. 378—379 (nem.).
- Hejl, V.: **Savremeno stanje flotacije** (Současny stav flotace).  
»Sb. vysoké školy chem. — technol. v Praze«, G 10 (1968), str. 151—170 (češ.).
- Rozgoj, S.: **Flotacija barita** (Stadium der Barytflotabilität).  
»Sb. vysoké školy chem. — technol. v Praze«, G 10 (1968), str. 171—189 (nem.).
- Bunkerni vibrator** (Bin activator).  
»Mining J.«, 272 (1969) 6983 (engl.).
- Starcev, N. V., Onučin, N. B.: **O problemu dirigovanja procesom magnetnog obogaćivanja** (K voprosu upravljenija processom magnitnog obogašenija).  
»IVUZ — Gornij žurnal«, (1969) 6, str. 147—150 (rus.).

---

**RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD**

izdaje časopise:

**„Rudarski glasnik“**

(izlazi 4 puta godišnje)

**„Sigurnost u rudnicima“**

(izlazi 4 puta godišnje)

- Sarađujte u njima! Odaberite rubriku koja vas najviše interesuje i pošaljite svoj prilog
- Postavite pitanja — na njih će odgovoriti najeminentniji stručnjaci iz rудarstva, srodnih oblasti i službe zaštite na radu!

**R e d a k c i j a**

---

## N A R U D Ž B E N I C A

(za preduzeća — ustanove)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 190,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 140,00

U k u p n o: 330,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtnati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

Preduzeće — ustanova

Adresa \_\_\_\_\_

M P

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## N A R U D Ž B E N I C A

(za individualnu pretplatu)

Neopozivo se pretplaćujemo na časopise za 1970. god.

N. dinara

RUDARSKI GLASNIK godišnja pretplata 32,00  
SIGURNOST U RUDNICIMA godišnja pretplata 24,00

U k u p n o: 56,00

Uplatu ćemo izvršiti u korist tekućeg računa br.  
608-3-1163-7 SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd  
(Zemun), Batajnički put 2.

Napomena: nepotrebno precrtnati

\_\_\_\_\_  
(mesto i datum)

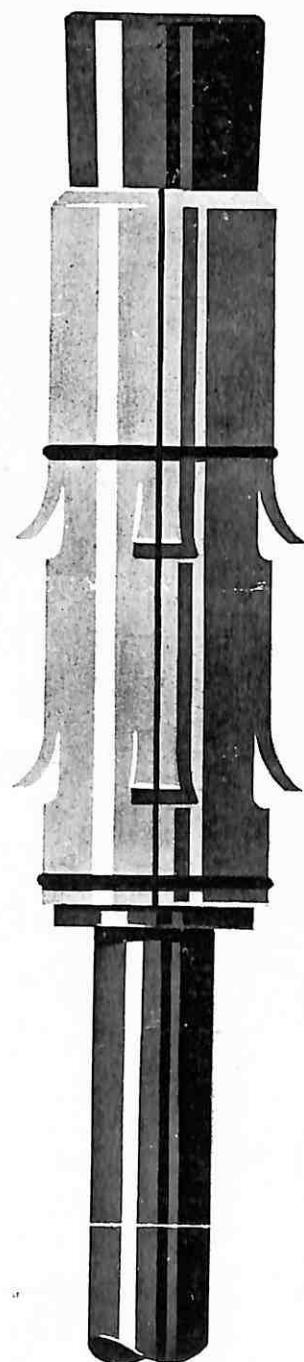
\_\_\_\_\_  
(ime naručioca)

\_\_\_\_\_  
(adresa)

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Overava preduzeće — ustanova

\_\_\_\_\_



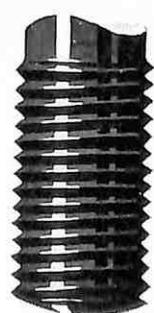
Podgradivanje GD sidrima (čelik + plastika) predstavlja najekonomičniji, najnapredniji i najsigurniji način podgradivanja, utvrđivanja i učvršćivanja jamskih prostorija: tunela, hodnika i galerija.

Sidrenim vijcima možete učvršćivati strojeve, vešati ventilacijske cevi, cevi za komprimiran vazduh i slično; u izgradnji železnica, cestogradnji, useka i zaseka na sidra možete isto tako učvršćivati mreže.

# GD SIDRA

GORSKA DIBEL SIDRA — PODGRADIVANJE ČELIČNIM SIDRIMA

ŽELEZARNA RAVNE  
TOVARNA PLEMENITIH JEKEL  
RAVNE NA KOROŠKEM  
SLOVENIJA—JUGOSLAVIJA



**2**

# Specijalna umetka za sita pružaju vam velike prednosti:

Tria — umeci za sita

mogu se ugraditi u sve mašine kao harfe ili ploče.  
Rekonstrukcija nije potrebna. Sami se čiste kod  
sirovine koja je vlažna i teško se seje. Prave žice  
omogućuju jako zatezanje. Dugotrajni su, jer su  
izrađeni od oporužnih čelika. Visoko otporni na  
habanje ili plamenitih čelika.

Optima zavareni umeci za sita

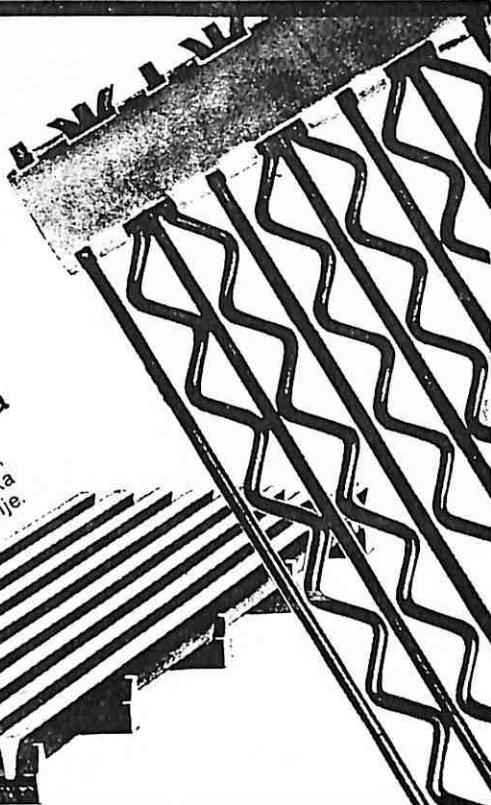
sa procepima za odvodnjavanje i odmrijivanje,  
sušenje, hlađenje, klasiranje i sortiranje. Velika  
stabilnost, procepi po celoj dužini, dugo trajanje.

Tražite prospektke  
ili stručna uputstva  
naših inženjera



## STEINHAUS GMBH

433 Mülheim (Ruhr) Postfach 1660 Ruf 50653 Telex 856/733



### RUDARSKI INSTITUT – BEOGRAD izdao je publikacije:

#### Dr ing. S. Janković:

»LEŽIŠTA METALIČNIH MINERAL-  
NIH SIROVINA« (sv. I)  
»METALOGENETSKE EPOHE I RU-  
DONOSNA PODRUČJA JUGOSLA-  
VIJE« (sv. II)

#### Dr ing. M. Simonović:

»BULDOŽERI, SKREPERI I PO-  
STROJENJA ZA DUBINSKO BU-  
ŠENJE NA POVRŠINSKIM OTKO-  
PIMA«

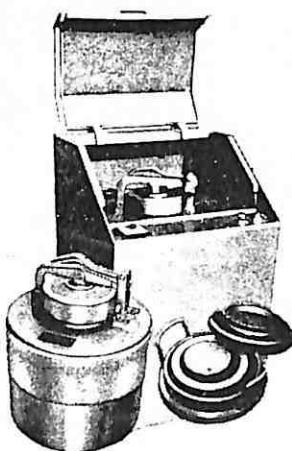
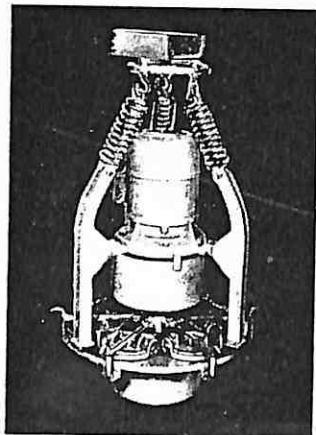
»BAGERI, ODLAGAČI I TRAN-  
SPORTNI MOSTOVI NA POVRŠIN-  
SKIM OTKOPIMA«  
»TRAČNI TRANSPORTERI NA PO-  
VRŠINSKIM OTKOPIMA«

#### Dr ing. M. Manojlović-Gifing:

»TEORETSKE OSNOVE FLOTIRA-  
NJA«

## BRZO USITNJAVAњE

do analitičke finoće



Pločasti vibracioni mlinovi usitnjavaju od oko 15 mm do analitičke finoće ispod 0,2 mm. Kucište mlina, poklopac, prsten i valjak od visoko kaljenog hrom čelika, tvrdog metala Widia, ahata ili sa prevlakom od tvrdog metala, imaju maksimalnu otpornost na habanje, čak i kod najtvrdijeg uzorka za mlevenje kao što je ruda, topljeni korund, staklo itd. Ne dolazi do onečišćenja mlica usled habanja! Za 2 minute sameće 100 cm<sup>3</sup> koksa krupnoće 4-6 mm na veličinu zrna od 0,2 mm.

Kucišta mlina za 10, 100 i 250 cm<sup>3</sup>. Isporućujemo sa jednim kucištem ili za istovremeno drobljenje i šest uzoraka. Tražite prospkte!



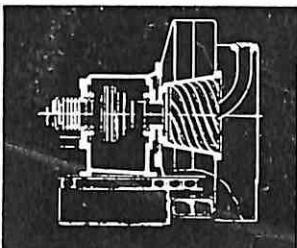
G. Han:

AUTOMATIZACIJA PROCESA  
OPLEMENJIVANJA« (prevod sa ru-  
skog)

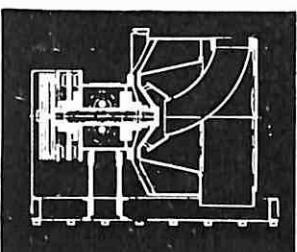
»TEHNOLOGIJA I UPOTREBA  
LIGNITA« (materijal sa Simpoziju-  
ma u Grand Forksu, N. Dakota)

## Odvajanje čvrsto-tečno u kontinuelnim centrifugama

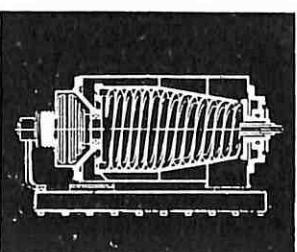
HORIZONTALNA CEN-  
TRIFUGA sa sitastim  
bubnjem Konturbex sa  
optimalnim nagibom  
bubnja za sve vrste po-  
gonских prilika. Naro-  
čito za proizvode sred-  
nje granulacije od oko  
2–0,2 mm. Krajna vla-  
ga do ispod 1%.



HORIZONTALNA VIB-  
ROVITO – CENTRIFU-  
GA za velike mase ma-  
terijala, koji se lako  
oceduje ili je grubo-  
zrnast, kao što je prani  
sišni ugaj, morska so,  
fini pesak i sl. Učinak  
do 250 t/h.



CENTRIFUGA  
ZA ODVODNJA-  
VANJE bez sita  
Pužasta centri-  
fuga sa potpunim  
plaštom za odse-  
javajuće i ocedi-  
vanje čvrstih ma-  
terija, koje se  
dobro talože, is-  
pod 0,2 mm.



Molimo Vas zahtevajte naš  
katalog.

**SIEBTECHNIK**  
Fabrik für Zentrifugen, Zerkleinerungsmaschinen  
GMBH · 433 MULHEIM (RUHR)

POSTFACH 1380 FERNSPRECHER 50461 TELEX 856825  
West Deutschland

# Automatizacija u Rudniku



Mi već godinama radimo sa jugoslovenskim rudarskim institutima i rudarskim pogonima na rešavanju izvozno-tehničkih problema u jugoslovenskim rudnicima. Već 150 godina planiramo, proizvodimo i isporučujemo kompletna izvozna postrojenja za okno i pojedinačne uređaje najvećeg kapaciteta za rudnike ruda, uglja i kalijuma.

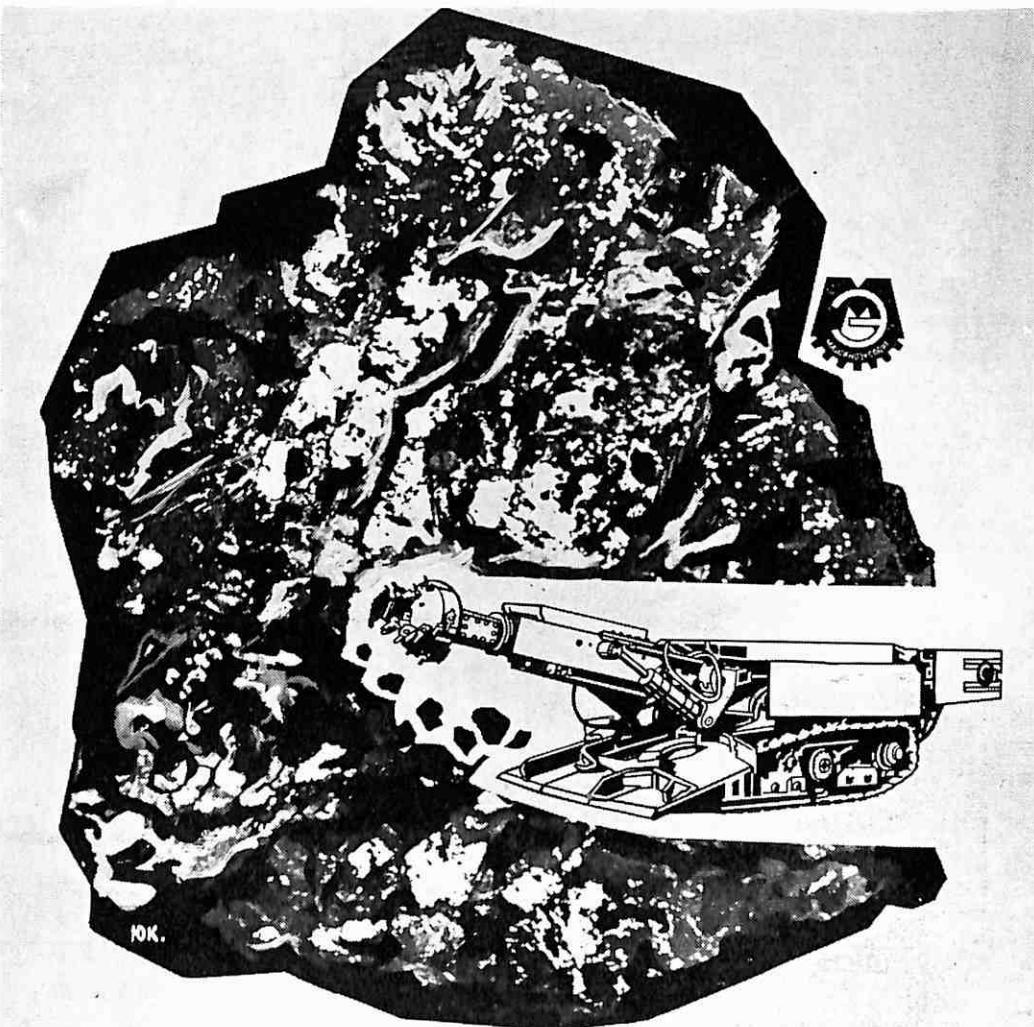
U poslednjih 20 godina isporučili smo preko 90 potpuno gotovih, delom potpuno automatskih izvoznih postrojenja za okno u evropske i prekomorske zemlje.

Ukoliko želite opširne informacije, molimo da se obratite firmi:

Jugometal, Beograd, pošt. fah. 311, Tel. 622-455, Telex 11221

## GHH

Gutehoffnungshütte Sterkrade AG  
42 Oberhausen



## MACHINOEXPORT RUDARSKI KOMBAJNI PK3M, PK7, PK9p

S/U »Mašinoeksport« nudi rudarske kombajne za pripremne potkope na rudnicima uglja.

Kombajni mogu biti primenjeni za probijanje podzemnih tunela u stenama čvrstoće do  $400 \text{ kg/cm}^2$ .

Kombajn PK7 probija potkop visine od 1,5 do 2,85 m. Radni organ je opremljen elektromotorom jačine 22 kW. Težina kombajna iznosi 10 tona.

Kombajn PK3M probija potkop visine od 2,1 do 3,2 m. Jačina elektromotora radnog organa – 32 kW. Težina kombajna – 10,84 tona.

Kombajn PK9p predviđen je za izbijanje potkopa visine od 2,2 do 3,9 m. Jačina elektromotora radnog organa – 88 kW. Težina kombajna – 30 tona.

Zahvaljujući radnom organu koji je izrađen u vidu rezne krune na pokretnoj teleskopskoj ručici, kombajnim se mogu probijati potkopi svakog oblika. Pri tome se olakšava ravnjanje krovine i podine, kao i montiranje podgrade.

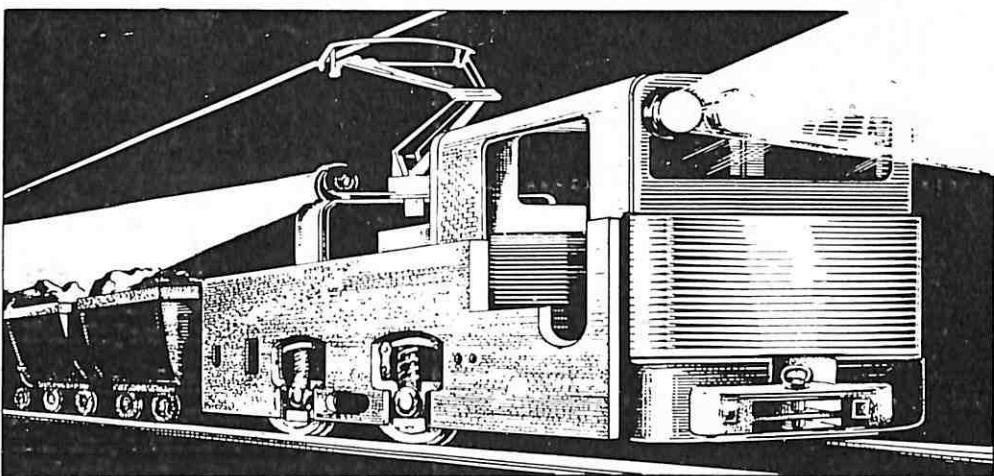
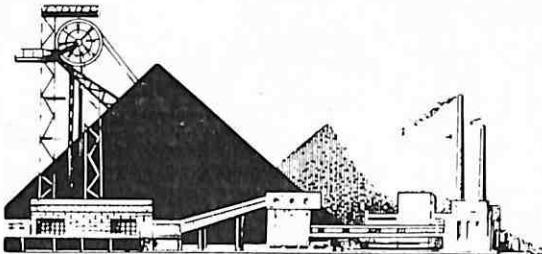
Kombajni su na gusenicama; okretljivi su i laci za upravljanje.

Kombajni su opremljeni izdvajačima prašine i mogu raditi u okнима u kojima postoji opasnost eksplozije gasa i ugljene prašine.

Sa korišćenjem kombajna možemo se upoznati u rudnicima Sovjetskog Saveza, Japana, Tunisa, Poljske, Rumunije, Bugarske, Čehoslovačke i drugih zemalja.

MASCINOEXPORT  
Izvoznik: V/O »Mašinoeksport«

Adresa: SSSR  
Moskva V-330 Teleks: 207



Na svim geografskim širinama:

Iza polarnog kruga, kao i u tropskoj Africi mogu da rade rudničke električne lokomotive sovjetske proizvodnje.

Lokomotive se izrađuju za napajanje bilo iz kontaktne mreže napona 250 V, bilo iz akumulatorske baterije.

Lokomotive su najrazličitijih tipova kako po nameni, tako i po snazi.

Zajedničko im je jedno: sigurnost i velika ekonomičnost.

	Kontaktne električne lokomotive			Akumulatorske električne lokomotive		
Tip	7KR-1U	1OKR-2	14KR-2	AK-2U	4,5 ARP-2M	AM8
Širina koloseka	600, 750	900	750, 900	550, 575, 600	550, 575 600, 750, 900	600, 750
Snaga (kW)	50	50	88	4	12	22,4

Izvoznik: V/O »Energomašeksport«  
Moskva V-330

Mosfilmovskaja 35  
Teleks: 255



# ENERGOMACHEXPORT

## N A R U D Ž B E N I C A

Neopozivo se pretplaćujem na petojezični

### R U D A R S K I R E Č N I K

u izdanju Rudarskog instituta — Beograd, po ceni od 150  
N. dinara, koju ću sumu uplatiti (nepotrebno precrtaći):

a) u celosti

b) u 4 dvomesečne rate, po 37,50 N. dinara, do 15. IV 1970.  
godine kada Rečnik izlazi iz štampe.

Uplatu ću izvršiti u korist tekućeg računa br. 608-3-1163-7  
SDK Zemun, Rudarski institut — Beograd (Zemun), Batajn-  
ički put 2.

Napomena: 1. Pravo na kupovinu Rečnika na rate uživaju  
samo individualni naručioци.

2. Cena Rečniku po izlasku iz štampe će biti 230  
N. dinara.

(mesto i datum)

(ime — naziv naručioca)

(Overava preduzeće — ustanova)

(adresa)

Please Send me Quinquilingual

### M I N I N G D I C T I O N A R Y

Price of one copy — 12 US \$ (including postage) I will pay  
in to the credit of your account № 608-620-10-3-3200 9000-10-173  
POLJOBANKA — BEOGRAD (YUGOSLAVIA) — RUDARSKI  
INSTITUT.

Name \_\_\_\_\_ Title \_\_\_\_\_

Company \_\_\_\_\_

Address Home \_\_\_\_\_ Office \_\_\_\_\_

City \_\_\_\_\_ State \_\_\_\_\_

NOTE! Publication date: 15. IV. 1970.

After that date the price is 18,40 US \$ (including postage)

Please return this card to the address of the publisher:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI  
PUT 2

Veuillez m'envoyer le

### D I C T I O N N A I R E D E M I N E S

en cinq langues, au prix de 70 F. F. que j'assignerai en fa-  
veur du compte № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA  
— BEOGRAD (YUGOSLAVIE) — RUDARSKI INSTITUT.

Nom et prénom \_\_\_\_\_ profession \_\_\_\_\_

Maison \_\_\_\_\_

particulière  
Adresse: officielle \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Etat \_\_\_\_\_

REMARQUE! Le dictionnaire apparaîtra le 15. IV 1970. Après  
ce délai le prix du dictionnaire sera porté  
à 105 F. F.

Vous êtes prié de renvoyer cette carte à l'éditeur:

RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI  
PUT 2

Bitte senden Sie mir

**das FÜNSPRACHIGE BERGBAUWÖRTERBUCH**

zum Preis von 48 DM, welche Summe ich auf Ihr Konto  
Nr. 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA — BEOGRAD  
(JUGOSLAVIEN) — RUDARSKI INSTITUT. — einzahlen wer-  
de.

Vor- und Zuname \_\_\_\_\_ Beruf \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Privatadresse \_\_\_\_\_  
Geschäftsadresse \_\_\_\_\_

Stadt \_\_\_\_\_ Staat \_\_\_\_\_

**ANMERKUNG!** Das Wörterbuch erscheint am 15. IV. 1970.  
Nach der Erscheinung des Wörterbuchs  
wird der Verkaufspreis 73,6 DM betragen.

Bitte senden Sie diese Karte an die Adresse des Verlegers  
zurück:

**RUDARSKI INSTITUT — BEOGRAD (ZEMUN) BATAJNIČKI  
PUT 2**

Os ruego de enviarle el

**DICCIONARIO DE MINERIA**  
en cinco idiomas

por el precio de 12 \$ EE UU que remitiré en favor de la  
cuenta corriente. № 608-620-10-3-3200 9000-10-173 POLJOBANKA  
— BEOGRAD (YUGOSLAVIA) — RUDARSKI INSTITUT.

Nombre \_\_\_\_\_ Titulo \_\_\_\_\_

Compañía \_\_\_\_\_

Dirección de casa \_\_\_\_\_

de oficina \_\_\_\_\_

Ciudad \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

**OBSERVACION!** El diccionario saldra de la imprenta el 15.  
IV. 1970. Después de esta fecha el precio  
del diccionario será 18,40 Dolares estadou-  
nienses.

Volver la tarjetilla a la dirección del Editor:

**RUDARSKI INSTITUT (Instituto de Minería) — BEOGRAD  
— ZEMUN, Batajnici put 2.**

Прошу Вас выслать мне пятиязычный

**Г О Р Н Й С Л О В А Р Ъ**

ценуо в 12 расчетных долларов, которые я вышлю в счет  
№ 608-620-10-3-3200 9000-10-173 ПОЛЬОВАНКА — БЕЛГРАД  
(ЮГОСЛАВИЯ)

Имя \_\_\_\_\_ Звание \_\_\_\_\_

Предприятие-Институция \_\_\_\_\_

домашний  
Адрес служебный \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_ Страна \_\_\_\_\_

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Словарь выходит из печати 15. IV 1970 го-  
да. После означенной даты цена словаря  
будет 18,40 расчетных долларов.

Просим возвратит этот формуляр по адресу:

**РУДАРСКИ ИНСТИТУТ — БЕОГРАД (ЗЕМУН)  
БАТАЈНИЧКИ ПУТ 2.**

# VISKONT-672

MODULARNI SISTEM ZA  
ELEKTRONSKO SKUPLJANJE I  
DALJINSKO DOSTAVLJANJE  
PODATAKA SA 20 KANALA

Vi, naravno, želite sigurnost. Ona se postiže pouzданo, ako imate blagovremene informacije koje pruža VISKONT — 672.

VISKONT — 672 momentalno daje nekoliko desetina informacija o koncentraciji eksplozivnih, otrovnih i zagušljivih gasova u jamaama i fabričkim halama.

Zahvaljujući elektronskim sistemima VISKONT — 672, Vi ne doveste u opasnost Vaše živote i živote ljudi.

VISKONT — 672 je moderan, savremen i pouzdan sistem namenjen za otkrivanje i istovremeno merenje koncentracija gasova: CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S, kao i merenje temperature. On je proizveden i isprobán u našim najboljim institutima.

RUDARI I METALURZI,

uvedite ovaj sistem u Vaše rudnike i fabrike, jer ćete njime blagovremeno sprečiti tragedije.

Za šire informacije obratite se komercijalnoj službi Progres Investa.

**PROGRES INVEST**

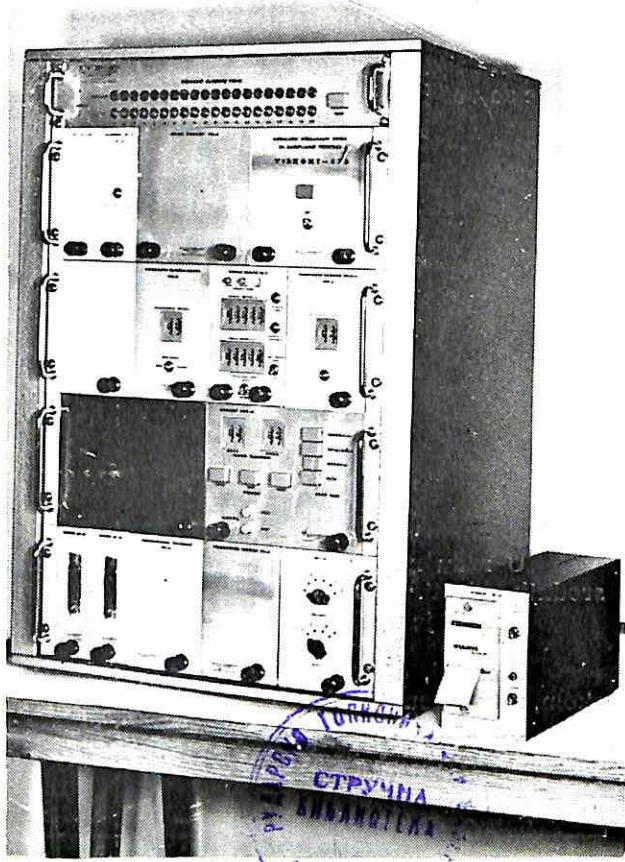
**Poslovno udruženje**

za istraživanje, projektovanje izgradnju i isporuku opreme energetskih, industrijskih, rudarskih i vodoprivrednih objekata, Beograd, Bulevar revolucije broj 84.

**P. O. B. 829**

**Telex: 11101**

**Telefonska centrala: 441-864-8**



**NOVO!**

**NOVO!**

**NOVO!**

Komisija za rudarsku terminologiju pri Rudarskom institutu u Beogradu pripremila je za vas petojezični

# RUDARSKI TERMINOLOŠKI REČNIK

koji obuhvata 15.000 termina

U radu na rečniku učestvovali su najeminentniji stručnjaci iz rudarstva i njemu srodnih oblasti.

Rečnik je u štampi.

Termini, obuhvaćeni rečnikom, dati su na srpskohrvatskom, engleskom, francuskom, nemačkom i ruskom jeziku.

Na kraju rečnika dat je registar za svaki strani jezik.

Jednostavan, praktičan, u tvrdom povezu, rečnik će imati format pogodan za upotrebu.

**O-113**

**odlagalište, hidromonitorno visinsko**

flushing dump above level  
décharge (f) à chasse d'eau au  
dessus du niveau  
Hochspülkippe (f)  
высокосмыливной отвал

**O-114**

**odlagalište, klizanje**

stockpile sliding; depot sliding  
glissement (m) du remblai  
Kippenrutschung  
отвальный оползень

**O-115**

**odlaganje, mesto**

depot position; storage position  
position (f) du dépôt  
Kippstelle (f)  
отвальное место

**O-116**

**odlagalište, napredovanje**

advance of waste dump  
avancement (m) du dépôt  
Kippenfortschritt (m)  
подвигание отвала

**O-117**

**odlagalište, odbacivačko**

stacker dump  
dépôt (m) formé par l'engin de rejet  
Absetzerkippe (f)  
экскаваторный (абзетцерный) отвал

**O-118**

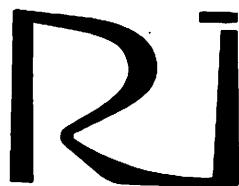
**odlagalište, okrenut ka**

facing the stockpile; facing the depot  
face (f) vers le dépôt; face (f) vers  
le remblai  
kippenseitig  
со стороны отвала

Cena u pretplati iznosiće 150,00.— din. Pojedinci mogu dobiti rečnik na otpлатu u četiri rate — po 35,00.— din. Po izlasku iz štampe cena jednog primerka iznosiće 230,00.— din.

Rečnik se dostavlja posle uplaćenog celog iznosa.

Redakcija



## RUDARSKI INSTITUT BEOGRAD - ZEMUN

Batajnički put br. 2. tel. 608 541-549

THE INSTITUTE OF MINES, TOGETHER WITH ITS CO-OPERANTS IN YUGOSLAVIA, PERFORMS ALL WORKS IN THE FIELD OF MINING, MINERAL ORE DRESSING AND PRIMARY PROCESSING OF NON-FERROUS METALLURGY:

- FIELD, LABORATORY AND PILOT-PLANT INVESTIGATIONS
- ELABORATION OF SCIENTIFIC AND ECONOMIC-TECHNICAL – FEASIBILITY STUDIES
- ELABORATION OF COMPLETE PROJECTS FOR

- open-cast and underground exploitation, mineral ore dressing and primary processing of non-ferrous metallurgy
- transport, ventilation and technical protection, thermotechnic, civil-engineering and electro-machine objects
- execution of works, construction and equipping of plants and objects, supervision, starting up, introduction and running in of technological processes, and staff training
- reconstruction, modernization and automation of technological processes.

- large number of experts
- high scientific and specialized level
- achieved scientific-research results applied in practice
- experience and following of scientific achievement abroad
- up-to-date equipment of numerous laboratories and pilot-plants

guarantee: EXPEDITIOUS  
CONTEMPORARY  
QUALITY

services in stated activities.

Refer to following representative offices of the Institute of Mines:

in Beograd – Poslovница za konsultacije i inženjering u rudarstvu,  
Zmaj Jovina 21

in Chile – Santiago, Casilia 2390, Dr.  
eng. S. Tomašić

in Peru – Lima, Casilia Correo 2731,  
B. Sc. P. Obradović

in Iran – Tehran, 91 Sepand Ave,  
Vila Ave, Dr. eng. G. Jovanović

TEHNIČKI REDAKTOR I KOREKTOR: M. MARKOVIĆ I M. PETROVIĆ - NASLOVNA STRANA: A. KATUNARIĆ - SLIKA NA NASLOVNOJ STRANI: FLOTACIJA (SNIMLJENO U RUDARSKOM INSTITUTU, BEOGRAD) — FOTO: S. RISTIĆ

