

1 BROJ
68 GOD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ
BERGBAUZEITSCHRIFT

**IZDAVAČ: RUDARSKI INSTITUT, BEOGRAD (ZEMUN), BATAJNIČKI PUT 2
EDITOR: INSTITUTE OF MINES, BATAJNIČKI PUT 2, BEOGRAD (ZEMUN), YUGOSLAVIA
ŠTAMPARIJA: „DNEVNIK“, GAJEVA 15, NOVI SAD**



1 BROJ
68 COD

RUDARSKI GLASNIK

BULLETIN OF MINES
BULLETIN DES MINES
Г О Р Н Ы Й Ж У Р Н А Л
BERGBAUZEITSCHRIFT

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 dr ing. DRAGIŠA, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
DULAR dipl. ing. SLAVKO, Udruženje jugoslovenskih železara, Beograd
GLUŠČEVIĆ prof. ing. BRANKO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
IVANOVIĆ dipl. ekon. KOSTA, Odbor za koordinaciju olova i cinka, Beograd
KUN dipl. ing. JANOŠ, Rudarski institut, Beograd
MAKAR dipl.ing. MILIVOJ, Rudarski basen „Kolubara“, Vreoci
MALIĆ prof. dr ing. DRAGOMIR, Tehnološki fakultet, Beograd
MARKOVIĆ dr ing. STEVAN, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MARUNIĆ dipl. ing. ĐURA, Rudarski institut, Beograd
MILUTINović prof. VELIMIR, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. DRAGOLJUB, Rudarski institut, Beograd
MITROVIĆ dipl. ing. MIRA, Rudarski institut, Beograd
NOVAKOVIĆ dipl. ing. LJUBOMIR, Rudarski institut, Beograd
OBRADOVIĆ dipl. ing. PETAR, Rudarski institut, Beograd
PERIŠIĆ dr ing. MIRKO, direktor Rudarskog instituta, Beograd
PETROVIĆ dipl. geol. VERA, Rudarski institut, Beograd
SIMONOVIC dipl. ing. MOMČILO, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
SPASOJEVIĆ dipl. ing. BORISLAV, savetnik, Beograd
STOJANOVIĆ prof. ing. DRAGUTIN, Mašinski fakultet, Beograd
TOMAŠIĆ dr ing. STJEPAN, Rudarski institut, Beograd
VELIČKOVIĆ prof. dr ing. DUŠAN, Mašinski fakultet, Beograd
VESOVIĆ dipl. ing. MILAN, Mašinski fakultet, Beograd

SADRŽAJ

INDEX

<i>Eksplotacija mineralnih sirovina</i>	
DIPL. ING. MOMČILO SIMONOVIC	
<i>Nova tehnika na velikim površinskim otkopima uglja</i>	— — — — —
<i>Neue Technik bei grossen Braunkohletagebauen</i>	— — — — —
	22
DIPL. ING. BLAŽO DJUKIĆ	
<i>Rezultati jamskih merenja u rudniku magnezita „Šumadija“ — Čačak u vezi usavršavanja podgradivanja otkopa</i>	— — — — —
<i>Die Ergebnisse von Grubenmessungen im Bergwerk „Šumadija“ — Čačak, die man im Zweck der Entwicklung des Abbausaubaus durchführte</i>	— —
	23
DIPL. ING. JOVAN RADOJEVIĆ	
<i>Određivanje koeficijenta korelacije između čvrstoće na pritisak probnih tela nepravilnog oblika i čvrstoće na pritisak probnih tela pravilnog oblika</i>	— — — — —
<i>The Correlation between the Uniaxial Compressive Strength of Irregularly and Regularly Shaped Specimens of Limestone</i>	— — — — —
	30
DIPL. ING. RADMILO OBRADOVIĆ	
<i>Proračun stabilnosti sistema kosina površinskog otkopa na unapred određenoj kliznoj površini</i>	— — — — —
<i>Standsicherheitsberechnung der Böschungssysteme von Tagebauen mit vorgegebener Gleitfläche</i>	— — — — —
	31
	31
	34
<i>Priprema mineralnih sirovina</i>	
DR. ING. DUŠAN SALATIĆ	
<i>Kolektivno-selektivno flotiranje molibden-piritne rude „Mačkatica“</i>	— — —
<i>Collective-Selective Flotation of Molybdenum-Pyrite Ore, „Mačkatica“ Deposit</i>	—
	43
	51
<i>Ekonomika</i>	
DR ING. DEJAN MILOVANOVIC — DIPL. MATEM. MIRJANA ŠKARKA	
<i>Neke mogućnosti primene matematičke statistike u ekonomskoj geologiji</i>	— —
<i>Some Feasibilities of Mathematical Statistics Application in Economic Geology</i>	—
	52
	63
DIPL. ING. SLOBODAN IVOŠEVIĆ	
<i>Svetsko tržište železnih ruda</i>	— — — — —
	64

Iz istorije rudarstva

DR VASILIJE SIMIĆ

Nova tehnika na velikim površinskim otkopima uglja

(sa 23 slike)

Dipl. ing. Momčilo Simonović

Industrija uglja, u mnogim zemljama sveta suočena je sa teškoćama u plasmanu zbog velike konkurenциje drugih energetskih sirovina. Ovo je, u velikoj meri, uticalo da industrija uglja preduzme hitne mere koje će dovesti do iskorišćenja svih mogućih rezervi za postizanje maksimalne ekonomičnosti proizvodnje, a time i do očuvanja konkurentne sposobnosti u odnosu na druge energetske sirovine.

Racionalizacija i njom uslovljena povećana rentabilnost podzemne eksplotacije uglja u rudnicima izvodi se, uglavnom, u tri pravca: koncentracijom proizvodnje odnosno koncentracijom otkopa, mehanizacijom i automatizacijom procesa i uvođenjem novih metoda rada. Cilj koncentracije otkopa je maksimalna ekonomija troškova za radnu snagu i materijal koja se postiže objedinjavanjem mnogih malih jedinica u mali broj velikih proizvodnih jedinica na svim podzemnim radnim revirima. U određenim granicama ovo se može postići samo uz dopunska investiciona ulaganja. Za otkope je usvojen niz postavki u odnosu na koncentraciju među kojima prvo mesto zauzima povećanje proizvodnje uz uvođenje kompleksnije mehanizacije u proizvodne procese.

Kod površinskih otkopa uglja racionalizacija se, u svrhu povećanja rentabilnosti eksplotacije, vrši uglavnom u dva pravca:

— rekonstrukcijom postojećih odnosno otvaranjem novih površinskih otkopa na veoma velike kapacitete godišnje proizvodnje koji su optimalni za odgovarajuće ležište i kvalitet sirovine i

— uvođenjem u radni proces otkopavanja, transporta i odlaganja mašina velikog jediničnog kapaciteta, bilo da se radi o kontinualnoj ili diskontinualnoj tehnologiji eksplotacije.

Kako godišnji kapacitet površinskog o kopa utiče na specifična investiciona ulaganja i cenu koštanja jedne tone proizvedenog uglja prikazano je na dijagramu na sl. 1. za nekoliko površinskih otkopa Ubaganskog ugljenog basena (SSSR). Slični pokazatelji dobijeni su u vidu dijagrama i kod uslova privređivanja kod nas, u SAD i mnogim zemljama Evrope. Svi dijagrami, kao i ovaj prikazan na slici 1, pokazuju da se povećanjem proizvodnog kapaciteta smanjuju specifična ulaganja po toni godišnjeg kapaciteta površinskog otkopa, a isto tako i troškovi proizvodnje.

Veći jedinični kapaciteti mašina, primenjenih na površinskom otkopu (bušilica, bagera, odlagača, tračnih transportera i drugih transportnih jedinica), u velikoj meri uči na troškove proizvodnje, jer pojevtinjuju proces proizvodnje na dva načina:

— osetno se smanjuju specifična investiciona ulaganja, a pored ovoga i utrošak materijala i energije kod mehanizacije (po toni ili kubnom metru kapaciteta) a s tim i troškovi koji terete tonu proizvedenog uglja i

— produktivnost rada kod velikih mašina je znatno veća tj. učešće odnosno troškovi za radnu snagu po toni (kubnom metru) proizvodnje ovakvih jedinica su znatno manji.

Primena velikih bagera i druge opreme velikog jediničnog kapaciteta kod površinskog otkopavanja omogućila je i izmenu drugih elemenata koji imaju veliki udeo u troškovima eksplotacije. Pri otkopavanju čvrstih i veoma čvrstih stena bagerima sa jednim radnim elementom nužno je prethodno miniranje tj. isitnjavanje stenske mase. U slučaju da se minirani materijal bagerom utovaruje u transportna sredstva, između veličine ba-

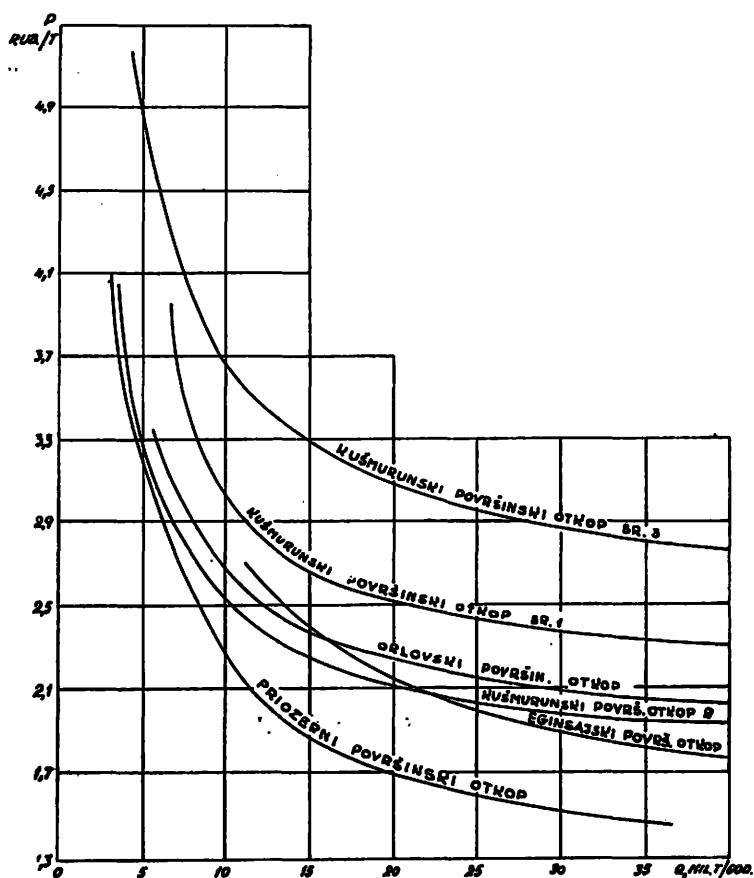
šike mogu utovariti komadi materijala čiji je najveći prečnik

$$d = 0,8 \sqrt[3]{q} \text{ m}$$

gde je:

q — geometrijska zapremina kašike bagera u m^3 .

Znači, ukoliko je veća zapremina bagerske kašike omogućen je utovar većih komada stene. U vezi s ovim opravdana



Sl. 1 — Krive troškova proizvodnje za 1 tonu proizvedenog uglja sa pojedinih površinskih otkopa velikog kapaciteta u SSSR u zavisnosti od kapaciteta površinskega otkopa ($F C + 0,14 K$, gde su: C — cena koštana 1 tone uglja u rub.. K — specifična investiciona ulaganja u rub/t, 0,14 normativni koeficijent efektivnosti) — dijagrami po N. V. Melnikovu.

Abb. 1 — Kostenkurven für geförderte Kohle von den einzelnen Tagebauen grosser Förderleistung in der UdSSR in Abhängigkeit von der Förderleistung.

gerske kašike (geometrijske zapremine bagerske kašike) i najvećeg prečnika komada stenske mase koji se dobija miniranjem postoji izvestan utvrđen optimalni odnos. Praktičnim opitima je utvrđeno, da se određenom veličinom bagerske ka-

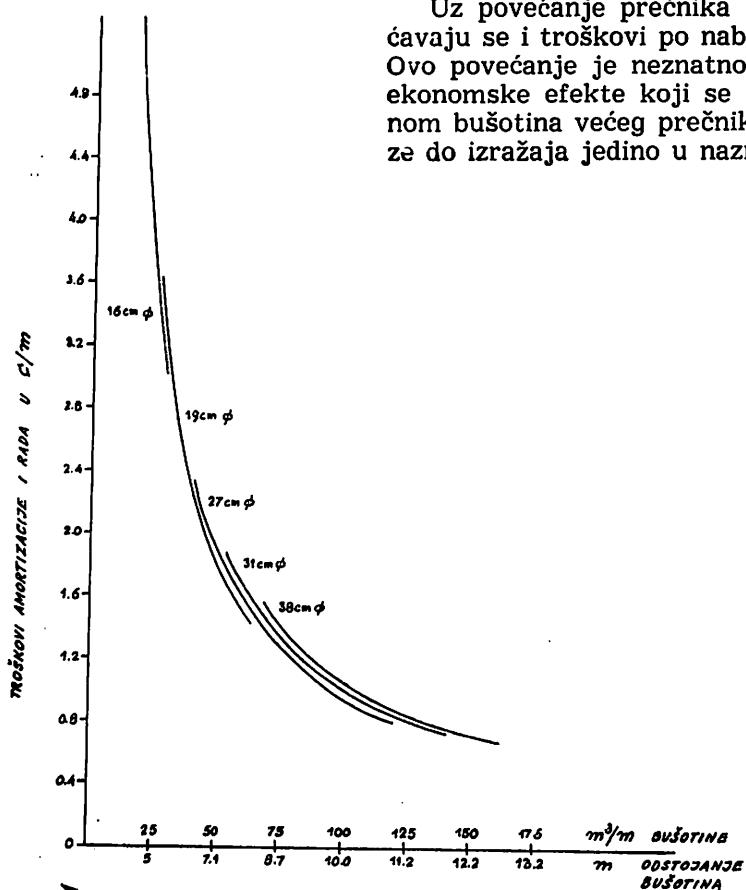
je primena minskih bušotina većeg prečnika pomoću kojih se može dobiti više miniranog materijala po izbušenom metru. Dijagram na sl. 2 ilustruje pitanje ekonomičnosti bušotina velikog prečnika. Iz ovog dijagrama se vidi da se povećanjem

prečnika minske bušotine dobija znatno veća zapremina otpucanog materijala, da razmak između bušotina može biti veći i da su pri tome i troškovi za miniranje materijala znatno manji.

Kako stoje pokazatelji bušenja u ovom slučaju? Brzina bušenja i vek trajanja dleta pokazuju porast pri povećanju preč-

nim elementima, koji su u stanju da izdrže veća dinamička naprezanja koja se javljaju u procesu bušenja. I drugo, kod većih bušačih garnitura može se ostvariti i veći osni pritisak na dletu (čak i do 70 MP), što u kombinaciji sa prvim elementom tj. većom brzinom obrtanja dleta omogućava veći intenzitet bušenja (sl. 3, 4, 5 i 6).

Uz povećanje prečnika bušotine povećavaju se i troškovi po nabušenom metru. Ovo povećanje je neznatno, s obzirom na ekonomske efekte koji se postižu primenom bušotina većeg prečnika, a koji dolaze do izražaja jedino u naznačenoj prime-



Sl. 2 — Troškovi sredstava i rada u m u funkciji od prečnika bušotine (dijagrami po B.J. Kochanowskom).

Abb. 2 — Kapital — und Lohnkosten in \$/M in Abhängigkeit vom Bohrlochdurchmesser (Diagramm nach B. J. Kochanowsky).

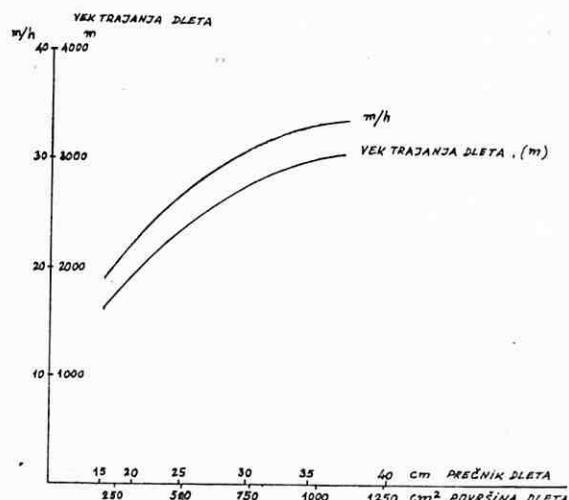
nika bušenja, razumljivo do izvesne granice. Ovo se objašnjava time, što brzina bušenja i vek trajanja dleta zavise, uglavnom, od dva faktora: brzine obrtaja buruge odnosno dleta i mogućeg pritiska na dletu. Veća brzina obrtaja dleta može se ostvariti kod relativno većih bušačih garnitura sa snažnijim pogonom, koje su uz ovo opremljene svim ostalim konstruktiv-

ni. Sastavni je razumljivo da postoji izvestan odnos između veličina prečnika minske bušotine i kašike bagera, koji ima optimalnu vrednost u izvesnim granicama. Kao orijentacija za izbor prečnika minske bušotine u odnosu na veličinu bagera tj. veličinu geometrijske zapremine bagerske kašike mogu poslužiti teoretske vrednosti navedene u tablici 1.

Tablica 1

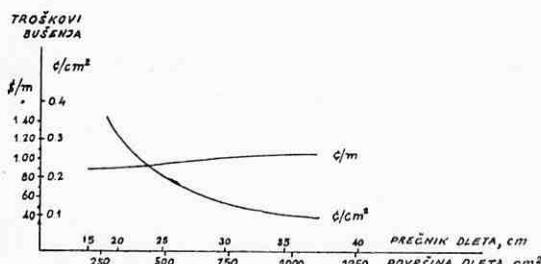
Teoretski prečnik bušotine i njihovo medusobno odstojanje u funkciji od veličine bagerske kašike bagera kašikar

Zapremina kašike bagera	m^3	6	15	30	45	70	150
Prečnik bušotine	mm	15	17,5	27	30	34	44
Odstojanje bušotine	m	4,6	5,3	8	9	10,5	13



Sl. 3 — Parametri kod rotacionog bušenja minskih bušotina u otkrivenim ugljenovim slojima na površinskim otkopima SAD u funkciji od prečnika bušotine (po B. J. Kochanowskom).

Abb. 3 — Parameter des Rotationsbohrverfahrens von Sprenglöchern beim Abraum der Braunkohletaggebauen von USA in Abhängigkeit vom Bohrlochdurchmesser (nach B. J. Kochanowsky)



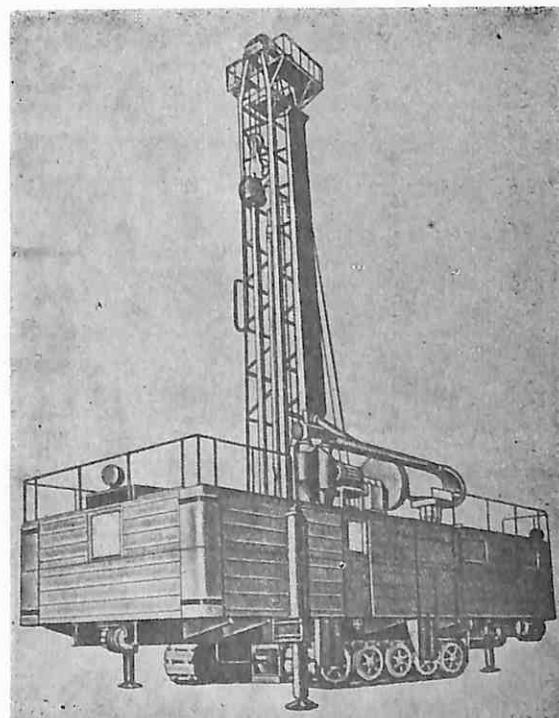
Sl. 4 — Troškovi bušenja u zavisnosti od prečnika dleta odnosno površine dleta (podaci se odnose na bušenje minskih rupa u krovini ugljenog sloja na površinskim otkopima kamenog uglja u SAD) — po B. J. Kochanowskom.

Abb. 4 — Bohrungskosten in Abhängigkeit vom Meißeldurchmesser bezüglich von der Meisselfläche. (Die Angaben für Sprenglöcher im Abraum der Braunkohletaggebauen der USA) — nach B. J. Kochanowsky.



Sl. 5 — Rotaciona bušilica za bušenje na suvo, typ K 8/RT 100 proizvodnja „Takraft“ — DDR.

Abb. 5 — Rotationsbohrmaschine für Trockenbohrung Type K 8/RT 100 Erzeugung der „Takraft“ — DDR



Sl. 6 — Bušilica BAŠ-320 (SSSR). Osnovni podaci: prečnik dleta do 320 mm; dubina bušenja do 30 m; tehnička brzina bušenja do 20 m/h; tip dleta: trokonusno; težina garniture 96-98 Mp; osni pritisak na dno bušotine do 70 Mp.

Abb. 6 — Bohrmaschine BAŠ-320 (UdSSR). Grundangaben: Bohrlochdurchmesser bis 320 mm; Bohrtiefe bis 30 m; Technische Bohrgeschwindigkeit bis 20 M/Stunde; Meisseltyp: dreiseitig; Gewicht der Garnitur 96 — 98 Mp; Achsendruck auf den Bohrlochboden bis 70 Mp.

Sledeći problem, koji se postavlja kod primene velikih bagera sa jednim radnim elementom ako rade sa utovarom u transportna sredstva, je veličina odnosno zapremina primenjenih transportnih sredstava za odvoz otkopanog materijala od bagera. Naime, zapremina transportnog sredstva ima bitan uticaj na kapacitet bagera. Ovo je prikazano na dijagramu na sl. 7 pri čemu je na apscisi uzet odnos zapremine transportnog sredstva i kašike bagera, a na ordinati je uzet kapacitet bagera, kada je odnos zapremine transportnog sredstva i kašike bagera jednak osam. Iz dijagrama, o kome je reč, vidi se da eksplotacioni kapacitet bagera brzo opada sa smanjenjem nosivosti transportnog sredstva ili pri smanjenju odnosa zapremine transportnog sredstva i kašike bagera. U slučaju kada ovaj odnos prelazi 5, zapremina transportnog sredstva vrlo malo ili praktično skoro ne utiče na kapacitet bagera. Pored iznetog i sledeći razlozi imaju mesta:

- veliko rasipanje materijala izvan sanduka transportnog sredstva pri utovaru;
- neravnomerni razmeštaj materijala u sanduku transportnog sredstva izaziva njegovo iskošenje, a to se nepovoljno odražava na konstrukciju transportnog sredstva i brzini njegovog kretanja pod teretom; -
- česti su lomovi na uredajima za kretanje, naročito kod auto-kiper, u procesu utovara, a ovo je u većoj meri slučaj ako se utovaruju veći komadi čvrste stene.

Na bazi proučavanja i dosadašnjeg iskustva optimalni odnosi su sledeći:

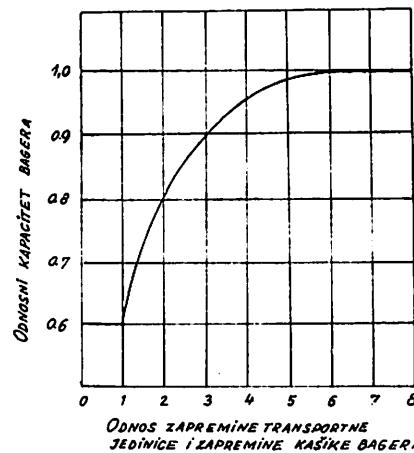
- ako se utovar vrši bagerom kašikom odnos (vagon ili auto-kiper: kašika bagera) ne treba da bude manji od 5:1.
- ako se utovar vrši bagerom dreglajn, onda pomenuti odnos ne treba da bude manji od 6:1.

Kod ovog treba napomenuti da za bager kašikar ne treba uzimati odnos veći od 7:1, a za bager dreglajn odnos veći od 10:1, jer se pri većem odnosu ne pokazuju efekti po ovom osnovu.

Sasvim je razumljivo da bageri predviđeni za prebacivanje otkrivke u otkopani prostor (stripovanje) ne podležu ovim ograničenjima.

Najnovija dostignuća kod bagera sa jednim radnim elementom

Od vremena kada je konstruisan i instaliran prvi bager — pre više od 50 godina — pa do danas, proizvođači velikih bagera za površinske otkope su uz pomoć i korišćenje elektronskih računara, spe-



Sl. 7 — Dijagram zavisnosti eksplotacionog kapaciteta bagera EKG-4 od zapremine transportnog sredstva.

Abb. 7 — Diagramm der Abhängigkeit von Förderleistung des Baggers EKG-4 zum Rauminhalt vom Transportmittel.

cijalnih alata kao i maštovitim konstrukcijama, kreirali bageri sposobne da otkopavaju za oko sto puta veću količinu stenske mase ili korisne supstance, no što je to bio u stanju da učini prvi bager.

Jedan od prvih bagera je bio opremljen kašikom zapremine od oko $1,9 \text{ m}^3$ i strehom dužine 18,3 m, a dnevni kapacitet mu je iznosio nešto oko 300 m^3 . Danas su već u upotrebi bageri koji su u stanju da ovu količinu materijala otkopaju za svega nešto više od 3 minuta.

U SAD se danas nalaze u radu na većem broju površinskih otkopa uglja, gvozdene i bakarne rude bageri kašikari sa zapreminom kašike od $4,6$ do $19,1 \text{ m}^3$ (sl. 8).

U SSSR se isto tako nalaze u radu na većem broju površinskih otkopa bageri kašikari sa zapreminom kašike od 4—35

m^3 označeni sa EVG—4, EVG—6, EVG—15 i EVG—3565. Podaci za ove bagere su navedeni u tablici 3.

Na površinskim otkopima u drugim zemljama sveta primenjuju se slični ili isti bageri, ali u daleko manjem broju. Pored toga, oni su, po pravilu, mada ima i izuzetaka, isporučeni iz fabrika ovih dveju zemalja.

U poređenju sa univerzalnim, ova grupa bagera se odlikuje znatno većom masom, koju je uslovila potreba za povećanom trajnošću (vek trajanja mašine) i

Posebno su interesantni, za otkopavanje mekih i srednje čvrstih stenskih masa, bageri sa povlačnom kašikom (bageri dreglajn), koji se u sve većoj meri primenjuju na površinskim otkopima u SSSR i SAD. Geometrijska zapremina kašike kod ovih bagera se kreće od $5-25 m^3$, a dužina strele i do 100 m. Težina, u odnosu na zapreminu kašike, u zavisnosti od dimenzija mašine, se kreće od $50-100 \text{ Mp/m}^3$, a snaga instaliranih motora do 100 kW/m^3 kašike (sl. 9).

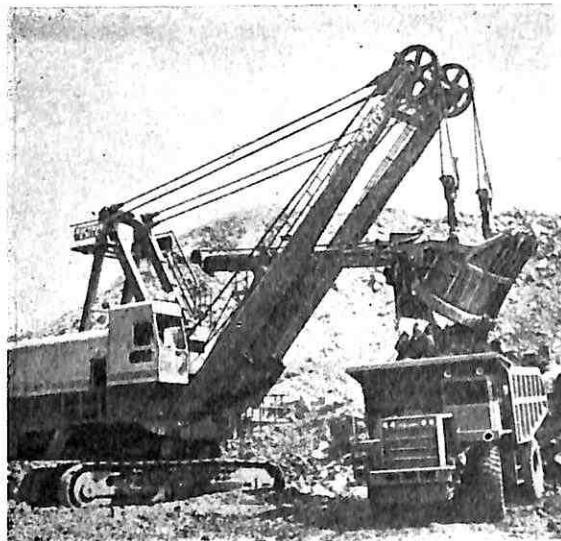
U SSSR su razvijene konstrukcije ovih bagera, poznate pod oznakom EŠ—5/45, EŠ—10/70A, EŠ—15/90A i EŠ—25/100, čije bliže podatke navodimo u tablici 2.

Slične bagere su razvijale i u SAD poznate firme „Marion“ i „Bucyrus-Erie“.

Ova kategorija bagera, koja se danas ubraja u bagere srednje veličine, pretrpela je korenite promene u svojoj konstrukciji, u toku zadnjih nekoliko godina. U najvažnija dostignuća se ubraja primena statički kompaktnih elemenata otpornih na radnu sredinu i udar, a što je postignuto primenom visokokvalitetnih legiranih čelika. Ovakvi bageri su u stanju da izdrže velika opterećenja tj. da vrše otkopavanje materijala i u uslovima oštih zima kada se temperature spoljne sredine spuštaju i do -40°C . Pored ovoga, uvedeni su na ovim bagerima sistemi automatskog i poluautomatskog podmazivanja, sistemi i uređaji za prigušivanje vibracija, grejanje strele i ručki bagera, grejanje izolovanih kućišta reduktora i zupčanika, specijalni cevovodi itd.

Bageri sa zapreminom kašike, većom od prethodno navedenih, se već nalaze u radu ili u konstrukciji i izradi u fabrikama. Mada su još uvek retki, može se reći da dosadašnje iskustvo pokazuje da su uspešno rešavani svi tehnički problemi kod izrade ovakvih bagera, a smatra se, sa puno argumenata, da neće biti ozbiljnijih problema za konstruisanje i izradu i većih bagera.

U SAD je 1966. god. konstruisan i nalazi se u izradi bager dreglajn sa zapreminom kašike od $168 m^3$. Kapacitet ovoga bagera iznosi oko 50 miliona m^3 godišnje na otkopavanju jalovine. Strela, dugačka 102 m je izrađena u celosti od cevastih elemenata, isto tako i glavni nosač kao i

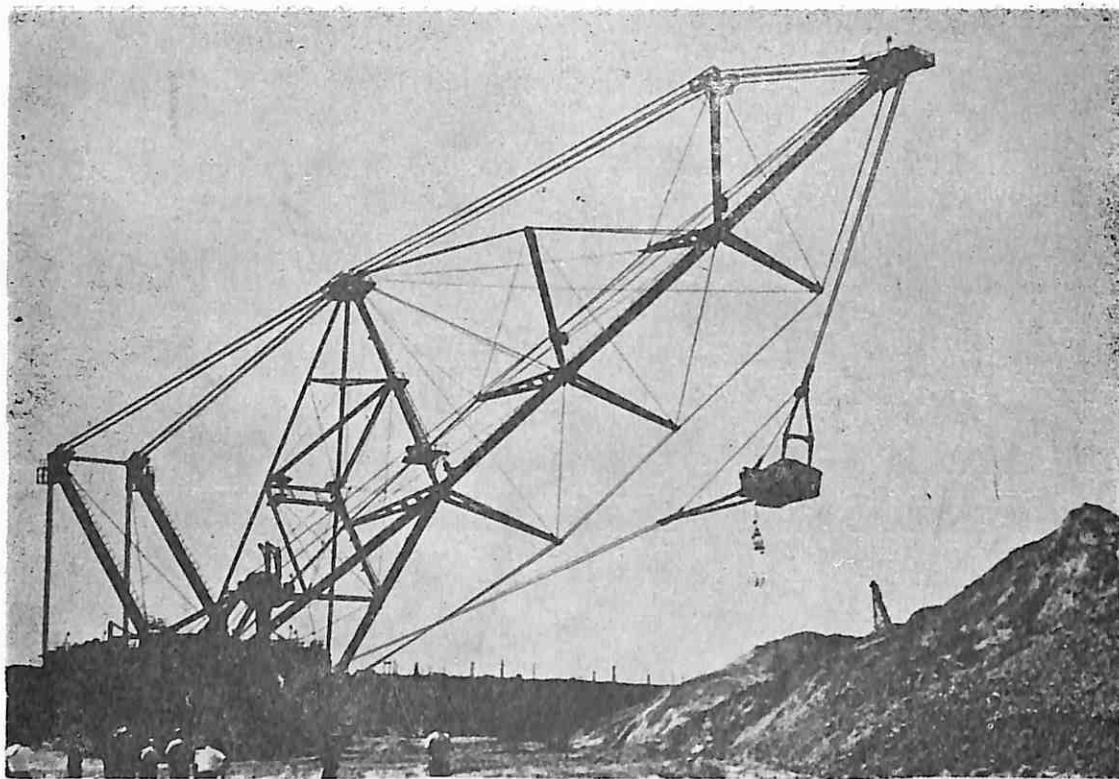


Sl. 8 — Bager kašikar Model 28-B proizvodnje firme „Bucyrus Erie“. Pogon električni; dužina strele 15 m; zapremina kašike $10 m^3$.

Abb. 8 — Löffelbagger Model 280-B der Firma „Bucyrus-Erie“. Elektrischer Antrieb; Auslegerlänge 15 m; Löffelinhalt $10 m^3$.

sigurnosti u radu. Radna težina bagera iz ove grupe u odnosu na zapreminu kašike dostiže do 45 Mp/m^3 , snaga radnih motora $60-80 \text{ kW/m}^3$ kašike.

U ovu grupu spadaju i specijalni bageri koji su namenjeni za otkopavanje čvrstih stena prethodno miniranih. Konstrukcije ovih bagera su ojačane te im je unekoliko i masa veća. Tako npr. težina im se kreće u rasponu od $75-100 \text{ Mp/m}^3$ zapremine kašike, a snaga instaliranih motora u predelu od $70-90 \text{ kW/m}^3$ kašike.



Sl. 9 — Bager dreglajn ES-25/100. Proizvodač NKMZ — SSSR. Dužina strele mu je 100 m; kašika zapremine 25 m³; radna težina 2700 Mp.

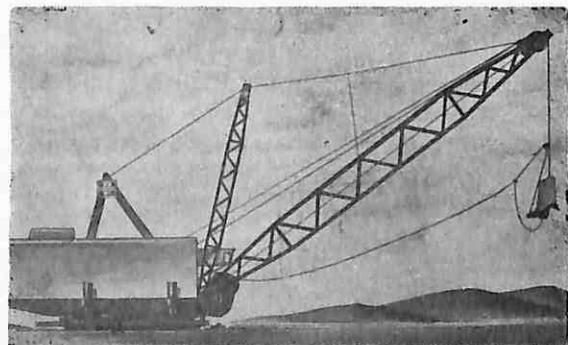
Abb. 9 — Schürfkübelbagger ES-25/100. Erzeuger NKMZ—UdSSR. Auslegerlänge 100 M; Löffelinhalt 25 M³; Dienstgewicht 2700 Mp.

podupirač. Dubina kopanja kod ovoga bagera iznosi 56,4 m, visina pražnjenja kašike 43,9 m, a radijus pražnjenja 92,0 m. Masa bagera je 12.700 t pri čemu je specifičan pritisak na tlo nešto ispod 1 kp/cm². Interesantno je napomenuti da će ovaj bager trošiti upravo toliko električne energije koliko i jedno naselje od 40.000 stanovnika (oko 200.000.000 kWh/god.). Sigurno je, da će ovo biti najveći bager, a ujedno i najveća pokretna mašina na svetu (sl. 10).

Bager nosi oznaku 4250—W, a proizvođač je firma „Bucyrus-Erie“.

U SSSR je u „Uralskom mašinostroitelnom zavodu“ projektovan bager dreglajn koji nosi oznaku EŠ—80/100. Ovaj bager ima zapreminu kašike 80 m³ i dužinu strele 100 m. Radijus pražnjenja mu je 95,0, dubina kopanja nešto preko 50 m,

instalirana snaga električnih motora iznosi 16.400 kW, a radna težina bagera 8.400 Mp.



Sl. 10 — Bager dreglajn Model 4250-W firme „Bucyrus-Erie“. Dužina strele mu je 102 m; kašika zapremine 168 m³, kapacitet 50 miliona m³/god.

Abb. 10 — Schürfkübelbagger Model 4250-W der Firma „Bucyrus-Erie“. Auslegerlänge 102 M; Löffelinhalt 168 M³, Förderleistung 50 Millionen M³/Jahr.

Strela bagera je od cevastih elemenata učvršćenih pomoću nategnutih čeličnih užadi, tako da će posedovati najveću moguću elastičnost u radu.

Više ovakvih bagera će raditi na površinskim otkopima Berezovskog i Nazarovskog ugljenog basena u 1969. i 1970. god.

Do danas najveći bager kašikar ima zapreminu kašike 138 m^3 . Izradila ga je firma „Marion“ i nosi oznaku „Model 6360“. Dužina strele mu je $70,5 \text{ m}$, a gođišnji kapacitet $41,4 \text{ miliona m}^3$ jalovine. Radijus dejstva (radijus kopanja i radijus pražnjenja) ovog bagera je 137 m . Bager radi na površinskom otkopu uglja „Southwestern Illinois Coal Corp“ (sl. 11).



Sl. 11 — Bager kašikar Model 6360 proizvodnje firme „Marion“ — SAD. Dužina strele mu je $70,5 \text{ m}$; zapremina kašike 138 m^3 ; kapacitet $41 \text{ milion m}^3/\text{god.}$

Abb. 11 — Löffelbagger Model 6360 der Firma „Marion“ USA. Auslegerlänge von $70,5 \text{ M}$; Löffelinhalt 138 M^3 ; Förderleistung $41 \text{ Million M}^3/\text{Jahr.}$

Bager kašikar EVG—100/70, koji je projektovalo preduzeće „Novokremorskij mašinostoritelnyj zavod im. V. I. Lenjina“, ima kašiku zapremine 100 m^3 . Radijus kopanja ovog bagera je 70 m , a radijus istovara 68 m tj. ukupni radijus dejstva iznosi 138 m . Nekoliko ovakvih bagera biće u radu na Berezovskom površinskom otkopu uglja.

U drugim, manjim zemljama, koje ne poseduju veće rezerve mineralnih supstanci, ovako velike mašine nisu još našle primenu. Razlozi su mnogobrojni. Verovatno je jedan od najvažnijih:

- da su za primenu ovakvih mašina nužni određeni montan-geološki uslovi za leganja rudne supstance;

- da su na jednoj lokaciji prisutne ogromne rezerve rudne supstance;
- da je odgovarajuća druga industrija spremna da konzumira ovako velike količine rudne supstance itd.

Pojava velikih bagera prouzrokovala je ubrzani razvoj i drugih pratećih delatnosti za opsluživanje ovakvih mašina. Tako, na primer, u isto vreme su morali biti konstruisani pokretni kranovi, kapaciteta preko 90 tona, sa strelom dužine preko 70 m radi opsluživanja, kako pri montaži, tako i u tekućem održavanju pri zameni užadi, zameni kašike, zameni zuba na kašici i drugih elemenata koji su podložni habanju. Pre pojave ovako velikih mašina bagerske kašike i drugi delovi su se mogli slati u radionicu na popravku; međutim, sada je nužno da radionica bude na samim otkopima.

Povećane dimenzije bagera prouzrokovale su mnoge tehničke probleme u vezi sa njihovom konstrukcijom i primenom. Jedan od njih je svakako visoki napon električne energije od 10.000 odnosno 14.000 V , koji je preduslov za funkcionisanje ovih mašina. Međutim, prednosti u vezi sa visokim naponom električne energije morale su se, sa druge strane, usklađivati sa uslovima povećanih mera bezbednosti koje su morale biti sprovedene u okviru kompletne distributivne mreže za snabdevanje električnom energijom svih postrojenja na površinskom otkopu.

Slедеći problem su predstavljali elektro-motori jednosmerne struje ogromne snage (1000 KS) koji su morali da zadovolje zahteve pogona užadi, kao i statički sistemi upravljanja i kontrole za ove motore i generatore. Da pomenuti problemi nisu uspešno rešeni, sigurno je da bi konstruisanje velikih bagera bilo dovedeno u pitanje.

Druga oblast problema se odnosi na konstrukciju i usavršavanje čeličnih užadi odgovarajućih dimenzija i elastičnosti. Za ovako velike mašine čelična užad odgovarajućih prečnika nisu standardna proizvodnja, te je morala doći u obzir primena višestrukih užadi manjih dimenzija odnosno prečnika, što je opet iziskivalo posebna konstruktivna rešenja u sistemu za pravilno vođenje kod velikih bagera dreglajn.

Pored navedenog, kod konstruisanja i izrade ovih bagera uzeta je u obzir potrebna povećana sigurnost, kao i cena pojedinih komponenata mašine. Tako, na primer, glavni cevasti nosači kod strele bagera dreglajn fabrikacije „Bucyrus-Erie“ su punjeni inertnim gasom pod određenim pritiskom. Bilo kakva naprslina ili deformacija izaziva u ovom slučaju promenu prijska u pomenutim elementima, što se registruje elektronskim uredajem. Na ovaj način deformacija se odmah uočava, lokalizuje i reparatura može da se obavi pre nego što dode do veće štete. Razumljivo je, da se u tom slučaju štede mogući izdaci za veću opravku i što je još važnije, svode se na najmanju moguću meru gubici u proizvodnji. Druga grupa uredaja za pomaganje što sigurnijeg i ekonomičnijeg rada velikih bagera kašikara i dreglajna obuhvata neobično precizne alarmne sisteme, pokazivače preopterećenja motora, granične isključivače, vazdušne filtere itd. (sl. 12).

U industriji uglja verovatno je da će bageri kašikari imati veoma široku primenu na otkopavanju čvrsih i veoma čvrstih stenskih masa. Bageri dreglajni će naći širi opseg primene, u odnosu na kašikare, u slučajevima kada do izražaja dolaze ekonomsko-tehničke prednosti koje donose njihov veći radijus dejstva i dubina otkopavanja, ako se radi o srednjem ili mekim stenama. Pored ovoga, dreglajni mogu da rade na vrlo nepristupačnim terenima i pri vrlo nepovoljnim radnim uslovima.

Eksploracioni kapacitet bagera sa jednim radnim elementom se određuje pomoću izraza:

$$Q_{eksp} = \frac{60 \cdot q \cdot n \cdot K_p \cdot K_v}{K_r}, \text{ m}^3/\text{h}$$

gde su:

q — geometrijska zapremina kašike bagera, m^3

n — broj ciklusa u minuti

K_p — koeficijent punjenja kašike koji pokazuje stepen punjenja kašike bagera rastresitim materijalom

K_v — koeficijent iskorišćenja bagera po vremenu

K_r — koeficijent rastresitosti materijala u kašici bagera.

Iz navedenog obrasca se vidi da kapacitet bagera zavisi od zapreme kašike, dužine trajanja radnog ciklusa odnosno broja ciklusa koji može bager da izvrši u jedinici vremena, fizičko-mehaničkih osobina stena i korišćenja bagera po vremenu.

Dužina trajanja radnog ciklusa ima veoma veliki uticaj na kapacitet bagera, a zavisi od osobina materijala koji se otkopava, ugla okretanja bagera, radnih dimenzija bagera i kvalifikovanosti bageriste.



Sl. 12 — Bager kašikar Model 3850-B firme „Bucyrus-Erie“. Dužina strele mu je 66 m; kašika zapremine 108 m^3 ; kapacitet 32 miliona $\text{m}^3/\text{god.}$

Abb. 12 — Löffelbagger Model 3850-B der Firma „Bucyrus-Erie“. Auslegerlänge von 66 M: Löffelinhalt 108 m^3 ; Förderleistung 32 Millionen $\text{m}^3/\text{Jahr.}$

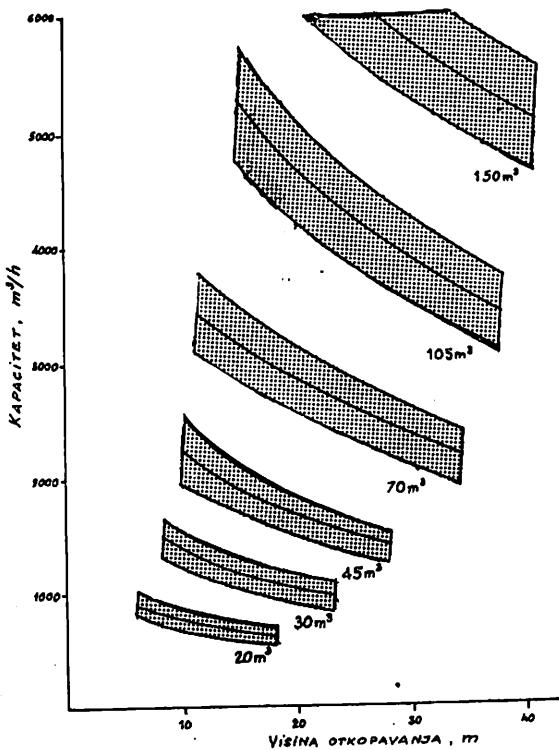
Kod velikih bagera koji su namenjeni za rad stripovanjem za približan i grub račun kod poređenja, može se uzeti da je

$$\frac{60 \cdot n \cdot K_p \cdot K_v}{K_r} = 40 \text{ t.j. u ovom slučaju}$$

$$Q_{eksp} = 40 \cdot q \text{ m}^3/\text{h}$$

pri čemu zbog varijabilnih funkcija kao što su: visina otkopavanja, primenjena tehnika bušenja i miniranja, kvalifikovanost bagerista, ugao okretanja bagera itd.

ovako izračunat kapacitet može da varira u opsegu od $\pm 30\%$. Na dijagramu na sl. 13 koji je sačinio B. J. Kochanowsky

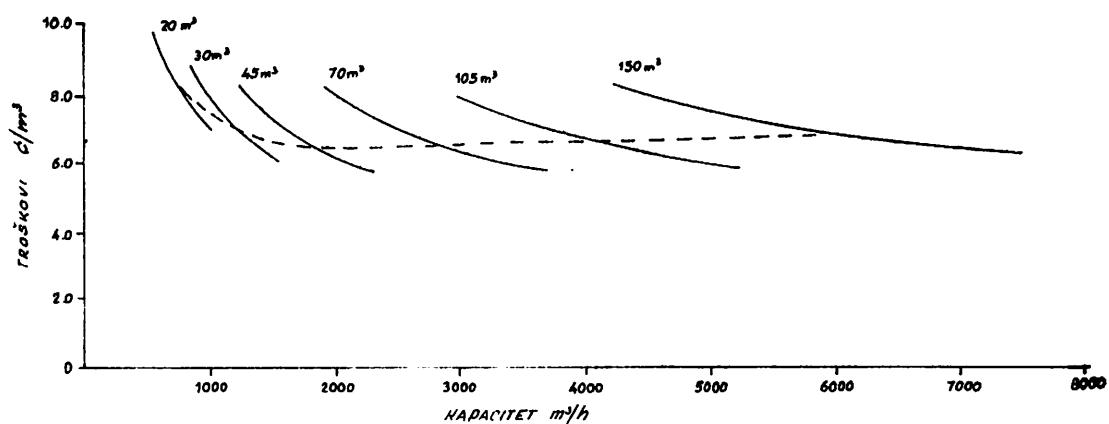


Sl. 13 — Kapacitet bagera kašikar u funkciji od visine otkopavanja (dijagrami po B. J. Kochanowskom).

Abb. 13 — Förderleistung von Löffelbagger in Abhängigkeit der Abbauhöhe (Diagramm nach B. J. Kochanowsky).

je prikazano u kojoj meri kapacitet bagera kašikar (pri stripovanju) zavisi od visine otkopavanja. Kod ovoga su uzete različite veličine bagera tj. bageri sa različitim veličinama kašike. Uzeto je da su ostali elementi, koji (kako je napomenuto) imaju uticaj na kapacitet, u ovom slučaju isti kod svih veličina bagera. Dijagram na sl. 13 može biti od koristi kod izbora veličine bagera. Razumljivo je da se kod ovega moraju uzeti u obzir i drugi faktori, a konačni sud se može doneti samo uz prisustvo detaljnijih ekonomskih analiza.

Dijagram na sl. 14 ilustruje troškove otkopavanja jalovine pri stripovanju raznim veličinama bagera kašikara. U troškovima su obuhvaćeni samo troškovi sredstava, troškovi materijala i lični izdatci za personal. Kao što se iz dijagrama vidi, na troškove snažno utiču performanse mašine. Ipak, pretpostavljajući iste uslove za svaki bager, troškovi po 1 m³ otkopanog materijala (isprikidana linija) pokazuju da najveći bageri mogu ekonomično da otkopavaju vrlo debele slojeve, čak i ekonomičnije nego relativno manji bageri tanje slojeve. Drugim rečima, ovim je omogućeno ekonomski uspešno otkopavanje ugljenih slojeva, čija je dubina zaledanja veća. Dijagram na sl. 15 prikazuje kako rastu troškovi bušenja, miniranja i otkopavanja pri stripovanju za određenu veličinu bagera, ako je sloj koji bager otkopava i stripuje deblji tj. ukoliko je veća visina otkopavanja bagera.



Sl. 14 — Troškovi sredstava, materijala i rada za različite veličine bagera kašikar u funkciji od kapaciteta bagera (dijagram po B. J. Kochanowskom).

Abb. 14 — Kapital — Material — und Lohnkosten für verschiedene Größen von Löffelbagern in Abhängigkeit der Förderleistung des Baggers (Diagramm nach B. J. Kochanowsky).

Tačnije rečeno dijagram prikazuje (isprednja linija) da se troškovi bušenja, miniranja i otkopavanja uz stripovanje po 1 m^3 jalovine, koji se povećavaju sa povećanjem debljine sloja, mogu uspešno smanjiti primenom mašina većeg kapaciteta i veće visine otkopavanja.

Verovalno je da će moguća visina otkopavanja kod bagera kašikara u budućnosti biti limitirana cenom bagera. Već danas se može reći, da ukoliko se poveća visina otkopavanja za 50%, bager postaje skuplji za 300 do 400%. Prema ovome, rešenja za ekonomsko savlađivanje veće otkopne visine (odnosi se samo na vrlo čvrste stene) treba tražiti u tehnologiji bušenja i miniranja.

Najnovija dostignuća kod bagera sa više radnih elemenata

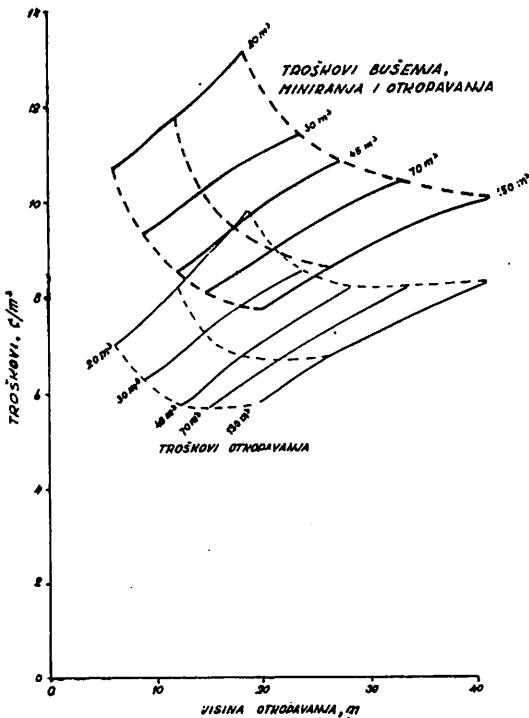
Prvi bageri sa više radnih elemenata su bili konstruisani u Francuskoj i primjenjeni na izgradnji Sueckog kanala oko 1860. godine. Zatim je inicijativa u razvoju ovih bagera prešla u Nemačku i druge zemlje.

Osnovni stimulans za razvoj ovih mašina je veliki jedinični kapacitet, manja specifična metalna masa, manja specifična potrošnja električne energije, visoka produktivnost mašina i manji troškovi 1 m^3 otkopanog materijala u poređenju sa bagerima sa jednim radnim elementom.

Za razliku od bagera sa jednim radnim elementom, kod kojih utrošak vremena za otkopavanje iznosi svega 15—30% od ukupnog trajanja radnog ciklusa, kod bagera sa više radnih elemenata lagerovanje se vrši neprekidno u celom procesu radnog ciklusa. Prisustvo većeg broja radnih organa kod ovih bagera, pored ostalog, snižava inerciona opterećenja, povećava iskorišćenje transportnih sredstava i povećava kapacitet mašine. Sila, koja može biti ostvarena na reznom delu vedrice, znatno je manja od one, koja može biti ostvarena na reznom delu kašike kod bagera sa jednim radnim elementom. Ovo radi toga, što je ukupna dužina reznih delova vedrica koje istovremeno rade kod bagera sa više radnih elemenata veća, nego kod kašike bagera sa jednim radnim

elementom. Zbog toga je debljina reza, koju otkopavaju vedrice bagera sa više radnih elemenata, relativno mala.

Bageri sa neprekidnim radnim procesom mogu da rade na otkopavanju istodobnih mekih i srednje čvrstih stenskih masa do IV stepena čvrstoće. Pri radu u čvrstim i smrznutim stenama kapacitet im znatno opada, a čest je slučaj da otkopavanje uopšte nije moguće. Isto tako, rad ovih bagera nije moguć na otkopavanju čvrstih stena koje su prethodno minirane.



Sl. 15 — Troškovi sredstava i rada bagera kašikara sa zapreminama kašike od 20 do 150 m^3 u funkciji od visine otkopavanja (dijagram po B. J. Kochanowskom).

Abb. 15 — Kapital- und Lohnkosten bei Löffelbagger mit Elmerinhalt von 20 bis 150 m^3 in Abhängigkeit der Abbauhöhe (Diagramm nach B. J. Kochanowsky).

U ovu grupu bagera spadaju bager vedričari i bager glodari (rotorni bager).

Bageri vedričari su, naročito u prošlosti, odigrali veoma važnu ulogu u razvoju površinskih otkopa lignita; međutim, danas ih sve masovnije potiskuju rotorni bageri, koji imaju mnoge prednosti (sl. 16, 17, 18).

Izrada velikih bagera vedričara sa šinskim uređajem za kretanje predviđa se i u buduće, uglavnom, kao mašina, vezanih za mostove za transport i odlaganje.

U DR Nemačkoj se danas nalazi u pogonu okretni bager vedričar za visinsko i dubinsko otkopavanje sa zapreminom ved-

sinom otkopavanja od 54 m (27 m dubinski i 27 m visinski) i teoretskim kapacitetom od 4.400 m³/h.

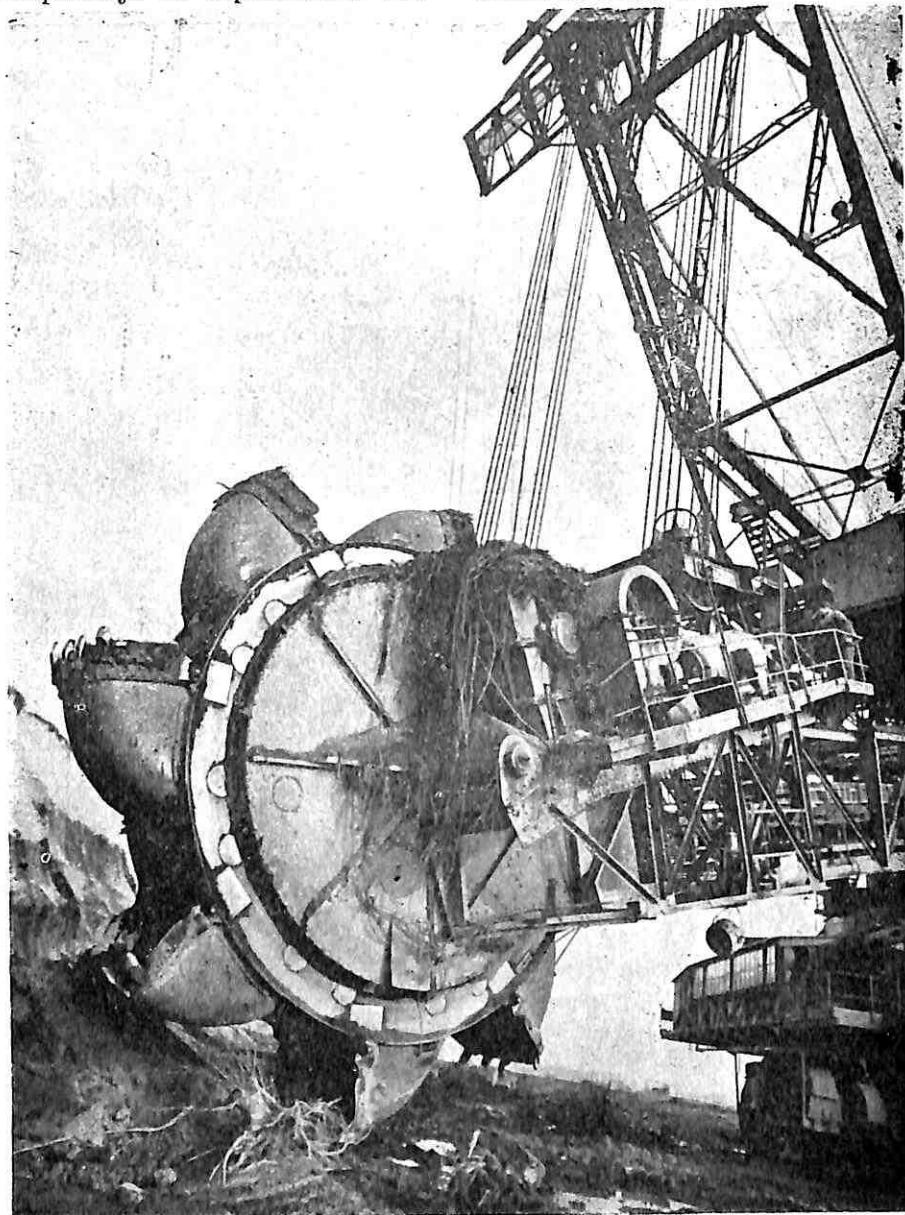


Abb. 16 — Schaufelradbagger SchRs 1000 im Einsatz auf einem Braunkohlentagebau der DDR.
Sl. 16 — Bager giodar SchRs 1000 u radu na jednom površinskom otkopu lignita u DDR.

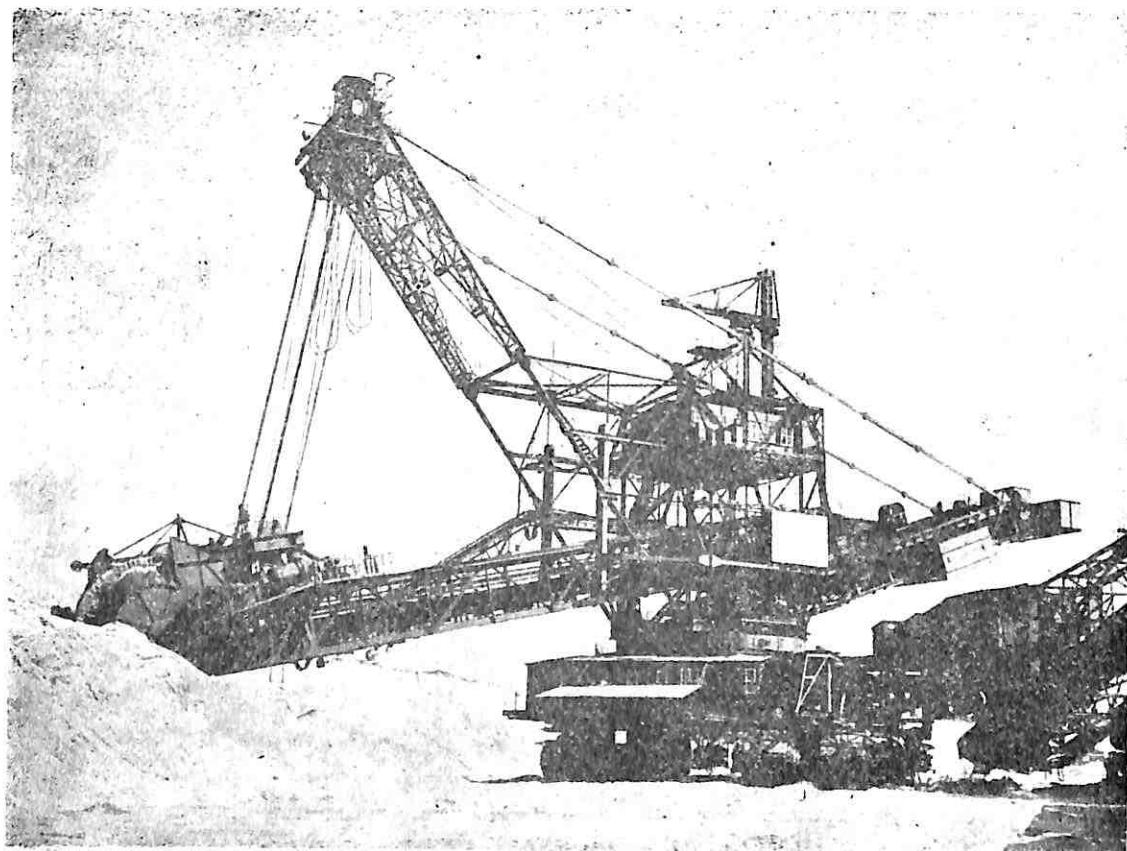
rice od 1600 l, ukupnom otkopnom visinom od 49 m (23 m visinski i 26 m dubinski) i teoretskim kapacitetom od 2.200 m³/h. U skorijoj budućnosti se predviđa izrada bagera vedričar istoga tipa sa zapreminom vedrice od 3.150 l, ukupnom vi-

U razvojnog programu se predviđa i okretni bager vedričar Es 4.500:33/33 tj. sa zapreminom vedrice od 4.500 l i ukupnom visinom otkopavanja od 66 m.

Bageri vedričari na gusenicama su do sada izrađivani samo kao relativno male

mašine. Značajna jedinica iz ove grupe mašina, koja se sada nalazi u pogonu, je bager vedričar ERs sa zapreminom vedrice od 1200 l, ukupnom visinom otkopavanja od 58 m i teoretskim kapacitetom od 1920 m³/h. Predviđa se u budućnosti razvoj istog tipa bagera sa povećanom zapreminom vedrice na 3.150 l, ukupnom visinom otkopavanja od 54 m (27 m visin-

U konstrukciji bagera glodar su sjedinjeni mobilnost bagera sa jednim radnim elementom i neprekidnost procesa bagerovanja vedričarom. Uz ovo, manji utrošak energije, povećana rezna sila u odnosu na bager vedričar i mogućnost selektivnog rada, kao i rada u dubinskom rezu, omogućili su bageru glodar veoma brz razvoj.



Sl. 17 — Bager glodar SchRs 1000. Proizvodnja „Lauchhammer“ — DDR.
Abb. 17 — Schaufelradbagger SchRs 1000 der Firma „Lauchhammer“ — DDR.

ski i 27 m dubinski) i teoretskim kapacitetom od 4.400 m³/h.

Rotorni bageri spadaju u relativno mlade mašine. Prvi bager ove vrste je konstruisan 1916. god., a intenzivan razvoj su ovi bageri doživeli tek kada su uslovi za površinsko otkopavanje lignita bagerima vedričar postali složeni.

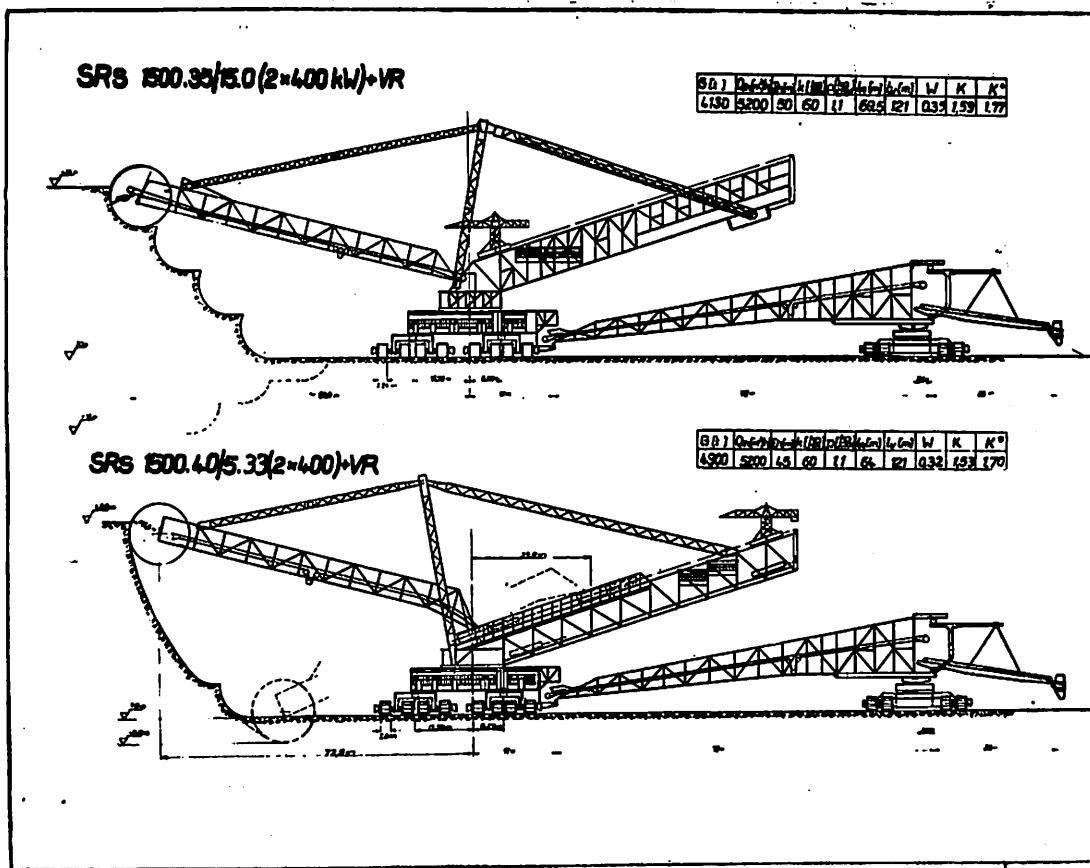
Danas se već u eksploataciji nalaze veliki rotorni bageri, čiji dnevni kapacitet prelazi 100.000 m³ jalovine pri visini otkopavanja do 50 m.

Nove konstrukcije rotornih bagera omogućuju ukupnu visinu otkopavanja i do 90 m, ako se pri ovome koristi mogućnost dubinskog reza i ponovnog visin-

skog otkopavanja istim bagerom, pri čemu ova visina otkopavanja bagerom zavisi od mogućnosti iskošenja spojnog mosta sa uređajem za utovar.

Većina novih velikih rotornih bagera poseduje nosač rotora dužine od 50 do 70 m (računato od ose obrtanja bagera do centra obrtanja rotora), a u pogonu je i jedan bager sa nosačem rotora dužine 100 m, spojnim mostom za utovar dužine 85 ± 7 m i obrtnim tračnim transporterom za utovar dužine 21 m (sl. 19).

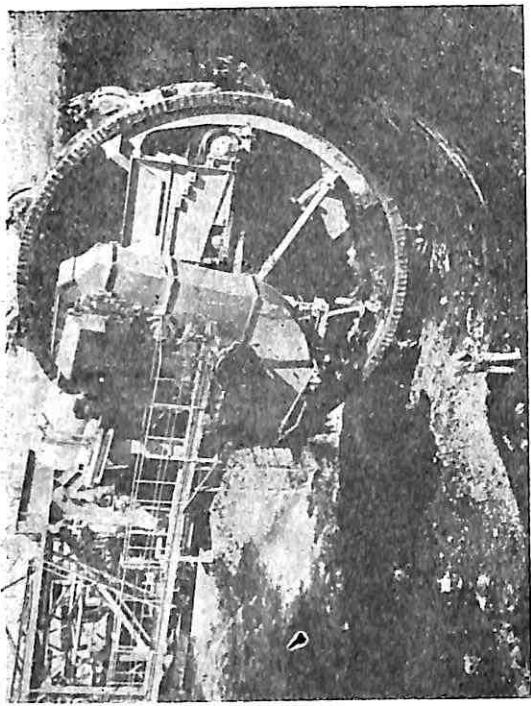
Tračni transporteri za odvoz otkopanog materijala od rotora, koji su ranije postavljeni na prelaznoj tački rotora, kod novih konstrukcija su izostavljeni. Rotori se, u zadnje vreme, postavljaju sa dopunskim nagibom u odnosu na vertikalnu ravan, radi postizanja što boljeg pražnjenja. Instalirana snaga motora za pogon rotora kod najvećih bagera ove vrste dostiže 1500 kW, pri čemu se odnos pokazatelja „snaga pogona“ i „kapacitet u m³“ povećao do 0,2.



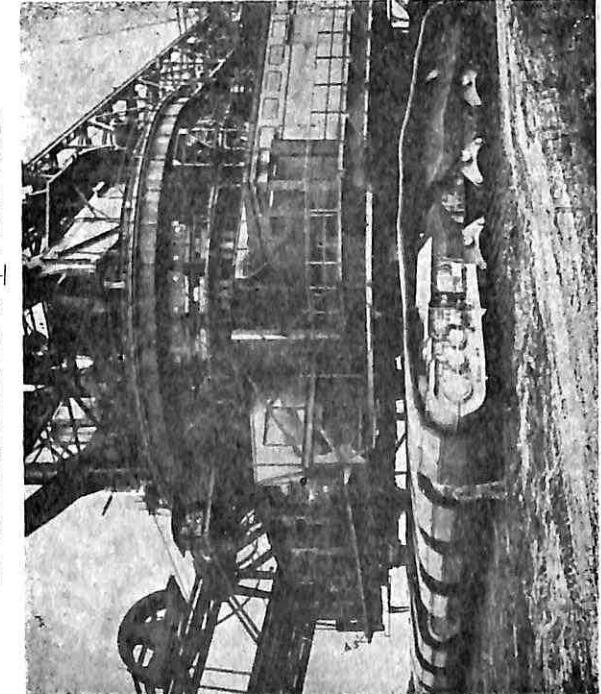
Sl. 18 — Seme bagera glodar SchRs 1500.35/15.0 + VR i SchRs 1500.40/5.33 + VR. Oba bagera su u programu proizvodnje preduzeća „Lauchhammer“ — DDR.
Abb. 18 — Schaufelradbagger SchRs 1500.35/15.0 + VR und SchRs 1500.40/5.33 + VR. Beide Geräte sind im Lieferprogramm der Firma „Lauchhammer“ — DDR.

Konstrukcije rotora se prilagođavaju fizičko-mehaničkim osobinama materijala koji se otkopavaju. Tako npr. za otkopavanje lepljivih materijala broj pražnjenja rotora se podešava na 32 do 35 u minutu, kod čega se upotrebljava rotor bez čelija prečnika od 16—17,3 m (sl. 20).

Najveći rotorni bageri se danas opremaju guseničnim uređajem za kretanje, sastavljenim od 12 gusenica, pri čemu je svaka dugačka do 15 m. Ovi bageri mogu da savladavaju krivine poluprečnika od 50 do 60 m. Transportni uređaj sa dve gusenice danas se primenjuje samo za

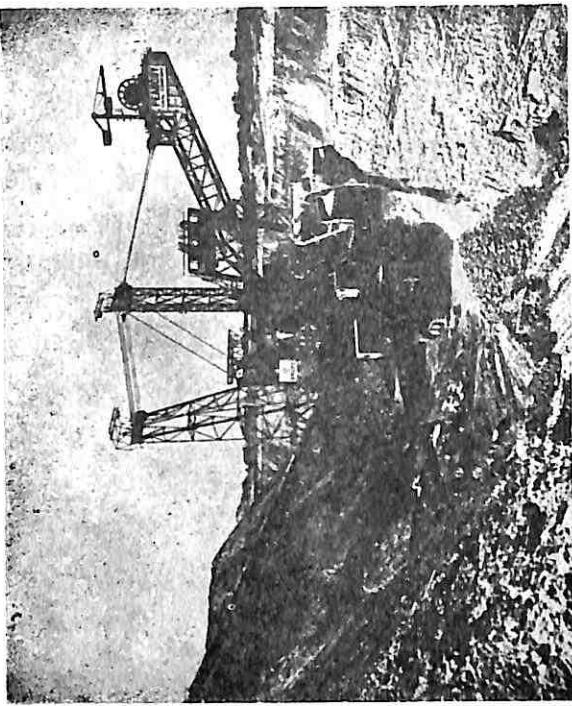


Sl. 19 — Bager glodar sa nosačem rotora dugackim 100 m i spojnim mostom za utovar duzine 85 ± 7 m.
Abb. 19 — Schaufelradbagger mit Radausleger von 100 M. Länge und mit Verladebrücke von 85 ± 7 Meter Länge.



Sl. 21 — Donji stroj velikog bagera glodar (12 gusenica širine 2,8 m).
Abb. 21 — Unterbau des grossen Schaufelradbaggers (12 Raupen mit 2,8 Meter Breite).

Sl. 20 — Rotor bagera glodar prečnika 11,0 m sa 10 vredrica zapremine 700 l.
Abb. 20 — Schaufelrad mit Durchmesser von 11,0 Meter, 10 Stück Schaufeln mit 700 Liter Inhalt.



Sl. 22 — Bager glodar konstruisan za metodu "Strip Mining" na površinskom otkopu "Northern Illinois Mines" kompanije "Peabody Coal Company" (SAD).
Abb. 22 — Schaufelradbagger für "Strip-Mining" — Verfahren konstruiert für den Tagebau "Northern Illinois Mines" der Company "Peabody Coal Company" (USA).

bagere, čija je konstrukcionalna težina do 800 odnosno 1.100 Mp, ali se pri tome sve više upražnjava statički određen oslonac u četiri tačke, koji obezbeđuje bolje uslove stabilnosti mašine, nego što je bilo postignuto ranijom primenom klasičnog sistema oslanjanja u tri tačke (sl. 21).

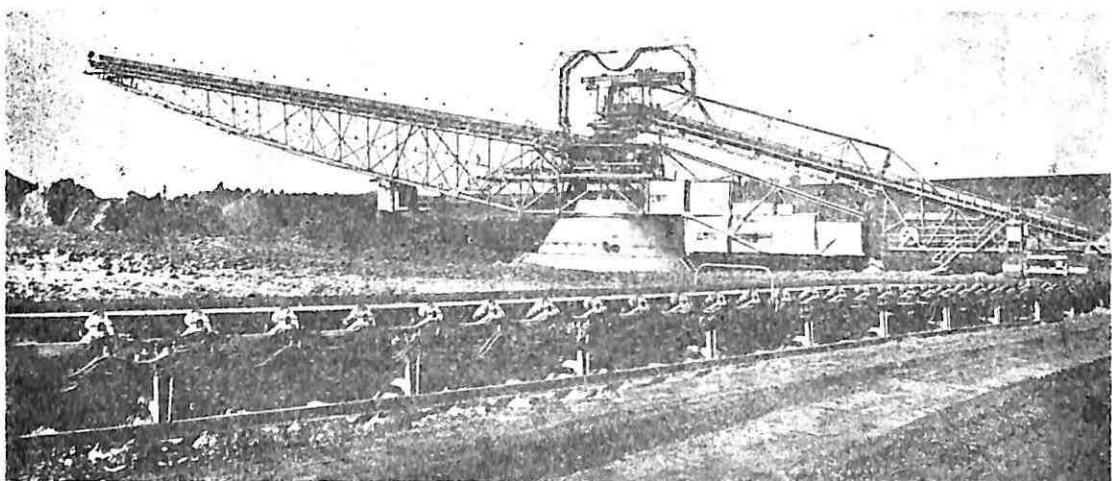
Nove konstrukcije rotornih bagera su opremljene uređajima za blokiranje tako da je onemogućeno preopterećenje pojedinih uređaja, čime su moguće havarije svedene na minimum. Pored ovoga podmazivanje mehanizama i uređaja je potpuno automatizovano, a radne operacije bagerista svedene do minimuma.

sitnjenača čvrste stene, koje čine pokrivku ugljenog sloja (sl. 22).

U SSSR i ČSSR su se zadnjih godina pojavili odlagači sa tračnim prijemnim organom i koračajućim uređajem za kretanje, što je povećalo manevarsku sposobnost odlagača i snizilo težinu odlagača u poređenju sa onima, koji su opremljeni guseničnim transportnim uređajem (sl. 23).

Zaključak

U prethodnom izlaganju cilj nam je bio da upoznamo stručnu i drugu javnost



Sl. 23 — Tračni odlagač, tip ZP 2200. Proizvođač „Strojeksport“ — ČSSR. Uredaj za kretanje mu je koračajući, a specifični pritisak na tlo (srednji) 0,7 kp/cm².

Abb. 23 — Bandabsetzer Type ZP 2200 der Firma „Strojexport“ ČSSR, mit schreitender Einrichtung und spezifischen Bodendruck (mittleren) von 0,7 kp/cm².

Interesantno je napomenuti da je rotorni bager uspešno primenjen za metodu „Strip-Mining“ na površinskom otkopu kamenog uglja Northern Illinois Mines kod kompanije „Peabody Coal Company“. Naime, za otkopavanje otkrivke na pomenutom površinskom otkopu, konstruisan je bager glodar sa visinom otkopavanja od 30 m, dužinom strele rotora (od centra rotora do ose okretanja bagera) od 37 m' i dužinom konzole za utovar odnosno odlaganje otkopanog materijala od 102,6 m (računa o od ose obrtanja bagera do bubnja za istovar na kraju konzole). Rotor pokreće dva elektro-motora snage $2 \times 572 = 1.144$ kW, tako da je bager u mogućnosti da otkopava bez prethodnog

sa napretkom koji je učinjen u oblasti rudarskih mašina za površinsku eksploataciju, a koji je rezultat predanog rada tehničkog kadra u proizvodnji, institutima, konstrukcionim i drugim biroima. Možemo reći, da je postignut takav napredak koji zadržava i koji je iznad onoga što je mogla zamisliti mašta običnog čoveka, pa čak i iznad onoga, što je mogla zamisliti mašta ljudi koji svakodnevno rade na poslovima rudarstva.

Ovakav razvoj mašina za otkopavanje jalovine i uglja, a zatim i drugih uređaja (transportnih sredstava, pomoćne mehanizacije itd.) omogućili su da pored razvijene tehnologije i tehnike razvoja i ot-

kopavanja površinskih otkopa, industrija uglja u pojedinim zemljama prebrodi mnogobrojne krize i dalje ostane osnovna i najvažnija energetska grana.

Krise u razvoju industrije uglja u industrijski razvijenim zemljama su dola-zile, uglavnom, usled preorientacije dodatašnjih potrošača uglja na druga kvalitetnija goriva, koja su ne samo sa aspektom ekonomije za određenu upotrebu, već i higijene i drugih zahjeva, ovima više odgovarala. Tako je, na primer, železnica, koja je bila jedno od najlukrativnijih tržišta uglja, u mnogim zemljama, preko noći prestala to da bude. Naime, preorientacija na dizel i električnu vuču učinila je ugalj suvišnim. Sa druge strane, široka potrošnja i manja industrija su napravile isti potez u veoma kratkom vremenskom periodu, te je udar, zadat industriji uglja, bio utoliko jači. Ovo je uticalo na to, da manje produktivni rudnici, tj. oni sa visokim troškovima proizvodnje, prestanu sa radom. Ostali, veći, su se preorientisali na druge velike potrošače (pretežno termoelektrične centrale), a ovakvom preorientacijom je bilo moguće mnogo racionalnije rešiti i troškove transporta uglja od rudnika do potrošača. U mnogim zemljama je uveden vrlo jeftin vid transporta maršrutnim vozovima (Unit Train). Ovo su železnice učinile pod pritiskom konkurenциje drumskog saobraćaja i hidrauličnog transporta uglja. Na ovaj način rudnici su osvojili nove, velike potrošače, koji su, sa druge strane, zbog karakteristika svoje potrošnje, omogućili kompleksniju mehanizaciju, automatizaciju i koncentraciju proizvodnje u rudnicima, a time i niže troškove proizvodnje uglja..

U celom svetu elektroprivreda postaje u sve većoj meri potrošač uglja. Neprekidan i veoma rapidan porast u potrošnji električne energije uslovjava veoma brzu izgradnju novih i sve većih termoelektrenergetskih kapaciteta, a ovi razvoj novih i sve većih rudarskih objekata, uglavnom, površinskih otkopa uglja. Već danas se skoro dve trećine od ukupne proizvodnje uglja u SAD spaljuje u termoelektranama. Sličan je slučaj i u SSSR-u i u drugim industrijski razvijenijim zemljama. Smatra se, da će u skoroj buduć-

nosti ove potrebe biti znatno veće, ali će i industrija uglja biti stalno suočena sa konkurencijom ostalih goriva, kako unutar svake zemlje, tako i spolja. Stoga je nužno, da se u proizvodnji uglja troškovi neprekidno snižavaju. Utvrđeno je, da će se u budućnosti to vršiti tamo, gde se mogu u radni proces uvoditi sve veće i produktivnije mašine na otkopavanju, transportu, bušenju i automatizaciji procesa uz istovremeno uvođenje novih metoda otkopavanja i modernije tehnologije procesa uopšte. Razumljivo je da ovde mislimo i na ekonomičnije korišćenje čoveka i mašine, zajedno, kako u eksploraciji, tako i u drugim pomoćnim delatnostima zaključno sa administracijom.

Tablica 2

Pregled bagera dreglajn za površinsko otkopavanje proizvodnje SSSR

Pokazatelji	Bageri dreglajn — oznaka			
	EŠ 5/45	EŠ 10/70A	EŠ 15/90A	EŠ 25/100
Zapremina kašike, m ³	4—5	10	15	25
Dužina strele, m	45	70	90	100
Radius istovara, m	40,5	65,7	82	95
Snaga instaliranih motora, kW	520	1250	1900	2000,2
Radna težina, Mp	185,5	584	1600	2700

Tablica 3

Pregled bagera kašikara za površinsko otkopavanje proizvodnje SSSR

Pokazatelji	Bageri kašikari — oznaka			
	EVG-4	EVG-6	EVG-15	EVG-3565
Zapremina kašike, m ³	4-5	6	15	35
Dužina strele, m	20,5	30	36	65
Radius istovara, m	20,9	32,9	37,8	62
Snaga instaliranih elektromotora, kW	520	520	1450	1450 . 2
Radna težina, Mp	360	649	1150	2650

ZUSAMMENFASSUNG
Neue Technik bei grossen Braunkohlentagebauen

Dipl. ing M. Simonović*)

Stand der Technik in der Kohlenindustrie der Welt und in Jugoslawien, wie auch die Tendenz in der Zukunft, wird mit besonderen Rückblick auf die Braunkohlentagebaue beschrieben. Die Entwicklung der Braunkohlentagebaue umfasst die Rekonstruktion von Tagebauen und Neuauftschlüsse mit Leistungen, die optimale Wirtschaftlichkeit und Einführung neuer Grossstagebaugeräte sichern.

Grössere Förderleistungen der Tagebaue haben in erster Reihe wegen der kleineren spezifischen Investitionen d. h. den Kapitalkosten grossen Einfluss auf die Produktionskosten.

Grossstagebaugeräte mit grösserer Förderleistung haben niedrigere Produktionskosten, einerseits durch kleinere Belastung der geförderten Kohle infolge des Gerätepreises, und anderseits durch kleineren Energie — und Materialbedarf, sowie grössere Arbeitsleistungen.

Es werden Vorteile der Anwendung von Grossstagebaugeräten angegeben. In erster Reihe wird auf Bohren von Sprenglöchern, Laden von Material u. a. hingewiesen, und dabei das optimale Verhältniss Bagger-Bohrloch und Bagger-Transportmittelgrösse angegeben.

Die neueste Entwicklung der Bagger mit einem und mehreren Löffeln, sowie die Probleme, welche man lösen musste zur Anwendung dieser Tagbaugrossgeräte, werden im Aufsatz ausgelegt.

Zum Abschluss wird festgesetzt, dass die Kohlenindustrie hinsichtlich auf die Konkurrenz anderen Brennstoffe auch in der Zukunft eine Existenz gesichert ist.

L iter a t u r a

- Frolov, P. T., 1967: *Eksplatacija stroitel'nyh mašin*, Moskva.
- Grafov, L. E., 1967: *Sozdanie kompleksno-mehanizirovannyh i avtomatizirovannyh ugoľnyh šaht na baze dostiženii nauki i tehniki*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.
- Härtig, H., 1967: *Die neuere Entwicklung der Tagbautechnik in der Deutschen Demokratischen Republik*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.
- Kubec, K., 1967: *Otkrytaja razrabotka burogo uglja v Čehoslovakii*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.
- Melnikov, N. V., 1967: *Sozdanie krupnyh ugoľnyh razrezov godovoj moščnosti 40—60 mil. t. na baze novoj tehniki*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.
- Relly, J. D., Kochanowsky, B. J., Berg, E. P., 1967: *The Latest Development in the United States of America Coal stripping Equipment and Operations*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.
- Salvati, R., 1967: *American Coal in the Year 2000*. — Referat na V medjunarodnom kongresu rudarstva, Moskva.

„Takraft“ — Informationen 1966, Heft 1, 2, 3 und
1967, Heft 1.

*) Dipl. ing. Momčilo Simonović, prof. Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

Rezultati jamskih merenja u rudniku magnezita „Šumadija“ — Čačak u vezi usavršavanja podgrađivanja otkopa

(sa 8 slika)

Dipl. ing. Blažo Đukić

Već duži niz godina vrši se u Rudarskom institutu — Beograd jamsko i laboratorijsko ispitivanje radnih sredina u rudnicima uglja. Na osnovu rezultata ovih ispitivanja data su odgovarajuća rešenja za usavršavanje postojećih i uvođenje novih tehnoloških procesa eksploatacije ili, pak, pojedinih njihovih faza rada kao što su podgrađivanje, zarušavanje, miniranje itd.

U poslednje vreme pristupilo se jamskim merenjima pojedinih parametara radne sredine i u rudnicima metala i nemetala. Jedno od takvih merenja, koja su izvršena u jami Milićevci rudnika magnezita „Šumadija“ — Čačak u cilju dobijanja osnovnih parametara potrebnih za usavršavanje podgrađivanja otkopa po metodi „horizontalnog podsecanja sa zasipavanjem otkopanih prostora“, je i predmet ovog članka.

Jamska merenja u rudnicima „Šumadija“ obuhvataju opterećenje na frikcione stupce i nosivost podine, čiji rezultati predstavljaju osnovne parametre za ocenu adekvatnosti primenjene vrste podgrade i sistema podgrađivanja.

Opterećenje na stupce

Opterećenje na podgradu u jamskoj prostoriji (saobraćajnici ili otkopu) je jedan od osnovnih parametara manifestacija jamskog pritiska. U stručnoj literaturi opterećenje na podgradu se vrlo često zamjenjuje „jamskim pritiskom“, što ima svog opravdanja s obzirom da i opterećenje na podgradu i „jamski pritisak“ predstavljaju silu kojom stene deluju na

podgradu izraženu u M_p po elementu podgrade (stupcu, okviru itd.) ili po m^2 stropa krovine.

U ovom slučaju jamskih merenja smatramo da je adekvatnije nazvati merene veličine „opterećenje na stupce“ nego „jamski pritisak“ koji je uslovjen kretanjem stenske mase koja okružuje otkop.

U članku su dati prikaz i analiza dobijenih vrednosti merenih opterećenja na ugrađene stupce u otkopu sa prethodnim obrazloženjem zadatka i metodologije jamskih merenja.

Podaci o opterećenjima stupaca u toku njihove ugrađenosti, dobijeni merenjima na otkopu, predstavljaju najmerodavnije veličine prvog osnovnog parametra u vezi podgrađivanja. Otuda rezultati ovih merenja imaju poseban značaj pri analizi i oceni radne sredine na otkopima sa aspekta podgrađivanja.

Ova merenja opterećenja na frikcione stupce, ugrađene na otkopu, po prvi put su izvršena u našoj zemlji na jednom rudniku magnezita, gde se primenjuje tehnološki proces otkopavanja po metodi „horizontalnog podsecanja sa zapunjavanjem otkopanih prostora“.

S obzirom na specifičnost primjenjenog tehnološkog procesa otkopavanja i način podgrađivanja otkopa bilo je potrebno razraditi i primeniti metodologiju merenja koja se razlikuje od metodologije usvojene za merenja opterećenja na stupce u širokočelnim otkopima kod rudnika uglja.

Primenjeni tip friкционih stupaca i sistem podgrađivanja otkopa za dati tehnolo-

loški proces u jami „Milićevci“ zahteva posebnu vrstu instrumenata koja je bila usklađena sa radnom operacijom podgradivanja.

Merni stupci bili su po svojoj funkciji pridržavajući tj. istovetni sa ostalim friкционim stupcima korišćenim za normalno podgradivanje otkopa.

Merenja opterećenja na stupce vršena su u pojedinim tačkama na otkopu u toku čitavog vremena ugradenosti mernog stupca, naime, od momenta njegovog postavljanja — ugradivanja na jednom mestu do njegovog oslobođanja — premeštanja na drugo mesto u otkopu. S obzirom na primjenjeni sistem podgradivanja radnog prostora u otkopu, koji se ka-

Za merenje opterećenja na stupce korišćene su merne hidraulične čelije i merni hidraulični stupci Dowty.

Merna hidraulična čelija („merna glava“) za merenje opterećenja na stupac posebno je konstruisana sa osetljivim hidrauličnim jastukom i manometrom za merenje opterećenja do 15 MP. Merna hidraulična čelija ima na gornjem delu normalnu glavu frikcionog stupca sa ispustima tako da stupac sa ugradenom mernom čelijom ima isti karakter poduhvatanja drvene slemenjače ili papuče kao i normalan stupac. Ove čelije ugradene su na gornjem delu unutrašnje cevi frikcionog stupca radne nosivosti 40 MP.



Sl. 1 — Merne hidraulične čelije ugradene na otkopu br. 34 jama „Milićevci“ — rudnik „Sumadija“. Abb. 1 — Hydraulische Messungzellen am Abbauort №. 34 der Grube „Milicevci“ — Bergwerk „Sumadija“ eingebaut.

rakteriše, uglavnom, pojedinačnim ugradivanjem stupaca, dobijene vrednosti opterećenja na mernе stupce ne mogu se međusobno povezati i interpretirati po širini ili dužini otkopa tj. površini stropa otkopa. Iz ovog proizilazi, da su vrednosti opterećenja na stupce merene u MP/stupcu.



Sl. 2 — Merni hidraulični stupac „Dowty“ ugraden na otkopu br. 34 jama „Milićevci“ rudnik „Sumadija“. Abb. 2 — Hydraulischer Messungstempel „Dowty“ am Abbauort №. 34 der Grube „Milicevci“ — Bergwerk „Sumadija“ eingebaut.

Merni stupci, opremljeni hidrauličnim čelijama, ugrađuju se i oslobođaju kao i svi drugi friкционni stupci. Na kraju radne operacije upinjanja (zatezanja) stupca napravom za upinjanje i zabijanja klinova brave očita se vrednost pritiska na manometru hidraulične čelije. Ova vrednost pritiska, koji predstavlja silu kojom stu-

pac, preko oslonca, deluje na pod i strop otkopa, predstavlja silu upinjanja stupca u momentu ugrađivanja ili početnu vrednost opterećenja na stupac. Na osnovu kalibracionog dijagrama, za svaku mernu hidrauličnu čeliju, očitane vrednosti pritiska na manometrima preračunavaju se u Mp.

Merni stupci na otkopu sa hidrauličnim čelijama prikazani su na slici 1.

Za slučaj merenja mernim hidrauličnim stupcima Dowty (slika 2), koji su opremljeni manometrima sa podelom u Mp, princip ugrađivanja je istovetan kao i pri korišćenju mernih frikcionih stupaca sa hidrauličnim čelijama.

Očitavanja na manometrima mernih hidrauličnih čelija i stupcima Dowty, vršena su na svaka 4 časa u produktivnim smenama (I i II smeni). Ovi podaci beleženi su u posebne formulare. Na osnovu dobijenih vrednosti opterećenja na stupce izrađene su krive promena opterećenja stupaca u toku vremena ugrađenosti, poнаosob za svaku mernu tačku.

Jamska merenja opterećenja na stupce na otkopu u jami „Milićevci“ izvršena su u toku februara i marta 1967. god.

U ovom periodu, u jami „Milićevci“, rađeno je samo na jednom otkopu (otkop br. 34), gde je u okviru probnog rada sa frikcionim stupcima izvršeno i merenje opterećenja na stupce.

Deonica u otkopu br. 34 na kojoj su bili ugrađeni merni stupci (frikcioni i hidraulični) izdvojena je kao deonica, prema vizuelnoj oceni, sa najnestabilnijim stropom te, prema tome, i sa maksimalnom gustinom stupaca ($0,5-1$ stupac/ m^2 otvorenog stropa otkopa).

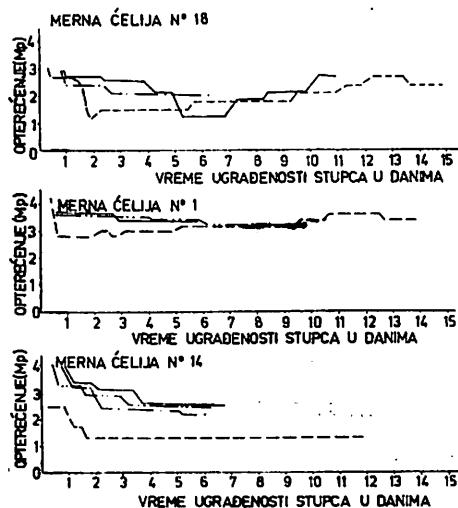
Pri ugrađivanju mernih stupaca pazilo se, da se njima poduhvate nestabilni delovi u stropu ili boku otkopa.

Za ispitivanje opterećenja na stupce korišćeno je 5 mernih hidrauličnih čelija i 2 merna hidraulična stupca Dowty. Broj ugrađivanja svakog od mernih stupaca sa hidrauličnim čelijama i stupaca Dowty kretao se od 3—5. Ukupno, u periodu merenja, broj ugrađivanja (broj mernih tačaka) iznosio je: sa mernim hidrauličnim čelijama 19, a sa mernim stupcima Dowty 7. Znači, u periodu od 2 meseca merenja ispitano je opterećenje stupca na 27 tačaka.

Vreme ugrađivanja mernih stupaca iznosilo je 5—15 dana.

Karakteristično je istaći, da su merni stupci sa hidrauličnim čelijama zatezani pri postavljanju silom upinjanja 2—5 Mp. Istom ovom vrednošću sile upinjanja ugrađivani su u dva slučaja i merni hidraulični stupci Dowty. U svim ostalim slučajevima merni hidraulični stupci Dowty ugrađivani su sa silom upinjanja 7—10 Mp.

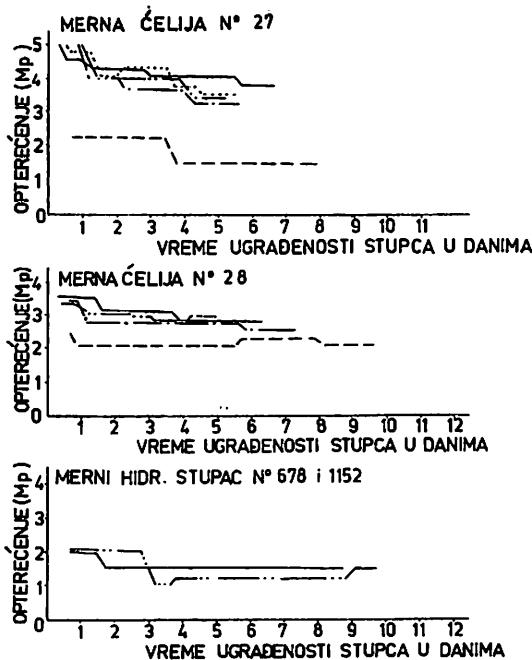
Na osnovu merenih vrednosti opterećenja na stupce, u periodu njihove ugrađenosti, izrađene su krive opterećenja za svaku mernu tačku posebno.



Sl. 3 — Krive opterećenja frikcionih stupaca ugrađenih u otkop silom upinjanja 2—4 Mp,
Abb. 3 — Belastungskurven mit einer Vorspannung von 2—4 Mp in den Abbau eingebauten Stahlstempeln.

Kako su pri ugrađivanju mernih stupaca ostvarivane sile upinjanja od 2—4 Mp, 2—5 Mp i od 7—10 Mp grafički prikaz promena opterećenja dat je posebno za sve tri grupe mernih tačaka na slikama 3, 4 i 5. (Svaka od krivih promena opterećenja za jednu mernu tačku ucrтana je na dijagramima posebnom oznakom.)

Krive vrednosti aritmetičkih sredina opterećenja na merne stupce ugrađene silom upinjanja 2—4 Mp date su na slici 6. Na slici 7 date su uporedne krive aritmetičkih sredina opterećenja za merne stupce sa silom upinjanja 7—10 Mp i merne stupce sa silom upinjanja 2—4 Mp.

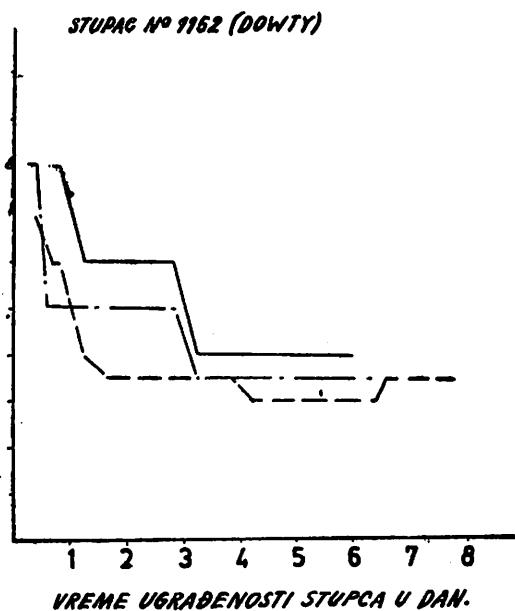


Sl. 4 — Krive opterećenja frikcionih i hidrauličnih stupaca ugrađenih u otkop silom upinjanja 2—5 Mp.

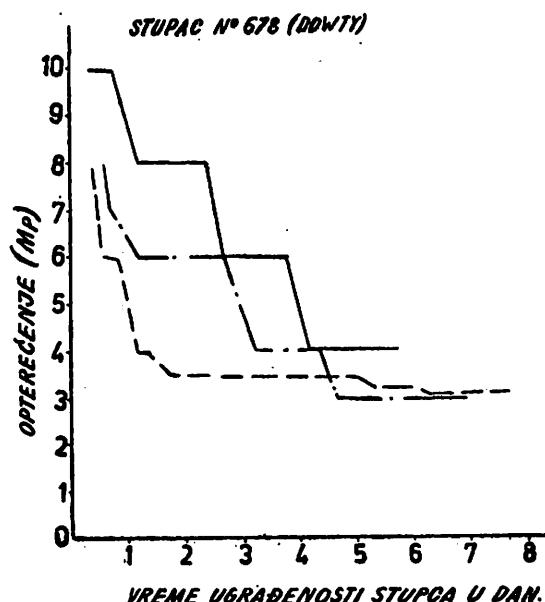
Abb. 4 — Belastungskurven mit einer Vorspannung von 2—5 Mp in den Abbau eingebauten Stahl — und hydraulischen Stempeln

Iz dobijenih vrednosti opterećenja na stupce može se zaključiti sledeće:

- na svim mernim tačkama opterećenje na stupac ima tendenciju opadanja, uglavnom, neposredno posle ugrađivanja mernog stupca tj. zatezanja silom upinjanja. Ova pojava smanjenja opterećenja na stupac, neposredno posle ugrađivanja, registrovana je u 22 slučaja od ukupno 27 mernih tačaka. Na 5 mernih tačaka smanjenje opterećenja na stupce u odnosu na vrednost sile upinjanja javlja se nakon 10—48 h.
- Vrednost početnog smanjenja opterećenja na stupce (razlika između I i II čitanja) pri upinjanju silom od 2—4 Mp kreće se, u najvećem broju slučajeva, od 0,2—0,8 Mp (samo u jednom slučaju — ćelija No. 1, slika 3 — ovo smanjenje iznosi 1,5 Mp).
- Kod mernih stupaca, zategnutih silom upinjanja 7—10 Mp (merni hidraulični stupci Dowty — slika 5), smanjenje opterećenja (razlika u opterećenju između I i II čitanja) kreće se 2—3 Mp.
- Osnovni razlog koji uslovljava smanjenje opterećenja na stupac u početku ugrađenosti leži u maloj nosivosti zasipnog materijala, tako da se upi-



Sl. 5 — Krive opterećenja na merne hidraulične stupce „Dowty“ ugrađene u otkop silom upinjanja 7—10 mp.
Abb. 5 — Belastungskurven mit einer Vorspannung von 7—10 Mp in den Abbau eingebauten Hydraulischen in den Messungstempeln „Dowty“.



njanjem stupaca ne može ostvariti stabilan sistem sila, u novostvorenom sistemu „podgrada-stene“ koji se stvara ugrađivanjem stupca na otkopu.

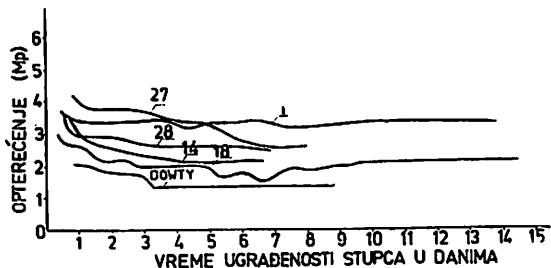
- Opterećenja na stupce, u toku vremena ugrađenosti na jednoj mernoj tački, generalno pokazuju tendenciju opadanja do jedne konstantne vrednosti, koja je za stupce zategnute silom upinjanja 2—4 MP (prosečno 3,5 MP) oko 2,5 MP, a za stupce zategnute silom upinjanja 7—10 MP (prosečno 9 MP) oko 3,5 MP (vidi krive opterećenja na slici 7).

Ovakav opšti karakter promena opterećenja na stupce, od vrednosti sile upinjanja do neke konstantne vrednosti koja odgovara stabilnom stanju sistema „podgrada-stene“, ukazuje da na otkopu nije ispoljen „jamski pritisak“.

Ovoj konstataciji ide u prilog i činjenica, da na otkopu nisu registrovana sleganja (pomeranja) poduhvaćenih podgradom stena ili rude u stropu otkopa koja predstavljaju uslov za ispoljavanje jamskih pritisaka na podgradu.

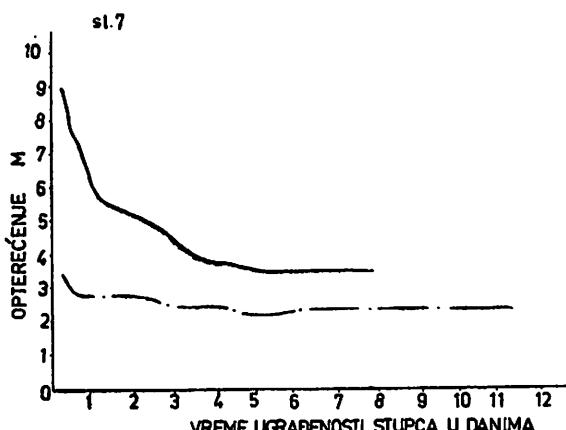
- Vrednosti opterećenja na stupce ukazuju, da pri merenjima u jami „Milićevci“ na otkopu br. 34 nema izrazitih manifestacija jamskog pritiska. Međutim, detaljnijom analizom vrednosti opterećenja na izvesnom broju mernih tačaka, ono se posle odgovarajućeg smanjenja u odnosu na silu upinjanja (uspostavljanju ravnoteže sistema „podgrada—stene“) povećava (slika 3 — I i II položaj merne ćelije No. 18 i I položaj merne ćelije No 1, slika 4 na mernoj ćeliji No 27). Na osnovu ovih povećanja opterećenja i njihove detaljne analize, u odnosu na mesto i vreme ugrađenosti*) mernih stupaca, može se opravdano zaključiti da se u ovim slučajevima radi o pritiscima (opterećenjima) iz stropa. Pri ovim

povećanjima opterećenja na stupce sigurno je došlo do izvesnih pokretanja poduhvaćenog bloka rude, ali ista nisu mogla biti registrovana pomoću indeksa na stupcima usled nepreciznosti merenja pri malim veličinama sleganja stropa.



Sl. 6 — Krive vrednosti aritmetičkih sredina opterećenja na merne stupce ugrađene u otkop silom upinjanja 2—4 MP (brojevi kojima su označene krive predstavljaju oznake mernih hidrauličnih ćelija).

Abb. 6 — Belastungskurven von der arithmetischen Mitte der Belastungen mit einer Vorspannung von 2—4 MP in den Abbau eingebauten Messungsstempeln.



Sl. 7 — Krive vrednosti aritmetičkih sredina opterećenja na stupce ugrađene u otkop.

— Opterećenje „Dowty“ stupca pri upinjanju silom 7-10 MP
— Opterećenje frik. stupca pri upinjanju silom 2-4 MP.

Abb. 7 — Kurven-Werte der arithmetischen Mitte von Belastungen in den Abbau eingebauten Stempeln.

- Na osnovu rezultata merenja na otkopu u jami „Milićevci“ proizilazi da su pritisci na otkopu izraženi samo u pojedinim delovima otkopa sa labilnim komadima ili blokovima rude i stena u stropu. Dobijene vrednosti opterećenja

*) Stupci sa mernim ćelijama № 18, 1 i 28 pri I i II postavljanju bili su ugrađeni ispred jednog bloka rude koji je bio ograničen ravnima pukotine (vidi sliku 1).

na stupce su male i za slučaj gustine podgradivanja $0,5\text{--}1$ stupac/ m^2 otvorenog stropa kreću se maksimum $3\text{--}4$ Mp/stupcu.

Nosivost poda otkopa (zasipnog materijala)

Za ispitivanja nosivosti zasipnog materijala korišćeni su merni hidraulični stupci tipa Dowty. Ovi stupci, čiji hidraulični sistem omogućuje stvaranje sile opterećenja na oslonačke elemente do 20 Mp, imaju zamenljive donje oslonce tako da se donja površina oslonca može menjati u širokim granicama.

Ukupno su izvršena merenja na 6 mernih tačaka, lociranih na otkopu br. 34 u jami „Milićevci“. Položaj mernih tačaka izabran je na delu otkopa sa maksimalnom gustinom stupaca, gde je izvršeno i merenje opterećenja na frikcione stupce. Na ovom odseku jedan deo otkopa zasipava se materijalom dobijenim iz neposredne, a drugi iz visoke krovine, tako da su ispitivanja nosivosti izvršena kada se u podu otkopa nalazi mek serpentin (merne tačke 1 i 2) i čvrst serpentin (merne tačke 3, 4, 5 i 6).

Pri ovim ispitivanjima korišćena su dva stupca različita po površini i obliku oslonca i to: blago konveksni kružni oslonac (podložna ploča) stupca Dowty prečnika 24 cm ili površine 452 cm^2 i čelična pravougaona ploča dimenzija $17\text{x}70$ cm ili površine 1190 cm^2 . Izvršena su merenja kružnom podložnom pločom na tačkama 1, 4 i 5, a pravougaonom podložnom pločom na tačkama 2, 3 i 6.

Pravougaoni oslonac po obliku i površini odgovara upotrebljavanim drvenim podložnim „papučama“ koje se normalno koriste pri podgradivanju.

Ispitivanje nosivosti poda u oba slučaja tj. sa kružnim i pravougaonim osloncem vršena su do dubine utanjanja oslonca 20 cm. Pritisak koji vrši stupac na pod otkopa preko oslonačke ploče očitavan je na manometru graduiranom u Mp. Pri svakoj promeni pritiska za jedan Mp registrovana je dubina utanjanja oslonačke ploče u pod (zasip) otkopa.

Postignuti pritisak u stupcu nakon prestanka pumpanja ima tendenciju opa-

danja sve do izvesne veličine na kojoj se, praktično računato, stabilizuje. Usled ove pojave registrovanje opterećenja koje se preko oslonačkih elemenata prenosi na pod i krov otkopa, kao i njemu odgovarajuća veličina utanjanja donjem osloncu (ploče) stupca u pod (zasipni materijal), vršeno je nakon 10 min. od momenta prestanka rada ručne pumpe stupca. Ovim načinom očitavanja mernih veličina (pritiska u Mp i utanjanja — penetracije u cm) dobiveni su podaci na osnovu kojih su proračunate nosivosti poda.

U vezi izvršenih merenja nosivosti poda otkopa u jami „Milićevci“ važno je napomenuti, da je gornji oslonac bio redovno na čvrstom i kompaktnom delu rude, tako da je bila isključena mogućnost utiskivanja stupca (glave stupca) u strop otkopa.

Na osnovu dobivenih vrednosti opterećenja kojima je merni stupac Dowty delovan na podložne ploče, površina ovih ploča i odgovarajućih veličina utanjanja ploča u pod otkopa, izrađeni su dijagrami nosivosti poda otkopa u svakoj od 6 mernih tačaka (slika 8).

Kao što je u opisu merenja rečeno krive označene kao 1 i 2 predstavljaju nosivost poda kada je kao zasipni materijal korišćen mehani serpentin iz direktnе krovine, pri čemu je kriva 1 dobivena na osnovu podataka merenja kružnom, a kriva 2 pravougaonom pločom. Krive 3, 4, 5 i 6 dobivene su merenjima na zasipu od čvrstog serpentina i to kružnom (krive 4 i 5) i pravougaonom (krive 3 i 6) podložnom pločom.

Iz krivih na slici 8 vidi se da se nosivost poda otkopa u tačkama 1—4 bitno ne razlikuje do veličine utanjanja oslonačke ploče cca 8 cm, iako se merenja odnose na dva različita materijala: meki i čvrsti serpentin. Međutim, na mernim tačkama 5 i 6 (čvrsti serpentin) dobivene su nosivosti veće vrednosti posle utiskivanja oslonca cca 3 cm od tačaka 3 i 4, koje su, takođe, bile locirane na čvrstom serpentinu.

Nosivost pri merenju kružnom pločom površine 452 cm^2 (krive 1, 4 i 5) bitno se ne razlikuje od nosivosti pri merenjima pravougaonom pločom površine 1190 cm^2 u oblasti do dubine utanjanja $6\text{--}8$ cm.

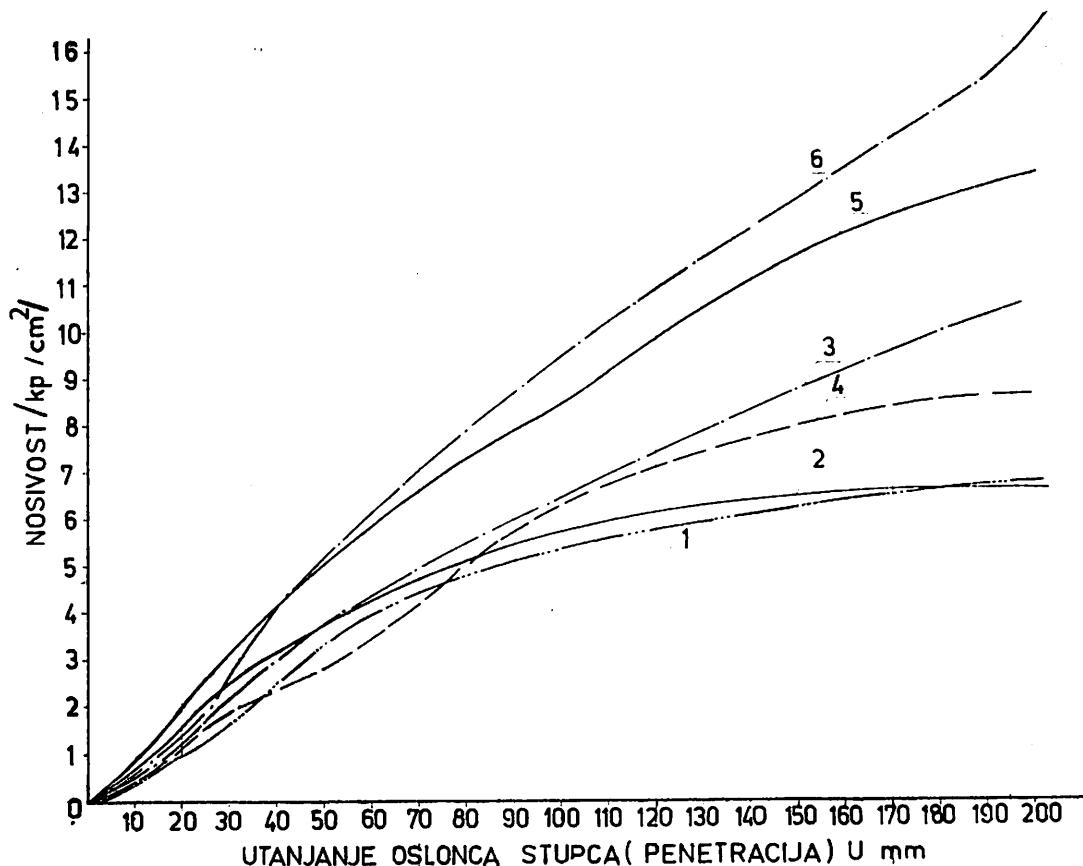
Nosivost poda otkopa na samoj površini je neznatna što je i razumljivo, s obzirom da se radi o nenabijenom zasipnom materijalu. Ove nosivosti poda nisu mogle biti očitavane korišćenim Dowty stupcima, tako da su krive na slici 8 ucrtane iz koordinatnog početka.

Na osnovu jamskih merenja nosivosti poda otkopa može se zaključiti sledeće:

- ispitivanja pokazuju da je nosivost na dubini utanjanja do 3 cm direktno proporcionalna utanjanju. Sve krive po-

bivene su kod merenja na zasipu od mekog serpentina (krive 1 i 2), jer se u ovom slučaju posle utanjanja oslonca (bilo kružnog ili pravougaonog) od 20 cm registruje nosivost poda od 6,5 — 7,0 kp/cm².

- Maksimalne vrednosti nosivosti registrirane su na mernim tačkama 5 i 6 lociranim na delu otkopa sa čvrstim serpentinom. Kao što se vidi na dijagramu (sl. 8), maksimalna nosivost u ovim tačkama nakon utanjanja



Sl. 8 — Dijagram nosivosti poda otkopa (zasipnog materijala).
Abb. 8 — Tragfähigkeitsdiagramm der Abbausohle (Versatz).

kazuju da nakon 2 cm utanjanja podložne ploče nosivost poda iznosi 1—2 kp/cm², odnosno na 3 cm utanjanja ova vrednost se kreće 1,5—3 kp/cm². Pri daljem utanjanju oslonca iznad 3—4 cm krive nosivosti, uglavnom, su parabolične sve do maksimalno merene dubine utanjanja oslonca od 20 cm.

- Najniže vrednosti nosivosti poda do-

oslonca stupca 20 cm iznosi 16,6 kp/cm² kod kružnog oslonca i 13,3 kp/cm² kod pravougaonog oslonca.

- U proseku može se računati da je, nakon 10 cm utanjanja oslonca, nosivost poda otkopa, kad se kao zasipni materijal koristi čvrst serpentin, veća za cca 40% od nosivosti poda kada isti predstavlja mek serpentin.

Zaključak

Rezultati jamskih merenja opterećenja na frikcione čelične stupce, ugrađene na otkopu u jami „Milićevci“ gde se magnetne žice otkopavaju po metodi horizontalnog podsecanja sa zasipavanjem otkopanih prostora, ukazuju na neznatne manifestacije jamskog pritiska.

Maksimalna opterećenja na frikcione stupce nakon stabilizacije sistema „podgrada-stene“, a pri gustini $0,5-1 \text{ st/m}^2$ otvorenog stropa otkopa, iznose 4 Mp/st.

Razlike u opterećenjima na stupce, posle stabilizacije sistema „podgrada-stene“, pri ugrađivanju silama upinjanja 9 Mp i $3,5 \text{ Mp}$ iznosi oko 1 Mp . Prema tome, ugrađivanjem stupaca silama upinjanja većim od onih koje se postižu kod frikcionih stupaca mehaničkim upinjačima ($3-4 \text{ Mp}$) bitno se ne poboljšava međusobno dejstvo podgrade na stene.

Nosivost zasipnog materijala, koji se nalazi u podu otkopa, zavisi od dubine utanjanja donjih oslonaca stupaca, njihove površine i mehaničkih osobina stena korišćenih za zasip. Kod upotrebe podložnih drvenih „papuča“ površine cca 1200

cm^2 , koje se normalno upotrebljavaju pri podgrađivanju, nosivost podine kreće se na 50 mm utanjanja ovih „papuča“ od $1,5 \text{ kp/cm}^2$ (mek serpentin) do 3 kp/cm^2 (čvrst serpentin) ili pri utanjanju od 100 mm ove vrednosti su $5,3-9,5 \text{ kp/cm}^2$. Relativno niske vrednosti, dobivene pri ispitivanju nosivosti zasipnog materijala, i karakter povećanja sa dubinom utanjanja donjih oslonaca stupaca ne dozvoljava opterećenje na stupce veće od $10-20 \text{ Mp}$.

Problem podgrađivanja otkopa u uslovima radne sredine, kakvi su u jami „Milićevci“, nije vezan za iznalaženje podgrade koja treba da se suprotstavi znatnim opterećenjima (npr. stupci visoke radne nosivosti reda veličine 40 Mp). Za ovakve i slične uslove stupci treba da imaju radnu nosivost 20 Mp i mogućnost upinjanja silom $3-4 \text{ Mp}$.

Sa aspekta sistema „podgrada — stene“ u uslovima na otkopima u jami „Milićevci“ adekvatnija je primena frikcionih od drvenih stupaca. Prednost upotrebe frikcionih stupaca izražena je prvenstveno u njihovoj mogućnosti upinjanja što je posebno značajno, s obzirom na malu nosivost zasipa u podu otkopa.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisse von Grubenmessungen im Bergwerk »Šumadija« Čačak, die man Zwecks der Entwicklung des Abbau-Ausbaues durchführte.

Dipl. ing. B. Djukić*)

Im Aufsatz werden Untersuchungen über Belastungen des Ausbaues und der Tragfähigkeit des Versatzes in der Grube „Milićevci“ des Bergwerkes „Šumadija“ behandelt. Für die Untersuchungen der Belastungen der Stempel wurden hydraulische Stempel mit Registriereinrichtung Type „Dowty“ und auf das bewegliche Rohr der Stahlstempel befestigte hydraulische Zellen benutzt. Die Untersuchungen der Tragfähigkeit sind mit dem Stempel — Type „Dowty“ und Unterlagsplatten mit einer Fläche von 452 cm^2 und 1190 cm^2 durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse haben bei einer Stempeldichte von $0,5$ bis 1 Stempel/M^2 eine durchschnittliche Belastung von 4 Mp pro Stempel ergeben.

Die Tragfähigkeit des Versatzes auf der Sohle war nach den Ergebnissen bei einem Eindrücken von 50 mm $1,5-3,0 \text{ kp/cm}^2$ und bei einem Eindrücken in den Versatz von 100 mm $5,3-9,5 \text{ kp/cm}^2$.

Wegen der kleinen Tragfähigkeit des Versatzes und kleinen Werte der Belastung von Stempeln werden Stahlstempel für Belastung von 10 bis 20 Mp vorgeschlagen.

*) Dipl. ing. Blažo Đukić, viši stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd.

Određivanje koeficijenta korelacije između čvrstoće na pritisak probnih tela nepravilnog oblika i čvrstoće na pritisak probnih tela pravilnog oblika

(sa 1 slikom)

Dipl. ing. Jovan Radojević

Radi rešavanja mnogih problema iz oblasti rudarstva neophodno je poznavati osnovne fizičko-mehaničke i tehničke osobine materijala ili mineralne sirovine u kojima treba izvoditi određene rade. Za određivanje tih osobina potrebno je napraviti probna tela pravilnog oblika, koja moraju ispuniti mnoge uslove kako bi se postigli tačni rezultati ispitivanja. Polazeći od toga, najteži deo rada pri ispitivanju fizičko-mehaničkih osobina predstavlja izrada probnih tela u dovoljnem broju i zadovoljavajuće, standardima propisane, tačnosti.

Metoda ispitivanja čvrstoće na pritisak probnih tela nepravilnog oblika došla je kao rezultat želje za pojednostavljenjem i smanjenjem troškova oko izrade probnih tela pravilnog oblika (kocka, prizma i sl.) sa jedne strane, kao i zbog nemogućnosti izrade probnih tela pravilnog oblika iz nekih vrsta krtih i slojevitih materijala sa druge strane. Prilikom izrade probnih tela pravilnog oblika potrebno je ispuniti mnoge zahteve da bi tako ispitani uzorak dao verodostojne i dovoljno tačne rezultate. Pošto je takva izrada probnih tela vezana sa velikim materijalnim troškovima, kao i potrebnim radnim vremenom, prešlo se u svetu na ispitivanja i istraživanja u oblasti čvrstoće na pritisak na probnim telima nepravilnog oblika.

Kao rezultat rada i istraživanja, u toj oblasti, došlo je do različitih predloga od strane mnogih autora o načinu i metodologiji ovakvog ispitivanja,

Sva ova istraživanja, uglavnom, daju sledeće početne uslove koje treba zadovoljiti da bi ovakvo ispitivanje moglo da se primeni:

— za ispitivanje birati takva probna tela kod kojih se najveći od najmanjeg prečnika neće razlikovati za više od 0,5 puta,

— birati takvo probno telo kod koga se dimenzije u tri uzajamno upravna pravca neće razlikovati više od 0,5 puta,

— sva probna tela, odabrana za ispitivanje, treba da imaju zapreminu od 100 cm^3 . Kod takve zapremine i probnog tela loptastog oblika potrebno je izbeći sve oštре uglove,

— razlike u težini probnih tela ne smeju prelaziti 2%,

— za ispitivanje odabratи u granicama od 5 do 25 probnih tela,

— priraštaj opterećenja birati između 5 i 15 mm/min,

— opterećenje na probno telo prenosi preko najdužeg prečnika s tim što suprotne ivice treba obraditi zbog boljeg naleganja na radni sto prese,

— na osnovu navedenih početnih uslova utvrđeno je da je čvrstoća na pritisak probnih tela nepravilnog oblika manja od čvrstoće na pritisak probnih tela pravilnog oblika, odnosno da se koeficijent korelacije kreće u jako širokom dijapazonu od 0,08 do 0,50 zavisno od vrste materijala koji je ispitivan.

Imajući u vidu da u našoj zemlji ne postoji standard za rad ovom metodom prikazaćemo postupak kao i početne uslo-

ve koji su izabrani sa ciljem da se odredi koeficijent korelacijske „K“ između čvrstoće na pritisak probnih tela nepravilnog oblika i čvrstoće na pritisak probnih tela pravilnog oblika mermeriziranog krečnjaka VII horizonta rudnika Stari trg — Trepča. Radi boljeg pregleda kao i zbog uvida o kakvom se materijalu radi date su i vrednosti osnovnih fizičko-mehaničkih osobina ispitanih uzorka:

zapreminska težina	2,70 g/cm ³
čvrstoća na pritisak	
upravno na slojenje	660 kg/cm ²
čvrstoća na istezanje	85 kg/cm ²
čvrstoća na savijanje	148 kg/cm ²
čvrstoća na smicanje	125 kg/cm ²
modul elastičnosti	
upravno na slojenje	250.000 kg/cm ²
Predlažu se sledeći početni uslovi:	
— da se najveći od najmanjeg prečnika probnog tela ne razlikuju više od 0,5 puta,	
— zapremina probnih tela iznosi 100 cm ³ , s tim da se težine probnih tela ne razlikuju za više od 2%,	
— opterećenje probnih tela vrši se preko duže ose,	
— priraštaj opterećenja na probna tela u jedinici vremena od 10 mm/min,	
— pošto se radi o relativno jednorodnom materijalu za ispitivanje je uzeto 16 probnih tela.	

Postupak za utvrđivanje koeficijenta korelacijske »K«

Površina poprečnog preseka probnog tela dobija se iz odnosa kad je ista proporcionalna kvadratu prečnika probnog tela ili kubu težine probnog tela, odnosno matematički izraženo:

$$a \equiv \sqrt[3]{F} \equiv \sqrt[3]{G}$$

gde je:

a — prečnik probnog tela, cm
F — površina poprečnog preseka probnog tela, cm²
G — težina probnog tela, g

U tom slučaju površina poprečnog preseka probnog tela određuje se prema formuli:

$$F = \left(\sqrt[3]{V} \right)^2 = \sqrt[3]{\left(\frac{G}{Y} \right)^3} = \left(\frac{G}{Y} \right)^{0.67}$$

gde je:

V — zapremina probnog tela, cm³
Y — zapreminska težina materijala, g/cm³

Čvrstoća na pritisak probnog tela nepravilnog oblika, po analogiji sa čvrstoćom na pritisak probnih tela pravilnog oblika, karakteriše se odnosom sile loma i površine poprečnog preseka, odnosno:

$$\sigma_c' = \frac{P}{F} := P \left(\frac{Y}{G} \right)^{0.67}$$

gde je:

σ_c' — čvrstoća na pritisak probnog tela nepravilnog oblika, kg/cm²
P — sila loma, kg

Potrebno je pronaći odnos između

$$\sigma_c' : \sigma_c$$

gde je:

σ_c — čvrstoća na pritisak probnog tela pravilnog oblika, kg/cm²
odnosno

$$\sigma_c = \frac{\sigma_c'}{K}$$

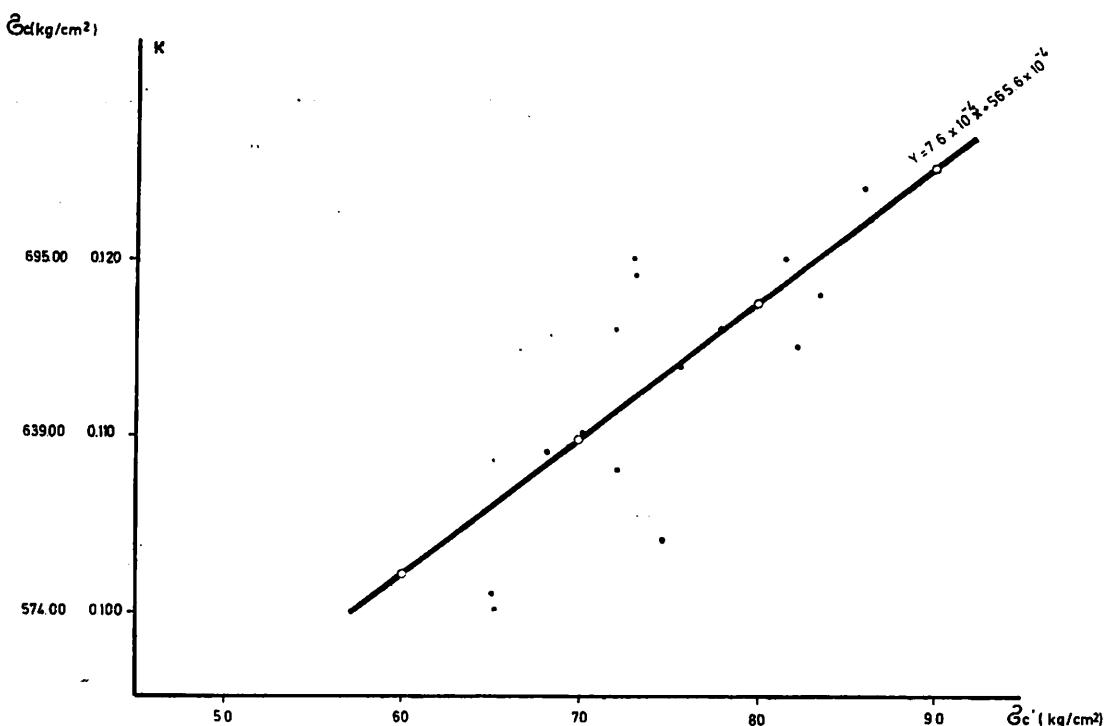
Prilikom ispitivanja čvrstoće na pritisak probnih tela pravilnog i nepravilnog oblika dobiveni su rezultati dati u tablici 1.

Tablica 1

Broj uzoraka	σ_c'	σ_c	K
1	65,10	647,10	0,101
2	82,25	715,20	0,115
3	81,61	680,10	0,120
4	83,13	704,50	0,118
5	66,73	580,30	0,113
6	65,30	653,00	0,100
7	74,71	718,40	0,104
8	70,15	636,80	0,110
9	72,14	667,90	0,108
10	75,60	663,10	0,114
11	73,20	615,10	0,119
12	86,15	694,80	0,124
13	73,14	609,50	0,120
14	68,10	624,70	0,109
15	78,15	673,70	0,116
16	72,13	621,80	0,116

Kao što se iz tablice 1 vidi ispitano je 16 uzoraka pravilnog oblika i isto toliko uzoraka nepravilnog oblika i to na taj način, što je za svaki uzorak pravilnog oblika odmah izrađen i uzorak nepravilnog oblika kako bi se dobijeni rezultati mogli upoređivati.

Korisneći se teorijom najmanjih kvadrata nađena je jednačina prave koja predstavlja sredinu svih ispitivanjem dobijenih vrednosti što nam daje mogućnost da ispitivanjem čvrstoće na pritisak probnog tela nepravilnog oblika odmah, preko dijagrama, utvrdimo koeficijent korelacijske



Sl. 1 — Dijagram korelacijske linije između čvrstoće na pritisak probnih tala nepravilnog oblika i čvrstoće na pritisak probnih tala pravilnog oblika.

Fig. 1 — The correlation between the uniaxial compressive strength of irregularly and regularly shaped specimens.

Kada se svi ovako dobijeni rezultati stave u određeni odnos može se dobiti dijagram (sl. 1) na kome se na ordinati nalazi odnos između čvrstoće na pritisak probnih tala nepravilnog oblika i čvrstoće na pritisak probnih tala pravilnog oblika, odnosno koeficijent korelacijske „K“, a na apscisi vrednosti čvrstoće na pritisak probnih tala nepravilnog oblika.

„K“, odnosno čvrstoću na pritisak koju možemo upotrebljavati za rešavanje problema iz oblasti rudarstva, u kojima ona igra veoma važnu ulogu. U svakom slučaju, ovaj prikaz olakšava utvrđivanje čvrstoće na pritisak jednom mnogo bržom i jedinjom metodom, dovoljno tačnom, a može poslužiti i kao postupak za slična ispitivanja pošto kod nas ne postoje standardi za rad ovom metodom.

SUMMARY

The Correlation between the Uniaxial Compressive Strength of Irregularly and Regularly Shaped Specimens of Limestone

J. Radojević, min. eng.*)

This report describes simple laboratory experiments concerned with measurement of the uniaxial compressive strength of irregular lumps of rock and the correlation between these measurement and the strength of regularly shaped specimens of limestone.

The measurements of the uniaxial compressive strength of irregular and regular specimens show that there is a simple correlation between them.

Literatura

Evans, I., Pomeroy, C.D., 1966: Strength, Fracture and Workability of Coal. — Pergamon Press, London.

Hobbs, D.W.; The Strength of Irregularly Shaped Specimens of Rock Crushed between Parallel Platens. — Mining Research Establishment Report № 2216, National Coal Board.

Kartašov, J.M. 1964: Instrukcija po približenomu ispytaniju obrascov gornyh porod nepravičnoj formy na odnosnoe sžatje. — VNIMI, Lenjingrad.

Protodjakonov, M., M., 1961: Metodika opredelenija pročnosti gornyh porod na obrascach nepravičnoj formy. — IED Skočinski, Moskva.

Vrublevski, V. I., 1964: Soprotivlenie gornyh porod razrušeniju. — „Tehnika”, Kijev.

*) Dipl. ing. Jovan Radojević, stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina Rudarskog instituta, Beograd

Proračun stabilnosti sistema kosina površinskog otkopa na unapred određenoj kliznoj površini

(sa 5 slike)

Dipl. ing. Radmilo Obradović

Proučavajući problem stabilnosti površinskih otkopa došlo se do saznanja da je potrebno neprestano uvoditi nove elemente kod proračuna stabilnosti u zavisnosti od dubine ležišta, geološke grade, tehnologije otkopavanja i dr. Danas u svetskoj literaturi i praksi postoje mnogobrojne usvojene metode ili preporuke za proračun stabilnosti kosina koje ne smemo i ne možemo prihvati kao pravilo i analogno prenosići metodologiju proračuna ne posmatrajući prilike za koje je određena metoda veoma korisna odnosno manje efikasna, ako pojedini uslovi nisu ispunjeni.

U našem radu pokušaćemo da pojedine probleme tretiramo što obuhvatnije primjenjujući raznovrsnu metodiku proračuna i upoređujući rezultate za svaki konkretni slučaj, dođemo do optimalnih rešenja.

Kod razmatranja stabilnosti sistema kosina sa unapred određenom kliznom površinom postupak proračuna je tako postavljen, da se odnosi sila u kliznoj površini mogu dovoljno tačno obuhvatiti.

Za određivanje stabilnosti i proračun rezultujućih sila primeniće se grafičko-analitička metoda proračuna. Pri tome se polazi od sledećih poznatih vrednosti:

- elementi unutrašnjeg otpora tla odnosno čvrstoća na smicanje date klizne površine određeni su uglom unutrašnjeg trenja φ i kohezijom c ,
- proračun po ovom postupku može se primeniti samo za određivanje zemljjanog pritiska, otpora tla, kao i normalnih i smičućih sila kod sistema kosine, ali ne i kod pojedinačnih posmatranja na zadatoj kliznoj površini,

Razlaganje sistema kosina na pojedina klizna tela

Za utvrđeni geološki profil i usvojenu tehnologiju otkopavanja sistem kosina razlažemo po sledećem principu:

- kroz sve tačke loma klizne površine postavljaju se preseci pri čemu se dati profil deli u niz kliznih tela,
- na onim mestima u profilu, gde se očekuje da će izazvani otpor smicanja u kliznoj površini za dato klizno telo ispod preseka biti veći od otpora u tom preseku; na slici 1 ovaj slučaj dolazi u obzir na preseku 3-3,
- preseci se postavljaju tamo, gde se u osnovi mogu javiti maksimalni zemljani pritisci.

Određivanje zemljjanog pritiska i otpora tla na presecima

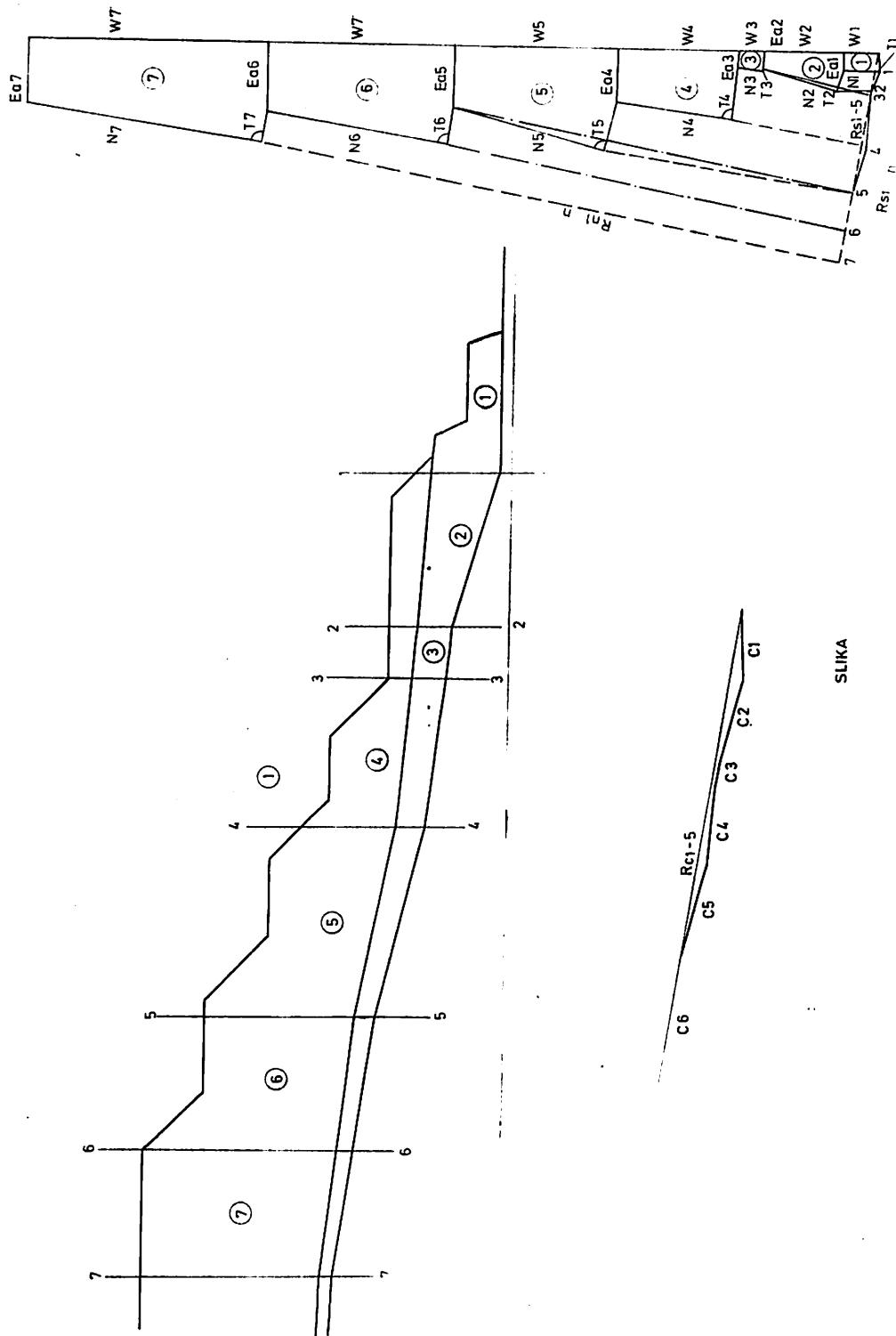
Veličine zemljjanog pritiska E_a odnosno otpora tla E_p , treba odrediti prema klasičnoj teoriji za zemljani pritisak sa koeficijentima trenja koji se stvaraju na slojevima tla preseka. Ako se ne zanemari slojevitost tla, onda se koeficijenti trenja dobijaju iz geometrijske sredine u zavisnosti od moćnosti slojeva i njihovog učešća na kliznoj površini. Različite zapreminske težine treba uzeti u obzir prema učešću slojeva u ukupnoj površini.

Kada se radi o tlu bez slojevitosti onda je

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot \lambda_a$$

odnosno

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot \lambda_p$$



Sl. 1 — Osnovi proračuna sigurnosti kod sistema količna na danoj kliznoj površini.
Abb. 1 — Berechnungsgrundlagen von Standsicherheit der Böschungssysteme mit vorgegebener Gleitfläche.

Vrednosti koeficijenta zemljanog pritiska λ a odnosno otpora tla λ_p mogu se za slučaj horizontalnog pravca delovanja ($\sigma = 0$) naći u tablicama.

Veće nagibe terena pri određivanju koeficijenta λ treba uzeti u obzir. Za ocenu područja, koje će se pri tome uzeti u obzir, određuje se pripadajuća klizna površina pod uglom v prema horizontali.

$$v = \frac{\pi}{4} + \varphi/2 \quad \text{kod zemljanog pritiska}$$

$$v = \frac{\pi}{4} - \varphi/2 \quad \text{kod otpora tla}$$

Zbog pojednostavljenja proračuna mogu se skokovi terena izravnavanjem površina u profilu pretvoriti u konstantni nagib terena u području zemljanog klini. Za određivanje zemljanog pritiska se preporučuju 2 načina.

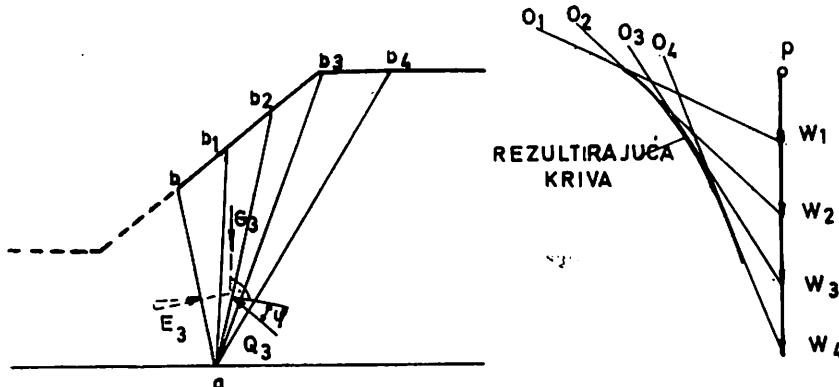
Preporučuje se određivanje zemljanog pritiska po tačnijoj metodi (npr. po Engesser-u). Međutim, veća približavanja su dozvoljena ako idu u korist sigurnosti.

Kod tla sa kohezijom može se udeo kohezije uzeti u obzir kako kod zemljanog pritiska tako i kod otpora tla.

Pravci zemljanog pritiska i otpora tla se kod približnih proračuna mogu postaviti horizontalno, dok se kod postupka po Engesser-u moraju postaviti prema stvarnom pravcu delovanja.

Određivanje zemljanog pritiska po Engesser-u kod izlomljene linije terena

Radi određivanja zemljanog pritiska za presek a—b na slici 2 po postupku Engesser-a ucrtaju se prvo razne klinzne površine ab₁, ab₂, ab₃ itd. za desni deo



Sl. 2 — Određivanje zemljanog pritiska po Engesser-u.
Abb. 2 — Bestimmung des Erddruckes nach Engesser.

- Da se visina preseka uzme kao konstantna. Ako tako nađeni nagib terena za 60% prelazi ugao unutrašnjeg trenja, koji važi za odgovarajući presek, onda se može na taj način određenom zemljanom pritisku pripisati greška od 10%, dakle, moguće $\beta \leq 1,6 \varphi$
- Tačnije vrednos i od prethodnih dobicećemo, ako izravnanje površine u preseku vršimo vertikalnim okretanjem analiziranog preseka za ugao α (pri čemu je $\alpha' = -\delta \neq 0$) sa istovremeno menjanjem visine preseka.

preseka, te se odrede težine pojedinih kliznih klinova

$$W_1 = \gamma \cdot \Delta ab \cdot b_1$$

$$W_2 = \gamma \cdot \Delta ab \cdot b_2$$

$$W_3 = \gamma \cdot \Delta ab \cdot b_3$$

Na pomoćnoj konstrukciji se od tačke P nanose vertikalne vrednosti težine W . Sila trenja Q , koja sa normalom na klinu površinu zaklapa ugao φ , ucrtava se prema pravcu delovanja kroz krajnju tačku težina. Veličina Q nije interesantna. Ako se sve linije delovanja Q sile nanesu,

može se konstruisati kriva po Engesser-u. Na sličan način određuje se kriva po Engesser-u za levi deo preseka a—b. Na slici 3 data je pomoćna konstrukcija za određivanje veličine i pravca sile.

Potrebito je odrediti sile koje deluju od levog dela preseka na desni i obrnuto. Iz razloga ravnoteže mora pritisak desne strane biti jednak i suprotstavljen pritisku leve strane. Ovaj se uslov ispunjava ako se slikom u ogledalu svake tačke leve rezultirajuće krive konstruiše pomoćna kriva kroz tačku p . Desna rezultirajuća kriva u ogledalu seče rezultirajuću krivu leve strane u tački m . Ovim je jasno od-

ređena veličina i pravac Eid = Eil. Radi smanjenja grafičkog rada koristi se i analitički način određivanja sile pritiska po Ohde-u.

Određivanje sopstvene težine za pojedina klizna tela

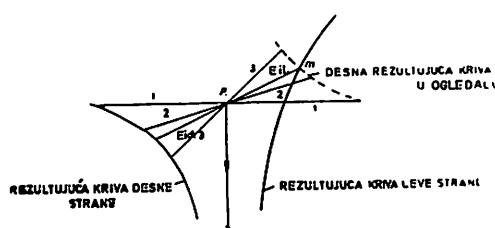
U zavisnosti od različitih zapreminskih težina pojedinih slojeva otkrivke i uglja zavisi da li će se posebno uzimati zapreminska težina tih slojeva, ili će se odrediti njihova prosečna vrednost.

Sopstvena težina mora se posebno odrediti za otkrivku i ugalj, a kod prisustva podzemne vode mora se posebno odrediti i za slojeve iznad i ispod nivoa podzemne vode.

Radi preglednosti udela sila prikazuju se, na slici 4, postojeće sile i njihov zbir u paralelogramu sila u kliznom telu koji je ograničen sa dva preseka.

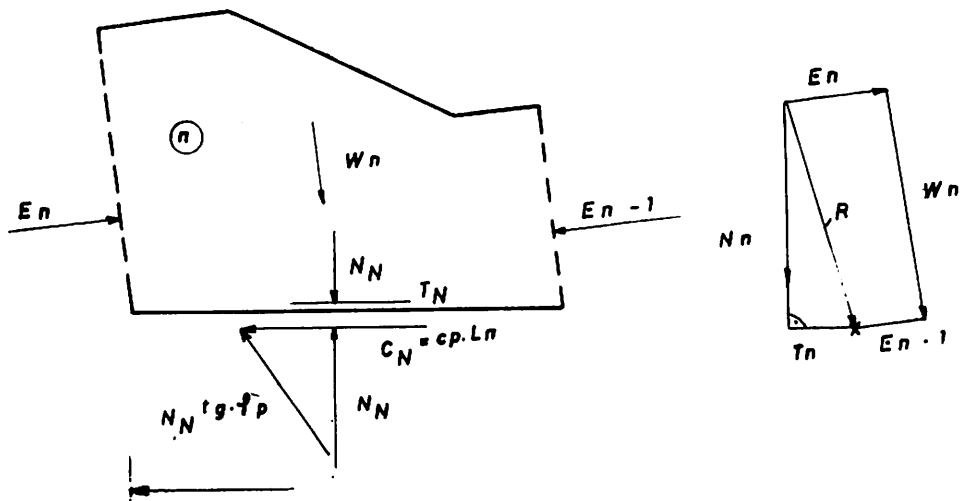
Sile W_n , E_{n-1} i E_n sabiraju se u vektorsku rezultantu. Ova rezultujuća sila je ekvivalentna normalnoj sili N_n i tangencijalnoj sili T_n , vertikalno odnosno平行no pravcu date klizne površine.

Smičućoj sili T_n u kliznoj površini se suprotstavlja sila trenja koja je proporcionalna normalnom naponu N_n tj. φp i sila kohezije $C_n = c_p \cdot L_n$.



Sl. 3 — Određivanje sile pritiska Eid.

Abb. 3 — Bestimmung der Druckkraft Eid.



Sl. 4 — Postojeće sile u kliznom telu.

Abb. 4 — Bestehende Kräfte im Gleitkörper.

Šigurnost sistema definisana je odnosom suprotstavljajućih i smičućih sila u posmatranoj kliznoj površini. Rezultati smičućih sila određuju se vektorskim zbirom iz rezultante RT smičućih komponenti T i zemljanog pritiska a prema dатoj skici.

Kao suprotstavljajuće sile u obzir dolaze:

- sila trenja $R_1 \cdot n \operatorname{tg} \varphi_p$
- rezultanta kohezije $R_{c1} \dots n$
- otpor tla E_p

Sigurnost se dovoljno tačno može odrediti sledećim formulama:

$$n_{11} = \frac{R_n(i+1) \dots n \cdot \operatorname{tg} \varphi_p + R_c(i+1) \dots n + E_p}{R_s(i+1) \dots n}$$

$$n_{12} = \frac{R_{N_1} \dots n \operatorname{tg} \varphi_p + R_{c_1} \dots n}{R_S \dots n}$$

Usvaja se manja vrednost proračunate sigurnosti.

Računski primer

Na osnovu izloženog postupka proračuna sistema kosina daje se tok proračuna u brojčanom primeru.

Usvojeni podaci u proračunu

Otkrivka	Ugalj
$\gamma = 1,8 \text{ MP/m}^3$	$\gamma = 1,20 \text{ MP/m}^3$
$\varphi = 25^\circ$	$\varphi = 30^\circ$
$c = 1,0 \text{ MP/m}^2$	$c = 0,0 \text{ MP/m}^2$

Podinska glina

$$\varphi_p = 18 \quad c_p = 30 \text{ MP/m}^2$$

Klizna tela se razlažu u vertikalnim presecima u jedinična klizna tela. Preseci 1, 2, 3, 4 i 6 usvojeni su prema tačkama

u kojima se lomi klizna površina, dok je presek 5 usvojen radi maksimalnog zemljanog pritiska (sl. 5).

Određivanje težine pojedinih tela dato je u tablici 1.

Određivanje zemljanog pritiska odnosno o'pore tla po presecima

Zemljani pritisak određujemo prema već opisanom postupku

$$E_a = \lambda_a \gamma \frac{h^2}{2}$$

Ova vrednost E_a daje horizontalni deo pritiska i može se uopšte pisati prema O h d e-u.

$$\frac{1 + \mu \cdot a}{a} = \sqrt{1 + \mu^2} + \sqrt{\frac{(\mu + m)(\mu - b)}{(1 + a \cdot b)(1 - m \cdot a)}} \cdot \frac{1 + a^2}{1 + a \cdot b}$$

gde je:

$$\begin{aligned} \gamma &= \text{ugao unutrašnjeg trenja} & \operatorname{tg} \gamma &= \mu \\ \delta &= \text{ugao između sile zem-} & & \\ &\text{ljanog pritiska i horizonta-} & \operatorname{tg} \delta &= m \\ &\text{trenja na zidovima} & & \\ \beta &= \text{ugao nagiba kosine} & \operatorname{tg} \beta &= b \\ \alpha &= \text{ugao nagiba zida} & \operatorname{tg} \alpha &= a \end{aligned}$$

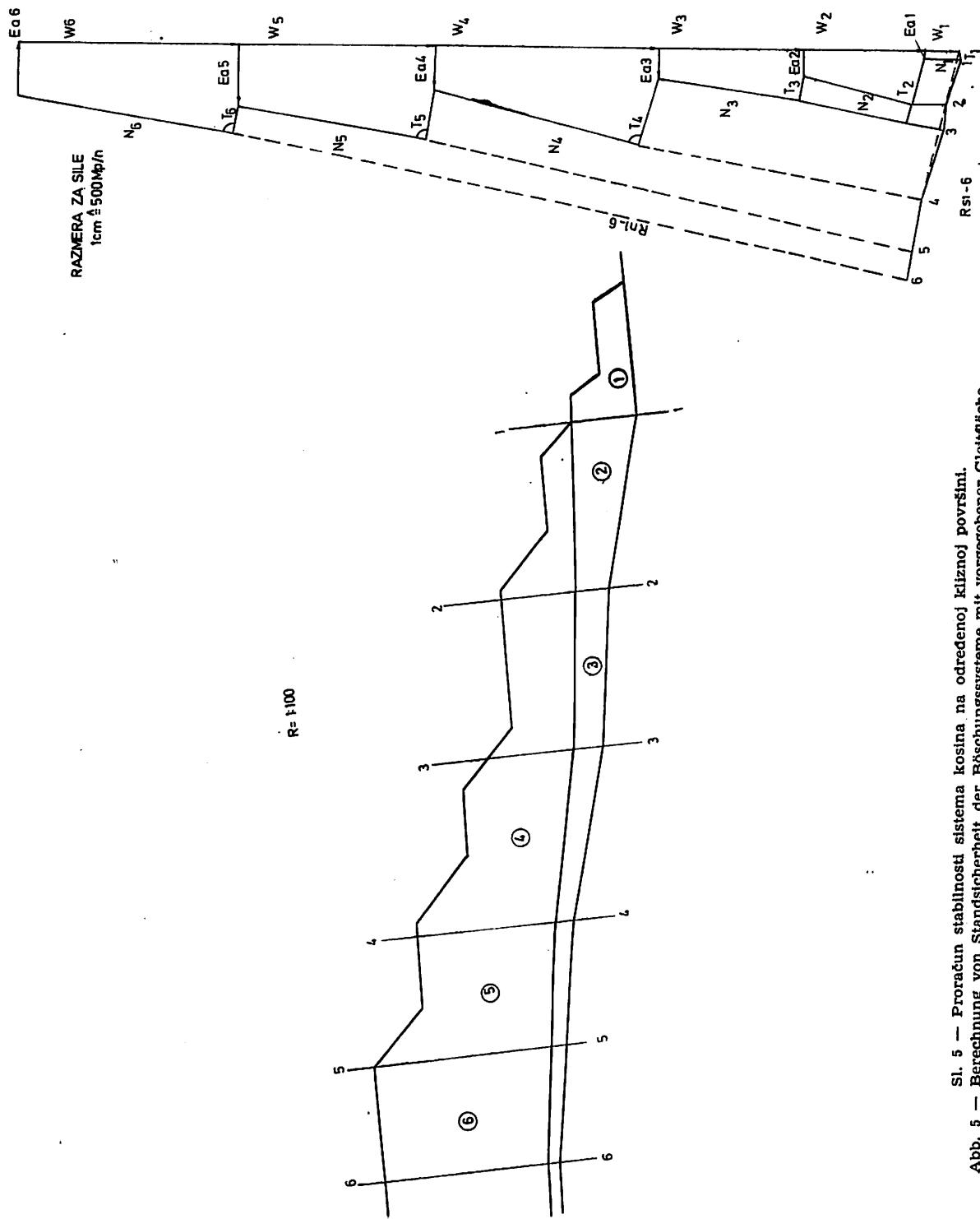
za vertikalni presek važi formula:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_a}} = \sqrt{1 + \mu} + \sqrt{\frac{(\mu + m)(\mu - b)}{1 + a \cdot b}}$$

Određene vrednosti zemljanog pritiska prikazane su u tablici 2.

Konstrukcijom paralelograma sile, geometrijskim sabiranjem N i T sile, dobijanjem rezultujućih sile i proračunom datim u tablici 2 odredili smo vrednosti svih smičućih i suprotstavljajućih sile a preko njih i koeficijent sigurnosti n .

Sistem kosina u datom geometrijskom obliku i usvojenim karakteristikama tla, kao i kod potpuno određene otkrivke, stabilan je ako je $n \geq 1,1$. Ako je potrebno postići $n \geq 1,3$, onda se sistem kosina ispod preseka 3–3 mora ublažiti. U našem računskom primeru stabilnost je zadovoljena koeficijentom sigurnosti $n = 1,46$.



Sl. 5 — Pracachtina stabilnosti sistema kosina na odredenoj klinnoj površini.
Abb. 5 — Berechnung von Standsicherheit der Böschungssysteme mit vorgegebener Gleitfläche.

Proračun težina kliznih tela

Tablica 1

Klizna tela	uglja i otkrivke	Površina F	Zaprem. težina	Težina W	Ukupna težina kliznog tela W	$\frac{6}{\Sigma} W$
		(m ²)	Mp/m ³	Mp/m	Mp/m	
1	U	329 97,4	1,20 1,20	394,4 126,8	521,2	
2	U	712,5 55,0	1,20 1,80	855,0 98,9		
	O	225,0 187,0 40,5	1,80 1,80 1,80	405,0 336,4 72,9	1768,2	
3	U	406,5 78,1	1,20 1,80	487,5 140,6		
	O	790,0 24,5	1,80 1,80	1421,0 44,1	2093,2	
4	U	347,2 162,0	1,20 1,80	416,5 291,8		
	O	621,0 566,0 236,0	1,80 1,80 1,80	1119,0 1019,0 424,0	3260,3	
5	U	128,1 805,0	1,20 1,80	135,5 1448,0		
	O	720,0	1,80	1294,0	2877,5	
6	U	119,0	1,20	142,9		
	O	1700,0	1,80	3060,0	3202,9	13723,3

Rezultati proračuna koeficijenta sigurnosti

Tablica 2

n	W _n	E _{an}	E _{pm}	C _n	R _{c₁...n}	N = R N _{1...n} Mp/m ²	N tg φ _p	R _o	R _{s₁, n}	n _n
	Mp/m	Mp/m ²	Mp/m ²	Mp/m ²	Mp/m ²	Mp/m ²	Mp/m	Mp/m ²	Mp/m ²	Mp/m ²
1	521,2	149,0		117,0	117,0	520,0	171,5	288,5	130,0	2,22
2	1768,2	369,0		153,0	270,0	2130,0	690,0	960,0	830,0	1,15
3	2093,2	417,0		139,5	409,5	4250,0	1376,0	1785,5	1230,0	1,45
4	3260,3	633,0		154,4	563,9	7290,0	2360,0	2933,9	2300,0	1,27
5	2877,5	941,0		109,5	673,4	10050,0	3258,0	3931,4	3100,0	1,26
6	3202,9	778,0		102,0	775,4	1328,0	4300,0	5075,4	3500,0	1,45

$$n_s = 1,46$$

ZUSAMMENFASSUNG

Standsicherheitsberechnung der Böschungssysteme von Tagebauen mit vorgegebener Gleitfläche

Dipl. ing. R. Obradović*)

Bei Untersuchungen der Standsicherheit von Böschungssystemen mit vorgegebener Gleitfläche ermöglicht das Berechnungsverfahren bei genügend gutem Umfassen der Kräfteverhältnisse in der Gleitfläche.

Zur Berechnung der resultierenden Kräfte und zum Bestimmen des Standsicherheitsbeiwertes wurde das grapho-analytische Verfahren verwendet. Nach diesem Verfahren kann man die Berechnung nur für die Bestimmung vom Erddruck, Bodenwiderstand, sowie Normal — und Schubkräften bei Böschungssystemen, aber nicht auch für einzelne Betrachtung bei gegebener Gleitfläche anwenden.

Literatur

Kézdi, A., 1964: Boden Mechanik. — Budapest. Schubert, K., 1964: Die Verteilung der Schubspannung unter Böschungen — Bergbau-technik, H. 14.
Ohde, I., 1952: Die Berechnung der Standsicherheit von Böschungen und Staumämmen. — Bautechnik, H. 8.

Socialistische Arbeitsgemeinschaft Bodenmechanik
der Kohlenindustrie: Empfehlungen zu
Standsicherheitsuntersuchungen.

*) Dipl. ing. Radmilo Obradović, stručni saradnik Zavoda za eksploataciju mineralnih sirovina, Rudarski institut, Beograd.

Kolektivno-selektivno flotiranje molibden-piritne rude „Mačkatica“

(sa 5 slika)

Dr. ing Dušan Salatić

Uvod

Rudno ležište „Mačkatica“, sa srednjim sadržajem od 0,08% Mo, spada u siromašna molibdenska rudišta. Ležište je eksploatisano od 1943. do 1947. godine, kada je dalja eksploatacija obustavljena zbog visokih proizvodnih troškova u odnosu na prodajnu vrednost koncentrata, čiji je kvalitet bio relativno nizak. U posmenutom vremenskom periodu proizvedeno je svega 270 tona koncentrata molibdena sa prosečnim kvalitetom 35,2% Mo, 25,6% S, 8,2% Fe, 5,26% MnO, 1,4% Al₂O₃, 18,9% SiO₂ i 6,0% CaO.

Poznato je da je molibden oduvek imao primenu u proizvodnji legiranih čelika, kao i u hemijskoj industriji. Danas njegova potražnja rapidno raste. Poslednjih godina prišlo se intenzivnjem istraživanju kvalitetnih visokotemperaturnih materijala radi obezbeđenja viših radnih temperaturi u avionskim gasnim turbinama u cilju povećanja koeficijenta korisnog dejstva. Između svih kao najpogodniji novi materijali izdvajaju se legure na bazi molibdena, koje karakteriše visokotemperaturna otpornost.

Molibden nalazi svoje mesto i u zameni uvoznog volframa domaćim molibdenom u specijalnim vrstama čelika. Ovo pogotovo sada, kada je zatvoren jedini naš rudnik volframa „Blagojev Kamien“. Za ovo su se pojedini jugoslovenski stručnjaci zalagali još pre petnaestak godina. Postojanje ležišta kao što je „Mačkatica“, kao i nove varijante o otva-

ranju ovog rudnika, bez obzira na nepovoljan minimalni sadržaj molibdena, pružaju mogućnost za ovakvu supstituciju.

Isto tako čist mineral molibdenit ima veliku primenu kao mazivo sredstvo u ležajima gde se pojavljuju visoke temperature zbog svoje visokotemperaturne otpornosti.

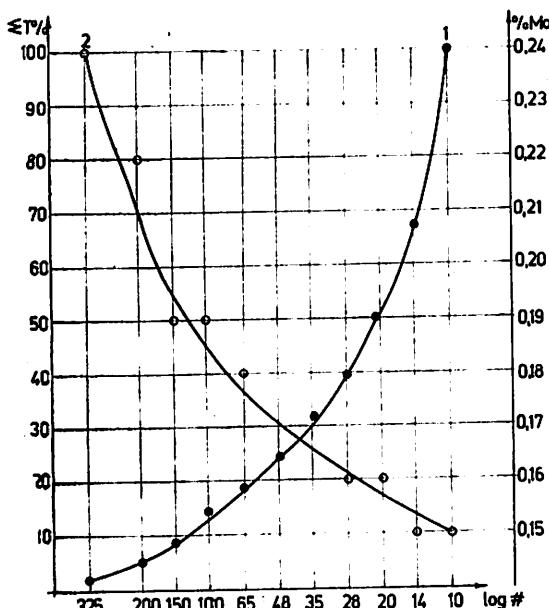
Sve pomenuto dovelo je do novih varijanata ponovnog aktiviranja rudnika „Mačkatica“. Jedna od varijanata predviđa smanjivanje eksploatabilnih rezervi rude ograničavajući se na bogatije partie ležišta sa srednjim sadržajem od 0,15% Mo. Pored toga, smatra se da treba proizvoditi kvalitetniji koncentrat molibdena. Isto tako predviđa se i izdvajanje pirita u poseban koncentrat. Sve ovo treba da dovede do toga da rudnik može ekonomično da radi.

Osnovni uslov za valorizaciju i otvaranje rudnika „Mačkatica“ bio je ispitivanje mogućnosti izdvajanja molibdena i pirita u posebne koncentrate pogodnim tehnološkim postupkom, a da se pri tome dobiju što kvalitetniji koncentrati uz što manje proizvodne troškove. Na osnovu mnogobrojnih opita selektivnog i kolektivno-selektivnog flotiranja u Institutu za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina u Beogradu, predložen je tehnološki proces koncentracije koji obuhvata postupak kolektivno-selektivnog flotiranja molibdenita i pirita. Isti obezbeđuje da se postignu uslovni koncentrati molibdenita i pirita uz zadovoljavajuća iskorišćenja oba korisna minerala.

U ovom članku opisuje se sirovina na kojoj su izvođeni eksperimenti i primjeni reagensi, zatim ukratko daje način izvođenja eksperimenata, prikazuju postignuti rezultati sa diskusijom istih i na kraju daje zaključak o ispitivanjima.

Eksperimentalni rad

Mineralna sirovina. — Uzorak rude na kome su izvođeni opiti selektivnog i kolektivno-selektivnog flotiranja nije predstavljao srednji — reprezentativni uzorak ležišta „Mačkatica“, već nešto užeg dela skoro dva puta bogatijeg nego što je celo ležište. Gornja granična krupnoća rude bila je 200 mm. Za potrebe



Sl. 1 — 1 kumulativna kriva granulosastava rude; 2 sadržaj molibdena po klasama krupnoće
Fig. 1 — 1 curve of cumulative weight % of the ore;
2 content of molybdenum

uobičajenih analiza i opite flotiranja uzorak je usitnjen do 100% minus 10 meša (1,65 mm). Izdvajeni srednji uzorak za granulometrijsku analizu prosejan je na seriji sita typa Tyler i potom je svaka frakcija krupnoće analizirana na sadržaj molibdena. Granulometrijski sastav uzorka i sadržaj molibdena po klasama krupnoće prikazan je grafički na slici 1 i brojčano u tablici 1.

Tablica 1

Klasa	meša	T%	Σ T%	\uparrow	Mo%	Raspodela Mo%
-10	+14	32,4	100,0	0,15	29,9	
-14	+20	17,2	67,6	0,15	15,9	
-20	+28	10,7	50,4	0,16	10,6	
-28	+35	8,0	39,7	0,16	7,9	
-35	+48	7,4	31,7	0,17	7,8	
-48	+65	5,5	24,5	0,16	5,4	
-65	+100	4,4	18,8	0,18	4,6	
-100	+150	5,6	14,4	0,19	6,5	
-150	+200	3,7	8,8	0,19	4,3	
-200	+325	3,2	5,1	0,22	4,3	
-325	+Omm	1,9	1,9	0,24	2,8	
-10	+Omm	100,0	100,0	0,1624	100,0	

Hemiska analiza srednjeg uzorka dala je rezultate prikazane u tablici 2

Tablica 2

Element ili oksid	%	Element ili oksid	%
Mo	0,16	MgO	1,05
S	6,63	Cr ₂ O ₃	0,05
Fe	6,78	TiO ₂	0,52
As	0,03	P ₂ O ₅	0,43
Sb	0,12	Al ₂ O ₃	9,58
Cu	Ø	SiO ₂	68,64
Pb	Ø	K ₂ O	3,04
Zn	Ø	Na ₂ O	0,67
MnO	0,10	CaO	0,51

Specifična težina uzorka je $2,89 \pm 0,05$ g/cm³

Mikroskopska ispitivanja uzorka pokazala su da sastav rude čine metalični minerali: molibdenit, molibden-oker, pirit i hematit i jalovi minerali, od kojih je najzastupljeniji kvarc. Ima dosta i aluminosilikata. U kvarcu su mestimično zapažena i zrna feldspata. Mikroskopska ispitivanja su, takođe, pokazala da se glavni mineral molibdena — molibdenit javlja u obliku žilica, traka i prevlaka duž prslina, zatim u obliku igličastog cementa u zrnima kvarca i u obliku rasutih iglica i ljušpi.

Molibdenit je intimno srastao sa silifikovanom jalovinom tako da potpuno oslobođanje minerala njihove uzajamne veze zahteva usitnjavanje rude do finoće predstavljene prosevom sita broj 400 (Tyler), tj. 0,044 mm. Ređe se nailazi na intimno

srastanje molibdenita sa piritom.

Prirodna vrednost pH uzorka sa vodom beogradskog vodovoda ($\text{pH}=7,4$) i pri gustini pulpe od 25% čvrste faze iznosi $6,9 \pm 0,1$.

Meljivost rude. — Meljivost rude u funkciji dužine vremena mlevenja ispitivana je u laboratorijskom mlinu za vreme od 3, 6, 9, 12, 15, 18 i 21 minut, pri ostalim konstantnim uslovima mlevenja i dobiveni rezultati su grafički prikazani na slici 2. Proizvod svakog opita mlevenja prosejan je kroz sita veličine otvora 48, 65, 100, 150 i 200 meša. Poređenja radi na istoj slici je dat i grafički prikaz udela klase — 48 meša +0 mm u ulaznoj rudi.

Flotacijski reagensi. — Za regulisanje vrednosti pH pulpe upotrebljavaju se krek u prahu; za deprimiranje jalovih (silikatnih) minerala vodeno staklo (Na_2SiO_3 ; $\text{Na}_2\text{O} : \text{SiO}_2 = 29,1 : 28,7$); a kao penušač borovo ulje. Ovi reagensi primenjivani su kako u selektivnoj tako i u kolektivno-selektivnoj flotaciji.

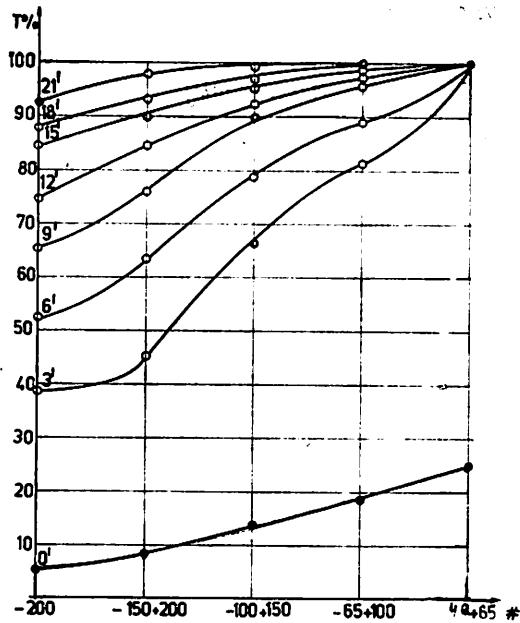
Kao kolektor u selektivnoj flotaciji molibdenita korišćen je Sintex-L (sulfidirani monoglicerin iz derivacije kokosovog ulja) i kalijum etil ksantat ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OCSSK}$). Prvi je posebno pogodan kolektor za flotiranje molibdenita, dok je pri upotrebi drugoga pirit deprimiran natrijum cijanidom. U kolektivnom flotiranju molibdenita i pirita kao kolektor upotrebljavaju se kalijum sec-amil ksantat ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OCSSK}$). Isti je poznat po svom visokom kolektorskom dejstvu u flotaciji slabo flotirajućih i semi-oksidisanih sulfida. Pri razdvajaju kolektivnog koncentrata kao kolektori korišćeni su — za molibdenit Sintex-L, a za piriti kalijumetil ksantat.

Metod ispitivanja. — Ispitivanje meljivosti izvođeno je u laboratorijskom mlinu tipa „Abbe“ sa uzorcima rude težine 1000 g mokrim putem pri gustini od 67% čvrste faze i konstantnim udelom šarže kugla.

Flotacijski opiti izvođeni su u laboratorijskoj flotacijskoj mašini tipa Agitair-Galigher, koja ima tri promenljiva impelera za tri celije različite zapremine. Ista

je služila i kao kondicioner pulpe. Promena impelera i celija omogućuje osnovno flotiranje i višestepeno prečišćavanje koncentrata u istoj flotacijskoj masini uz zadržavanje približno istog uleta čvrste faze u pulpi. Ista masina omogućuje promenljivu brzinu obrtanja impelera, a s tim i promenljiv dovod vazduha u pulpu. Kod višestepenog prečišćavanja korišćena je i Denver Sub-A laboratorijska celija zapremine 500 ml.

U osnovnom flotiranju za svaki opit uzimani su uzorci težine po 1000 g. Optimalno vreme flotiranja u osnovnom floti-



Sl. 2 — 1 meljivost rude u funkciji dužine vremena mlevenja
Fig. 2 — 1 grindability of the ore depending on time

ranju utvrđeno je na 10 minuta. Prečišćavanja su zahtevala vreme od 0,5 do 3,0 minuta. Kondicioniranje u svim opitimima trajalo je po 10 minuta. Vrednost pH pulpe održavana je između 8,1 i 8,3, kontrolisanjem pomoću Beeckman-ovog portable pH metra. Opiti desorpcije kolektorskog filma kalijum sec-amil ksantata sa mineralnih površina kolektivnog koncentrata izvođeni su u cilindričnom sudu agitiranjem bez vazduha u vremenu od 10 do 15 minuta. Potom je, putem razblaživanja svežom vodom, sedimentacijom, dekantacijom i filtracijom u laboratorijskoj filter

presi, odstranjen kolektor iz rastvora — pulpē. Desorbovani kolektivni koncen rat domeljavan je, u istom laboratorijskom mlinu, u vremenu od 10 minuta i potom selektivno flotiran molibdenit Sintex-L-om, a pirit kalijum etil ksantatom.

Rezultati

Iskorišćenje molibdenita selektivnom flotacijom u funkciji finoće mlevenja

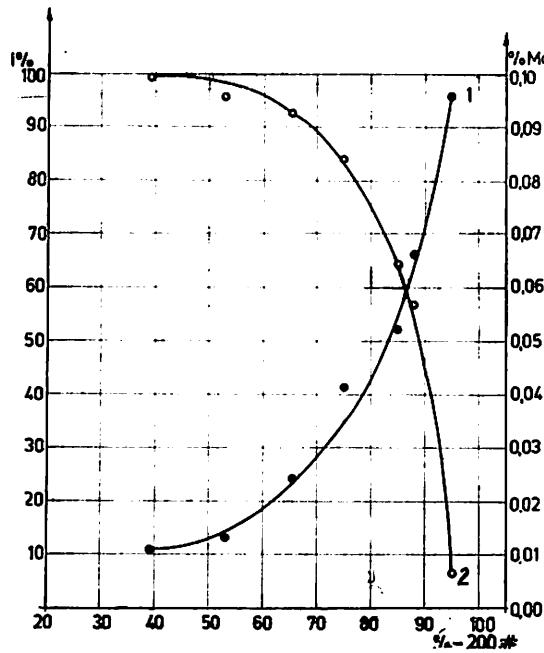
U ispitivanjima koja se odnose na iskorišćenje molibdenita direktnom selektivnom flotacijom u funkciji finoće mle-

Utrošak reagensa:

Kreč	1500 g/t
Vodeno staklo	300 g/t
Sintex-L	25 g/t
Boroovo ulje	10 g/t
Vreme kondicioniranja	10 min.
Vreme flotiranja	10 min.
Vrednost pH pulpe	8,1—8,3

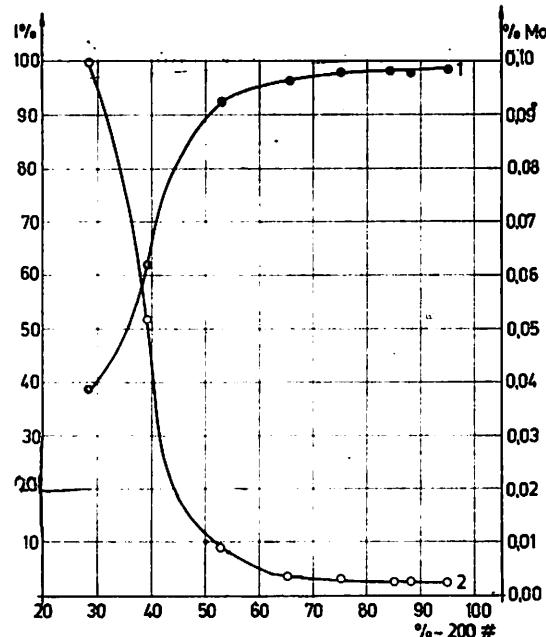
Iskorišćenje molibdenita kolektivnom flotacijom u funkciji finoće mlevenja

Flotabilnost molibdenita ispitivana u kolektivnoj flotaciji molibdenita i pirita u funkciji finoće mlevenja predstavljena



Sl. 3 — 1 iskorišćenje molibdena selektivnom flotacijom u funkciji finoće mlevenja; 2 sadržaj molibdena u jalovini u zavisnosti od finoće mlevenja

Fig. 3 — 1 recovery of molybdenum by selective flotation depending on fineness of grinding; 2 content of molybdenum in a tailing depending on fineness of grinding



Sl. 4 — 1 iskorišćenje molibdena kolektivno-selektivnom flotacijom u funkciji finoće mlevenja; 2 sadržaj molibdena u jalovini u zavisnosti od finoće mlevenja

Fig. 4 — 1 recovery of molybdenum by bulk-differential flotation depending on fineness of grinding; 2 content of molybdenum in a tailing depending on fineness of grinding

venja dobiveni su rezultati grafički prikazani na slici 3. Na istoj slici prikazani su i sadržaji molibdena u jalovini u zavisnosti od finoće mlevenja. Navedeni rezultati postignuti su pri sledećim uslovima rada.

je grafički na slici 4. Parametri flotabilnosti molibdenita dati su preko sadržaja molibdena u jalovini i iskorišćenja molibdena u kolektivnom koncentratu. U ovim ispitivanjima nije praćen sadržaj pirita u koncentratu. Rezultati kolektivne flotaci-

je, prikazani na slici 4, dobiveni su pod sledećim uslovima rada:

Utrošak reagenasa:

Kreč	1500 g/t
Kalijum sec-amil ksantat	60 g/t
Borovo ulje	10 g/t
Vreme kondicioniranja	10 min.
Vreme flotiranja	10 min.
Vrednost pH pulpe	8,0—8,3

Flotiranje molibdenita selektivnim postupkom

Eksperimentalni rad u studiji flotiranja molibdenita selektivnim postupkom obuhvatio je ispitivanja uticaja vrednosti pH pulpe, utroška deprimatora i kolektora, dužine vremena kondicioniranja i flotiranja, kao i broj prečišćavanja grubog koncentrata. Mnogobrojnim opitima ustavljeni optimalni uslovi za selektivno flotiranje molibdenita su sledeći:

Finoča mlevenja	95% — 200 meša
Vrednost pH pulpe	8,2
Vreme kondicioniranja	10 min.
Vreme osnovnog flotiranja	10 min.
Broj prečišćavanja	3—4
Vreme I, II, III i IV prečišćavanja	3, 2, 1, 0,5 min.
Utrošak reagensa:	
Kreč	1500 g/t
Vodeno staklo	300 g/t
Sintex-L	25 g/t
Borovo ulje	10 g/t

Pod navedenim uslovima rada dobiveni su rezultati reda veličina kao za opit prikazan u tablici 3.

Tablica 3

Proizvod	T%	Mo%	Iskorisćenje Mo%
Ulaz	100,0	0,148	100,0
Koncentrat	0,4	26,81	72,3
Međuproizvod III	0,3	6,37	8,5
Međuproizvod II	1,2	1,66	13,7
Međuproizvod I	5,1	0,032	1,0
Jalovina	93,0	0,007	4,5

U cilju poboljšanja kvaliteta koncentrata osnovni koncentrat domeljan je

do finoče mliva 95% minus 325 meša. Prečišćavanjem osnovnog koncentrata posle domeljavanja pri istim uslovima rada uz četverostepeno prečišćavanje dobiveni su rezultati kao u opitu koji je prikazan u tablici 4.

Tablica 4

Proizvod	T%	Mo%	Iskorisćenje Mo%
Ulaz	100,00	0,151	100,0
Koncentrat	0,25	41,00	65,8
Međuproizvod IV	0,45	4,33	12,8
Međuproizvod III	1,30	0,29	2,5
Međuproizvod II	5,75	0,12	4,7
Međuproizvod I	14,00	0,09	8,5
Jalovina	78,25	0,007	5,7

Domeljavanje osnovnog koncentrata i četverostruko prečišćavanje dali su znatno kvalitetniji koncentrat.

Flotiranje molibdenita kolektivno-selektivnim postupkom

Studija flotiranja molibdenita kolektivno-selektivnim postupkom obuhvatila je ispitivanja flotabilnosti molibdenita i pirita u kolektivnoj flotaciji i posebno iznalaženje optimalnih uslova za njihovo razdvajanje u posebne koncentrate. Naročita pažnja posvećena je procesu desorpcije filma kolektora sa površina kolektivnog koncentrata. U ovom procesu bitnu ulogu igra utrošak desorbenta, dužina vremena agitiranja koncentrata sa desorbentom i stepen odstranjenja kolektora iz pulpe. Na osnovu brojnih opita utvrđeno je da su optimalni uslovi za postupak kolektivno-selektivnog flotiranja uz primenu desorpcije pomoću natrijum sulfida sledeći:

Finoča mlevenja	75% — 200 meša
Vrednost pH pulpe	8,1—8,3
Vreme kondicioniranja	10 min.
Vreme kolektivnog flotiranja	10 min.
Vreme prečišćavanja kolekt. koncentrata	3 min.
Vreme agitiranja u desorpciji	10. min.
Vreme selektivnog flotiranja molibdenita	5 min.

Vreme I, II, III prečišćavanja	2, 1, 0,5 min.
Vreme selektivnog flotiranja prita	5 min.
Utrošak reagenasa:	
Kreč	1500 g/t
Kalijum sec-amilksantat	60 g/t
Borovo ulje	20 g/t
Natrijum sulfid	300 g/t
Natrijum sulfat	50 g/t
Vodeno staklo	100 g/t
Sintex-L	15 g/t
Kalijum etil ksantat	30 g/t

Rezultati jednog od opita izvedenih pod navedenim uslovima rada prikazani su u tablici 5.

Da bi se dobili kvalitetniji koncentrati izvršena je serija opita kolektivnog flotiranja pri grubljem mlevenju (60% — 200 meša) sa dopunskim mlevenjem kolektivnog koncentrata do 85% — 325 meša. Ostali uslovi rada su isti, sem što je utrošak kolektora u kolektivnom flotiranju

povećan na 80 g/t. Rezultati jednog od opita prikazani su u tablici 6.

Diskusija rezultata

Mineral molibdenit, u rudi iz ležišta „Mačkatica“, je veoma intimno srastao sa silifikovanom jalovinom što zahteva dalekosežno usitnjavanje radi oslobođanja minerala uzajamne veze. Opiti selektivnog flotiranja u funkciji finoće mlevenja pokazuju da se najbolja, odnosno optimalna iskoršćenja molibdenita postižu pri usitnjavanju do 95% minus 200 meša (sl. 3). Pri grubljem usitnjavanju ne mogu se sa primjenjenim kolektorima (Sintex-L i kalijum etil ksantat) postići iskoršćenja koja bi se mogla smatrati kao zadovoljavajuća. Dalje usitnjavanje rude iznad 95% minus 200 meša doprinosi oslobođanju minerala uzajamne veze, ali istovremeno dovodi i do suvišnog usitnjavanja molibdenita koji u osnovnoj flotaciji ne uspeva da se izdvoji u koncentrat. Zbog toga iskoršćenje molibdenita nije adekvatno po-

Tablica 5

Proizvod	T%	Mo%	S%	I Mo%	I S%
Ulaz	100,00	0,161	6,37	100,0	100,0
Koncentrat Mo	0,25	46,20	33,04	72,5	1,3
Međuproizvod III Mo	0,20	13,73	15,62	17,4	0,6
Međuproizvod II Mo	0,25	0,552	34,96	0,9	1,4
Međuproizvod I Mo	1,40	0,374	44,11	3,3	9,7
Koncentrat S	10,40	0,015	48,14	1,0	78,7
Međuproizvod S	2,90	0,016	5,24	0,3	2,4
Međuproizvod kolektiv.	4,40	0,156	4,43	4,3	3,0
Jalovina	8,20	0,0026	0,23	1,3	2,9

Tablica 6

Proizvod	T%	Mo%	S%	I Mo%	I S%
Ulaz	100,00	0,163	5,66	100,0	100,0
Koncentrat Mo	0,25	48,67	34,85	72,4	1,5
Međuproizvod III Mo	0,35	7,15	27,51	14,9	1,7
Međuproizvod II Mo	0,20	1,22	35,18	2,6	1,2
Međuproizvod I Mo	1,15	0,16	45,43	1,4	11,8
Koncentrat S	9,90	0,065	49,97	3,4	76,2
Međuproizvod S	3,10	0,052	4,82	1,0	2,6
Međuproizvod kolektiv.	5,50	0,097	2,09	3,1	2,0
Jalovina	79,20	0,0026	0,22	1,2	3,0

rastu oslobođanja pri usitnjavanju rude iznad 95% minus 200 meša.

U kolektivnoj flotaciji sulfidnih minerala (molibdenita i pirita), gde je upotrebljen kalijum sec-amil ksantat koji ima jača kolektorska svojstva od kolektora primenjenih u selektivnoj flotaciji, može se i pri grubljem mlevenju postići iskorišćenje kao u selektivnoj flotaciji pri 95% minus 200 meša. Ovde su takva iskorišćenja postignuta pri finoći mlevenja od 65% minus 200 meša (sl. 4). Na istoj slici se vidi da je optimalna finoća mlevenja za kolektivno flotiranje 75% minus 200 meša. I ovde se finijim usitnjavanjem rude mogu dobiti bolja iskorišćenja, međutim, odmah je sa slike uočljivo da taj porast iskorišćenja ne može da opravda utrošenu dodatnu energiju za finije usitnjavanje.

Poređenjem krivih iskorišćenja molibdena na slikama broj 3 i 4 može se konstatovati da za selektivno flotiranje molibdenita rudu treba usitnjavati do 95% minus 200 meša, a za kolektivno-selektivno flotiranje dovoljno je da se ista usitni do 75% minus 200 meša. Međutim, ako se u kolektivno-selektivnom flotiranju primenjuje dopunsko mlevenje kolektivnog koncentrata, onda je dovoljno da se ruda pre kolektivnog flotiranja usitni do svega 60% minus 200 meša. Pri nešto većoj potrošnji kolektora mogu se postići vrlo dobri rezultati (tabl. 6).

Na istim slikama (3 i 4) grafički je prikazan i sadržaj molibdena u jalovinama u zavisnosti od finoće mlevenja. Kao što se sa slika uočava sadržaj molibdena u jalovinama naglo opada sa povećavanjem finoće mlevenja. Međutim, dok kod selektivnog flotiranja sadržaj molibdena naglo opada tek posle finoće mlevenja iznad 60% minus 200 meša, kod kolektivnog flotiranja interval naglog opadanja sadržaja molibdena u jalovinama obuhvata finoće mlevenja do 60% minus 200 meša. Tako i ovaj podatak ukazuje da je optimalno usitnjavanje za kolektivno flotiranje oko 60% minus 200 meša, ako se pre selektivnog flotiranja kolektivni koncentrat naknadno usitnjava.

Rezultati selektivnog flotiranja molibdenita, prikazani u tablicama 3 i 4, pokazuju da se mlevenjem rude do finoće

95% minus 200 meša ne mogu postići kvalitetni koncentrati. Domeljavanjem osnovnog koncentrata pre prečišćavanja može se poboljšati kvalitet prodajnog koncentrata (41,00% Mo prema 26,81% Mo bez domeljavanja). Međutim, finije usitnjavanje domeljavanjem osnovnog koncentrata smanjilo je iskorišćenje molibdenita u koncentratu na 65,8% prema 72,3% bez domeljavanja. Tako je ovde problematična celishodnost ovako daleko-sežnog usitnjavanja (95% minus 325 meša) domeljavanjem osnovnog koncentrata.

Poluindustrijska ispitivanja bila bi jedino kompetentna da daju ocenu pogodnosti usitnjavanja do finoće 95% minus 325 meša. Uz to važno je dodati da ni ovakva finoća mlevenja nije obezbedila dobivanje uslovnih koncentrata molibdenita. Mikroskopska ispitivanja dobivenih koncentrata pokazala su da se u istima nalazi veliki ideo sraslaca i to pretežno molibdenita sa kvarcom. S druge strane, takva ispitivanja pokazuju da i u međuproizvodima, pored slobodnih zrna jalo-vih minerala i sraslaca, postoje manji ideo potpuno slobodnih zrna molibdenita veoma malih dimenzija.

Rezultati postignuti kolektivno-selektivnim flotiranjem molibdenita i pirita prikazani su u tablicama 5 i 6. Usitnjavanjem rude do finoće 75% minus 200 meša i kolektivnim flotiranjem postiže se iskorišćenje u kolektivnom koncentratu molibdena 98,7% i sumpora 97,1%. Desorpcijom kolektorskog filma sa površina kolektivnog koncentrata pomoću natrijum sulfida i naknadnim selektivnim flotiranjem uz trostepeno prečišćavanje koncentrata molibdenita i jednostepeno prečišćavanje koncentrata pirita postiže se kvalitet koncentrata molibdenita oko 46% Mo i pirita oko 48% S (tabl. 5).

Radom u laboratorijskim uslovima, u koncentratima molibdenita, postignuta su iskorišćenja od 70—75%. Računajući da će znatan deo molibdenita iz međuproizvoda u kontinuelnom radu (poluindustrijskom ili industrijskom) dospeti u definitivni koncentrat može se računati sa koničnim iskorišćenjima molibdenita u flotaciji od 85 do 90%, a pirita sa iskorišćenjem oko 80%.

Domeljavanjem kolektivnog koncentrata, posle jednostepenog prečišćavanja i desorpcije filma kolektora pomoću natrijum sulfida, postiže se kvalitetniji koncentrati, a da pri tom iskorišćenja oba minerala u koncen'rajima ostaju u istim granicama (tabl. 6). Uz to postupak sa domeljavanjem kolektivnog koncentrata

ta molibdenita kreću se oko 48% Mo i pira i oko 50% S. Uz još jedno prečišćavanje može se postići i uslovni koncentrat molibdenita od 51% Mo. I ovde se u kontinuelnom radu može očekivati iskorišćenje molibdenita od 85 do 90% i pirota oko 80%.

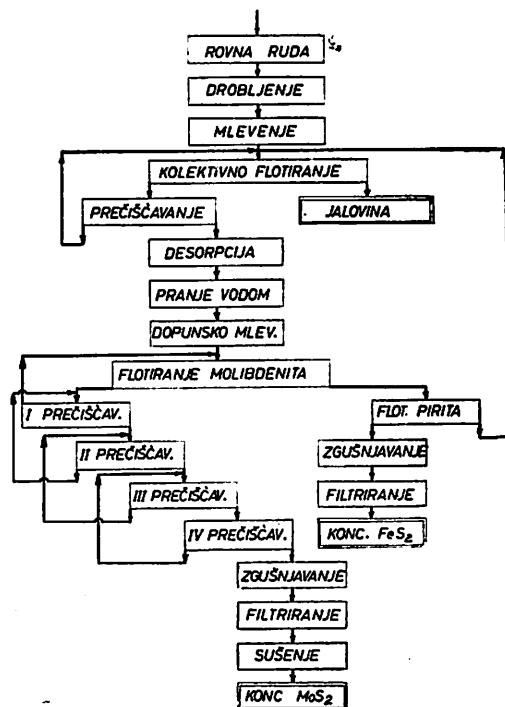
Zaključak

Proučavanje svih dosadašnjih studija ispitivanja o mogućnosti flotiranja molibdenita iz rudnog ležišta „Mačkatica“, rađenih kod nas i u inostranstvu, zapaža se da su postizavani relativno niski kvaliteti koncentrata molibdenita. Sadržaj molibdena u najbogatijem koncentratu ne prelazi 40%.

U ovim ispitivanjima selektivnom flotacijom molibdenita, pri finoći mlevenja od 95% minus 200 meša, dobivani su koncentrati kvaliteta do 30% Mo. Domeljavanjem grubog koncentrata do finoće od 95% minus 325 meša dobivani su koncentrati i kvaliteta 41% Mo.

Kolektivno - selektivnim flotiranjem molibdenita i pirita, uz primenu desorpcije pomoću natrijum sulfida, a pri finoći mlevenja od 75% minus 200 meša, dobivani su koncentrati molibdenita kvaliteta do oko 46% Mo i pirita kvaliteta do oko 48% S. Kada je kolektivni koncentrat domeljan, pre selektivnog flotiranja molibdenita i pirita, do finoće mlevenja od 85% minus 325 meša poboljšani su kvaliteti koncentrata molibdenita i pirita, a da pri tom iskorišćenja ovih minerala nisu opala. Sadržaj molibdena, nakon trostepećnog prečišćavanja, u koncentratu dostizao je 49%, a sumpora, posle jednostepenog prečišćavanja koncentrata pirita, do 50%.

Na kraju svih ispitivanja može se zaključiti da se molibden-piritna ruda iz rudnog ležišta „Mačkatica“ može najuspešnije koncentrisati primenom postupka kolektivno flotiranje — desorpcija pomoću natrijum sulfida — selektivno flotiranje molibdenita i pirita. Da bi se postigli rezultati dobiveni u laboratorijskom radu i prikazani u ovom članku, potrebno je u industrijskim uslovima primeniti tehnološku šemu procesa prikazanu na slici 5. Ova šema obuhvata: drobljenje, mlevenje, kolektivno flotiranje molibdenita i pirita, prečišćavanje kolektivnog koncentrata,



Sl. 5 — Šema tehnološkog procesa kolektivno-selektivnog flotiranja minerala molibdena i pirita

Fig. 5 — Flowsheet of technology process for bulk-differential flotation molybdenum minerals and pyrite

omogućuje da se ruda za kolektivno flotiranje usitnjava do finoće svega 60% minus 200 meša. Povećanim utroškom kolektora postiže se isto iskorišćenje molibdenita u kolektivnom koncentratu, odnosno isti sadržaj molibdena u jalovini (tabl. 5 i 6). Kolektivni koncentrat potrebno je naknadno usitniti do finoće mlevenja 85% minus 325 meša. Natrijum sulfid, kada se doda u potreboj količini, uspešno razara film kolektora, tako da se selektivnim flotiranjem molibdenita Sintex-L-om uspešno deprimira pirit bez dodavanja deprimatora. Kvaliteti koncentra-

desorpciju kolek'ora pomoću natrijum sulfida, pranje desorbovanog kolektivnog koncentrata, dopunsko mlevenje opranog kolektivnog koncentra a, selektivno flotiranje molibdenita sa četvorostepenim prečiščavanjem, selektivno flotiranje pirita i odvodnjavanje proizvoda flotacije.

Radom po predloženoj šemi tehnološkog procesa u industrijskim uslovima rada mogu se postići uslovni koncentrati molibdenita sa 51% Mo i pirita sa 50% S,

uz iskorišćenje molibdena od 85 do 90% i iskorišćenje sumpora oko 80%.

U zaključku se može reći još i to, da predložena šema tehnološkog procesa, koja omogućuje izdvajanje molibdenita i pirita u posebne tržišne proizvode, daje osnov za valorizaciju bogatijih delova ležišta sa prosečnim sadržajem 0,15% Mo i za ponovno otvaranje rudnika „Mačkatica“.

SUMMARY

Collective-Selective Flotation of Molybdenum-Pyrite Ore, »Mačkatica« Deposit

Dr D. Salatić, min. eng.*)

This paper covers tests of selective and collective-selective flotation carried out on molybdenum-pyrite ore, „Mačkatica“ deposit, as well as discussions over results obtained and finally, conclusion.

Molybdenum concentrates with content up to 35% Mo were reached in industrial scale at „Mačkatica“ flotation plant. Laboratory tests, performed by various research workers and the author himself, concerning feasibilities of obtaining more qualitative concentrates by selective flotation, proved that over 40% Mo in a concentrate cannot be reached without decrease of recovery.

Collective-selective flotation tests, using Na₂S for desorption of collector film on mineral surfaces of collective concentrate with 50% Mo and pyrite concentrate, proved that it is possible to get molybdenum concentrate with 50% S.

In collective flotation of all sulphide minerals, applying potassium-amyl-xanthate (Z-5) as a collector, recoveries of molybdenum over 98% and pyrite over 97% were obtained.

In selective flotation, after desorption, molybdenum minerals are floated by Sintex-L, pyrite with potassium-ethyl-xanthate, so that molybdenum concentrate containing 51% Mo and pyrite concentrate with 50% S are obtained. Recovery of molybdenum ranges from 85 to 90% and of sulphur about 80%.

The flowsheet, suggested in this paper, yields a possibility to make molybdenum and pyrite minerals marketable products, presents a base both for valorisation of rich parts of the deposit with average content 0,15% and for reopening of „Mačkatica“ molybdenum mine.

Literatura

Konjev, A. S., Dobrovnaia, L. B., 1958: Separation of Bulk Sulphide Concentrates by Flotation. — Process in Mineral Dressing Stockholm.

Milovanović D., 1967: Supstitucija kao metod racionalnog iskorišćavanja mineralnih sirovina. — Rudarski glasnik, god. VI, sveska 3.

Mitrofanov, S. I., 1967: Selektivnaja flotacija, Moskva.

Salatić, D., 1967: Tehnološke mogućnosti izdvajanja molibdena iz koncentrata bakra flotacije u Majdanpeku. — Rudarski glasnik, god. VI, sveska 2.

Neke mogućnosti primene matematičke statistike u ekonomskoj geologiji

(sa 3 slike)

Dr ing Dejan Milovanović — dipl. matem. Mirjana Škarka

Uvod

Šire uvođenje u geologiju matematičke statistike, kao metoda kvantitativnog istraživanja masovnih pojava, počelo je pre oko 20 godina, ali je praktično došlo veći intenzitet tek poslednjih nekoliko godina. I. P. Šarapov navodi da je do 1964. godine objavljeno u svetu preko 2.000 radova u kojima je primenjena matematička statistika pri rešavanju određenih geoloških problema. Prema usmenom saopštenju istog autora, sredinom 1967. godine, taj broj je porastao na preko 6.000. Pri tome je najveći deo radova na ruskom i engleskom jeziku, što znači, praktično, da se ovim problemima najviše poklanja pažnja u SSSR i SAD. Ipak, ne sme se zanemariti ni činjenica da se na primeni matematičke statistike u geologiji radi i u nizu drugih zemalja.

Široko korišćenje matematičkih metoda analiziranja različitih geoloških problema i stvaranje kvantitativnih zaključaka umesto opisnih objašnjenja učinili su da se tokom poslednjih godina razvije i posebna disciplina — geostatistika.

Međutim, i pored ovako impozantnog broja radova, i jasno izraženog neprekidnog porasta primene statističkih metoda u geološkim naukama, evidentna je činjenica da se jedan deo naučnika još uvek dosta rezervisano i skeptično odnosi prema njihovoј primeni, najčešće radi toga što nedovoljno poznaju osnovne karakteristike geostatistike i njene mogućnosti za rešavanje brojnih problema u geologiji.

Iz ovoga proizilazi da metode matematičke statistike još uvek nisu dostigle u

geoškim naučnim disciplinama onu afirmaciju koju imaju u drugim naukama (ekonomija itd.) i da praktično tek predstoji ekstenzivno uvođenje ovih metoda u sve grane praktične i teorijske geologije. To je naročito slučaj sa zemljama koje još uvek ne raspolažu ni potrebnom mehaničkom opremom ni odgovarajućim kadrom.

Visoka efektivnost, tačnost i kratak vremenski period potreban za dobijanje nužnih informacija, uz primenu elektronskih računskih mašina i na njima zasnovanih metoda kibernetike, predstavljaće svakako najjače argumente koji će modelima matematičke statistike obezbediti u geologiji mesto, koje one zaslužuju.

U jugoslovenskoj geologiji račun verovatnoće i metoda matematičke statistike imaju veoma ograničenu primenu. U prilog tome ide i podatak, da je do sada iz ove oblasti objavljeno jedva petnaestak radova. Najveći deo tih radova odnosi se na određivanje mera centralne tendencije i disperzije, a poslednjih godina objavljeno je i nekoliko radova koji tretiraju korelionu analizu u geochemijskim ispitivanjima i linearni trend pri oceni regionalnih faktora u ekonomskoj geologiji. Buduća istraživanja u geološkim disciplinama nesumnjivo zahtevaju daleko intenzivnije uvođenje metoda matematičke statistike, jer se bez nje ostaje na pozicijama koje su u nekim zemljama prevaziđene pre više od desetak godina.

Analiza do sada objavljenih radova u svetu iz primene matematičke statistike u geologiji pokazuje da je najveći deo autora koncentrisao svoje napore na probleme iz mineralogije, geohemije i pe-

trografije (određivanje tipa zakona rasporeda elemenata, linearna korelaciona analiza, ispitivanje trenda itd.). U drugim geološkim disciplinama su manje korišćeni račun verovatnoće i matematička statistika, s izuzetkom nekih područja rudničke geologije i projektovanja istražnih radova (određivanje koeficijenta varijacije sadržaja i moćnos i, rastojanja između proba, optimalne gustine istražnih radova i dr.).

Usvajajući definiciju S. Jankovića da „ekonomska geologija obuhvata proučavanje svih onih prirodnih i tehničko-ekonomskih faktora koji utiču na ekonomsku ocenu ležišta, kroz različite faze njihovog osvajanja, i ekonomске efekte ulaganja u prospekcijske i istražne radove, sa ciljem da se sagleda ekonomска opravdanost istraživanja i racionalno obezbeđenje potrebnih kategorija rezervi mineralnih sirovina“*) — može se zaključiti da ekonomska geologija upravo predstavlja jedno od područja u kome je matematička statistika nedovoljno korišćena i pored relativno velikih mogućnosti. Izvesno opravданje za ovo se svakako nalazi u činjenici da je ekonomska geologija mlada naučna disciplina i da se sam problem ekonomске ocene ležišta mineralnih sirovina sa različitom težinom tretira u raznim zemljama. Međutim, ovakva opravdanja dosta gube u značaju, ako se u razmatranje uključi i činjenica da je ekonomska geologija ne samo geološka već i ekonomska naučna disciplina, i da su metode matematičke statistike stekle punu afirmaciju i ogromnu primenu upravo u ekonomskim naukama.

Na bazi pozna ih publikovanih iskustava iz strane i domaće literature, kao i na osnovu dosadašnjih ispitivanja samih autora, u ovom radu biće tretirana neka od najznačajnijih područja primene matematičke statistike u ekonomskoj geologiji, kao i metodološka razrada primenjenih metoda, njihove osnovne karakteristike, pozitivni i negativni efekti i opšti značaj za povišenje efikasnosti, kvaliteta i tačnosti ekonomске ocene ležišta.

*) S. Janković: *Wirtschaftsgeologie der Erze*. — Springer-Verlag, Wien-New York, 1967.

Metode matematičke statistike i elementi ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina

Objekti koji se tretiraju primenom metoda matematičke statistike, a sušinski pripadaju ekonomskoj geologiji, razmatraju se kao statistički skupovi sastavljeni od više elemenata. Tim elementima se meri jedno ili više obeležja, koja su različita kod pojedinih elemenata, i na bazi njihove analize i uklapanja u odredene teorijske relacije dobijaju se tražene veličine ili odnosi. Kada se postavi, na osnovu teorijskih ispitivanja, model rasporeda za koji se pre postavlja da je najbliži ispitivanoj pojavi, pristupa se upoređivanju tog rasporeda sa stvarnim činjeničnim materijalom (podaci o sadržaju elemenata u ležištu, moćnost rudnih tela itd.).

Obeležja koja su najznačajnija za geološko-ekonomsku ocenu ležišta i mineralne sirovine u njima su: srednji sadržaj korisne ili korisnih sirovina u ležištu, minimalni ekonomski sadržaj, granični sadržaj, minimalna moćnost, rudne rezerve, višak rada dobijen eksploatacijom ležišta, godišnja proizvodnja, cene mineralnih sirovina (svetske-domaće na duži period), specifične investicije, procenat iskoristivog metala u rudi i dr.

S. Janković je 1960. i 1967. godine detaljno razradio elemente ekonomske ocene ležišta mineralnih sirovina u pojedinim fazama njihovog osvajanja. Usvajajući njegove postavke, analizom mogućnosti primene matematičke statistike u ekonomskoj geologiji biće obuhvaćene sledeće tri osnovne grupe elemenata:

- faktori koji utiču na geološko-ekonomsku ocenu ležišta i ekonomске efekte korišćenja ležišta i mineralnih sirovina u njemu;
- parametri geološko-ekonomske ocene; i
- geološko-ekonomska ocena pojedinih faza istraživanja.

Normalno je da je nemoguće ovakvim radom obuhvatiti sva područja ekonomske geologije u kojima se može primeniti matematička statistika. Zbog toga će analiza tretirati prvenstveno samo probleme suštinskog značaja za geološko-ekonomsku ocenu ležišta i eventualno dalji razvoj ekonomske geologije.

Faktori geološko-ekonomiske ocene ležišta mineralnih sirovina

Ovi faktori obuhvataju: geološke, tehničko-eksploatacione, tehnološke, regionalne i tržišne faktore.

Geološki faktori. — Faktori ovog tipa imaju presudan značaj kod određivanja i ocenjivanja rezervi mineralnih sirovina u ležištu ili većim metalogenetskim jedinicama, i to kako sa kvantitativnog tako i sa kvalitativnog aspekta. Kako su na sadašnje prisustvo određenih rezervi mineralnih sirovina u nekoj metalogenetskoj jedinici eksplisitno imali uticaj procesi koji su doveli do stvaranja ležišta i njihovog prostornog razmeštaja, postoji mogućnost da se i matematičkim metodama utvrdi odnos pojedinih faktora lokalizacije rezervi i njihovog nastanka. Pri tome se problem svodi na utvrđivanje mere varijacije izvesne pojave pod uticajem više faktora, a to je, u stvari, istraživanje u oblasti višestruke korelacije.

Praktično treba proračunati zavisno promenljivu (x_1), određenu većim brojem nezavisno promenljivih ($x_2, x_3, x_4 \dots x_n, x_{n+1}$), pri čemu svaka od njih nosi određen koeficijent ($b_2, b_3, b_4 \dots b_n, b_{n+1}$)

$$X_{c_1} = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + \dots + b_n x_n$$

U samom radu potrebno je pored jednačine regresije odrediti i standardnu grešku i koeficijent korelacije. Svakako najkomplikovaniju operaciju predstavlja određivanje parametara a i b , što zahteva izračunavanje normalnih jednačina. Uvođenjem kovarijansi u proračun, postupak se uprošćava, jer se smanjuje broj normalnih jednačina.

Primena višestruke korelacije ne predstavlja komplikovanu operaciju u većini ekonomskih istraživanja. U geološko-ekonomskim analizama, međutim, situacija je daleko složenija. Nemogućnost kvantifikacije svih faktora, koji su nekad veoma mnogobrojni, zahteva specijalno pripremanje raspoloživih podataka (najčešće su to podaci iz istražnih radova) u vidu posebnih dokumentacionih tablica u kojima se opisni elementi zamenjuju specijalnim indeksima. Na taj način, primarni zadatak predstavlja priprema materijala za dalju primenu korelace analize.

Veoma karakterističan primer iz literature, koji se odnosi na ovu problematiku, je rad V. M. Skljarova i dr.*), u kome se razmatra postupak pripreme podataka za statističku ocenu lokalizacije zlatosnog orudnjenja Muruntau u srednjoj Aziji. Osnovni zadatak, koji su autori postavili, bio je razjašњavanje zavisnosti lokalizacije orudnjenja od raznovrsnih geoloških faktora. Interesantno je kako su izvesni opisni podaci svedeni na indekse. Tako, pri označavanju karakteristika sulfidne mineralizacije, prva cifra označava intenzitet mineralizacije u vidu prožilaka, druga cifra — impregnacionu mineralizaciju, a treća — orientaciju sulfidnih prožilaka u odnosu na osu bušotine. Na primer: u koloni tablice „arsenopirit“ broj 231 označava, da se u datom intervalu nalaze u znatnoj količini arsenopiritski prožilci, orijentisani pod uglom manjim od 25° u odnosu na osu bušotine, i neznatna količina impregnacione mineralizacije. Dalje, posebna pažnja je poklonjena kvarcnim prožilcima, jer su oni nosioci zlata. Prožilci su detaljno grupisani na bazi njihove procentualne zastupljenosti u raznim vrstama stena, zatim na osnovu svoje srednje močnosti itd.

Ovi i niz drugih geoloških pokazatelja, svedenih na određene indekse, omogućili su da se primenom računsko-analitičkih mašina utvrdi veza između zlatosnog orudnjenja i čitavog niza faktora, za čije dalje detaljnije ispitivanje stoje na raspoređenju izvesne metode matematičke statistike, i to prvensveno koreaciona analiza (parne, delimične i višestruke korelace veze).

Konačno dobijeni i sredeni podaci koreacione analize u ovakvim slučajevima omogućuju detaljniju ocenu perspektivnosti ispitivane metalogenetske jedinice i orijentišu dalje istražne radove u optimalnom pravcu.

M. M. Iljickij je, takođe, na bazi koreacione analize, utvrdio silu uticaja osnovnih hemijskih komponenti na sadr-

*) V. M. Skljarov, S. D. Ser i V. A. Perc: „Opyt podgotovki dannyh dlia statističeskoy ocenki lokalizacii zolotogo orudneniya“. — Razv. i ohrana nedr., No 11, 1966, Moskva.

žaj nikla, izdvojio paragenetske asocijacije elemenata i ukazao na moguće forme egzistiranja nikla u ultrabaziima. Ovakva i buduća statistička ispitivanja pružaju osnov za izdvajanje najperspektivnijih rejona i genetskih tipova stena za prospекciju sulfidnih i silikatnih ruda nikla.

Ovaj autor je za osnovu svojih istraživanja uzeo određivanje parnih zavisnosti između NiO i najvažnijih hemijskih komponenti ultrabazičnih stena, kao i utvrđivanje zavisnosti između tih svih komponenti. Autor je izvršio analizu i određivanje polja korelacije, empirijskih linija regresije i izračunao koeficijente korelacije (tablica 1).

U tablici 2 dat je prikaz parnih koeficijenata korelacije između NiO i TiO₂, Cr₂O₃, CoO i SO₃.

Na bazi iznetih podataka i proračunatih potrebnih veličina M. M. Ilvićkij je dobio sledeću jednačinu višestruke regresije:

$$\begin{aligned} \text{NiO} = & 0,495 \text{ MgO} - 0,120 \text{ FeO} + 0,262 \text{ Fe}_2\text{O}_3 \\ & - 0,020 \text{ CaO} + 0,062 \text{ SiO}_2 \end{aligned}$$

Koeficijenti jednačine pokazuju kako bi se menjao srednji sadržaj NiO u zavisnosti od sadržaja jedne od datih komponenti, pod uslovom da sadržaj ostalih ima postojanu vrednost.

T e h n i č k o-e k o n o m s k i u s l o v i e k s p l o a t a c i j e . — Ovi faktori obuhvataju troškove eksploatacije, koeficijent iskorišćenja ležišta, razblaženje rudne mase pri eksploataciji, kapacitet proizvodnje i veličinu investicionih ulaganja.

Izuzev koeficijenta iskorišćenja i razblaženja, koje obično sam direktno izračunava, sve ostale faktore inženjer geolog najčešće dobija iz projekta ili, kada on ne postoji, koristi metode analogije. Nekad je ovo slučaj i sa prvo navedena dva faktora.

Ipak, treba istaći da između kapaciteta jednog rudnika i fiksnih troškova po jedinici proizvodnje postoji statistički interesantna koreaciona veza, jer troškovi ne zavise samo od kapaciteta već i od drugih faktora. Isto tako, po V. A. Avilov-u, koreaciona zavisnost postoji i između ukupne godišnje sume dobiti i godišnjeg obima proizvodnje.

Tablica 1

	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
NiO	+0,578	-0,451	+0,378	-0,480	-0,425	-0,543
MgO		-0,495	+0,181	-0,771	-0,608	-0,706
FeO			-0,398	+0,234	+0,452	+0,610
Fe ₂ O ₃				-0,294	-0,475	-0,388
CaO					+0,384	+0,393
SiO ₂						+0,427
Al ₂ O ₃						

Tablica 2

NiO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	CoO	SO ₃
Broj analiza	-0,485	+0,362	+0,367	+0,066
95% zona značaja pri γ	173	166	158	140
99% zona značaja pri γ	0,15	0,15	0,16	0,17

Što se tiče uvođenja metoda matematičke statistike u proračune i analize koeficijenta iskorišćenja i razblaženja, očigledno je da i ovde korelaciona analiza ima najveći značaj. Uticaj većeg broja faktora, koji su međusobno nezavisni, stavlja u prvi plan metodu višestruke korelacije. Osnovnu teškoću predstavlja svođenje izvesnih opisnih veličina na kvantitativne podatke. Na ovome je do sada, nažalost, malo rađeno.

Kako je sa koeficijentom iskorišćenja i razblaženjem mineralne sirovine direktno povezan i pojam konzervacije mineralnih sirovina u širem smislu reči, navešćemo kao primer matematičku definiciju na bazi statističkih skupova ove ekonomsko-geološke kategorije, kako ju je postavio S. V. Ciriacy-Wantrop. Naime, po ovom autoru stepen konzervacije (ili iscrpljenja) je definisan izrazom:

$$\frac{\Delta x_1 + 2\Delta x_2 + 3\Delta x_3 + \dots + n\Delta x_n}{x_1 + 2x_2 + 3x_3 + \dots + nx_n}$$

gde je:

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ — stopa upotrebe sirovine X u planiranim intervalima $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$

U zavisnosti da li je brojilac veći, jednak ili manji od nule egzistira konzervacija, neutralno stanje ili iscrpljenje.

Tehnoloski faktori. — Primena metoda matematičke statistike kod ovih faktora predstavlja jedno posebno polje rada za koje su, pre svega, zainteresovani tehnolozi i stručnjaci za pripremu mineralnih sirovina. Zbog toga će u ovom radu izostati analiza tih problema sa aspekta njihove povezanosti sa matematičkom statistikom, jer je stručnjak koji ocenjuje ležište, pre svega, zainteresovan za završne podatke (veličina iskorišćenja, sadržaj korisnih i štetnih komponenti u koncentratu, troškovi pripremanja i tehnološke prerade, optimalna veličina kapaciteta, potrebne investicije za izgradnju postrojenja za pripremu i dalju prvu preradu), koje će upotrebiti u izabranoj metodi ocene.

Regionalni faktori. — I kod ove grupe faktora, inženjer geolog se previše koristi završnim podacima drugih stručnjaka, naročito ekonomista, poš-

to se radi o elementima iz njihovog uskog delokruga rada. Ovo se naročito odnosi na transportne prilike, tj. na izbor vrste transporta. Ostali regionalni faktori — energetski izvori, uslovi vodosnabdevanja, klimatske prilike, mogućnost snabdevanja jamskom gradom — imaju kvalitativna obeležja čije prevođenje na kvantitativne pokazatelje ne bi imalo nikakve svrhe kada se radi o oceni ležišta.

Tržišni faktori. — Svaka geološko-ekonomска ocena jednog ležišta ili veće metalogenetske jedinice obuhvata i razmatranje tržišnih cena mineralnih sirovina (rude, koncentrata, metala), kao i mogućnosti plasmana (vrste, količina) sirovina iz ocenjivanog područja na domaćem ili stranom tržištu. Kod analiziranja i cena i plasmana najčešće se posmatra kretanje cene, proizvodnje i potrošnje u jednom relativno dužem sukcesivnom vremenskom periodu, pa se na bazi izmena date pojave kao funkcije vremena u prošlosti i sadašnjosti izvlače zaključci za budućnost. To, u stvari, predstavlja primenu metoda matematičke statistike kod geološko-ekonomске ocene, pri čemu se, pored opšte poznatog metoda indeksnih brojeva, najčešće vrši istraživanje trenda, tj. razvojne tendencije pojave u dužem vremenskom periodu.

Kao izvestan prelazni oblik često se koristi kod analiziranja vremenskih serija metod pokretnih proseka. On se zasniva na zameni svakog člana vremenske serije (godišnja proizvodnja, prosečna godišnja cena itd.) srednjom vrednošću dobijenom uključivanjem u proračun ne samo datog člana, već i pobočnih članova (jednog, dva ili više sa svake strane). Za jednu vremensku seriju čiji su članovi $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, to bi izgledalo ovako:

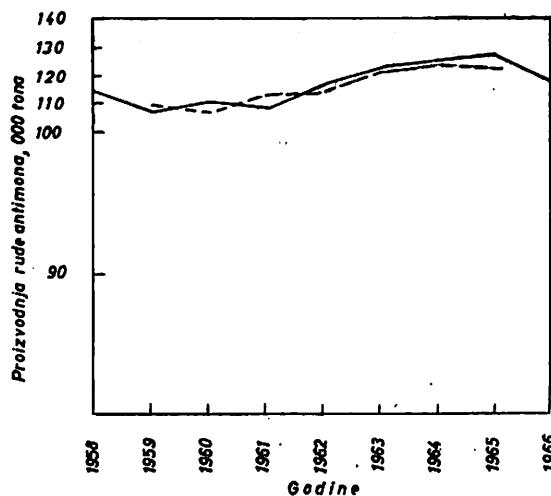
$$\frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} = \bar{x}_{123}$$

$$\frac{x_2 + x_3 + x_4}{3} = \bar{x}_{234}$$

⋮

$$\frac{x_{n-1} + x_n + x_{n+1}}{3} = \bar{x}_{(n-1)n(n+1)}$$

pri čemu se x_{ijk} stavlja uz godinu t_j sa obeležjem x_i kada se, kao što je slučaj sa ovim primerom, uzima po jedan član sa svake strane. Konkretan računski primer primene metoda pokretnih proseka prikazan je u tablici 3 i grafički izražen na slici 1.



Sl. 1 — Proizvodnja rude antimona u SFRJ za period od 1958—1966. godine; isprekidanom linijom prikazana je linija pokretnih proseka za trogodišnje grupe.

Fig. 1 — Production of antimony in SFRJ for period 1958—1966; dotted line marks approximate averages for three-years group.

Tablica 3

Proizvodnja rude antimona u SFRJ prikazana metodom pokretnih proseka

Godina	Proizvodnja rude antimona u 000 tona	Pokretni proseci za 3-godišnje grupe
1958.	114	—
1959.	107	110
1960.	110	108
1961.	108	112
1962.	117	116
1963.	123	122
1964.	125	125
1965.	127	123
1966.	117	—

Kod ispitivanja dinamike određene vremenske serije praktično se u ekonomskoj geologiji najefikasnije može primenjivati linearna funkcija kao relativno najprostija forma trenda:

$$Y = aX + b$$

gde je:

- a — tangens ugla koji linija funkcije zaklapa sa horizontalom (visina s alnog prirasta serije);
- b — odsečak na ordinatnoj osi koji zaklapa linija funkcije (polazna veličina funkcije).

Na osnovu niza podataka o ceni, ili proizvodnji, ili potrošnji neke mineralne sirovine u određenim uzastopnim godinama (vremenska serija), može se računski odrediti linearni trend tendencije razvoja analizirane pojave i to pomoću sledećih normalnih jednačina:

$$\begin{aligned} a \sum x + bn &= \sum y \\ a \sum x^2 + b \sum x &= \sum xy \end{aligned}$$

gde je:

- $\sum X$ — sukcesivni zbir broja godina za koje se posmatra data pojava;
- $\sum Y$ — sukcesivni zbir proizvodnje (ili cene) pojedinih mineralnih sirovina za datu vremensku seriju;
- N — broj godina na osnovu kojih je izračunata funkcija.

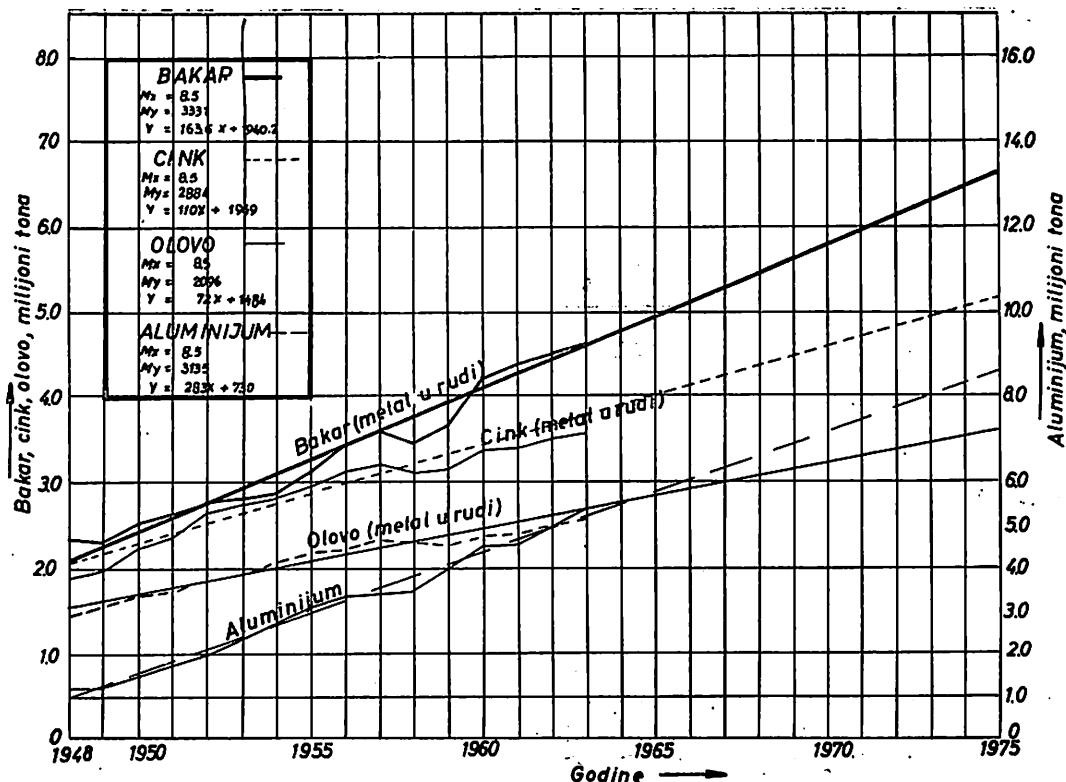
U tablici 4 dat je prikaz praktičnog proračunavanja linearног trenda tendencije razvoja proizvodnje čelika u svetu, a na sl. 2 grafički su prikazana tri druga primera.

Ako podaci vremenske serije pokazuju varijaciju koja dovodi do sve bržeg ili sporijeg raščenja pojave, umesto linearног trenda upotrebljava se kriva paraboličnog tipa, koju izražava funkcija drugog stepena:

$$Y = b + aX + cX^2$$

gde je:

- c — koeficijent krive linije trenda.



Sl. 2 — Linearni trend razvoja buduće svetske proizvodnje bakra, olova, cinka (količina metala u rudama) i aluminijuma (primarni metal) za vremenski period do 1975. godine na bazi vremenske serije 1948—1963. godine.

Fig. 2 — Linear trend in development of future world production of cooper, lead, zinc (quantity of metals in ore) and aluminium (primary metal) for period till 1975 based on period 1948—1963.

Tablica 4

Proračun linearног trenda tendencije razvoja svetske proizvodnje (Y u 000.000 tona)

Godine.	X	Y	XY	X^2	Y^2	Napomena
1948	1	156	156	1	24.336	
1949.	2	163	326	4	26.569	
1950.	3	182	546	9	33.124	
1951.	4	210	840	16	44.100	$Mx=8,5$
1952.	5	210	1050	25	44.100	
1953.	6	235	1410	36	55.225	
1954.	7	223	1561	49	49.729	$My=265,3$
1955.	8	269	2152	64	72.361	
1956.	9	283	2547	81	80.089	
1957.	10	292	2920	100	85.264	Primenom normalnih jednačina dobijaju se:
1958.	11	274	3014	121	75.076	
1959.	12	305	3660	144	93.025	
1960.	13	346	4498	169	119.716	$a=15$ i $b=138$, odnosno parametri za grafički prikaz
1961.	14	350	4900	196	122.500	
1962.	15	360	5400	225	129.600	
1963.	16	387	6192	256	149.769	

$$\Sigma x = 136 \quad \Sigma y = 4245 \quad \Sigma xy = 41172 \quad \Sigma x^2 = 1496 \quad \Sigma y^2 = 1,204.583$$

Kod jako dugih serija, gde kriva u određenom vremenskom razdoblju menja pravac, koristi se interpolacija funkcije trećeg stepena:

$$Y = b + aX + cX^2 + dX^3$$

U ekonomskoj geologiji primena paraboličnog trenda je najčešća kod analize vremenskih serija cena mineralnih sirovina i obima proizvodnje, ali se, takođe, može koristiti i kod određivanja ekonomiske ocene ležišta po obrascima V. Milutinovića (proračunavanje veličina EO₃ i EO₄ i njihov grafički prikaz ukazuju na paraboličan trend; naročito kada se radi o periodu eksploatacije većem od 20 godina).

Parametri geološko-ekonomске ocene

U okviru ovih elemenata geološko-ekonomске ocene mogu se izdvojiti naturalni i vrednosni pokaza elji. Primena matematičke statistike dolazi do izražaja i kod jednih i kod drugih parametara, ali je sa usko geološko-ekonomskog gledišta naročito značajna kod proračuna srednjeg sadržaja korisnih komponenti u ležištu i graničnog sadržaja, a zatim i kod ekonomске klasifikacije rezervi i određivanja minimalnih rezervi. Osim toga, metode matematičke statistike pružaju široke mogućnosti prilikom vrednosne ocene ležišta, i to, pre svega, preko korelacije ranga.

Kod određivanja srednjeg sadržaja korisne ili korisnih komponenti nekog ležišta potrebno je na samom početku rada grafički prikazati varijacione krive rasporeda sadržaja. Iskustva iz prakse pokazuju da varijacione krive rasporeda sadržaja u ležištima retkih i obojenih metala (zajednička karakteristika nizak sadržaj korisnih komponenti u ležištima), imaju pozitivnu asimetriju, a da je kod tzv. crnih metala (gvožđe, mangan itd.) kriva obično negativno asimetrična. Ukoliko se o karakteru rasporeda ne bi vodilo računa došlo bi pri određivanju srednjeg sadržaja u ležištu do sisematske greške, jer pri pozitivnoj asimetriji izračunati sadržaj bi bio niži, a u slučaju negativne asimetrije viši od stvarnog sadržaja. Prilikom određivanja takve sistemske greške, odnosno proračuna stvar-

nog sadržaja u kome ona treba da je eliminisana, mora se uzeti u obzir vrsta korelacije (direktna ili obrnuta) između sadržaja u ležištu i njegove moćnosti, kao i metod samog proračuna (aritmetička sredina ili ponderisana sredina).

L. F. Zalata predlaže sledeći obrazac za proračun srednjeg sadržaja korisne komponente u ležištu prema aritmetičkoj sredini, kada varijaciona kriva sadržaja ima pozitivnu asimetriju i postoji direktna koreaciona veza između sadržaja i moćnosti ležišta:

$$C_p = C - d_p - d_{ar}$$

gde je:

d_p — odstupanje izračunatog srednjeg sadržaja u ležištu od stvarnog sadržaja usled asimetričnosti varijacione krive sadržaja;

C_p — izračunat srednji sadržaj u ležištu bez uzimanja u obzir asimetrije varijacione krive;

d_{ar} — greška srednjeg sadržaja određenog među aritmetičke sredine u odnosu na stvarni sadržaj;

C — stvarni sadržaj u ležištu.

Dve navedene greške računaju se po obrascima:

$$d_p \approx \left(\frac{1}{\alpha_2 - c} - \frac{1}{c} \right) \frac{\delta^2}{2n}$$

$$\text{i } d_{ar} = \frac{1}{3} \left(\frac{C_1 M_1 + C_2 M_2}{M_1 + M_2} - \frac{C_1 + C_2}{2} \right)$$

$$\text{ili } d_{ar} = \frac{1}{12} \frac{dc \cdot dm}{M_{sr}}$$

gde je:

α_2 — gornja granica raspodele sadržaja korisne komponente;

δ — kvadratno odstupanje sadržaja korisne komponente generalnog skupa;

n — broj proba;

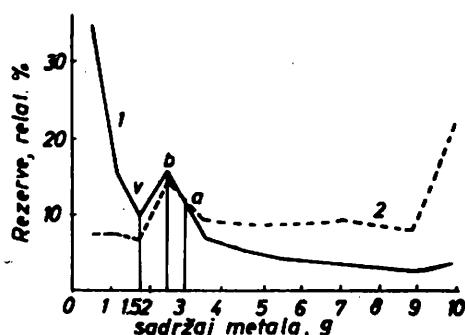
dc — razlika između sadržaja korisne komponente u stranama i profilima koji ograničavaju blok, %;

dm — razlika između moćnosti rudnog tela prema stranama ili profilima koji ograničavaju blok, m;
 M_1 i M_2 — moćnosti rudnog tela, m;
 M_{sr} — srednja aritmetička moćnost rudnog tela, m.

U drugim slučajevima kada se proračun vrši na osnovu ponderisane sredine i kod ležišta sa drugim tipom asimetrije i korelacionih veza između sadržaja i moćnosti, menja se samo osnovna formula, dok se veličine dp i dar izračunavaju po već prikazanim obrascima.

Kako srednji sadržaj u ležištu predstavlja jednu od najznačajnijih veličina na čijoj bazi se izračunava minimalni ekonomski sadržaj, ovi proračuni, iako, pre svega, pripadaju oblasti rudničke geologije, imaju svoje odgovarajuće mesto i u ekonomskoj geologiji.

Prilikom proračunavanja graničnog sadržaja korisne komponente u nekom ležištu, takođe se može uspešno koristiti matematička statistika.



Sl. 3 — Raspodela rezervi rude i zlata po klasama sadržaja (po A. P. Prokofjev-u).

1 — rezerve rude; 2 — rezerve zlata;
a — krive rezervi rude i metala se sekut; b — rezerve rude i metala se smanjuju; c — rezerve rude se oštropovećavaju a metala malo menjaju.

Fig. 3 — Distribution of ore and gold reserves according to grade of categories (A. P. Prokofev)

1 — ore reserves; 2 — gold reserves;
a — curves of ore and metal reserves are crossing;
b — ore and metal reserves are reducing; c — ore reserves are remarkably enlarging, while the reserves of metals are slightly changed.

A. P. Prokofev smatra da se optimalni granični sadržaj nalazi između donjeg područja graničnog sadržaja i minimalnog ekonomskog sadržaja, pri čemu se za određivanje donjeg graničnog sadržaja mogu koristiti statističke metode. On daje i konkretan primer određivanja graničnog sadržaja u jednom zlatonosnom

ležištu, i to na osnovu kombinovanja statističkih metoda i ekonomskih zahteva koji se, pre svega, odražavaju na minimalnom ekonomskom sadržaju korisne komponente u ležištu. Na osnovu podataka oprobavanja tog zlatonosnog ležišta, sastavljene su dve krive: jedna, koja se odnosi na raspored rezervi rude, a druga na raspored metala u ležištu (sl. 3). Ovaj sovjetski autor smatra da se sa krivih mogu jasno očitati moguće varijante graničnih sadržaja, koje odgovaraju prirodnjoj raspodeli korisne komponente i to su po njemu tačke a , b i c . Ipak, on smatra da se statističkim metodama ne može definitivno odrediti optimalna veličina graničnog sadržaja, jer one ne uzimaju u obzir raspodelu korisnih komponenti u prostoru. Za ove metode treba smatrati pomocnim i kontrolisati ih drugim metodama.

Kao što je već istaknuto, metode matematičke statistike omogućavaju preciznije i kompletnije ocenjivanje vrednosti ležišta mineralnih sirovina, odnosno izdvajanja iz grupe ležišta pripremljenih za eksploataciju ili već aktivnih, ona koja su od prioriteta značaja za dalja investiciona ulaganja i uopšte dalji razvoj. U ovakvom slučaju niz geološko-ekonomskih i čisto ekonomskih obeležja predstavlja određeni skup, na osnovu čije matematičko-statističke analize se može formirati racionalnija i potpunija rang lista ležišta prema njihovom značaju, a polazeći od nekog baznog slučaja.

Prilikom izbora obeležja za ovaku analizu osnovno je da ona budu reprezentativni odraz geološko-ekonomskog i ekonomskog značaja ležišta. Razvrstana po opadajućem značaju, najglavnija obeležja kod najvećeg broja ležišta su:

- rezerve mineralne sirovine;
- veličina iskorišćenja mineralne sirovine pri eksploataciji, pripremi i eventualno metalurškoj preradi*);
- višak rada po toni rude;
- godišnja proizvodnja (stvarna ili projektovana);
- specifične investicije (din/t) — stvarne ili projektovane; i

*) Kod polimetaličnih ležišta vrši se svodenje na monometalnu rudsnu, kao na primer: 1% cinka=0,66% olova.

— produktivnost rada (stvarna ili projektovana).

Matematičko-statističkom obradom nekoliko domaćih ležišta jedne iste mineralne sirovine dobijeni su podaci prikazani u tablici 5.

Podaci iz tablice 5 jasno pokazuju nepoklapanje značaja pojedinih ležišta, ako se ona analiziraju sa aspekta pojedinačnih obeležja, ili ako se razmatraju preko više naturalnih i ekonomskih obeležja.

Detaljniji podaci o samoj metodi za rangiranje ležišta biće prikazani u jednom od narednih radova autora.

Geološko-ekonomска ocena pojedinih faza istraživanja

Na kraju svake pojedine faze istraživanja potrebno je izvršiti geološko-ekonomsku ocenu datog objekta, kako bi se donela odluka o daljem nastavku istraživanja ili prekidanju svih radova. Pri samom geološko-ekonomskom ocenjivanju istraživanog objekta normalno se primenjuje znatan broj metoda matematičke statistike (o nekim je već bilo reči), ali su to, uglavnom, područja rudničke geologije i projektovanja istražnih radova. U

odnosu na ekonomsku geologiju značajna su tri problema:

- određivanje gustine istražnih radova;
- greška pri proračunu rezervi;
- kvalitativna ocena mineralne sirovine.

Kako su svi ovi problemi relativno detaljno razmatrani u literaturi, pri čemu su široko korišćene metode matematičke statistike, u ovom radu biće prikazane samo neke specifične i kvalitativne ocene mineralne sirovine, jer autori smatraju da je to jedno od manje tretiranih pitanja i u teoriji i u praksi, a ima poseban značaj kod ocene ležišta u prvim fazama njegovog istraživanja. U suštini se radi o kompleksnom ocenjivanju sirovine koja sadrži, pored osnovnih, i više pratećih komponenti.

Direktne metode proračuna rezervi pratećih elemenata u polimetaličnim ležištima zahtevaju znatna materijalna sredstva, a isto tako i relativno veliki utrošak vremena. Zbog toga se u poslednje vreme počela koristiti korelaciona analiza kod rešavanja ovih problema, koja je i u pogledu tačnosti, a isto tako i u pogledu utroška sredstava i vremena, da-

Tablica 5

Rang lista jedne grupe ležišta iste mineralne sirovine prema naturalnim i ekonomskim obeležjima

Ležište	Po rudnim rezervama (t)	Po % iskorišćenja min. sir.	Po višku rada	Statistička analiza	
				redosled	veličina odstojanja
A	1	2	1	1	10,63
B	3	3	5	2	8,09
C	4	9	6	3	6,99
D	6	4-5	2	4	6,91
E	7	4-5	4	5	6,68
F	5	11	11	6	6,14
G	13	1	8	7	6,13
H	11	7	9	8	5,19
I	8	10	12	9	5,10
J	2	14	13	10	5,06
K	14	6	3	11	4,99
L	9	12	10	12	3,75
M	10	8	7	13	3,70
N	12	13	14	14	2,00

la do sada u praksi veoma povoljne rezultate.

U primeni korelace analize pri proračunu rezervi pratećih elemenata koriste se sledeći obrasci:

$$r = \frac{\sum \beta_x \cdot \beta_y}{\sqrt{\sum \beta_x^2 \cdot \sum \beta_y^2}}$$

gde je:

r — koeficijent korelacijske vezu između osnovnog i pratećeg elementa;
 β_x i β_y — odstupanja srednjih veličina x i y po odvojenim klasama od srednje aritmetičke veličine svih klasa,

i obrazac:

$$y = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}) + \bar{y}$$

gde je:

x i y — sadržaj koreliranih elemenata, %;
 \bar{x} i \bar{y} — aritmetička sredina x i y ;
 σ — srednje kvadratno odstupanje od aritmetičke sredine.

Na bazi poslednje jednačine može se odrediti sadržaj prateće komponente kada se zna sadržaj osnovne u ležištu, što omogućava proračunavanje rezervi i jedne i druge komponente.

U praksi su postignuti veoma povoljni rezultati kod ležišta cinka gde postoji korelaciona veza sa kadmijumom, zatim u ležištima uglja sa germanijumom, bakra sa molibdenom itd.

Još jednom treba istaći da je korelaciona analiza upotrebljena u ovakvu svrhu veoma značajan metod kod ocenjivanja ležišta u prvim stadijumima istraživanja.

Zaključak

Metode kvantitativnog istraživanja masovnih pojava još uvek nisu našle svoje odgovarajuće mesto u ekonomskoj geologiji. Ovo se odnosi kako na svetske uslo-

ve tako i na one koji postoje u Jugoslaviji. Jedan od uzroka ovakvom stanju je činjenica da je ekonomski geologija relativno mlada naučna disciplina i da se sama metodologija geološko-ekonomskih ocena tek razraduje u nizu zemalja. Subjektivan uzrok je, međutim, to, što veći deo geologa još uvek ne raspolaže potrebnim znanjem matematičke statistike (teorijske) da bi mogao da rešava konkretne praktične probleme. To se može, pre svega, otkloniti izvesnim kompletiranjem znanja, uvođenjem matematičke statistike kao obavezog predmeta ne samo na fakultete rudarske i geološke struke, nego isto tako i u srednje škole koje daju geološke i rudarske kadrove. Osim toga, organizovanjem specijalnih seminara iz ove oblasti, kao što se radi u SSSR-u i u nizu zapadnih zemalja, obučili bi se i već postojeći kadrovi.

Normalno je da savremena matematička statistika zahvaljujući široku kompjutersku tehniku, kojom mi, nažalost, u domaćim institutima, zavodima i fakultetima geološke i rudarske struke još uvek skoro praktično uopšte ne raspolažemo. Međutim, stimulans za nabavku ovakve relativno veoma skupe opreme treba da budu rezultati i njihov kvalitet pri primeni matematičke statistike u praktičnim problemima ekstraktivne industrije.

Očigledno je da teorija korelacijske može u geološko-ekonomskim izučavanjima ležišta i mineralne sirovine iz njih da da najoptimalnije rezultate od svih metoda matematičke statistike. Pri tome se posebno ističe korelacija ranga koja u izučavanju međusobnog odnosa pojedinih ležišta tek treba da dođe do punog izražaja pri geološko-ekonomskoj vrednosnoj oceni. Međutim, ne treba zanemariti ni druge metode matematičke statistike koje kod rešavanja pojedinih problema mogu imati izvanredan značaj.

Na kraju, treba zaključiti da je ovaj rad usmeren, pre svega, u cilju aktiviranja daljih napora koji vode široj primeni matematičke statistike u jugoslovenskoj geologiji, pri čemu je u isto vreme data i retrospektiva osnovnih mogućnosti primene matematičke statistike u ekonomskoj geologiji.

SUMMARY

Some Feasibilities of Mathematical Statistics Application in Economic Geology

Dr D. Milovanović, min. eng. — M. Škarka, math.*)

Methods of quantitative investigations on general appearances have not been represented properly in economic geology, either abroad or in Yugoslavia. One of the reasons is the fact that economic geology is relatively young scientific discipline and that the methodology itself of geological-economic estimation is being now elaborated in many countries. Subjective reason lies, nevertheless, in insufficient knowledge of mathematical statistics (theoretical), so that many geologists could not solve some problems in practice.

Feasibilities of mathematical statistics application in economic geology were considered in practice, based on three essential groups of elements of geological-economic appraisement:

- Factors effective on geological-economic evaluation of ore body and on economic effects of ore deposit and its minerals utilisation;
- Parameters of geological-economic appraisement and
- Geological-economic appraisement od some phases in investigation works.

Besides many cases in practice, mathematical statistics was specially treated in order to determine in details the feasibilities of minerals deposit. In such an event, a serie of geological-economic and sheer economic properties presented a certain subject, that had been mathematically and statistically analysed and a rank list made, starting with basical case. Given according to decreasing meaning, the most important characteristics of the deposit, that had been base for a special correlative analysis, were as follows: reserves of minerals, efficiency of recovery at exploitation and beneficiation, surplus labour per ton of ore, annual production, specific investments and labour productiveness.

The authors have pointed out that correlation theory in geological-economic investigations of deposit yields most optimal results in comparison with other mathematical statistics methods. Correlation of rank is emphasised then, because it should be fully comprised at geological-economic evaluation of some deposits mutual relations.

Literatura

- Avilov, V. A., 1967: Matematiko-statističeskie metody tehniko-ekonomičeskogo analiza proizvodstva. — Ekonomika, Moskva.
- Ciriacy-Wantrop, V. S., 1963: Resource Conservation, Economics and Policies. — Univ. of California Division of agricultural Sciences, Agricult. Exper. Stat., rev. ed
- Ilivickij, M. M., 1964: Linejnye svjazi nikelja v ultraosnovnyh gornyh porodah Ukrainskogo kristaličeskogo massiva. — Sov. geologija, № 12.
- Ivanović, B., 1954: Teorija korelacija u ekonomskim istraživanjima. — Nolit, Beograd.
- Ivanović, B., 1966: Teorijska statistika. — Jugoslovenski institut za ekonomska istraživanja.
- Janković, S., 1967: Wirtschaftsgeologie der Erze. — Springer — Verlag, Wien — New York.
- Krige, D. G., 1964: A Review of the Impact of Statistics on Mine Valuation in the Gold Mining Industry. — J. S. African Inst. Mining and Metallurgy, № 8.
- Krumbein, W. C., Graybill, F. A., 1965: An Introduction to Statistical Models in Geology. — Mc Graw Hill, New-York.

*) Dr ing. Dejan Milovanović, asistent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd
Mirjana Škarka, dipl. matematičar, asistent Rudarsko-geološkog fakulteta, Beograd

- Milovanović, D., 1936: Neki problemi budućih svetskih zahteva za mineralnim sirovinama i mogućnosti njihovog zadovoljenja. — Rud. glasnik, Vol. V, № 1, Beograd.
- Miller, R. L., Kahn, J. S., 1962: Statistical Analysis in the Geological Sciences. — John Wiley and Sons, Inc., New York
- Mogarovskij, V. V., Rossenkin, L. V., 1962: O podsećete zapasov elementov-primešej. — Razv. i ohrana nedr, № 7.
- Obradović, S., Sentić, M., 1963: Osnovi statističke analize. — Naučna knjiga, Beograd.
- Paholko, V. D., 1962: Statistika geologorazvedočnih rabot. — Gosgeoltehizdat, Moskva.
- Petković, M., Šarka, M., Ivanov, T., 1957: Distribucija talijuma, arsena i olova u sekundarnim orečima rasejavanja rejona Alšar. — Zbornik radova Rud. geol. fak., sv. 9—10, Beograd.
- Rižkov, P. A., Gudkov, V. M., 1966: Primenje matematičkoj statistiki pri razvedke nedr. — Nedra, Moskva.
- Scheidegger, A. E., 1960: Mathematical Methods in Geology. — Amer. J Sci., V. 258, № 3.
- Skljarov, V. M., Šer, S. D., Perc, V. A., 1966: Opyt podgotovki dannyh dlja statističeskoj ocenki lokalizacii zolotogo orudnenija. — Razv. i ohrana nedr, № 11.
- Vistelius, A. B., 1963: Problemy matematičkoj geologiji. — Geol. i geofizika, № 7.
- Vistelius, A. B., Janovskaja, T. B., 1963: Programirovanie zadač geologii i geohimii pri ispolzovanii universalnyh elektronnyh vychislitel'nyh mašin. — Geologija rudnyh mestoroždenij, t. 5, № 3.
- Šarapov, I. P., 1965: Primene matematičkoj statistiki v geologiji. — Nedra, Moskva.
- Zalata, L. F., 1963: Ob opredelenii srednih soderžanij poleznyh komponentov v rude — Razv. i ohrana nedr, № 8.
- Geologija i matematika, 1967. — Nauka, Novosibirsk.
- Short Course on Computers and Computer Applications in the Mineral Industry, 1961. — Vol. I, Tuscon, Arizona.

Svetsko tržište železnih ruda

Dipl. ing. Slobodan Ivošević*)

Uvod

Proizvodnja železa datira još od pre nekoliko hiljada godina, ali se tek u drugoj polovini prošlog veka razvija njegova široka primena u industriji. Proizvodnja sirovog gvožđa odnosno čelika je uvek bila bazirana na lokalnim ležištima železnih ruda. Razvoj železničke mreže u Evropi i Americi, zahvaljujući dovoljnim količinama čelika odgovarajućeg kvaliteta, omogućio je lociranje železara i nešto dalje od ležišta železnih ruda. Pojamom epohe industrijske proizvodnje čelika pojedini manji proizvodači čelika su moralni ustupiti mesto velikim organizacijama, koje su kontrolisale i vodile ceo tehnološki proces od proizvodnje železnih ruda do proizvodnje gotovih proizvoda od čelika i raspolagale dovoljnim sredstvima za razvoj sopstvene sirovinske baze.

Rad visokih peći je, uglavnom, imao empirijski karakter. Ruda, koja je, u zavisnosti od

mesnih uslova, sadržala od 25 do 40% železa, šaržirana je u stanju u kome je proizvedena, a maksimalna veličina komada rude, u zasipu, utvrđivana je jedino usaglašavanjem sa potrebama operacije šaržiranja. U zasip su dodavani: šljaka koja sadrži železo, prašina visokih peći, kovarina, staro gvožđe i topitelji, prema slobodnoj oceni glavnog topioničara.

Prvenstveno su železne rude eksploatisane kao baza sopstvene industrije čelika, a zatim i za izvoz. Švedska je bila jedna od prvih zemalja koje su počele eksploatisati svoja ležišta železnih ruda za izvoz. Bili su uspostavljeni redovni trgovачki odnosi sa susednim zemljama, najviše, Velikom Britanijom i Nemačkom.

U početku je ova trgovina bila, uglavnom, u rukama Engleza, Nemaca, Francuza, Holandaca i Japanaca. SAD su usredsredile svoje snage na osvajanje sopstvene sirovinske baze, ne uzimajući u ovoj trgovini značajnije učešće. Ova trgovina je uslovila otvaranje rud-

*) Dipl. ing. Slobodan Ivošević, šef grupe za rudnike Udruženja jugoslovenskih železara, Beograd.

nika železnih ruda duž osnovnih pomorskih puteva. Iz Španije i Severne Afrike je ruda transportovana u Veliku Britaniju i Nemačku, a iz susednih zemalja u Japan.

Uvozne rude su bile znatno boljeg kvaliteta u odnosu na kvalitet većeg dela domaćih ruda. U Evropi, na kontinentu i duž obala, su podignute nove železare čija je proizvodnja bazirana na mešavini domaćih i uvoznih ruda. Ovo se naročito odnosi na Veliku Britaniju.

Zahvaljujući mnogobrojnim tehničkim i naučnim dostignućima između dva rata, mno-
gi rejoni nedostupni do 1930. godine, postali su 1939. godine dostupni i interesantni za in-
dustrijski razvoj. U mnogim delovima sveta su sprovedena sistematska istraži-
vanja i preduzete mере за njihovu koordina-
ciju sa prvenstvenim zadatkom sastavljanja popisa svetskih rezervi rudnog blaga. Otkri-
vana su mnoga nova ležišta železnih ruda.

Ovi istražni radovi su pokazali da se u većini prekomorskih oblasti sveta mogu naći železnonosne rude koje odgovaraju takonitu iz ležišta Mesabi, ili itabiritu iz ležišta Brazilije i da ona u većini slučajeva sadrže visokokvalitetne železne rude. Rudna ležišta ovog tipa čine danas osnovni deo svetskih izvora železnih ruda.

Za vreme rata nije bila povećana potražnja proizvoda crne metalurgije već je proizvodnost u železarama usporena usled pogoršanja kvaliteta sirovina. U ratnim uslovima nije bilo moguće izdvajati radnu snagu i opre-
mu za izgradnju novih visokih peći pa je bilo neophodno povećati kopacitet postojećih peći. To je stvorilo uslove razvoja novog metoda obogaćivanja železnih ruda, koji je, u stvari bio prilagođen metod primjenjen kod drugih metala. Široki razvoj su dobine metode aglo-
meracije i kasnije peletizacije železnih ruda, koje su omogućile iskorišćenje sitne rude i prašine, kako one koja se stvara pri trans-
portu tako i prirodne koju sadrže nedavno otvorena ležišta visokokvalitetnih železnih ruda.

Metode obogaćivanja železnih ruda prime-
njivane su i na siromašne železne rude, tako
da je krajem pedesetih godina ovog veka tehn-
ički proces proizvodnje, obogaćivanja i trans-
porta železnih ruda i koncentrata dostigao takav nivo, da je, pri određenim uslovima, eksploracija siromašnih železnih ruda postala ekonomična. Time je označen početak rada novih rudnika železnih ruda, uglavnom, u Južnom Labradoru i u SSSR-u, a nešto ka-

snije u Švedskoj i drugim zemljama. Zahvaljujući tome rudnici Mesabi su počeli sa eksploracijom nisko kvalitetnog takonita. Razvoj metoda obogaćivanja ruda, uključujući pripremu, aglomeraciju i peletizaciju, je vršen istovremeno sa istraživanjem novih rezervi bogatih železnih ruda doprinoseći značajnom porastu svetskih izvora železnih ruda. Zahvaljujući primeni obogaćivanja danas je proizvodnja niza siromašnih železnih ruda ekonomična, iako ima dovoljno rezervi bogatih ruda.

Zahvaljujući današnjem izobilju klasiranih prirodno bogatih železnih ruda, koncentrata sa visokim i stalnim fizičko-hemijskim oso-
binama i peleta na svetskom tržištu, zasip vi-
sokih peći se može podešavati u takvoj meri,
u kakvoj to nije bilo moguće u predratnim godinama. Danas veoma široku primenu ima »pripremljeni zasip« visoke peći. Primenjuju se nove metode proizvodnje kao što su: udu-
vavanje kiseonika, ubrizgavanje tečnog go-
riva itd.

U vezi sa poboljšanjem rada visokih peći i rastućom ponudom prirodno sitne rude i koncentrata koji se lako prilagođavaju procesu priprema zasipa, danas je nepobitno utvrđeno, da je bolje, utrošiti više sredstava za dobijanje zasipa, dobro pripremljenog kako u odnosu veličine tako i vrste sa postavljenim vrednostima bazičnosti, poroznosti, reduktivnosti i obima šljake, nego prerađivati jeftinu neobogaćenu rudu. Železare očekuju, da će se proces rada visokih peći moći potpuno automatizovati.

Sve ove promene su bitno uticale na proizvodnju železnih ruda. Prodaji srazmerno siromašnih železnih ruda, koje se teško obogaćuju, i na kojima su železare počele sa radom preti sve veća opasnost. Prodaji ovih ruda štiti činjenica da su za njihovu eksploraciju uložena velika sredstva, i da u mnogim slučajevima, u takvim oblastima, troškovi unutrašnjeg transporta čine uvozne rude neekonomičnim. U ovakvim slučajevima se proizvodnja železnih ruda morala racionalizovati: zatvoriti rudnike u kojima se proizvodi suviše siromašna železna ruda, ili u kojima je proizvodnja suviše skupa, usavršavati otkopne metode i po mogućnosti siromašnu rudu obogaćivati neposredno na rudniku. Ova domaća preduzeća će verovatno i dalje postojati, mada njihov udeo u proizvodnji čelika opada izgradnjom novih železara na morskim obalama koje koriste ili će koristiti uvoznu rudu.

Neke zemlje koje odavno izvoze železnu rudu sada ispituju teškoće u vezi sa nalažeњем tržišta, sniženjem cene koštanja i poboljšanjem kvaliteta železnih ruda. Šta više u Švedskoj, koja je najstariji izvoznik železnih ruda, sve se više obraća pažnja klasiranju ruda, obogaćivanju i peletizaciji, a nedavno su modernizovane luke i železničke pruge.

Izgradnja novih rudnika železnih ruda, u zemljama u razvoju, u posleratnom periodu, u cilju zadovoljenja potražnje industrijalizovanih zemalja i sopstvene crne metalurgije u visokokvalitetnim železnim rudama, obezbeđila je bazu za njihov ekonomski i industrijski razvoj, borbu protiv nezaposlenosti i povećanje rezervi deviza.

Potrebe u železnim rudama

U periodu od 1937. do 1966. godine svetska proizvodnja čelika je porasla sa 138,000.000 tona na oko 460,000.000 tona. Potrebe sirovog gvožđa za druge svrhe (razni odlivci i dr.), izuzev za proizvodnju čelika, povećane su u ovom periodu sa 19,000.000 tona na oko 40,000.000 tona godišnje. Prema tome su ukupne potrebe u sirovom gvožđu kao sirovini povećane sa 150,000.000 tona u 1937. na približno 335,000.000 tona u 1966. godini. Povećanje potrebe, kao i rekonstrukcija i izgradnja ratom uništenih postrojenja i opreme, stvorili su uslove pri kojima su izvršene korenite izmene u crnoj metalurgiji, bez obzira na to što se ova grana industrije razvija lagano zbog neophodnih velikih ulaganja.

Ove promene su pokazale znatan uticaj na potrebe u železnim rudama. Pre razmatranja ovog problema treba napomenuti da proizvodnja sirovog gvožđa i čelika ne bazira samo na železnim rudama. Kao i kod proizvodnje drugih metala značajan deo godišnje proizvodnje crne metalurgije se vrši upotrebom starog gvožđa. Staro gvožđe može biti otpad samih železara, otpad drugih industrijskih grana koje prerađuju proizvode crne metalurgije ili lom zastarele opreme.

Time se objašnjava, zašto su 1937. godine svetske potrebe u železnoj rudi iznosile samo 218,000.000 tona sa oko 98,000.000 tona železa ili oko 65% od ukupne proizvodnje metala u istoj godini. U 1966. godini potrebe železnih ruda su iznosile oko 615,000.000 tona sa oko 325,000.000 tona železa ili oko 50% od ukupne proizvodnje crne metalurgije u toj godini. Iz ovoga sledi da su potrebe u železnim rudama povećane za približno tri puta u periodu od 1937. do 1966. godine.

Analizirajući nastale potrebe u potrošnji železnih ruda treba obratiti posebnu pažnju izvanredno brzom uvođenju procesa pripreme železnih ruda u toku poslednjih 30 godina.

Potrebe u železnim rudama za obogaćivanje

Može se činiti neobičnim da sam proces obogaćivanja predstavlja potrošač železnih ruda, s obzirom na davno ustaljenu praksu, da se sva železna ruda koja se prerađuje u visokim pećima mora pripremiti u određenom stepenu. Promene u oblasti obogaćivanja ruda se sastoje u tome što danas postoji širok izbor obogaćenih ruda koje su podvrgavane savremenim procesima obogaćivanja. U istom periodu je došlo do razvoja proizvodnje i korišćenja aglomerata i peleta izgrađenih od sitne rude.

Savršenija priprema zasipa je sama po sebi dovela do povećanja drobljenja i klasiranja, rude što je sa svoje strane dovelo do povećanja količine sitneži. Aglomeracija i peletizacija su dale mogućnost korišćenja raspoložive sitne rude u velikim količinama, putem pretvaranja u komade koji odgovaraju potrebama visoke peći. Tako se korišćenje aglomerata i peleta u visokim pećima povećalo na račun korišćenja sirovih ruda.

Značaj aglomeracije i peletizacije je došao do izražaja pri korišćenju velikih količina sitne rude iz velikih prekomorskih ležišta koja su nedavno otvorena u Latinskoj Americi i Africi. Široko korišćenje ovih izvora iziskuje uvođenje komercijalnog otkopavanja rezervi sitnozrnastih ruda i njihove aglomeracije bilo na rudniku bilo u železari. Osvajanje procesa okrupnjavanja u industrijskom obimu u SAD omogućilo je ekonomično obogaćivanje takonita i u oblasti Velikih Jezera.

Aglomeracija

Tokom 1937. godine oko 1% ukupne svetske proizvodnje železnih ruda je prerađivano u aglomerat, dok se danas prerađuje oko 45% ukupne svetske proizvodnje železnih ruda uključujući i nezнатну količinu peleta. Proizvodnja aglomerata je porasla sa 5,000.000 na preko 290,000.000 tona, što pruža izvesnu predstavu o brzom razvoju procesa aglomeracije i njegovom udelu u sadašnjim potrebama železnih ruda. Tokom 1937. godine, sa izuzetkom Švedske, Čehoslovačke, Poljske i Nemačke, aglomeracija je, uglavnom, primenjivana u cilju korišćenja piritnih goretina i prašine visokih peći, čije su se količine povećavale sa

povećanjem pritiska duvaljki i veličine visokih peći. Aglomeracioni uredaji su postojali u onim zemljama koje su morale uvoziti železne rude i težile njihovom maksimalnom korišćenju.

Izmenom osobina zasipa, aglomeracija je učinila preokret u eksploataciji visokih peći, pa je sasvim prirodno da se proces aglomeracije mora razvijati u okviru železara u tesnoj vezi sa visokim pećima. Time se omogućuje i korišćenje nekih otpadaka crne metalurgije pri aglomeraciji železnih ruda.

Cvrstina aglomerata postignuta zadovoljavajućim razvojem procesa aglomeracije, pokazuje mogućnost izgradnje postrojenja za aglomeraciju i u blizini rudnika čime se izbegava transport sitne rude koja nije pogodna za utovar odnosno istovar. Do danas je samo manji deo proizvodnih kapaciteta aglomeracija izgrađen na rudnicima. Razume se da ovakav razvoj ne bi imao opravdanja ako bi, bez obzira na povećanje troškova izazvano aglomeracijom, nepovoljno uticao na cenu koštanja proizvedenog metala.

Proizvodnja aglomerata je imala neobično brz tempo razvoja u toku poslednjih 15 godina što se vidi iz podataka o kretanju proiz-

vodnje aglomerata i potreba u železnim rudama datim u tablici 1 i tablici 2.

Peletizacija

Aglomeracije snabdevaju visoke peći dobro okrupnjenim komadima rude koji imaju neodređen oblik i veličinu. Pri peletizaciji okrupnjeni komadi dobijaju određeni oblik i veličinu.

S obzirom da je tehnologija peletiziranja složenija, ona se razvila tek poslednjih godina na bazi postignutih uspeha u razradi principa rada visokih peći sa korišćenjem aglomerata. Proizvodnje peleta u 1937. godini praktično nije bilo, ali je 1964. godine svetska proizvodnja peleta iznosila oko 37,000.000 tona, da bi se u 1965. godini povećala na 57,000.000 tona.

O brzini porasta proizvodnje peleta govori i činjenica da je svetska proizvodnja peleta u 1954. godini iznosila manje od 1,000,000 tona.

Dobijeni peleti imaju obično veoma visok sadržaj železa koji iznosi 65% i više. Veoma retko peleti sadrže ispod 60% železa, pa prema tome predstavljaju veoma bogat zasip visokih peći iz koga se može postići velika količina metala.

Tablica 1

Proizvodnja aglomerata železnih ruda

u 000 tona

Godina		Evropa	Amerika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1950.	aglomerat	27.592	19.125	—	—	46.717
1960.	aglomerat	138.138	60.293	8.242	1.600	208.373
1961.	aglomerat	149.665	62.228	13.319	2.500	227.712
1962.	aglomerat	173.393	68.185	18.264	2.600	262.442
1963.	aglomerat	192.224	77.601	20.007	3.000	292.832
1964.	aglomerat	214.929	92.758	23.073	3.600	334.360

Tablica 2

Potrebe u železnim rudama za aglomeraciju

u 000 tona

Godina		Evropa	Amerika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1950.	ruda	22.575	14.351	754	—	37.680
1960.	ruda	126.715	56.666	4.929	1.621	189.931
1961.	ruda	143.319	57.139	8.959	2.454	211.871
1962.	ruda	161.935	61.790	12.267	2.547	238.539
1963.	ruda	179.547	74.680	14.846	3.029	272.102
1964.	ruda	204.004	85.012	16.869	3.631	309.516

Proizvodnja peleta u svetu**Tablica 3**

u 000 tona

Godina	Evropa	Azija	Amerika	Ukupno svet
1957.	250	201	5.960	6.147
1960.	450	568	15.138	16.148
1961.	690	755	16.220	19.665
1962.	758	1.263	19.811	71.837
1963.	1.503	1.266	25.523	78.797
1964.	2.164	1.673	35.308	39.145

Iz tablice 3 se vidi brz porast proizvodnje peleta u toku poslednjih 10 godina. Naročito je upadljiva tendencija korišćenja peleta u SAD i Kanadi. U većini industrijskih zemalja su uložena velika sredstva u izgradnju postrojenja za aglomeraciju, a ona se ne mogu prilagoditi za proizvodnju peleta. Tako će njihovo postojanje ometati tempo razvoja tržišta peleta.

U mnogim zemljama danas preovlađuje mišljenje da dobro pripremljeni samohodni aglomerat daje bolje rezultate pri preradi u visokim pećima u odnosu na pelete i da se kiselji peleti mogu upotrebljavati samo u kombinaciji sa dovoljno bazičnim aglomeratom što može uticati na opadanje porasta proizvodnje peleta.

Ako se uzmu u obzir nova postrojenja za aglomeraciju ili peletizaciju, koja se danas grade ili projektuju, može se zaključiti da će ideo potreba železnih ruda za ove procese i dalje rasti narednih godina. Sve se više pridaje pažnja važnosti prethodne redukcije železnih ruda koje se podvrgavaju aglomeraciji.

Potrebe železnih ruda za visoke peći

Na osnovu do sada izloženog može se zaključiti da se ideo aglomerisane železne rude

koja se koristi u visokim pećima smanjuje. Doista su količine stvorene u toku poslednjih godina imale tendenciju opadanja, što se vidi iz tablice 4.

Promene u sastavu zasipa visokih peći pokazuju veliki uticaj na razvoj tržišta železnih ruda, jer glavni deo železnih ruda ide na snabdevanje visokih peći, a samo manji deo za čeličane i druge metalurške procese. Treba napomenuti, da je ideo drugih železnonosnih sirovina (piritne izgoretine i drugo) u vidu aglomerata ili peleta, u ukupnim potrebama visokih peći u železnonosnim sirovinama uglavnom neznatan.

Osnovni pravci promene zasipa visokih peći, naslućeni 1937. godine, dostigli su snažan razvoj posle 1950. godine. Savremene visoke peći se bitno razlikuju po svom izgledu od peći koje su građene 1937. godine. Proizvodnja sirovog gvožđa se vrši uz sve brižljiviju kontrolu, ne samo sastava zasipa, već i dovoda gasa za redukciju rude, što objašnjava značaj koji se pridaje veličini čestica rude, jednakomernosti njihovog sastava, njihovoj punoj i brzoj reduktivnosti i sadržaju železa. Sadržaj železa mora biti što veći da bi se smanjili gubici koji nastaju za vreme reakcije i povećao učinak visokih peći.

Shodno danas postojećim težnjama idealan zasip visoke peći se mora sastojati iz podjednako velikih čestica koje sadrže željene količine rude (sa što je moguće većim sadržajem železa), reducenta i topitelja.

U toku narednih godina će se i dalje smanjivati učešće sirove rude i rudnih koncentrata u zasipu visokih peći, izuzev slučajeva, kada se može postići visok učinak pri korišćenju brižljivo klasiranih bogatih sirovih ruda.

Tablica 4**Potrošnja železnih ruda u visokim i drugim metalurskim pećima**

u 000 tona

Godina	Evropa	Amerika	Afrika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1937.	114.545	65.311	418	4.044	1.451	185.769
1950.	100.513	92.343	1.127	4.564	2.180	200.727
1960.	141.976	55.359	2.672	15.925	2.651	218.586
1961.	134.506	51.341	3.125	18.668	2.145	209.785
1962.	117.216	47.398	3.270	18.081	2.575	188.540
1963.	100.827	52.026	3.302	20.124	2.522	178.791
1964.	98.230	63.290	3.808	24.415	2.505	192.248

Potrebe čeličana u železnim rudama

Tablica 5

u 000 tona

Godina	Evropa	Amerika	Afrika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1937.	1.053	89	—	—	73	1.215
1950.	1.074	4.455	42	159	120	5.850
1960.	4.104	6.849	100	527	258	11.838
1961.	4.041	6.488	122	754	252	11.657
1962.	4.102	7.343	145	952	265	14.805
1963.	3.996	6.665	—	561	145	11.367
1964.	4.773	7.592	—	387	150	12.902

Potrebe čeličana u železnim rudama

Železne rude su osnovni sastavni deo zasipa visokih peći. Međutim, kod čeličana ona predstavlja činilac zasipa od drugostepenog značaja u odnosu na sirovo i staro gvožđe. Usled toga je red veličine potreba čeličana u železnim rudama različit od reda veličine ukupnih potreba železnih ruda. Poslednjih godina svetske potrebe čeličana su iznosile oko 15,000.000 tona železnih ruda sa oko 10,000.000 tona železa.

Bez obzira na to što su ove količine srazmerno male, one predstavljaju tržište za komadastu rudu sa visokim sadržajem železa. Peleti i aglomerati su do sada u čeličanama neznačno upotrebljavani. Stepen upotrebe železnih ruda u čeličanama je različit u pojedinim zemljama i zavisi od primjenjenog procesa proizvodnje čelika. Železne rude se pri tome ne upotrebljavaju zbog toga što sadrže železo, već zbog toga što one vrše funkciju regulatora procesa proizvodnje čelika apsorbujući toplotu pri svojoj redukciji. Time se objašnjava činjenica, da je u 1964. godini u francuskim čeličanama upotrebljeno preko 8 puta manje rude nego u zapadnonemačkim čeličanama ili oko četiri puta manje po toni proizведенog čelika.

Očevidno je da će u toku narednih godina upotreba peleta u čeličanama biti ograničena i da će se ukupne potrebe čeličana u železnim rudama povećati procentualno povećanju proizvodnje čelika, što potvrđuju podaci iz tablice 5.

Snabdevanje železnim rudama
Rudne rezerve

U celom svetu ima oko 256 milijardi tona bilansnih rudnih rezervi železnih ruda i oko 200 milijardi tona potencijalnih rudnih rezervi

što čini oko 200 milijadi tona metala železa koji se nalazi u obe kategorije rudnih rezervi.

Tablica 6 daje prikaz rudnih rezervi železnih ruda u svetu po kontinentima u 1966. godini.

Tablica 6

Svetske rezerve železnih ruda

Kontinent	u milijardama tona		
	Bilansne rezerve	Potencijalne rezerve	Ukupno
Evropa	124	20	144
Amerika	103	135	238
Afrika	13	14	27
Azija	8	29	37
Okeanija	8	7	15
Ukupno	256	205	461

Podaci dati u tablici 6 odgovaraju današnjem poznavanju ograničenog broja rudnih ležišta železnih ruda i železnonosnih područja, u kojima se železne rude eksploratišu. Ovi podaci će se neminovno morati docnije provjeriti uvezvi u obzir podatke daljih istraživanja. Obično se posle provere rezerve povećaju, ali u nekim slučajevima (kada se na primer, odnosi na velika ležišta koja sadrže siromašnu rudu) može doći i do smanjenja, posle provere, ako usled tekućih ekonomskih uslova mora doći do selektivnog otkopavanja bogatih delova ležišta.

Može se sa dovoljno sigurnosti smatrati da će sadašnje rudne rezerve železnih ruda zadovoljiti predviđene potrebe do kraja ovog veka. Ako se, na primer, proizvodnja železnih ruda bude prosečno povećavala za 5% godišnje, bilansne rudne rezerve od 250 milijardi

Tablica 7

Svetska proizvodnja železnih ruda

u 000 tona

Godina	Evropa	Amerika	Afrika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1937.	119.646	78.808	5.982	11.280	1.897	217.613
1950.	118.818	107.810	7.035	8.334	2.472	244.469
1960.	258.064	151.058	15.473	83.969	4.677	513.241
1961.	272.889	130.319	16.645	78.902	5.548	504.303
1962.	278.781	138.120	17.460	69.062	5.244	508.667
1963.	277.969	141.945	20.959	86.167	5.902	532.942
1964.	291.953	165.937	31.780	86.712	6.077	582.459
1965.	305.209	179.388	31.096	56.860	6.694	605.500
1966.	305.847	184.185	41.126	76.654	7.683	615.500

tona biće dovoljne do 2015. godine. Dotle će njih zameniti 200 milijardi tona potencijalnih rezervi čije je postojanje danas poznato.

Proizvodnja železnih ruda

U periodu 1937—1966. godine svetska proizvodnja železnih ruda je porasla sa 220 na 616.000.000 tona, što se vidi iz tablice 7.

U periodu od 1937. do 1966. godine je prosečan sadržaj železa proizvedenim železnim rudama u svetu porastao sa 47,5 na 52,8% sa privremenim padom u 1950. godini na 47%. Međutim, raspoloživi podaci pokazuju da je u periodu opšteg porasta sadržaja železa u železnim rudama, bilo slučajeva pojedinih rudnika na kojima je sadržaj železa u proizvedenim železnim rudama opao i to u sirovoj rudi. Tako je, na primer, u SSSR-u srednji sadržaj železa u proizvedenim rudama opao sa 48,1% u 1957. na 41,6% u 1966. godini, dok je sadržaj železa u prodajnim železnim rudama rastao jer se sirove železne rude, uglavnom, obogaćuju tako da je prosečan sadržaj železa u prodajnim železnim rudama u 1966. godini iznosio 58%. Povećanje sadržaja železa u prodajnim rudama u svetu objašnjava se otvaranjem novih rudnika bogatim rudama delom u Južnoj Americi, Africi i Aziji.

Tablica 8 daje pregled kretanja sadržaja železa u proizvedenim železnim rudama.

Zemlje koje raspolažu ležištima železnih ruda i proizvode železne rude mogu se podeleti u tri grupe:

- zemlje proizvođači i uvoznici železnih ruda
- zemlje proizvođači i izvoznici železnih ruda
- zemlje proizvođači železnih ruda koje svojom proizvodnjom železnih ruda podmiruju svoje potrebe.

Tablica 8

Prosečan sadržaj železa u proizvedenim železnim rudama

u %

Godina	Evropa	Amerika	Afrika	Azija	Okeanija	Ukupno svet
1937.	41,5	50,0	56,0	46,0	61,0	47,5
1950.	43,5	48,5	57,0	48,0	60,0	47,0
1960.	43,5	55,0	57,0	39,5	61,5	47,0
1961.	44,0	56,5	56,5	41,5	61,0	47,5
1962.	45,0	57,0	58,0	43,5	61,0	46,5
1963.	46,0	57,5	59,0	41,5	61,0	49,0
1964.	46,5	57,5	60,0	41,5	62,5	49,5
1965.	47,5	58,1	61,6	54,5	63,6	52,7
1966.	48,0	58,0	60,2	54,1	61,8	52,8

Zemlje proizvođači i uvoznici železnih ruda su one u kojima sopstvena proizvodnja nije dovoljna za podmirenje sopstvenih potreba u železnim rudama pa ih moraju uvoziti. Ove zemlje mogu biti i izvoznici nekih vrsta železnih ruda, ali izvoz nikad ne premašuje uvoz po obimu (tablica 9a).

Železne rude proizvedene za sopstvene potrebe zemalja proizvođača i uvoznika železnih ruda ne učestvuju na svetskom tržištu železnih ruda, ali utiču na njega posebno preko uvoza iz drugih zemalja. Ovo se naročito odnosi na stare industrijske zemlje Evrope, izuzev Švedsku, SAD, Južnoafričku Republiku i do nedavno Australiju.

Isto tako je moguće da industrijska zemlja otkrije i otvoriti nova ležišta železnih ruda koja će ne samo podmirivati domaće potrebe već će omogućiti i izvoz, kao što se to nedavno dogodilo u Australiji i SSSR-u.

Zemlje proizvođači i izvoznici železnih ruda su one u kojima sopstvena proizvodnja

železnih ruda premašuje njihovu potrošnju pa višak izvoze. Ove zemlje mogu biti i uvozniči određenih vrsta železnih ruda, ali uvoz nikad ne premašuje izvoz po obimu (tablica 9b).

Zemlje proizvodači železnih ruda koje svojom proizvodnjom podmiruju sopstvene potrebe su one kod kojih se proizvodnja železnih ruda poklapa sa sopstvenim potrebama. Obim njihovog uvoza ili izvoza železnih ruda je beznačajan. Tipičan primer zemlje čistog uvoznika železnih ruda je Holandija koja ne raspolaže ležištim železnih ruda a raspolaže visoko razvijenom crnom metalurgijom (tablica 9c).

Uporedanjem tablica 9a, 9b i 9c se mogu sagledati promene položaja zemalja proizvodača železnih ruda na svetskom tržištu u periodu 1937—1964. i procena u 1970. godini.

U 1937. god. bilo je 6 zemalja proizvodača železnih ruda koje su svojom proizvodnjom železnih ruda podmirivale sopstvene potrebe, dok je njihov broj u 1964. godini porastao na 10. Isto tako, u toku ovog perioda, su SSSR i SAD proširenjem rezervi železnih ruda i povećanjem proizvodnje prešli u grupu zemalja proizvodača i uvoznika odnosno izvoznika žel-

Tablica 9b

Zemlje, proizvodači i izvoznici železnih ruda

1937.	1964.	1970.
Francuska	Francuska	Francuska
Švedska	Švedska	Švedska
Norveška	Norveška	Norveška
Španija	Španija	Portugalija
Grčka	SSSR	Jugoslavija
Portugalija	Kanada	SSSR
Jugoslavija	Brazilijska	Kanada
Austrija	Cile	Brazilijska
Švajcarska	Peru	Cile
Brazilijska	Venezuela	Peru
Cile	Alžir	Venezuela
Kuba	Maroko	Alžir
Meksiko	Tunis	Maroko
Alžir	Siera Leone	Tunis
Maroko	Liberija	Siera Leone
Tunis	Mauritanija	Liberija
Siera Leone	Angola	Mauritanija
Filipini	Gvineja	Angola
Malaja	Svaziland	Gvineja
Koreja	Rodezija	Svaziland
Kina	Južnoaf. Repub.	Rodezija
Vijetnam	Filipini	Filipini
Australija	Malaja	Mađarska
	Južna Koreja	Južna Koreja
	D. R. Koreja	D. R. Koreja
	Indija	Indija
	Hong Kong	Hong Kong
	Australija	Kina
	N. Kaledonija	Australija
		N. Kaledonija

Tablica 9c

Zemlje samoproduživači železnih ruda

1937.	1964.	1970.
SSSR	Turska	Turska
SAD	Danska	Danska
Argentina	Švajcarska	Švajcarska
Južnoaf. Repub.	Kolumbijska	Španija
Indija	Kuba	Kolumbijska
Novi Zeland	Meksiko	Kuba
	UAR	Meksiko
	Vijetnam	Južnoaf. Repub.
	Kina (Kont.)	UAR
	Novi Zeland	Vijetnam
		Novi Zeland

leznih ruda. I broj zemalja proizvodača i izvoznika železnih ruda povećao se sa 24 na 28, a broj zemalja proizvodača i uvoznika železnih ruda sa 11 na 19.

Trgovina železnim rudama

Početkom ovog veka je izvoz železnih ruda iznosio oko 11,000.000 tona, ali se već 1913. godine povećao za tri puta, da bi 1929. godine dostigao 45,000.000 tona. Prikaz kreatanja proizvodnje i trgovine železnim rudama od 1913. godine daje tablica 10.

Tablica 9a
Položaj zemalja proizvodača železnih ruda na svetskom tržištu zemlje proizvodači i uvoznici železnih ruda

1937.	1964.	1970.
Belgija	Belgija	Belgija
Luksemburg	Luksemburg	Luksemburg
Nemačka	Z. Nemačka	Z. Nemačka
Italija	Italija	Italija
Vel. Britanija	Vel. Britanija	Vel. Britanija
Čehoslovačka	Austrija	Austrija
Poljska	Finska	Finska
Mađarska	Grčka	Grčka
Kanada	Jugoslavija	Jugoslavija
Japan	Portugalija	Čehoslovačka
	Čehoslovačka	Poljska
	Poljska	Mađarska
	Mađarska	I. Nemačka
	I. Nemačka	Bugarska
	Bugarska	SAD
	SAD	Argentina
	Argentina	Centr. Amerika
	Japan	Zambija
		Japan

Tablica 10
Svetska proizvodnja i trgovina železnim rudama
u 000 tona

Godina	Proizvodnja	Trgovina	%
1913.	177.100	36.700	20,7
1929.	202.200	46.600	23,0
1937.	216.300	51.500	23,8
1950.	243.600	41.000	16,8
1960.	513.600	154.700	30,1
1964.	573.200	198.400	34,6

Evrope i Azije, doveo do neočekivanog porasta potrošnje i proizvodnje kako železnih ruda tako i sirovog gvožđa i čelika. Nizak nivo isporuka železnih ruda u 1950. godini se tumači činjenicom da su Japan i Zapadna Nemačka u to vreme još uvek bili neznačni uvoznici železnih ruda. U tablici 11 dat je prikaz kretanja trgovine železnih ruda u svetu po pojedinim oblastima.

Svetska trgovina železnih ruda

Oblast	1950.		1960.		1964.	
	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz	izvoz	uvoz
Evropa	15.100	27.004	25.500	100.706	29.300	117.467
Amerika	3.800	11.134	42.400	40.178	47.600	49.594
Afrika	5.300	—	1.300	—	26.700	63
Azija	1.400	1.425	16.000	14.892	19.700	31.102
Okeanija	—	—	300	253	400	279
Ukupno svet	25.600	39.583	97.600	156.029	123.700	198.505

Svetska trgovina železnih ruda u 1913. godini je iznosila svega 20% od svetske proizvodnje železnih ruda. U periodu do 1937. godine njeno učešće se povećava na 24%, a pedesetih godina znatno povećava na 30%, da bi u 1964. godini dostigla 35%.

Uzrok promena obima i geografske strukture isporuka železnih ruda bio je niz ekonomskih i tehničkih činilaca: tehnička unapređenja metoda istraživanja, eksploracije suvozemnog i pomorskog transporta železnih ruda koji su dobili široku primenu omogućujući proizvodnju železnih ruda iz novih, često neispitanih oblasti i njihov ekonomičan prevoz do potrošača.

Za vreme rata je čelik u većini zemalja bio veoma deficitaran materijal, a zahtevi za proizvodima od čelika veoma veliki. To je, uporedno sa potrebama rekonstrukcije i obnove ratom opustošenih i postradalih oblasti

Zaključak

U toku poslednjih dvadeset godina svetsko tržište železnih ruda se značajno proširilo i izmenilo. Usled opštег porasta svetske proizvodnje čelika posle drugog svetskog rata neke zemlje proizvođači čelika, koje su do tada podmirivale svoje potrebe u železnim rudama iz domaćih izvora, izražavaju zabrinutost zbog skorog iscrpljenja svojih rezervi. Usled ove bojazni došlo je do znatnog povećanja istražnih radova na utvrđivanju novih rezervi železnih ruda u Kanadi, Latinskoj Americi, Africi i Aziji. Ovim radovima su utvrđena nova ležišta železnih ruda sa niskim sadržajem prmesa i visokim sadržajem železa, a započeto je na nekim mestima i njihovo eksplorisanje u velikim količinama.

Sa druge strane je ova bojazan stimulišala naučno istraživački rad u oblasti obogaćivanja železnih ruda u cilju omogućavanja eksploracije već od ranije poznatih ležišta siromašnih železnih ruda i njihovog korišćenja u crnoj metalurgiji.

Literatura

The World Market for Iron Ore. — ECE Geneve,
1967.

Dokumentacija Udruženja Jugoslovenskih zel-
zara, Beograd.

The Economic Aspects of Iron Ore Preparation.
— ECE Geneve, 1966.

Afirmacija geologije u rudarstvu Srbije

(sa 2 slike)

Dr Vasilije Simić

Prvi potezi na obnavljanju rudarstva u Srbiji bili su isključivo geološki, i po suštini i po metodici rada. Pa ipak, zvali su ih rudarskim, ne samo naši ljudi, već i stranci, koji su bolje znali da razlikuju geologiju od rudarstva. Ovo se desilo zbog toga, što su prva promatranja na rudištima u Srbiji obavili rudari i po obrazovanju i po zanimanju. Rudarska putovanja po Srbiji barona Herdera (1835), Sigmunda Rekendorfa (1842) i Carla Hejrovskog (1847) nisu ništa drugo do najobičnija geološka promatranja po mineralnim ležištima, opterećena nedovoljnim poznavanjem geoloških nauka u širem smislu. Pomenuti istraživači rudišta u Srbiji nisu bili dovoljno geološki obrazovani, čak ni za ono vreme, za poslove koje su kod nas obavljali. Zbog nedovoljnog geološkog obrazovanja baron Herder je postanak vrtača u krečnjacima istočne Srbije doveo u vezu sa otapanjem sonih skladova ispod njih. Karl Hejrovski je glavno rudište Rudničke planine smatrao bakarnim, iako je ono bilo pretežno pirotinsko.

Pokušaji da geologija kao takva (po imenu i suštini) uhvati korena u našem rudarstvu pojavili su se dosta rano. Saksonac Franc Šulce „geognosta, mineralogist i zemljeispitatelj“ došao je u Srbiju početkom 1839. godine sa namerom da se zaposlji u rudarstvu zemlje. Koliko se iz oskudnih izvora moglo sazнати, on je obavio samo dva geološka zadataka. Obeležavajući državnu granicu prema Turskoj „učinio je počastno geognostičesko rasmotrenje“ i prikupio izvestan broj minerala, sa namerom da ih analizira. Šest godina kasnije Šulce će putovati po istočnoj Srbiji, tražeći sona ležišta za

račun potpredsednika Sovjeta Stefana Stefanovića-Tenke.

Da je geološko poznavanje zemlje osnov uspešnog istraživanja mineralnih ležišta, znao je još četrdesetih godina prošloga veka osamnaestogodišnji knez Srbije Mihailo Obrenović, za svoje prve vlade. Zbog toga on preporučuje svome ministru inostranih dela, da se prilikom izbora rukovodjoca rudarstva u Srbiji uzme stručnjak, koji će između ostalog poznavati i geološke prilike u susedstvu Srbije, s obzirom na „svezu geognostičesku, koju imaju sosedna brda“.

Sasvim određeno i visoko mišljenje o ulozi geologije pri obnavljanju rudarstva u Srbiji imao je i knez Aleksandar Karađorđević. Pokazao ga je, kad je htio osujetiti namere potpredsednika Sovjeta, Stefanovića-Tenke, da iznudi sebi povlasticu za prospekciju i eksploataciju sonih nasлага u Srbiji. Po kneževom mišljenju samo su geolozi stručni ljudi „u traženju podzemni ruda“ svih vrsta pa i soli. Samo od njihovog ispitivanja moglo bi se nadati nekom uspehu, utoliko pre, što oni ispituju terene „mlogo više svoje slave radi“ nego zbog koristi. Geološko proučavanje tla u Srbiji, döneće ne samo koristi zemlji već i ugleda vlasti. I zbog toga je knez mišljenja, da u Srbiju treba najpre pozvati geologa, koji će ispitati tle, pa tek onda pristupiti otvaranju rudnika.

Ma kako izgledalo neobično, zvanje geologa (ne geognosta) kod nas dobio je prvi Đorđe Braniković, rudarski inženjer sa akademije u Šemnicu. Putujući po Austro-Ugarskoj, on je krajem 1849. ili prvih meseci 1850. godine „u C. K. geologičesko zavedenije primljen“ u kome je radio kao geolog čitavu godinu dana. No

vrativši se u Srbiju, nije mogao koristiti ni svoja nesumnjiva rudarska znanja i iskustva, a još manje geološka. On je, kao što smo ranije govorili, radio, uglavnom, na administrativnim i računskim poslovima.

U prvoj deceniji rudarskoga rada kod nas (1848—1858) geologija ne može da uhvati korena u rudarstvu. O njoj se takođe i ne zna. Načelnik rudarskog odeljenja dr Vilhelm Fuchs je, pre dolaska u Srbiju, najveći deo svojih štampanih radova posvetio geologiji. U Srbiji se međutim ne bavi geološkom problematikom. Maksimilian Hantke n proveo je kao merač u Majdanpeku nekoliko godina. Kasnije je postao profesor geologije i direktor geološkog zavoda u Budimpešti. Ni on kod nas nije radio na geologiji.

Između šezdesetih i devedesetih godina prošloga veka nema nekih važnijih značajaka, da se geologija, kao takva, individualisala u rudarstvu. Rudarski stručnjaci su u isto vreme i jedini naši geolozi za mineralna ležišta. Profesori geologije na Velikoj školi i ne pokušavaju da se bave geološkim problemima u rudarstvu. To je, uostalom, i prirodno, jer oskudna čak i opšta geološka znanja, prvog profesora geologije i mineralogije na Velikoj školi J. Pančića, nisu bila dovoljna ni za geološku topografiju. A o mineralnim ležištima i da se ne govoriti. Čak i posle Žujovićevog dolaska na geološku katedru, geologija ne uspeva da se učvrsti u rudarstvu. Nauka o rudnim ležištima i mineralogenija ne predaju se na geološkim katedrama.

U 1890. godini geologija se prvi put pojavila pod krovom rudarstva. Zauzela je, istina, sasvim skromno mesto. Te godine osnovan je „Geološko-rudarski muzej i odsek za izradu detaljne geološke karte Kraljevine Srbije i geološko rudarskih karata srpskih rudnika“. Već iz samog naziva vidi se i karakter geološkoga rada u odeljenju. Geolozi bi radili samo na geološkom snimanju državne teritorije a u obimu toga snimali bi i rudnike. Sve ostale poslove geologa zadržali su za sebe rudari. Ovakvu ulogu geologije u rudarstvu odredio je, kao što ćemo docnije videći, S. Radovanović. Međutim, za celo vreme rada u rudarskom odeljenju, Rado-

vanović nije snimio ni jedan list detaljne geološke karte Srbije. Čini mi se da nije ni pokušavao da snima, ili bar o tome nije ništa ostalo zabeleženo.

Ovaj manje više formalan ulazak geologije u rudarstvo trajao je do 1897. godine, dok mesto „državnog geologa“ nije preuzeo od Radovanovića Dimitrije Antula. Ali on nije više „državni“ već „rudarski“ geolog. O odseku za izradu geološke karte nigde se više ne govoriti. Geolog u rudarskom odeljenju je sada samo službenik rudarstva. Novu ulogu geologije u rudarstvu odredio je Dimitrije Antula i sproveo kroz rudarski zakon. Geolog je sada viđena ličnost u rudarskom odeljenju. Pominje se u članovima 3—6, 11, 12 rudarskog zakona. Funkcije mu nisu naročito određene, ali je izjednačen sa rudarskim inženjerom po rangu i prinadлежnostima. Geolog je i član Rudarskog odbora, najvišeg rudarskog tela u zemlji.

Svetolik Radovanović — državni geolog

Ostaje dug ove generacije, da podrobno prouči život i rad ovog zaista interesantanog čoveka, geologa i darovitog profesora. Ono što je K. Petković napisao u nekrologu suvo je i nepotpuno. Šteta će biti ako na tome ostane. Na ovome mestu govorice se o Radovanovićevoj delatnosti geologa u rudarstvu, jer je on stvorio i prvi imao naziv „državni geolog“, zvanje preko kojeg je geologija trebalo da uđe u privrednu zemlju.

Radovanović je prvu službu dobio u rudarstvu. U njemu će biti aktivran do smrti. Na univerzitetu je predavao paleontologiju, predmet u ono vreme najmanje primenljiv u rudarstvu. Ni kod jednog starijeg profesora-geologa nije bilo takve oprečnosti između predmeta koji predaje i rada u praksi. Mlađi su ga, međutim, na svoju štetu, u tom pogledu mnogostruko pretekli, iako su bili manje sposobni od Radovanovića.

Svetolik se rodio 23. marta 1863. godine u selu Prčilovici kod Aleksinca, u činovničkoj porodici. Školovao se po mestima službovanja oca, dok 1881. godine nije položio u Beogradu ispit zrelosti. Posle četvorogodišnjih studija na prirodnomo-tematičkom odseku filozofskog fakulteta

i završenih ispita, Svetolik je oputovao u Beč i tamo je nastavio studije iz geologije i paleontologije. U čuvenoj bečkoj geološkoj školi diplomirao je još jedanput na filozofskom fakultetu i položio doktorski ispit 1891. godine. U domovinu se vratio kao naš prvi doktor geoloških nauka.

Njegovim biografima po nastavnoj de-latnosti ostaje da utvrde, zašto ovaj temeljno obrazovani geolog i istinski istraživački duh, nije odmah našao odgovara-juće mesto, na univerzitetu, kada je po obdarenosti i obrazovanju bio bez takma-ca. U Radovanovićevom slučaju, kao i nekoliko godina kasnije u slučaju S. Stevanovića i D. Antule bilo je nekih sitnih, ličnih ili političkih računa.

Kad nije našao mesto na univerzitetu, Svetolik se zaposlio u rudarstvu, koje se prve polovine 1891. godine reorganizovalo i proširilo. Narodna skupština donela je 1890. godine odluku da se u rudarskom odeljenju uvede zvanje „državnog geolo-ga“ koji će raditi na izradi detaljne geo-loške karte. Ova ćelija budućeg „državnog geološkog zavoda“ nalazila se u sastavu rudarskog muzeja.

Radovanović je 27. avgusta 1891. go-dine postavljen za geologa V klase i čuvara muzeja. To je bilo prvo imenovanje geolo-ga u Srbiji, jer dotle nije ni postojalo takvo zvanje. Sledеće godine izašla je i prva publikacija rudarskog odeljenja „Go-dišnjak“. U njoj je Svetolik, pod neupadljivim naslovom („Izveštaj za godinu 1891“) izneo veoma interesantne poglеде na značaj i organizaciju geološke službe u Srbiji.

Po njegovom mišljenju geologija spada u red nauka koje treba negovati, da bi po-kazali stranom svetu, kako su Srbi u stanju raditi „na kulturnom pozivu civilizovanih naroda“. Baveći se geologijom do-kazujemo da nismo orientalci, iako živimo na Orijentu. Ako idemo „uz opšti kul-turni pokret našeg veka“ ne možemo se ubrojati u primitivce. I kao što Srbija ima „i Akademiju, i razna učena društva, i u-niverzitet, i muzej, i biblioteke, i meteo-rološke stanice, i botaničku baštu“ itd., ona treba da ima i „državni geološki za-vod“.

Samim tim što je uvedeno zvanje državnog geologa, rudarsko odeljenje se sa-stoji iz dva ravnopravna zavoda, geolo-

kog i rudarskog. Geolog u rudarskom ode-ljenju nije rudarski geolog, (kako su se kasnije nazivali svi geolozi rudarskog odeljenja), već državni geolog (naziv koji je svakako lansirao Radovanović i o ko-me je kasnije Žujović uvek u ironiji go-vorio). On je tu zbog opštedržavnih a ne samo rudarskih potreba.



Ljubomir Radovanović

„Drugim rečima neka se na državne geologe ne gleda samo kao na tehničko osoblje Rudar-skog odeljenja, nego neka se ustanova ova shva-ta kao pododeljak Rudarskog odeljenja, koji će u svom glavnom zadatku — detaljnem geološkom proučavanju Srbije i izradi detaljne geo-loške kar-te — obuhvatiti i terene svih srpskih rudnika, jer su i to delovi istog radnog polja. Neka se vazda ima na umu, da je ovde čisto u interesu štednje, srpski geološki zavod spojen sa srpskim rudarskim zavodom“.

Ovakvo gledište je čak i u ono vreme bilo apsurdno do te mere, da čak ni sam Radovanović nije mogao u njega verovati. No on je htio svoje mišljenje da naturi rudarima silom svoga temperamenta i rečitosti, kojom se odlikovao. Vrativši se iz Beča, gde je imao prilike da upozna geo-

lošku službu Austrije, odnosno strukturu bečkog geološkog zavoda, Svetolik je htio da istu takvu organizaciju presadi na tle Srbije, zaboravljujući da je bečki geološki zavod imao iz sebe nekoliko desetina godina rada i geologe, čuvene u ondašnjem svetu. A u Srbiji je jedini i pravi geolog bio samo on, Svetolik Radovanović (J. Žujović je bio samo profesor). Zaboravio je isto tako, da je rudarsko odeljenje osnovano još polovinom prošlog veka, da ono ima svoje tradicije i potrebe, koje nisu imale ničega zajedničkog sa pogledima Svetolika Radovanovića. „Državni geolog“ u rudarskom odeljenju trebalo je, po zamisli samoga odeljenja, da radi upravo one poslove, o kojima Svetolik referiše da je radio 1891. godine: bio čuvan muzeja (rudarske zbirke), bibliotekar, jedan od redaktora časopisa, njegov korektor i prevodilac (Hofman je pisao na nemačkom, a Svetolik je njegove članke prevodio).

Ideja državnog geologa, kako ju je zamisljao Radovanović bila je nerealna, tuđa našim prilikama i nije uhvatila korena. Soga je i Radovanovićev rad kao „državnog geologa“ u rudarskom odeljenju ostao bez sadržaja i štetan, kao što ćemo docnije videti.

Dok je bio sa službom u rudarskom odeljenju (1891—1897) Radovanović sem u jednom slučaju skoro da nije ni radio na problemima geologije u rudarstvu. Pisao je o geologiji stare Srbije, Vrnjačke banje, o jurskoj fauni, tercijaru i kršu istočne Srbije, o banjama, zemljotresima i podzemnim vodama. O vodama je čak objavio i knjigu (Srpska knj. zadruga br. 42). Do 1897. godine Radovanović je napisao najveći deo svojih radova iz geologije. Od 40 štampanih radova, izuzev saopštenja u srpskom geološkom društvu, 36 je objavio dok je bio sa službom u rudarskom odeljenju, a samo 4 posle toga, za 30 godina života. Iz spiska štampanih radova do 1897. godine vidi se da su oni, sa malim izuzecima, čisto geološki. Jedini i stvarni prilog našem rudarstvu je „Rudarska karta Srbije“, prva publikacija ovakve vrste kod nas, štampana 1892. godine. Na osnovi geoloških radova, koje je uradio dok je bio u rudarskom odeljenju, Radovanović je izabran najpre za redovnog profesora Velike škole, a zatim i u Srpsku akademiju nauka.

Afera sa istraživanjem ugljjenih naslaga u Misači. Kao geolog rudarskog odeljenja S. Radovanović je vezao za svoje ime neslavan podvig, još i sada poznat među starijim geolozima. O njemu sam čuo kao student, dok sam slušao paleontologiju. Glasove o tome proturao je svakako neki Radovanovićev kolega, da mu na taj način umanji popularnost. U ono vreme (dvadesetih godina našega veka) Radovanovića su smatrali najboljim predavačem na beogradskom univerzitetu. Bar studenti! O misačkoj aferi nije pisano u stručnoj štampi. Možda je bilo kakvih novinskih polemika. Iz oskudnih beležaka, sakupljenih sa raznih strana, afera sa Misačom izgledala je ovako:

Ministarstvo narodne privrede, odnosno njegov ministar, poznati profesor hemije na Velikoj Školi S i m a L o z a n i c odobrio je kredite za istraživanje uglja i nabavio 5 kompletih „burgija“ za rudarsko odeljenje. A ovo je poverilo svoje geologu S. Radovanoviću da u toku 1894/5 godine izbuši ugljenosne terene po obodu Kosmaja (prema Mladenovcu) i u okolini Aranđelovca. Bušenja u košmajskom ugljenom basenu pokazala su da tamо nema starijeg uglja pa je dalji rad napušten, a bušalice prenete u Misaču, severno od Aranđelovca. Za ova istraživanja Radovanović je dobio kredit od 20.000 din. Sa 5 bušalicama izbušio je 9 dubljih bušotina (221,7 m; 244 m; 180,6 m; 162 m; 160 m; 142 m; 126,5 m; 114 i 101 m) i 30 plitkih od prosečno 60 m. Ukupno je izbušeno 3200 m. Metar bušenja stajao je 6,2 dinara, što se u ono vreme smatraло veoma povoljnim, jer su stranci tražili najmanje 20 dinara u zlatu za metar. Radovanović je sam na terenu rukovodio bušenjem. Od stručnih radnika imao je samo kovača.

Rezultate istražnih radova u Misači saopštio je Radovanović u javnom predavanju, održanom na Velikoj školi 15. februara 1895. godine. Predavanje je priredilo „Rudarsko udruženje“ čiji je član bio i Radovanović. Na osnovi bušenja utvrđeno je da ugljeni sloj zahvata površinu od 3,304.000 m² (2360×1400 m). Na toj površini ima 12.000.000 m³ ili 14.400.000 t uglja. Predavanje je, kako obaveštavaju Srpske novine (28. februara 1895.) „jako

pobudilo interesovanje prisutnih na postignuće rezultate". Povoljna ugljonošnost u Misači udarena je „na velika zvona.“ Iz diskusija vođenih u rudarskom udruženju vidi se, da je Misača trebalo da nadoknadi ono čega nema u Senju, jer se onda smatralo, da će senjski ugljenokop brzo biti iscrpen. Čak se išlo tako daleko, da se tvrdilo da je misački ugalj po kvalitetu ravan senjskom.

Istraživanja u Misači izgleda da su nastavljena i sledećih godina, sve do 1898. kada se, na osnovi Radovanovićevih izveštaja pristupilo osnivanju „Rudarskog akcionarskog društva Misača“. Osnivanje društva pripremljeno je za one prilike dosta neobično. Veliki komad uglja iz budućeg ugljenokopa stavljen je u izlog neke trgovačke radnje u knez Mihailovoj ulici. „Po novinama su bile senzacionalne vesti o pronađenim grdnim količinama kamenog uglja u Misači.“ (P. Milenković). Osnivačku skupštinu društva otvorio je stari rudarski inženjer, bivši načelnik rudarskog odeljenja, kasnije višestruki ministar Jevrem Gudović, slikajući u najružičastijim bojama ugljeno bogatstvo Misače, a u isto vreme dočaravajući akcionarima dividendu od oko 20%. Na skupštini su posle njega govorili u istom smislu S. Radovanović, P. Ilić i M. Blagojević kao stručnjaci od strane rudarskog odeljenja, koji svojim imenima jamče za uspeh budućeg preduzeća. Još istog dana, prilikom osnivanja društva, upisano je 5000 od 8000 emitovanih akcija.

Kako su Misaču preporučivali kao ugljenokop budućnosti naši ondašnji najemnetniji rudarski stručnjaci, a istraživanja je vršio naš prvi doktor geoloških nauka, koji je brzo zatim postao i redovan profesor na Velikoj školi, Klasna lutrija po nalogu ministra narodne privrede odobrila je društvu kredit od 200.000 dinara. A srpska vlada je na sednici od 4. marta 1898. godine (6 dana posle osnivanja društva) donela odluku da odmah, iz redovnih budžetskih sredstava pristupi izgradnji pruge normalnog koloseka od Mladeševca do ugljenokopa u Misači. U toku 1899. godine već je bio izgrađen donji stroj. Otvaranju ugljenokopa pristupilo se 1900. godine. Međutim, kod prve kontrole bušotine i prvih podzemnih radova počazalo se, da u ugljenom ležištu nisu ona-

kve prilike, kako je Radovanović predstavio. Jednom reči, nije bilo uglja za otvaranje značajnijeg ugljenokopa; ni i mu je kvalitet bio dobar. U 1900. godini obustavljena je dalja izgradnja pruge, stanična zgrada u Misači pretvorena je u školu i napušten rad na otvaranju ugljenokopa. Ovim je naše rudarsko odeljenje, zavedeno Svetolikovim pogrešnim interpretacijama bušotine, posle pola veka postojanja, poljulalo i onako slabu veru u državno rudarstvo Srbije.

U svojoj knjizi „Kraj jedne dinastije“ (I, str. 396) Vladan Đorđević pravda sledećim rečima nebržljivost svoje vlade o donošenju odluke o otvaranju ugljenokopa u Misači i izgradnji železničke pruge.

„Na osnovu sjajnih izveštaja profesora na Velikoj školi D-ra Svetolika Radovanovića o bogatstvu ugljenog majdانا u Misači, gde je taj stručni profesor, po uveravanjima i njegovim raportima, sam lično upravljao bušenjima — kojima je određivao debeljinu nađenih slojeva — našlo je Ministarstvo narodne privrede da treba da pokloni naročitu pažnju tome vanrednom ugljenom majdanu, jer D-r Svetolik Radovanović, kao najnadležniji stručnjak uveravaše u svojim službenim izveštima, da u Misači ima toliko kamenog uglja, da bi trebalo 200 godina, pa da se on iscrpe, i to da se svaki dan izvozi naročitim železničkim vozovima. Usled toga mi smo navalili na Ministarstvo građevina, da što skorije pohita sa planovima za železničku liniju, kojom bi se taj silni ugalj izvozio, i na naše rudare i kapitaliste da se udruže za eksplataciju toga bogatog majdana... Iz ovoga se vidi da je onda ceo svet u Srbiji verovao stručnjackim izveštajima D-ra Svetolika Radovanovića“.

Afera Misače pogodila je ne samo Radovanovića i rudarsko odeljenje već i vladu Vladana Đorđevića, koja je obrazovala i komisiju za „istraživanje krivaca. No jedna od vlasti, koja je posle došla, zabašurila je celu stvar“. (V. Đorđević knj. III, str. 493).

Po polovinom 1897. godine Svetolik napušta rudarsko odeljenje i odlazi za redovnog profesora paleontologije na Veliku Školu; ali se ponovo vraća natrag, 1902. godine u svojstvu šefa rudarskog odeljenja, pored redovne profesorske dužnosti. Čim je preuzeo dužnost u rudarskom odeljenju Radovanović je otpotovao u Austro-Ugarsku, da tamo na licu mesta prouči organizaciju rudarstva. Kao rezultat ovih proučavanja pojavio se članak „O reorganizaciji rudarskog odeljenja i potrebi da se izmeni njegova administracija“. U

ovom članku Radovanović i ne spominje više geološku službu rudarskog odeljenja, niti fuziju dvaju zavoda, kao što je to propagirao pre jedne decenije.

Od reorganizacije rudarskog odeljenja kao da ništa nije ni bilo. O njoj ne piše „Rudarski glasnik“, koji bi je sigurno registrovao da je izvođena. Uostalom reorganizacija se i nije mogla sprovesti bez izmene rudarskog zakona, što opet nije bila jednostavna stvar. Svetolikovo imenovanje za rukovodioca rudarskog odeljenja izazvalo je kod rudara opravdano negodovanje. Rudari su osporavali Svetoliku pravo da rukovodi odeljenjem pored toliko drugih i iskusnih rudara. Pogotovu što mu je rudarstvo u suštini bilo strano, a čl. 4. rudarskog zakona izričito veli da „načelnik može biti samo rudarski inžiner“.

Početkom 1904. godine Radovanović je postao ministar narodne privrede u vladu Save Grujića, a zatim Nikole Pašića. Na ministarskom položaju ostao je preko godinu dana. Povodom njegovog imenovanja za ministra u „Rudarskom glasniku“ izšla je samo mala notica među vestima. I ništa više, iako je Svetolik duže vremena radio među rudarima.

O daljoj Radovanovićevoj delatnosti na polju našeg rudarstva ne znamo mnogo, bar do prvog svetskog rata. U periodu između 1905—1914. god. objavio je samo jedan rad — Geološko-rudarski ekspoze o rudarskoj povlastici Sisevac—Vrčić, zajedno sa inženjerom Miškovićem, i održao 6 predavanja u srpskom geološkom društvu, od kojih se samo jedno tiče rudarstva u Srbiji.

Posle prvog svetskog rata Svetolik se potpuno posvećuje rudarstvu. Čim je, pod pokroviteljstvom Prometne banke, obrazovan 1919. godine „Društvo za eksploataciju goriva“ Svetolik je jedan od njegovih osnivača i u njemu zauzima mesto eksperta po geološko-rudarskim pitanjima. Kao geolog daje savete pri otvaranju ugljenokopa u Tresibabi, kod Soko Banje, Rakove Bare i na Kosovu. U Prometnoj banci imao je mesto tehničkog direktora, radeći više kao organizator nego stručnjak.

Radovanović je objavio znatan broj rada u raznim časopisima i po raznoj materiji.

Geološki anali

1. Beiträge zur Geologie und Paleontologie Ostserbiens. I. Die Liasablagerungen von Rgotina. knj. I, 1889.
2. Grada za geologiju i paleontologiju istočne Srbije. II. Lijas kod Dobre. III. Crnajka s naročitim obzirom na doger njen. Knj. III, 1891.
3. Grada za geologiju i paleontologiju istočne Srbije. IV. Kelovež kod Vrške Čuke. V. Belemnites ferrugineus nov. sp. Nova fela belemnita iz klauskih naslaga u SI Srbiji Knj. IV, 1893.
4. Rudarski spisi o dobranskom rudniku kamennog uglja. Knj. IV.
5. Über die geologischen Verhältnisse des serbischen Teiles des unteren Timok-Beckens mit besonderen Berücksichtigung der Tertiärgebilde desselben. Sa P. Pavlovićem. Knj. IV, 1893.
6. Sićevačka klisura, dupke i potkapine od Đ. P. Jovanovića. Ref. knj. IV, 1893.
7. Povodom odgovora D-ru Đ. P. Jovanoviću na moj referat o članku mu „Sićevačka klisura, dupke i potkapine“. knj. V, 1893.
8. Grada za geologiju i paleontologiju istočne Srbije. VI Prethodna beleška o donjolijaskoj fauni s Vrške Čuke. knj. V, 1893.
9. Les phénomènes du Karst dans la contrée Kučaj Knj. V, 2, 1893.

U izdanjima Srpske akademije nauka

10. Grada za geologiju i paleontologiju istočne Srbije. Uvod u geologiju istočne Srbije. Lijas kod Rgotine. Glas VIII, 1888.
11. O tercijaru Timočke Krajine. Zajedno sa P. Pavlovićem. Glas 29, 1891.
12. Podaci o pravcu i jačini potresa u pleistocenskoj oblasti truša od 1893 godine. Spomenik 32, 1896.
13. O geotermiskom stupnju tercijernog terena kod Mladenovca. Glas 46, 1897.

Zapisnici Srpskog geološkog društva

14. Nov belemnit iz klauske faune od Grebena i Crnajke. Zbor. od 10 II 1891. Geol. anali V. 1893.
15. Litoralna fauna u lijasu na Vrškoj Čuki. Zbor. 14, Nastavnik 1893.
16. O Smrdan Bari kod Loznice. Zbor. 36, Nastavnik 1896.
17. Geotermski stupanj u Mladenovcu. Zbor. 46, Nastavnik 1897.
18. Arteski bunari u Smederevu, Zbor. 49, Nastavnik 1898.
19. O sadašnjem stanju podele Alpiskog Trijasa. 1899.
20. Predlog francuskih petrografa o reformi nomenklature i deobe eruptivnih stena. 1900.
21. Paleozojski fosili s Ivovika, Između Krupnja i Jagodnje. Zbor. 58, 1900.
22. Polemika o geotermiskom stupnju kod Mladenovca. Zbor. 60, 1900.
23. Geološki sastav leskovačke okoline. Zbor. 62, 1900.
24. Zona mlađih erupcija na zapadnoj strani banatskih planina od Moldave preko Ridana, Kučajne i Oreškovice do Vukana u Srbiji. Zbor. 64 1900.

25. Profil šabačkog terena. Zbor. 66, 1900.
26. Porfiriti u Srbiji. Zbor. 67, 1900.
27. Geološke prilike Smrdan Bare. Zbor. 71, 1900.
28. Zub od Mastodon-a u kongerijskim slojevima kod Kamendola. Zbor. 73, 1900.
29. Ekskurzije između Golupca i Brnjice. Zbor. 77, 1900.
30. Peščari s otiscima biljaka iz Livadice ispod Golupca. Zbor 79, 1900.
31. Geološki sastav i tektonika aleksinac tercijarnog terena Zbor. 82, 1900.
32. Profil na desnoj strani Topčiderske Reke. Zbor. 87, 1902.
33. Profil jurskog terena na Vrškoj Čuki. Zbor. 90, 1902.
34. Lijas kod Vratarnice. Zbor. 90, 1902.
35. Pećina Toplik iznad Vratarnice. Zbor. 90, 1902.
36. Profil Zaječara od Velikog Izvora do Vratarnice. Zbor. 91, 1902.
37. Novi podaci za tektoniku lijaskog terena u Rgotini. Zbor. 91, 1902.
38. Ripanjski teren. Zbor. 95, 1902.
39. Stratigrafski položaj klauskih slojeva i klovejska regresija u južnim Karpatima i severoistočnoj Srbiji. Zbor 123, 1908.
40. Referat o belešci „Vorläufige Mitteilung über den ersten Fund von Silur in Bulgarien“. Zbor. 124, 1908.
41. Glavni rezultati proučavanja G. A. Zlatarskog u oblasti gornje krede u centralnoj i zapadnoj Bugarskoj. Zbor. 125, 1908.
42. Referat o radu Murgočića „La grande nappe de charriage des Carpathes meridionales“. Zbor. 126, 1908.
43. Referat o radu J. Pethö-a o fauni hiper-senonskih slojeva u Fruškoj Gori. Zbor. 127, 1908.
44. Referat o radu A. Hofmana „Ostanci sisavaca iz nekih slojeva mrkog uglja u Bosni i Hercegovini“. Zbor. 128, 1908.
45. Kontaktni metamorfizam u neogenskim uglenitim slojevima kod Jarandola blizu Raške. Zbor. 129, 1909.
46. Rasprostranjenje melanopsidnih lapora u Srbiji i značaj njihov kao facije tercijara na Balkanskom poluostrvu. Zbor. 131, 1909.
47. Trusne oblasti u Srbiji. Zbor. 133, 1909.
48. Veliki šarijaž u severoistočnoj Srbiji. Zbor. 134, 1909.
49. Geološka karta Šarijaža u Južnim Karpatima i severoistočnoj Srbiji. Zbor. 135, 1909.
50. Petroleumska rudišta i petroleumska industrija u Rumuniji s naročitim obzirom na postanak petroleuma. Zbor. 136, 1909.
51. Uloga Rodopske mase u stvaranju planina na Balkanskom Poluostrvu. Zbor. 139, 1912.
52. Geološke prilike železničke trase u Čestobrodici. Zbor 140, 1912.
53. Geološke prilike u Ovčarskoj Banji. Zbor. 134, 1909.
54. Ugljeni teren oko Gorevnice i Tamnika. Zbor. 144, 1915.
55. O tektonskim pokretima u istočnoj Srbiji. Zbor. 148, 1915.
56. Promatranja u severoistočnoj Srbiji i Banatu. Zbor 149, 1915.
57. O verukanu u istočnoj Srbiji. Zbor. 150, 1915.
58. O tektonici ugljenog terena između Tresibabe i Tupižnice s poglavitim obzirom na šarijaže. Zbor. 184, 1923.
59. O parafinskim škriljcima u Srbiji. Zbor. 187, 1923.
60. Stratigrafija i tektonika bogovinskog ugljenitog terena. Zbor. 190, 1923.
61. Klasifikacija rudišta u severoistočnoj Srbiji. Zbor. 200, 1925.
62. Geološki sastav i tektonika Rakobarskog basena. Zbor. 204, 1925.
63. O sastavu i sklopu Trbovljanskog ugljenog basena. Zbor. 207, 1932.
64. O oligocenu u Srbiji i susednim oblastima. Zbor 208, 1932.
65. O lijaskoj transgresiji u istočnoj Srbiji. Zbor. 217, 1932.
66. O kosovskom lignitu. Zbor. 207, 1932.

Godišnjak rudarskog odeljenja

67. Geološko-rudarski muzej. Izveštaj za godinu 1891 knj. I, 1892.
68. O Vrnjačkoj Banji u geološkom pogledu. knj. I, 1892
69. Izveštaj o geološko-rudarskom odeljku Kruševačke izložbe. knj. I, 1892.

Prosvetni Glasnik

70. O planinama, 1889.
71. Istorija Paleontologije, 1891.
72. Meotska etaža. Nov kat tercijarne formacije. 1891.
73. O sistematskom geološkom proučavanju zemalja i građenju detaljnih geoloških karata s naročitim pogledom na naše prilike. 1893.
74. Odgovor prof. D-ru Tuli povodom članka mu „Der Stand der geologischen Kenntnis der Balkanländer“. 1893.

Razni časopisi i posebna izdanja

75. U prilog preustrojstva Velike Škole. Otadžbina, 1890.
76. Geološka skica Stare Srbije. Ratnik, 1892.
77. Rudarska karta Kraljevine Srbije. 1892.
78. Značaj agronomsko-geološkog proučavanja i kartiranja zemalja. Težak, 1894.
79. O trusu u opšte i o ovom skorašnjem u Srbiji. Delo 1894, knj. I, str. 509 i knj. II str. 71, 296, 484; knj. III, str. 9.
80. O makiškoj podzemnoj vodi u geološkom pogledu. Srpske novine za 1895. godinu br. 44, 46, 48, 50, 54, 57, 61, 70, 72, 77, 82, 84, 87, 88. Posebno u izdanju beogradske opštine. (Beogradski opštinski poslovi. Beogradski vodovod. str. 33, 64 sa 5 priloga. Beograd 1895).
81. O geološkom sastavu Misače s naročitim obzirom na rasprostranjenje ugljenih slojeva u njoj. Montanzeitung 1896. Nije zabeležen naslov rasprave na nemackom jeziku.
82. O rezultatima dubinskih bušenja u Misači donelo je Delo za 1898. godinu članak kao rezime Radovanovićevog predavanja na Velikoj školi pod naslovom „Rudarsko udruženje“. Odeljak beleške. Delo za 1896. god. sv. za februar str. 328.
83. Uvod u paleontologiju. Pristupno predavanje. Držano 8. oktobra 1897. godine u sali Velike

škole. Delo 1897. knj. XVI, str. 64. Izašlo i kao posebno izdanje.

84. Uticaj šuma na podzemnu vodu. Referat članka o gornjem pitanju od Otockog. Članak je štampan u časopisu: Annales de la science agronomique française et étrangère. Delo 1898. str. 135

85. Podzemne vode, izdani, izvori, bunari, terme i mineralne vode. Srpska književna zadruga br. 42, 1897.

86. Les phénomens du karst dans la contrée de Kučaj (d'après les études. J. Cvijić). Annales de géographie, Paris 1894.

87. Geološko-rudarski eksposo o rudarskoj povlastici Sisevac — Vrčić u Srbiji. Zajedno sa V. Miškovićem. 1907. Izašlo kao posebno izdanje na srpskom i nemačkom jeziku

88. Beiträge zur Tektonik des nordöstlichen Serbiens. Földtany Közlöny 46, 1916, Budapest.

89. O reorganizaciji rudarskog odeljenja i potrebi da se izmeni njegova administracija. Finansijski pregled 1902.

90. Pismo Milovanu Lazareviću narodnom poslaniku povodom istraživanja uglja u Misači. Samouprava, 1904. br. 8.

Referati

91. Geologische Mitteilungen aus Werfener Schiefer und Tertiär Gebiete von Konjica und Jablanica a.d. Narenta od Bitnera. Geol. anali II, 1890. Na srpskom i nemačkom jeziku.

92. Über die Gesteine des Eruptivstockes von Jablanica an der Narenta od C. Jona. Geol. anali II, 1890. Na srpskom i nemačkom jeziku.

93. Geologie von Milos od E. Rata. Geol. anali II, 1890. Na srpskom i nemačkom jeziku.

94. Über die Geologie von Attika od Rata. Geol. anali II, 1890. Na srpskom i nemačkom jeziku.

95. Od Kladova do Kostoca, putne geološke beleške od P. Pavlovića. Geol. anali III, 1891. Na srpskom i nemačkom jeziku.

96. Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalk von Han Bulog bei Sarajevo. od F. Hauera. Geol. anali III, 1891. Na srpskom i nemačkom jeziku.

97. Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte od G. Štahe. Geol. anali III, 1891. Paleontološki deo. Na srpskom i nemačkom jeziku.

98. Geologische Untersuchungen im centralen Balkan od F. Tule. Geol. anali III, 1891. Na srpskom i nemačkom jeziku.

99. Die Mineralquellen Bosniens. od E. Ludviga. Na nemačkom jeziku. Geol. anali III, 1891.

100. Petrefacten aus Bosnien. Od raznih autora. Geološki anali IV, 1893. Na srpskom i nemačkom jeziku.

101. Sičevačka klisura, dupke i potkapine. Od Đ. Jovanovića. Geol. anali IV, 1893. Na srpskom i nemačkom jeziku.

102. Palaeoichthyoložki prilozi od D. Gorjanovića. Geol. anali IV, 1893. Na srpskom i nemačkom jeziku.

103. Das Liasvorkommen von Gacko in der Herzegovina. Od F. Venera. Geol. anali V, 1893. Na nemačkom jeziku. U Geol. analima VI, na srpskom jeziku.

104. Einsendung neuer Petrefactenvorkommen aus tertiären Alters aus der Umgebung von Tešanj in Bosnien. Od Grimera. Geol. anali VI, 1903.

105. Über Tierpflanzen aus Bosnien od Engelharta. Geol. anali VI, 1903.

106. Über ein von Herrn Berghauptmann J. Grimmer in Sarajevo untersuchtes Kohlenvorkommen nächst Trebinje od Bitnera. Geol. anali VI, 1903.

107. Über das Vorkommen der Pereiraia Vez. sp. in Croatién od Gorjanovića. Geol. anali VI, 1903.

108. Die Fauna des Muschelkalkes der Kuna Gora bei Pregrada in Croatién od Gorjanovića. Geol. anali VI, 1903.

109. Über den geologischen Bau des nördlichen Teiles von Spizza in Suddalmatien od G. Bukovskog. Geol. anali VI, 1903.

110. Werfener Schichten und Muschelkalk in Süddalmatien. od G. Bukovskog. Geol. anali VI, 1903.

111. Vorläufiger Bericht über die geologisch-paläontologischen Verhältnisse der Insel Brazza od U. Sele-a. Geol. anali VI, 1903.

112. Prilozi za poznavanje Jadranskog primorja od J. Cvijića. Pregled geografske literature o Balkanskem Poluostrvu, sv. II, 1894.

113. Die Kohlenmulde von Carpano in Istrien od Vajthofera. Pregled geogr. literature etc. sv. II, 1894.

114. Srpska kraljevska akademija. Spomenik XXXII, prvi razred, 3 Beograd 1897. Referat u podacima trusa od 1893. god.

115. Pećine i podzemna hidrografija u istočnoj Srbiji od J. Cvijića. Pregled geogr. lit. sv. III, 1897.

116. Izvori, tresave i vodopadi u istočnoj Srbiji od J. Cvijića. Pregled geogr. lit. sv. III, 1897.

117. O Senjskom Rudniku od E. Šulca. Pregled geogr. literature sv. III, 1897

Dimitrije Antula — prvi rudarski geolog (1870—1924)

Kao geolog stekao je izvanrednih zasluga za savremeno rudarstvo u Srbiji, tako da mu u tom pogledu nema prema među trudbenicima na polju naše geologije. Njegova delatnost u rudarstvu Srbije bila je svestrana, što se najbolje vidi iz spiska njegovih publikacija.

Antula je počeo, kao i svi naši stariji geolozi, sa čisto geološkim studijama, bez neposredne veze sa praksom. A svoj radni život završio je kao najodgovorniji praktičar u rudarstvu. Umro je u zvanju direktora Generalne rudarske direkcije ministarstva šuma i rudnika, najvišem u struci, koje je jedan rudar mogao stići u Srbiji, a kasnije i u Jugoslaviji. Preko Anatolijevog rada učvrstila se je geologija u rudarstvu Srbije.

Dimitrije Antula rodio se je u Beogradu 9. novembra 1870. godine u trgovac-koj porodici (cincarskog porekla) iz Makedonije. Tu se i školovao završivši prirodnjačko-matematičku grupu na filozofskom fakultetu. Posle toga stupio je u službu kao predavač III muške gimnazije u Beogradu. U 1894. godini položio je profesorski ispit sa temom „Minerogenija. Postanak minerala u prirodi“. Njen prvi deo štampan je u Rudarskom glasniku za 1905. godinu, dok je drugi deo, pod naslovom „Mineralna sinteza ili veštačko građenje minerala“ štampan 1910. godine u istom časopisu. Ovi prvi Antulini radovi pokazuju pored solidnog obrazovanja i njegovu naklonost prema praktičnim problemima u geologiji. Terenska promatranja počeo je Antula, kao i njegovi pretходnici, geolozi, i rudari, u istočnoj Srbiji.

U toku 1893. i 1894. godine Antula ekskurzira po Svrljigu, prikuplja faunu i prvi put počinje sistematski da ispituje kredne tvorevine u našim oblastima. Krajam 1894. godine putuje u Beč. Tamo je verovatno obradivao faunu, sakupljenu po Svrljigu. Ali glavni njegov rad sastojao se u obradi velike zbirke krednih fosila sa Kavkaza, koju je svojevremeno prikupio na terenu Herman. Obrada zbirke trajala je od 1894—1896. godine u paleontološkom institutu bečkog univerziteta, pod rukovodstvom čuvenog istraživača geologije Indije i profesora Vilhelma Vagena. Mladom Antuli pruža se sada prilika, da te-kovine geološke nauke upozna u najčuvenijoj geološkoj školi na svetu, saradujući sa njenim eminentnim predstavnicima kao što su V. Vagen, F. Kosmat, G. Art-haber. Rezultate svojih trogodišnjih studija objavio je Antula pod naslovom „Über die Kreidefossilien des Kaukasus etc. Beiträge zur Paleontologie Oesterreich-Ungarns und des Orijents“. Bd. XII, Wien 1899. To mu je bila i doktorska disertacija, kojom se dostoјno prikazao savremenom geološkom naučnom svetu. Ona je još i sada sačuvala značaj znamenite monografije kredne faune sa Kavkaza. Na bečkom univerzitetu Antula je promovisan 4. jula 1896. godine, zajedno sa poznatim našim istoričarima Stanojem Stanojevićem i Jovanom Radonjićem. Čuveni geolog profesor Kiljan iz Grenobla, veliki poznavalac francuske krede, po kazivanju

Jovana Dinića, smatrao je Antulinu raspravu o krednoj fauni Kavkaza izvornim delom za proučavanje donjokredne faune uopšte. Ono mu je uvek bilo pri ruci; kad je određivao krednu faunu uvek je najpre konsultovao Antulino delo.

Po povratku u zemlju Antula ne ide na univerzitet, gde mu je bilo mesto, već u rudarsko odeljenje, koje je tada napustio S. Radovanović, pošto je izabran za profesora Velike škole. U 1897. godini postavljen je Antula za geologa V klase i



D. Antula

čuvara muzeja. Iako se dotle bavio isključivo stratigrafsko-paleontološkim problemima krednih naslaga, Antula se vrlo brzo snalazi u rudarstvu. Već 1900. godine pojavljuje se njegovo poznato delo „Pre-gled rudišta u Kraljevini Srbiji za parisku izložbu 1900“ na srpskom i francuskom jeziku. Sastavio ga je prema ličnim pro-matranjima i „izveštajima g. g. F. Hof-mana, M. Mihailovića, Lj. Klerića, J. Gudo-vića, J. Milojkovića, S. Gikića, Mih. Blago-jevića, P. Ilića, i vrlo marljivo rađenim re-feratima prerano izgubljenog pok. Svetozara Mašina, rud. inžinjera“. Uz knjigu je objavljena i geološka karta, koju je izradio zajedno sa inženjerom D. Simeonovi-

ćem. Ova jedinstvena publikacija obuhvatila je celokupno ondašnje znanje o mineralnom bogatstvu Srbije. Još ni do sada, nije se pojavilo ni jedno slično delo o mineralnim ležištima Srbije.

Iako se, radeći na problemima mineralnih ležišta, bio posvetio „rudarskoj geologiji“, Antula ne zanemaruje ni opšta geološka ispitivanja naših krajeva. Pored rudišta on proučava mineralne vode, trusove, fosilne biljke, krednu faunu, pojave fosforita. Obilno referiše o radovima inostranih stručnjaka, značajnim za naše krajeve ili naša rudišta. Jednom reči, Antula svestrano sudeluje na geološkom i rudarskom proučavanju Srbije; sa rezultatima svoga rada upoznaje našu stručnu javnost ili preko geološkog društva ili rudarskih publikacija (Rudarski glasnik, Godišnjak rudarskog odeljenja). Svestrano poznavanje naših geoloških i rudarskih problema odvelo je Antulu 1897. godine na internacionalni geološki kongres u Rusiji, gde je čitao rad „O krednim fosilima Kavkaza“, a 1900. godine na pariski kongres, gde je, zajedno sa Žujovićem bio zaista dostojan predstavnik naše geologije.

Po dolasku u rudarsko odeljenje Antula se bavio čisto geološkim problemima još koju godinu, a zatim se potpuno posvetio rudarstvu. Od 120 objavljenih radova i referata 3/4 odnosi se na rudarstvo. Pored temeljnog poznavanja naših opštih geoloških prilika i mineralnih ležišta Antula se istakao i kao odličan poznavalac rudarsko-pravne materije. Kao član jedne komisije učestvuje u izradi projekta rudarskog zakona. On je i konačni redaktor „Projekta rudarskog zakonika za Kraljevinu Srbiju“ od 1908. godine.

Antuline sposobnosti nisu ostale nezapažene. Za vreme prvog svetskog rata postavljen je za načelnika rudarskog odeljenja, između nekolicine rudarskih inženjera u samome odeljenju. U emigraciji jedno vreme radi u Solunu, a zatim u Francuskoj. Posle oslobođenja zemlje postavljen je za direktora Generalne rudarske direkcije. Umro je na dužnosti 17. jula 1924. godine naprasno.

Savremenici se sećaju Antule kao veoma sposobnog stručnjaka, čoveka sa lepim manirima i dostojanstvenim držanjem. Ozbiljan i blage naravi osvajao je

svoje saradnike na poslu. Iako je kao geolog postao rukovodilac rudarstva u najkritičnije doba, za vreme prvog svetskog rata, i kasnije, za vreme obnove rudnika u Srbiji, niko mu nije sporio stručnost i umešnost u rukovođenju našim rudarstvom i rešavanju veoma složenih problema u rudarstvu, naročito posle prvog svetskog rata. Ni njegov dolazak na položaj generalnog direktora, iako je taj položaj trebalo da pripadne nekom inženjeru, nije izazvao surevnjivosti kod njegovih saradnika, rudarskih inženjera, među kojima je bilo veoma dobrih stručnjaka i administratora. Smatralo se da je Antula zaista došao na pravo mesto, kad mu je povereno rukovođenje rudarstvom Jugoslavije.

Po svršetku prvog svetskog rata Antula je pokušao da dođe za profesora na geološku katedru univerziteta u Beogradu. Ali nije uspeo. Zameralo mu se što se, radeći kao geolog u rudarskom odeljenju, udaljio od geologije. Gledajući na ovo, smatram da je teško pogrešeno, što se nije An'uli omogućio dolazak na geološku katedru. To je bila šteta za geološku nastavu na beogradskom univerzitetu. Previđeno je da će Antula, kao stručnjak, koji se godinama bavio praktičnim problemima iz geologije, umeti da veže njenu nastavu sa privrednim potrebama zemlje, bez bojazni od njene popularizacije. Posledice tog nepromišljenog postupka osećale su se doskora. Naročito je bilo teško posle oslobođenja zemlje, kad su geolozi morali da se prihvate poslova, koje ne samo da nisu ranije radili nego ni učili, kako se oni rade.

Teško se je zamerio Dimitrije Antula svojim savremenicima — geologima. Čak toliko da njegovu smrt nisu, na svoju štetu, registrovali ni Geološki anali. Antula je ostao bez nekrologa ne zato što se o njegovom radu nije imalo šta, ni dobro reći, već zbog sitnih dušica, zaslepljenih mržnjom. Pa i nekoliko godina posle Antuline smrti nije se našao geolog, da u „Narodnoj enciklopediji Srpsko-hrvatsko-slovenačkoj“ od St. Stanojevića prikaže život i rad Dimitrija Antule. To je učinio čovek koji nije imao nikakve veze sa geologijom,

Štampani radovi D. Antule

Zapisnici Srpskog geološkog društva

1. Kretacejske formacije u svrljiškim planinama. Zbor. 50.
2. Geološka karta sreza crnogorskog okr. užičkog. Zbor. 56.
3. Ugljeni rudnici u Bosni i Hercegovini, Zbor. 60.
4. Referat o radu M. Kišpatića „Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni“. Zbor. 62.
5. Geološka ispitivanja u crnogorskem srezu, okr. užičkog. Zbor. 62.
6. Referat o radu F. Kosmata „Die Triasbildung der Umgebung von Idria und Gerent“. Zbor. 63.
7. Analize cinabarita iz potoka Kortara, galenita iz reke Čestobrodice i pirita iz Glogovice u Krajini, u pogledu na zlato. Zbor. 65.
8. O Niškoj Banji. Zbor. 66.
9. Rudarska karta Kraljevine Srbije. Zbor. 70.
10. Olovne rude i karakteristika važnijih olovnih rudišta u Srbiji. Zbor. 73.
11. Rudarski otsek srpske izložbe u Parizu. Zbor. 78.
12. Potresi u Srbiji u toku 1901 godine. Zbor. 90.
13. Vrnjački mineralni izvori. Mataruški mineralni izvori. Brestovački termalni izvori. Zbor. 98.
14. Promatranja od D. Milanovca duž Dunava do Grebena. Zbor. 100.
15. Baremska fauna iz okoline Donjeg Milanovca. Zbor. 101.
16. Gasne emanacije na jednom bunaru u selu Pridvorici kod Palanke. Zbor. 106.
17. Bakarna rudišta u atarima opštine borske i kriveljske. Zbor. 107.
18. Rezultati Halavačevih proučavanja doline Dunava i Tise. Zbor. 110.
19. Referat o radu L. de Launay-a „La formation charboneuse supracréacée de Balkan“. Zbor. 121.
20. Zbirka bakarnih ruda iz okoline sela Studene pod Suvom Planinom. Zbor. 121.
21. Promatranja na zlatonosnom terenu u okolini sela Brusnika duž Timoka. Zbor. 123.
22. Promatranja na zlatonosnom terenu u Timočkoj Krajini. Zbor. 124.
23. Fosforit iz Bučja. Zbor. 126.
24. Zbirka bakarnih ruda iz istočne Srbije, Zbor. 126.
25. Zbirka kovelina i halkosina sa bakarnih rudnika u timočkom andezitskom masivu. Zbor. 137.
26. Prikaz rada L. Waagena „Wie Entstehen Meeresbecken und Gebirge“. Zbor. 139.
27. Glyptostrobus europeus iz Bogovine. Zbor. 146.
28. Pregled rudnika u Bosni. Zbor. 179.

Rudarski glasnik

29. Izveštaj o nekim rudištima u Srbiji od Hajrovskog. Referat, knj. I, 1903.
30. O postanku manganskih i gvozdenih rudišta kod D. Tifenbaha (J. Belinger). Referat, knj. I, 1903.

31. O bakarnim rudištima u atarima opština borske i kriveljske, u srezu zaječarskom, okruga timočkog. Knj. II, 1904.
32. Bagerovanje zlatonosnih nanosa od Valinskog. Referat, knj. II, 1904.
33. Rezultat bagerovanja zlatonosnih nanosa u Sibiru od A. Fonijakova. Referat, knj. II, 1904.
34. Studije o petroleumskim terenima od Höfera. Referat, knj. II, 1904.
35. Radiotelur. Referat, knj. II, 1904.
- 36a. Rudišta pehblende u Joakimstalu u Moravskoj od R. Adrimonta. Referat knj. II, 1904.
36. Les gisements de cuivre de Bor et de Krivelj dans le département du Timok. Knj. II, 1904.
37. Rudarsko zakonodavstvo u susednim i stranim državama. Knj. II, 1904.
38. Prilozi za poznavanje zlatnih rudišta u Erdelju od Sempera. Referat, knj. II, 1904.
39. Geološke i rudarske karte s profilima olovnih i cinkanih rudišta. Od V. Gebla. Referat, knj. II, 1904.
40. Stari rudnici u Srbiji od Getinga. Referat, knj. II, 1904.
41. Magnetska rudišta i njihova ispitivanja magnetskim merenjima od Dolbloma. Referat, knj. II, 1904.
42. Ugleni tereni na Balkanu od D. Loneja. Referat, knj. III, 1905.
43. Dva zlatna rudnika u Alpima Val Popa i Gardeta od A. Bordoa. Referat, knj. III, 1905.
44. O Kučajnskim rudnicima. Beleške sa jedne ekskurzije 1899 god. Knj. III, 1905.
45. L'industrie minérale de Serbie. Knj. III,
46. Minerogenija. Postanak minerala u prirodi. Knj. III, 1905.
47. Zlatonosni nanosi u Timočkoj Krajini. Knj. IV, 1906.
48. Relativno prostranstvo elemenata, naročito teških metala i koncentrisanje prirodno rasute metalne sadržine u metalnim rudištima od J. Fogta, profesora univerziteta u Hristijaniji. Referat, knj. IV, 1906.
49. Pregled istražnih radova Srpskog ispiračkog i Rudarskog Sindikata na terenu prostog prava istraživanja u atarima opštine brusničke, tamničke i rajačke, u srezu negotinskom, okruga krajinskog. Knj. IV, 1906.
50. Pregled istražnih radova na terenu isključivog prava istraživanja g. Đorda Vajferta, industrijalca ovd., u atarima opština: dубоčanske, сиљске, луčке i глоговићке u srezu krajinskog i belo-rečke u srezu zaječarskom, okr. timočkog. Knj. IV, 1906.
51. Ispitivanje čvrstine i izdržljivosti građevinskog kamena od J. Hiršvalda. Referat. Knj. VI, 1908.
52. Zadatak primenjene geologije od E. Harborta. Referat. Knj. VI, 1908.
53. Prilozi ka tačnjem poznavanju petrografskog i hemiskog sastava banatita u Banatu od P. Rozlosnika i Kolomana Emsta. Referat, knj. VI, 1908.
54. Pruski zakon o zaštiti mineralnih izvora. Knj. VI, 1908.
55. Radioaktivnost od J. Danijela. Referat, knj. VI, 1908.
56. Ciklusi i ponavljanja geoloških pojava od Maksia Loesta. Referat, knj. VI, 1908.

57. Mineralna sinteza ili Veštačko građenje minerala Knj. VII, 1910.

58. Pobude za izmenu rudarskog zakona. Referat o projektu rud. zakonika. Knj. VII, 1910.

Godišnjak rudarskog odeljenja

59. Geološko rudarski muzej. Knj. II, 1909, knj. III, 1910, knj. IV, 1913.

60. Rudarsko odeljenje na balkanskoj izložbi u Londonu. Knj. II, 1909.

61. Geološka istraživanja u timočkom andezitskom masivu. Knj. II, 1909.

62. Pobude za izmenu rudarskog zakonika, knj. III, 1910.

63. Gvozdena rudišta u oblasti Vlasine. Zajedno s Blagojevićem i Simeonovićem. Knj. IV, 1913.

64. Istraživanje gvozdenih rudišta i ugljenih terena u Srbiji. Knj. IV, 1913.

65—94. Beleške o istražnim radovima. Knj. II—IV, 1909—1913.

95. Ugljeni tereni u oblasti Ranovca, Petrovca i Plažana. Zajedno sa J. Stepanovićem. Knj. IV, 1913.

U raznim časopisima: članci, referati ili kao posebna izdanja

96. Pregled rudišta u Kraljevini Srbiji za parisku izložbu 1900. Beograd 1900.

97. Revue générale des gisements en Serbie. Paris 1900.

98. Srednji neokom kod Crnoljevice. Geološki anali VI, 1, 1903.

99. Über die Kreidefossilien des Kaukasus mit einem allgemeinen Überblick über die Entwicklung des Sedimentärbildungen des Kaukasus. Beiträge zur Palaeontologie Oesterreich-Ungarns und des Orients. Bd. XII, Wien 1899.

100. Izveštaj o radu VIII internacionalnog geološkog kongresa i o geološkim ekskurzijama po Francuskoj. Nastavnik za 1902.

101. La richesse minérale de la Serbie. Mercure des Balkan. 1916.

102. Mineral resources of the Kingdom of Servia. Catalogue of the Balkan States Exhibition. London 1907.

103. Lindstrie mineral en Serbie. U knjizi La Serbie à la exposition universelle de 1911 à Turin. Beograd 1911.

104. Über die Kupferlagerstätten im Gebiete der Gemeinde Bor und Krivelj, im Bezirke Zaječer, Kreis Timok in Serbien. Montan-Zeitung XXII № 24 i XXIII No 1. Graz 1915-16.

105. Predgovor knjizi „Rudarstvo u Srbiji“ od J. Grgaševića. Zagreb 1923.

106. Feliks Hofman rudarski inženjer. Nekrolog. Glasnik srpskog geografskog društva, knj. III, sv. 3-4, Beograd. 1914.

Referati

107. Rudnici, kamenolomi, mineralni i termalni izvor u Bugarskoj. Referat. Privredni glasnik 1901, sv. 2.

108. O rudarskoj proizvodnji u 1899. godini. Isti časopis.

109. O zlatnim rudištima u Mađarskoj. Isti časopis.

110. Griechische Marmorstudien od R. Lepsiusa. Geol. anali V, 1900. Na srpskom i nemačkom jeziku.

111. Über die geologischen verhältnisse der Gegend von Dernisch in Dalmatien. od F. Kerner. Geol. anali V, 1900. Na nemačkom jeziku.

112. Reisebericht aus dem südlichen Dalmatien od Bukovskog. Geol. anali V, 1900. Na nemačkom jeziku.

113. Das Bergaugebiet von Fojnica und Kreševio in Bosnien od Arnolda. Geol. anali VI, 1903.

114. O geoternskom stupnju tercijarnog tereina kod Mladenovca od S. Radovanovića. Pregled geogr. literature sv. III, 1897.

115. Tragovi starih glečera na Rili od J. Cvijića. Pregled geogr. literature sv. III, 1897.

116. Potresi u Hrvatskoj od M. Kišpatića. Pregled geogr. literature, sv. III, 1897.

117. Prilog poznavanju vertikalnog gibanja jadranskog morskog dna od M. Kišpatića. Pregled geogr. literature sv. III, 1897.

118. Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni od M. Kišpatića. Pregled geogr. literature, IV, 1901.

119. Cer. Petrografska studija od S. Uroševića. Pregled geogr. literature, sv. IV, 1901.

120. Étude géologiques sur la mer Égée. La géologie des îles de Métilin (Lesbos), Lemnos et Thasos. Annales des mines. Od L. Loneja. Pregled geogr. literature, sv. IV, 1901.

121. Petrografske beleške za černomorski breg među nosa Emine i seloto Kjuprija od G. Bončeva. Pregled geografske literature, sv. IV, 1901.

Literatura

Milenović, P., 1936: Istorija građenja železnica itd., Beograd.

Petković, K., 1931: Nekrolog dr Svetoliku Radovanoviću. — Geološki anali, X, 2, Beograd.

Simić, V., 1960: Iz skorašnje prošlosti rudarstva u Srbiji, Beograd.

Godišnjak rudarskog odeljenja ministarstva narodne privrede I. 1892.

Nova oprema i nova tehnička dostignuća

Podvodne pumpe za gradilišta i jamske vodosabirnike

Na mnogim gradilištima, kao i u jamskim vodosabirnicima, talože se pesak, mulj, sitan ugalj, a kod zamuljivanja i materijal iz zasipa, koji vođa nosi i taloži u vodosabirniku. Taj mulj treba što pre odstraniti tj. očistiti vodosabirnik i obično ga pumpati na veliku visinu. U tu svrhu razvijena je nova vrsta pumpe za prijavu muljevitu vodu i visok pritisak radi savladavanja velikih visina pumpanja i velikih količina vode. Taka jedna pumpa, opremljena elektromotorom od 11 KS, ima krajnji pritisak od 76 m VS, a kapacitet 300 l/min. Ako ta visina nije dovoljna, tada se može spajanjem dve pumpe u tandem postići maksimalan pritisak od 130 m VS. Pumpa može raditi u bilo kom položaju, horizontalno, vertikalno ili koso postavljena.

„Industrie-Anzeiger“, 90 (1968) 13, str. 245

Nova Krupova mašina za izradu hodnika

Radi snabdevanja vodom jugozapadne Nemačke od Bodenskog jezera do Štutgarta treba na trasi dugoj 111 km izraditi tunel dug 24 km sa prečnikom 2,25 m. Ovaj tunnel će skoro u celini izgraditi Krupova mašina za izradu hodnika, težine 75 t i dužine 14 m. Ova mašina radi na principu čupanja-kidanja stene sečivima sa viduelošćima, smestenim na rotirajućem glodalu. Na taj način može se ova mašina koristiti za izradu hodnika u uglju, soli, krečnjacima, tufovima, glinama i boksitu.

Tom mašinom rukuje jedan čovek. Pravac po horizontali se određuje hidrauličkim dizanjem ili spuštanjem glave snabdevene sečivima. Mašina može, pomoću specijalnih pokretnih mehanizama sa strane, da opše poluprečnik od 50 m, a može da radi pod usponom ili padom od 15%. Da bi se što bolje držao pravac mašina je opremljena lejzerom, tako da je odstupanje od pravca ispod 3 cm.

Svi pogoni ove mašine rade pomoću uljnih motora, a procesi upravljanja se odvijaju hidraulički. Električna energija se primenjuje samo za pokretanje uljnih pumpi i za osvetljenje. U mašinu je ugrađeno 325 KW. Energija se dovodi po vlačnim kablovima kroz tunelski ulaz.

Brzina izrade hodnika je uslovljena kvalitetom stene. U krečnjaku mrke jure mašina postiže napredovanje od 5 m/h. To je petostruki učinak, koji se može postići konvencionalnim sredstvima.

„Bohrtechnik, Brunnenbau, Rohrleitungsbau“, 18 (1967) 11, str. 421

Bušotine velikih prečnika

U tehniči bušenja bušotina velikih prečnika teži se ka što većim prečnicima, tako da se već bušotine od 1,2 do 1,4 m prečnika i 250 m dužine smatraju normalnim bušotinama. Prethodeća bušotina tzv. nišanska bušotina može se tako tačno usmeriti, da greška po pravcu iznosi manje od 1% dužine. Nišanske bušotine su većinom vertikalne, sa prečnikom 193 mm, i buše se trokratnim konusnim rotacionim sečivima, a preširuju pomoću više rotacionih sočiva raznih prečnika poređanih u vidu jelke. Bušotina se može odmah četvorostepeno proširivati i to 610 mm, 813 mm, 1016 i 1220 mm, ako je proširivanje započeto od prečnika 406 mm. Tom metodom se mogu za sad bušiti bušotine od 1,2 do 2,4 m prečnika. Pomoću rotacionog stola, koji se primenjuje kod bušenja na naftu, izbušeni su već prečnici od 3,3 m.

„VDI-Nachrichten“, 22 (1968) 8, str. 4

Jamsko merenje pomoću pokazivača meridijana

Pokazivači meridijana su geodetski žiro kompasni sa protivmetanskim zaštitom. Aparate, koji su do sad u upotrebi, razvio je Institut za jamerstvo u Bohumu. Prednosti pokazivača meridijana se nalaze — i kod magnetskog kompassa — u odnosu na prenošenje grešaka. Pokazivač meridijana ne radi magnetski, nego kao klatno obešena čigra postavlja svoju horizontalnu osovinu u ravan meridijana. Na osnovu toga se može taj instrument koristiti kod velikih masa gvožđa kao i magnetskih polja. U rudarstvu to ima poseban značaj, jer se kod izrade hodnika u svakom slučaju radi sa otvorenim poligonskim vlastovima. Ako se radi o proboru dva hodnika iz suprotnih pravaca, onda su potrebni komplikovani geodetski radovi, da bi se postigla željena tačnost probora. U ovom slučaju merenje se olakšava upotrebom pokazivača meridijana.

Kod probora hodnika od 8,8 km dužine, za povozivanje dvaju okana na 800 m dubine, postignuta je tačnost od 6 cm bočnog odstupanja.

„VDI-Nachrichten“, 22 (1968) 10, str. 5

Moderne metode istraživanja rudilišta u Alpima

I u rudarskim područjima, u kojima su već nađeni svi tragovi ruda na površini, moraju se pri-

šteniti moderne metode za istraživanje — geohemiske i geofizičke metode.

Geohemijsko istraživanje rudišta počiva na utvrđivanju tragova metala oko rudišta. Metal se može nalaziti na desetinu ili nekoliko stotina metara udaljen od ležišta, a to može biti glavni metal ili neki prateći metali, koji lako migriraju. Polukvantitativno određivanje malih količina metala u pratećim stenama ili tlu može otkriti geo hemijske anomalije i ukazati na rudište. Rudnik halkopirita u Mitterbergu (Salzburg) ima dugu rudnu žicu sa eksplorabilnim halkopiritom i ma-

lim primesama tetraedrita sa živom. Živa, koja u malim količinama isparava, dospeva uz strmu pukotinu žice sve do površinskih slojeva. Pomoću Mercury analizatora je prvo utvrđeno, da li rudarski otvorena rudna žica pokazuje na površini povećane vrednosti Hg. To je bio slučaj čak i kod prekrivke mlađim slojevima od 500 m debljine, kad je mereno u tlu iznad žice do 4 ppm Hg, dok normalna vrednost iznosi oko 0,3 ppm. Daljim merenjima je utvrđeno prostiranje žice za više kilometara.

„Umschau“, 68 (1967) 3, str. 87

Kongresi i stručna putovanja

Naučno-tehnička saradnja Rudarskog instituta Beograd sa socijalističkim zemljama u 1967. god.

Institut je u toku 1967. godine kontaktirao sa naučnim institucijama i srodnim ustanovama iz socijalističkih zemalja sa željom da sa svima uspostavi što plodniju saradnju na naučno-istraživačkom planu iz rудarstva.

U tom nastojanju Institut je, preko svojih organizacionih jedinica, sačinio protokole o saradnji sa partnerima iz:

Poljske

- ZMG akademijom nauka;
- GIG-om iz Katowica, i
- Biroom za projektovanje u rудarstvu iz Vroclava.

Mađarske

- Institutom za ugalj iz Pečuja.

Čehoslovačke

- Naučnom organizacijom „Ustav pro výskum hrube keramiky“ — Karlovi Vari, i
- VVUU (Vedecko-výzkumný uhelný ústav) — Ostrava — Radvanice.

Bugarske

- Naučno-istraživačkim i projektantskim institutom „NIPRORUDA“ — iz Sofije,

Precizirani su vidovi saradnje i to:

- razmena stručnjaka,
- razmena dokumentacija,
- izrada zajedničkih projekata,
- rešavanje problema iz tehničke zaštite,
- rešavanje problema u vezi površinskih otкопа,
- tretiranje mineralnih sirovina za keramiku i drugo.

U 1968. godini se predviđa još intenzivnija i proširenja saradnja sa pomenutim zemljama kao i sa DR Rumunijom.

Prikazi iz literature

Autor: M. Simonović

Naslov: Bageri, odlagači i transportni mostovi na površinskim otkopima, 128 str., 94 sl.

Izdavač: Rudarski institut — Beograd, 1967.

Druga knjiga iz serije „Tehnika površinskog otkopavanja“, obuhvata osnovnu mehanizaciju površinskih otkopa odnosno bagere, odlagače i transportne mostove.

U knjizi se daje opis, primena, osnovne karakteristike i način dimenzionisanja pojedinih bagera kašikara, dregljajna, kontinuelnih bagera, odlagača sa trakom, plugova odlagača i mostova za transport i odlaganja jalovine.

Pored određivanja osnovnih dimenzija bagera, daju se i šeme za određivanje dimenzija radijala kod primene raznih bagera, zatim obrasci za proračun teoretskog i tehničkog kapaciteta bagera. Autor je posvetio posebnu pažnju primeni koeficijenata punjenja bagerske kašike, rastresitosti materijala, vrednosti specifičnog otpora na rezanje i ostalim potrebnim pokazateljima za dimenzioniranje kapaciteta bagera i daje iste za razne materijale i kategoriju stena.

Detaljne tehničke karakteristike daju se skoro za sve naše domaće bagera, a isto tako i za one bagera i odlagače, koji mogu naći primenu u našim eksploracionim uslovima.

Kod prikaza pojedinih bagera autor opisuje i pojedine delove ove opreme i njihovu funkciju u celom sklopu.

U knjizi su date pored teoretskog osnova radnog procesa svake mašine i ostali procesi rada koji su vezani za mašinu. Tako se daje opis remonta i održavanja, transport i montaža, podmazivanje i mene bezbednosti pri radu.

Knjiga ima 94 slike, pregled literature iz treirane oblasti, kao i tablični pregled simbola mašina za površinske otkope.

Knjiga je namenjena studentima ruderstva, a korisno će poslužiti rudarskim inženjerima kao i drugim stručnjacima, koji se bave površinskom eksploracijom mineralnih sirovina.

J. K.

Autor: Abel, J. F.

Naslov: Mehanika stena u tunelima (Tunnel Mechanics), 88 str., 34 sl.

Izdavač: Colorado School of Mines, 1967.

Prilikom izrade tunela Straight Creek zapadno od Goldena, Colorado, merene su radikalne deformacije i opterećenje lukova za podgrađivanje (na 35 mesta) i stavljeni u odnos prema sledećim činjenicama: vrsta stena (svi prelazni oblici od gnajsa i granita, izraženo u % gnajsa); nepravnomernost u granulaciji (u %, procenjeno lupon); dubina (50 do 450 m); razmak pukotina; pad pukotina; stepen poremećenja na mestu merenja (0=bez boranja i navlake do 100=zona poremećaja); sadržina vode (0=suvo do 100=voda u mlazu); brzina izrade; podgrađivanje (karakteristike profila). Merenja su pokazala spore,

radikalne deformacije, koje su se smirile posle nekoliko santimetara. Dužina vremena do smirivanja (nekoliko dana) zavisi, prema rezultatu, od regresivnih analiza, pre svega, od brzine izrade kao i od poremećaja; uticaji stena i vode bili su primetni. Opterećenje podgrade određuje pretežnim delom sama podgrada. Na nju utiču poremećaji i vlaga.

Koreacione jednačine, koje je postavio autor, dozvoljavale su predskazivanje vremena smirenja i opterećenja podgrade u ovom tunelu. Jasno je, da se ovo ne može cifarski preneti na druge prilike, ali su dozvoljeni analogni zaključci. Postupak iskorišćenja vrednosti može se sigurno sa uspehom primeniti na druge tunele i hodnike.

G. N.

Autor: S. Janković

Naslov: Ležišta metaličnih mineralnih sirovina (I knjiga), 286 str. 146 sl.

Izdavač: Rudarski institut — Beograd, 1967.

Ova veoma interesantna knjiga predstavlja sintezu znanja o postanku rudnih ležišta za kojom se kod nas već dugo oseća potreba.

Materija u knjizi izložena je po metalima, počevši od crnih metala: gvožđa i mangana, pa preko vanadijuma, broma, kalaja, volframa, molibdena, nikla, kobala i bizmuta, došlo se do za nas najznačajnijih bakra, olova i cinka, srebra, aluminijuma, antimona, žive i arsena, da bi se završilo sa plamenitim metalima (zlatom i platonom) i uranom.

Pri prikazu rudnih ležišta pojedinih metala autor je prvo izložio geohemijiske zakonomernosti koje uslovjavaju koncentrisanje pojedinih metala, što je svakako od najvećeg značaja za razumevanje geneza, pa i preobražavanja svakog rudnog ležišta. Potom je rudna ležišta grupisao u endogena — idući od magmatičkih, preko pegmatitskih, pneumatoletskih, skarnovskih do hidrotermalnih, egzogenih i metamorfogenih. Pri tom je prikazivao za svaki genetski tip ležišta samo najkarakterističnije predstavnike.

Potrebno je napomenuti da u knjizi nisu posebno prikazivana ležišta naše zemlje, pošto ona predstavljaju materiju posebne knjige „Metalogenetske epohe i rudonosna područja Jugoslavije“ od istog autora.

Materijal u knjizi iznet je na veoma pregledan način. Koristeći sve najnovije podatke autor je izvršio sintezu gradiva prikazujući sve što je bitno, a ne gubeći se u nizu detalja manjeg značaja.

Na kraju smatram da treba istaći da je ovakva knjiga neophodna svakom geologu koji se bavi proučavanjem rudnih ležišta, a biće svakako od velike koristi i drugim geolozima, ruderima i metalurgizma.

S. K.

Autor: S. Janković

Naslov: Metalogenetske epohe i rudonosna području Jugoslavije, (II knjiga) 212 str. 75 sl.

Izdavač: Rudarski institut — Beograd, 1967.

Intenzivan napredak u poznavanju geologije naše zemlje u celini, a posebno rudnih ležišta,

omogućio je, istovremeno uslovljavajući i potrebu izrade jedne ovakve sinteze metalogenije u Jugoslaviji. Ovo postaje naročito jasno uočljivo, ako se uzmu u obzir rezultati postignuti od 1956. godine, kada je izšla prva, i dosad jedina veća sinteza metalogenije Jugoslavije od prof. A. Cisarza. S. Janković je u nizu većih i manjih studija izvršio metalogenetsko rejoniranje naše zemlje, kako u celini, tako i za pojedine metale ili asocijacije metala. Knjiga „Metalogenetske epohe i rudnosna područja Jugoslavije“ predstavlja zbir svih tih studija i njihovo spajanje u jednu publikaciju.

Treba napomenuti da ova knjiga predstavlja logičnu celinu sa knjigom „Ležišta metaličnih mineralnih sirovina“ od istog autora. Pri tom su u pomenutoj knjizi izloženi opšti principi nauke o rudnim ležištima, ne ulazeći posebno u rudna ležišta naše zemlje, dok su u ovoj knjizi baš ta ležišta detaljno prikazana.

Gradivo ove knjige, mada predstavlja zbir posebnih radova, logično se razvija i čini jednu dobro povezanu i kontinuiranu celinu.

Prvo poglavje daje opšti pregled metalogenetskih provincija i epoha u Jugoslaviji. Pri tom autor izdvaja dinarsku rudnu provinciju, sa rudnim oblastima jugozapadnih Dinarida, zapadnokakedonskom rudnom oblasti i dinarskom ofiolitskom rudnom oblasti u njoj, zatim srpsko-makedonsku rudnu provinciju i karpatsko-balkansku rudnu provinciju, od koje se u Jugoslaviji nalazi samo istočnosrpska rudna oblast. U pojedinim rudnim provincijama i oblastima autor izdvaja predevonsku, hercinsku, staroalpsku i alpsku metalogenetsku epohu.

Posle tog uvoda, u kome su date i osnovne geološke i metalogenetske karakteristike pojedinih rudnih provincija, oblasti i epoha, sledi prikaz rudnih pojava pojedinih metala u našoj zemlji. Rudna ležišta pojedinih metala prikazivana su prvo po genetskom tipu, zatim su grupisana u metalogenetske geotektonске i geohronološke grupe. Prikaz pojedinih, naročito važnijih ležišta je veoma detaljan: date su morfološke, strukturno-teksturne, mineraloške, hemijske i geochemijske karakteristike.

U detaljnem pregledu prikazana su ležišta sledećih metala: gvožđa, mangana, hroma, volframa, molibdena, nikla, arsena, antimona, žive, bakra, aluminijskog, olova i cinka, zlata i urana, tj. svih metala koji se kod nas javljaju u značajnijim koncentracijama. Treba pri tom posebno naglasiti da je autor u prikazu naših rudnih ležišta, naročito bakra i olova i cinka, koristio najnovije rezultate i time delom korigirao ranija shvatanja o njihovom skoro isključivom pripadanju „sub-vulkansko-hidrotermalnom tipu“ rudnih ležišta. Ukazano je na značaj plitkih intruzija u njihovom formiraju i time otvorio veoma značajno pitanje geneze rudnih ležišta u mladim orogenim područjima.

Ovu knjigu treba svakako preporučiti svima koji se bave proučavanjem rudnih ležišta uopšte, a posebno istraživačima rudnih ležišta naše zemlje. Ona je ispunila jednu veoma primetnu prazninu u našoj stručnoj literaturi i biće sigurno od značaja za dalja ispitivanja metalogenije Jugoslavije.

S. K.

Autor: M. A. Kaškaj, Š.I. Allahverdiev

Naslov: Listveniti, njihova geneza i klasifikacija (Listvenity, ih genezis i klassifikacija), 143 str., 39 sl.

Izdavač: Akademija nauka Azerbejdžanske SSR — Baku, 1965

Listveniti predstavljaju specifične i u mnogim detaljima još nepotpuno razjašnjene stenovite tvorevine. Te kvarcno-karbonatske mase na kontaktima ultramafitskih masa ili u njima često su i rudnosne, obogaćene niklom, kobaltom, zlatom, arsenom, antimonom, živom i dr. Sve to uslovljava povećano interesovanje za njih i potrebu za jednim sistematskim pregledom sa analizom rezultata dosadašnjih proučavanja, kao i izradom njihove sinteze.

M. A. Kaškaj i S. A. Allahverdiev dali su ovom knjigom potpun i veoma detaljan prikaz listvenita Sovjetskog Saveza, naročito Azerbejdžana, kao i drugih zemalja. Potom su izradili veoma interesantnu klasifikaciju listvenita: po postanku (pneumatolitski, hidrotermalni — žični, hidrotermalno-metasomatski, bimetasomatski), po karakteru primarne stene, po mineralnom sastavu i po metalonosnosti.

Autori su prikazujući i analizirajući listvenite ukazali ne samo na njihove opšte karakteristike, nego i detaljno ukazali na njihove geochemijske i mineraloške osobine, na zonalnost u njima, i najzad indicirali koje zone u njima su ili mogu biti od većeg ili manjeg ekonomskog značaja.

S obzirom na izloženo ova knjiga će svakako biti od interesa ne samo za geologe koji proučavaju ultrabajrite, već i za sve geologe koji se bave istraživanjem rudnih ležišta.

S. K.

Autor: kolektiv autora pod redakcijom A. F. Li
Naziv: Mineraloško ispitivanje ruda obojenih i retkih metala (Mineralogičeskoe issledovanie rud cvetnyh i redkih metallov), II dopunjeno izdanie, 260 str., 78 sl., 10 priloga

Izdavač: »Nedra« — Moskva, 1967.

U ovoj knjizi, veoma dobro ocenjenoj u SSSR-u, prikazane su metode i postupci mineraloškog ispitivanja ruda obojenih i retkih metala koji se primenjuju u cilju određivanja kvaliteta i tehnologije obogaćivanja ovih mineralnih sirovina.

Knjiga je namenjena kako geolozima koji rade na problemima istraživanja mineralnih ležišta tako i rudarskim inženjerima specijalizovanim za pripremu mineralnih sirovina, a isto tako i tehničkim znanstvenicima koji rade na problemima bliskim.

U prvom delu date su osnovne karakteristike hemijskih, mineraloških i tehnoloških proba, kao i jasno precizirani osnovni zadaci ispitivanja kvalitativnog sastava ruda. Posebna pažnja je posvećena značaju izučavanja struktura i tekstura ruda, njihovom hemijskom, mineraloškom i granulometrijskom sastavu, stepenu izmenjenosti primarnih minerala, oblicima pojavljivanja korisnih komponenti i opštem izučavanju produkata pripremanja mineralne sirovine. U posebnoj glavi prikazane su sovjetske optičke i druge aparature koje se koriste pri ispitivanjima kvaliteta rudne mase.

U prvom delu detaljno su opisane opšte karakteristike i mogućnosti praktične primene sledećih metoda ispitivanja kvalitativnog sastava mineralne sirovine: fizičke, hemijske, fizičko-hemijske, optičke, metode koncentracije i izdvajanja mineralnih frakcija, kao i metode proračuna kvantitativnog mineraloškog sastava ruda.

U drugom delu knjige, koji je po obimu znatno veći od prethodnog, prezentirane su metode ispitivanja najkarakterističnijih tipova ruda obojenih i retkih metala, kao što su: rude olova, cinka, bakra (posebno tretirani bakroviti peščari), aluminijuma (boksiti, silimaniti i disteni), zlata, molibdena, volframa, kalaja, titana, litijuma, berilijuma, cirkonijuma, niobijuma i tantala.

Deset priloga na kraju knjige, pored ostalog, sadrže i ove tablice: prikaz srednjeg sadržaja retkih i obojenih metala u stenama (po A.P. Vinogradovu), pregled retkih i rasejanih elemenata u mineralima-nosiocima iz ruda obojenih i retkih metala, spisak minerala prema stepenu rastvorljivosti u različitim rastvaračima itd.

D. M

Autor: V. A. Avilov

Naziv: Matematičko-statistički metodi tehničko-ekonomske analize proizvodnje (Matematsko-statističeskie metody tehniko-ekonomičeskogo analiza proizvodstva), 264 str., 49 sl.

Izdavač: »Ekonomika«, Moskva, 1967.

Autor izlaže mogućnosti praktične primene metoda matematičke statistike u cilju povećava-

nja efektivnosti proizvodnje u industriji. Iako je knjiga, pre svega, namenjena ekonomistima, ona ima poseban značaj i za rudarske inženjere koji su angažovani na problemima ekonomike i organizacije proizvodnje. Međutim, ona će predstavljati koristan priručnik i za sve one, koji se interesuju za metode matematičke statistike i njihovu primenu u različitim naučnim disciplinama.

U prvom delu knjige razmatrani su sa teorijskog aspekta osnovni statističko-ekonomski pokazatelji, zatim je data statističko-matematička analiza vrednosnih tehničko-ekonomskih pokazatelia, analiza nivoa i ritmičnosti proizvodnje, prikaz ispitivanja korišćenja opreme i radnog vremena primenom metode periodičnih mnogobrojnih posmatranja i statističko-ekonomска analiza hronometraže. Ovaj deo obuhvata prvi pet glava knjige i ilustrovan je nizom interesantnih praktičnih privrednih problema.

U šestoj, sedmoj i osmoj glavi autor je na bazi postavki i metoda matematičke statistike analizirao preciznost tehnoloških procesa, vreme trajanja mašina i aparatura, kao i klasične matematičke karakteristike i karakteristike prvog reda.

U okviru cele knjige, posebno treba istaći one delove koji se odnose na primenu disperzije i korelace analize pri ispitivanju niza tehničko-ekonomskih pokazatelia (autor je tretirao pokazateli iz 35 industrijskih preduzeća SSSR-a), kao i deo o ritmičnosti i obimu proizvodnje.

D. M.

Bibliografija

Eksploatacija mineralnih sirovina

Wilson, E. B.

Istraživanje operacija u rudarstvu (1. deo: prvi iz serije članaka za upoznavanje rudarskih rukovodilaca sa nekim metodologijama operativnog istraživanja).

(Operations research for the mining industry. »Canadian Mining Journal«, 88 (1968) 8, str. 61—4, 3 dijag.

Dorstewitz, G.

Moderne metode ekonomске analize rudarskih preduzeća.

(Moderne Verfahren der wirtschaftlichen Analyse von Bergbaubetrieben). »Glückauf«, 103 (1967) 19, str. 921—929, 9 tabl.

Kapolyi, L.

Programiranje proizvodnje uglja.

(A szénbányászat termelés programozása) »Bányászati lapok«, (1967) 7, str. 450—455, 1 šema, 3 dijag.

Pavičević, A.

Model mreže za planiranje razvojnog zadatka.

»Industrijska istraživanja«, (1967) 1, str. 13—28, 5 tabl., 1 sl.

Wegrzyk, Z.

Planiranje optimalne proizvodnje uglja metodom linearnog programiranja.

(Planowanie optymalnego razdziatu wydobycia

- węgla metoda programowania limiowego)
»Przeglad gorniczy«, (1967) 9, str. 436—441.
- B o š k o v i č, D.**
- Primena tehnike mrežnog planiranja.**
- »Industrijska istraživanja«, (1967) 1, str. 1—12, 4, sl., 3 tabl.
- R u p p r e c h t, E.**
- Cyderman-grabilica, mašina utovaračica za dubljenje okna.**
- (Der Cyderman- Greifer, eine Lademaschine zum Schachtabteufen).
»Glückauf«, 103 (1967) 22, str. 1139—1140, 1 sk., 1 fot.
- Novi bušači uređaj za tunele u Finskoj.**
- (Neue finnische Tunnelbohranlage).
»Montan-Rundschau«, 15 (1967) 8, str. 191.
- K n u r o w s k i, T., V a l e k, D.**
- Savremene metode izrade kosih prostorija u rudnicima.**
- (Moderni metody raženi kominu v rudnych dolinach).
»Rudy«, (1967) 7, str. 198—206.
- H e r z o g, H.**
- Nekoliko rezultata ispitivanja o primeni mašina utovaračica.**
- (Einige Untersuchungsergebnisse über den Einsatz von Lademaschinen).
»Bergakademie«, 19 (1967) 9, str. 527—531, 2 dijag., 6 fot., 1 tabl.
- R a z v o j tehnike otkopavanja kod Mount Isa Mines Ltd, Australija.**
- (Die Entwicklung der Abbautechnik bei der Mount Isa Mines Ltd., Australien).
»Erzmetall«, Bd XX (1967) 10, str. 470—475, 3 šeme, 2 fot.
- S c h w e i t z e r, R.**
- Otkopne mašine za široka čela.**
- (Machines d'abattage en taille).
»Revue de l'industrie minérale«, (1967) 8, str. 529—554.
- H o r v á t h, L. F a l l e r, G.**
- Rešenje za potpunu mehanizaciju otkopa u Sovjetskom savezu.**
- (Megoldások a fejtés teljes gépesítésére a Sovjetunióban).
- »Bányászati lapok«, Budapest (1967) 11, str. 728—742, 8 tabl., 8 dijag., 7 crt.
- S c z e p k a, L. i dr.**
- Rekordni rezultat rudnika Knurov — napredovanje čela od 101,6 m za 30 dana.**
- (Rekordowy wynik kop. Knurow 101,6 m. poступu sciany w ciąg 30 dni).
»Mehanizacija górnictwa«, (1967) 17, str. 29—37.
- S a r a t i k j a n c, S. A.**
- Koncentracija rudarskih radova u industriji uglja Ukrajine.**
- (Koncentracija gornyh rabot v ugol'noj promyšlennosti Ukrayiny).
»Ugol' Ukrayiny«, (1967) 8, str. 9—13.
- R o t t e r, R. i dr.**
- O nekim problemima utvrđivanja mehaničkih parametara čvrstih stena »in situ« sa eksperimentalnog stanovišta.**
- (Zu einigen Problemen der Bestimmung mechanischer Kennwerte von Festgestein im situ aus experimenteller Sicht).
»Bergakademie«, 19 (1967) 10, str. 575—579, 10 sk., 1 tabl.
- B r ä u n n e r, G.**
- Današnje znanje o pritisku masa zasipa ili obrušenih stena, koje vise, kod strmog zaleganja.**
- (Das heutige Wissen über den Druck überhängender Versatz oder Bruchmassen in steiler Lagerung).
»Glückauf«, 103 (1967) 20, str. 1041—1045, 4 sk.
- K i d y b i n s k i, A.**
- Ispitivanje naprezanja u stenama metodom bušenja i kompenzacije.**
- (Badanie naprezen w skalach metodami nawiercania i kompensacji).
»GIG«, komunikat № 424, (1967).
- N o v i r a z v i t a k na polju mehanike stena.**
- (Neuentwicklung auf dem Gebiet der Gebirgsmechanik).
»Bergbauwissenschaften«, 14 (1967) 8, str. 287—288, 1 fot.
- Z e n č, M.**
- O problemu odredivanja graničnog ugla uticaja otkopavanja na površinu terena.**
- (K problému určení mezného uhli vlivu dobývání na povrch terénu).

vání na povrch).

»Uhli«, (1967) 10, str. 411—415.

Drukovaný, M., i dr.

Eksperimentalna ispitivanja brzine razvoja putotina.

(Eksperimental'nye issledovaniya skorosti razvitiya treščin).

»Gornyj žurnal-izvestija VUZ«, (1967) 7, str. 67—71.

Pokorný, V.

Odnos veličine zaštitnog stuba i njegov uticaj na čvrstoću (otpornost) međukomornih stubova.

(Význam štěhlostního poměru a jeho vliv na pevnost hornin mezukomorových pilířů).

»Rudy«, (1967) 10, str. 353—357.

Labasse, H.

Jamski pritisak u rudnicima uglja. Voda u rudniku.

(Les pressions de terrains dans les mines de houille. L'eau dans la mine).

»Annales des mines de Belgique«, (1967) 5, str. 531—540.

Panek, L. A.

Savladivanje tla u mehaniči stena.

(Ground control rock mechanics).

»Mining Congress Journal«, (1967) 5, str. 60—68, 4 sl.

Rybicki, S.

Metodi laboratorijskog ispitivanja geomehaničkih osobina vezanog tla.

(Metodyka laboratoryjnych badań nad geomechanicznymi właściwościami skałopoiistych).

»Wegiel Brunatny«, (1967) 2, str. 103—106, 6 dijag.

Kubiznak, K.

Stabilnost odlagališta jalovine.

(Stabilita vysypek).

»Uhli«, (1967) 11, str. 470—474.

Uredaji transportnih traka za transport velikih masa materijala.

(Transportbandanlagen für Förderung Massengütern. Aus Industrie).

»Aufbereitungs-Technik«, 8 (1967) 10, str. 586.

Hlavka, J.

Problemi automatizacije transportne trake visokog kapaciteta.

(Problémy automatizace velkokapacitní pásové dopravy).

»Uhli«, (1967) 11, str. 479—483.

Toles, G. E.

Nova koncepcija za transport materijala: Sistem Dashaveyor.

(New concept in materials handling. The Dashaveyor System).

»Canadian Mining Journal« (1967) 7, str. 60—61, 4 sl.

Gerontjev, i dr.

Trasport rude dugačkim sipkama.

(Transport rudy po glubokim rudospuskam).

»Zapiski leningradskogo gornogo instituta — mehanizacija gornyh rabot«, LIV (1967) 1, str. 5—9.

Gračev, N.

O izboru i proračunu konstruktivnih parametara hidrauličnih dozera.

(K vyboru i rasčetu konstruktivnyh parametrov kamernych gidravličeskikh pitatelej).

»Zapiski leningradskogo gornogo instituta — mehanizacija gornyh rabot«, LIV (1967) 1, str. 83—86.

De Marchi, A.

Površinsko otkopavanje, bušenje i miniranje u Canada Crushed & Cut Stone Ltd.

(Stripping, drilling and blasting at Canada Crushed & Cut Stone Ltd.)

»Canadian Pit and Quarry«, (1967) 8, str. 24—25.

Bauer, A., Calder, P. N.

Bušenje na površinskim kopovima rudnika gvožda.

(Drilling in open pit iron mines).

»Mining Congress Journal«, (1967) 5, str. 76—80, 7 dijag.

Welsh, J.

Površinsko otkopavanje stena bušenjem i miniranjem.

(Rock excavation on the surface by drilling and blasting).

»The Mining Engineer«, 126 (1966/67) 83, VIII/67, str. 755—761, 3 sl.
abataj frontal in minele de lignit).
»Revista minelor«, (1967) 5, str. 202—208.

M e č i r, R.

Eksploziv za miniranje za bušotine velikog prečnika.

(Sprengstoff für Grossbohrlochsprengungen).
»Baustoffindustrie«, Berlin (1967) 12, str. 370—372, 3 fot., 1 tabl.

K l e i n, H.

Način otkopavanja bez zasipa u polustrmim naslagama hematita na rudnicima Falkenstein i Königszug (oblast Dill).

(Versatzlose Abbauverfahren in halbsteiller Lagerung auf den Roteisensteingruben Falkenstein und Königszug (Dillgebiet).
»Erzmetall«, Bd. XX (1967) 9, str. 415—419, 3 sk., 1 dijag., 1 fot.

C i m a l a Z.

Problemi zapunjavanja otkopanog prostora u roženskom rudnom ležištu.

(Problémy zakládání výdobytych prostor na roženském rudném ložisku).
»Rudy«, (1967) 12, str. 425—429.

B o r e c k i, M., S i k o r a, W.

Eksplotacija ugljenih slojeva širokim čelom bez ljudske posade.

(Wyberanie pokładow węgla przotkami bez ludzi).
»Przegląd gorski«, (1967) 9, str. 417—421.

N a n d i e r y, O.

Određivanje veličine eksplotacionih blokova kod otkopavanja širokim čelima ležišta lignita.

P r i p r e m a m i n e r a l n i h s i r o v i n a

P o p o v, A. Stoev, S.

O problemu uticaja viskoziteta na proces obogaćivanja.

(Po vprosa za vlijaniето на вискоzитета на суспензиите при обогатителни процес).
»Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija—obogatjavane na polezni izkopaemci«, XI (1964—1965) str. 45—52.

B o d i u, A., P o p a, V.

Doprinos teoriji oprebavanja rudnih proizvoda.
(Dimensionarea panourilor de exploatare prin

C l e a v e r, E. E.

Povratno otkopavanje.

(Retreat mining).

»The Mining Engineer«, 126 (1966/67) 83, VIII/67, str. 739—754, 7 sk.

K u l p i n s k i, J. K r a w i e c, A.

Podgrada koja odmah prima opterećenja u slojevima podložnim gorskim udarima.

(Obudowa natychmiast podporowa w pokładach tąpiacych).

»Przegląd gorski«, (1967) 7—8, (828), str. 355—362.

T k a č e n k o, L. P., K u t j a e v, V. M.

Izbor racionalnih šema dogradivanja i upravljanja krovom u uslovima pratećih stena koje se teško zarušavaju.

(Vybór racional'nyh pasportov kreplenija i upravlenija krovlej v uslovijah trudnobrušajuščihja porod).

»Bezopasnost' truda v promyšlennosti«, (1967) 8, str. 7—8.

H a b e n i c h t, H., S c o t t, J. J.

Uticaj udarnog talasa na stabilnost ankerisanja.

(The influence of shock waves on the stability of rock-bolt anchorage).

»Transactions of metallurgical society of AIME«, 238 (1967) 6, str. 113—117, 8 dijag.

(Contributii la teoria probării produselor minerale).

»Revista minelor«, (1967) 11, str. 493—499.

W h i p p o, R. E.

Hemija kristala nekih sedimentarnih apatita.

(The crystal chemistry of some sedimentary apatites).

»Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 9, str. 257—63, 6 tabl.

- Martinez, E.**
- Proces segregacija bakra studiran pomoću termoanalize.**
- (The copper segregation process studied by thermoanalysis).
- »Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 6, str. 172—79, 1 sl., 6 dijag.
- Lang, H. L.**
- Poboljšano dobijanje bakra separisanjem peskovitog mulja.**
- (Improving copper recovery by sand slime separation).
- »Mining Congress Journal«, (1967) 9, str. 66—68, 2 tabl.
- Ritcey, G. M., i dr.**
- Izdvajanje urana rastvorenog u pulpi iz muljeva luženja.**
- (Solvent-in-pulp extraction of uranium acid leach slurries).
- »Transactions of the metallurgical society of AIME«, 238 (1967) 9, str. 330—4, 4 sk., 4 tabl.
- Trzicina, T.**
- Racionalno osvetljenje traka i klasirnih stolova u separacijama.**
- (Racjonalne oświetlenie tasm i stolow przebierczych w sortowniach).
- »GIG«, komunikat № 417., (1967).
- Hall, E.**
- Efikasnost filterskog odvajanja u Bralorneu.**
- Filter washing efficiency at Bralorne).
- »Canadian Mining Journal«, (1967) 7, str. 43, 3 sl.
- Day, E. L.**
- Nekoliko faktora koji utiču na stepen rastvaranja zlata u natrijevom cijanidnom rastvoru.**
- (Some factors influencing the rate of dissolution of gold in sodium cyanide solutions).
- »Canadian Mining Journal«, 88 (1967) 8, str. 55—60, 8 sk., 7 tabl.
- Klisuranov, G., Stojev S.**
- O problemu mokrog obogaćivanja u separatorima sa obrtnim magnetskim poljem.**
- (K voprosu o mokrom obogaščenii v separatorах с враштующимся магнитным полем).
- »Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija — obogatjavane na polezni izkopaemi«, XI (1964—1965) str. 55—63.
- Kolař, O., Horáček, M.**
- Usavršanje konstrukcije mokrog magnetnog separatora sa niskim naponom na magnetnom polu.**
- (Vývoj magnetických rozdružovačů)
- »Rudy«, (1967) 10, str. 336—343.
- Stone, R. L.**
- Odnos između zeta potencijala bentonita i jačine nesagorelih peleta.**
- (Relation between the zeta potential and the strength of unfired pellets).
- »Transactions of the metallurgical society of AIME«, 238 (1967) 9, str. 284—292, 4 dijag., 9 tabl.
- Meyer, G.**
- Peletizacija gvozdenih ruda i prerada peleta u visokoj peći.**
- (Peletizace železnych rud a zpracovani pelet v visoké peci).
- »Hutnické listy« (1967) 9, str. 591—597.
- Lapointe, C. M.**
- Radiometrijska tehnika u flotacionom istraživanju.**
- (Radiometric techniques in flotation research).
- »Canadian Mining Journal« (1967) 7, str. 44—46, 2 sl.
- Kraft, M.**
- Mikroskopija obogaćivanja ruda primenjena za koncentrate Pb-Zn ruda u reviru Brander u rudarskom basenu Freiberg u Nemačkoj.**
- »Canadian Mining Journal« (1967) 7, str. 52—58, 8 sk.
- Hejl, V., Skrivan, P.**
- Nastajanje hidrofobizacije pirita u rastvoru ksantogenata.**
- (Vznik hydrofobizace pyritu v xanthogenanovem roztoku).
- »Rudy«, (1967) 7, str. 207—210.
- Furestenu, M. C., Miller, J. D.**
- Uloga ugljovodoničkog lanca kod anionske flotacije kalcita.**
- (The role of the hydrocarbon chain in anionic flotation of calcite).

»Transactions of metallurgical society of AIME«. 238 (1967) 6, str. 153—160, 14 dijag.

Romanczyk, E.

Aktivnost skrobnih flokulantata na uticaj flokulanta na ciklus vode i šlama u separaciji.

(Aktywność flokulantów skrobiowych i wpływ flokulantów na obieg wodno-mutowy pluczki węglowej).

»GIG«, komunikat № 418 (1967).

Gajdardžijev, S.

Opšte o problemu flotiranja oksidnih polimetaličnih ruda.

(Ošće po vprosa za flotiraneto na okisnite polimetalični rudi).

»Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija — obogatjavane na polezni izkopaemi«, XI (1964—1965), str. 5—15.

Gajdardžijev, S. Medareva, M.

O problemima flotacionog dejstva nekih olovnih ksantogenata.

(Po vprosa za flotacionnoto dejstvie na njakoi olovni ksantogenati).

»Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija-obogatjavane na polezni izkopaemi«, XI (1964—1965) str. 17—27.

Medareva, M. Gajdardžijev, S.

Uticaj elektrostatičkog polja na flotacione osobine izobutilovog ksantogenata.

(Vlijanje na elektrostatičnoto pole vrhu flotacionne svojstva na izobutilov ksantogenat).

»Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija-obogatjavane na polezni izkopaemi«, XI (1964—1965) str. 29—36.

Vrbanov, R.

O određivanju KKD flotacionih mašina.

(Vrhu opredeljane KPD na flotacionne mašini).

»Godišnik na visšija minno-geoložki institut Sofija-obogatjavane na polezni izkopaemi«, XI (1964—1965) str. 85—88.

Rose, D. H., i dr.

Opitno postrojenje cijanidnog luženja bakra iz flotacijske jalovine u White Pineu.

(Pilot plant testing of cyanide leaching of copper from White Pine tailings).

»Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 6, 85—88.

Burek, R.

Uredaj za radiometrijsko određivanje sadržaja mineralne neorganske materije (pepela) u uglju.

(Urządzenie do radiometrycznego określania zawartości nieorganicznej substancji mineralnej (popiołu) w węglu).

»GIG«, — komunikat № 420 (1967).

Donahue, B. A. i dr.

Petrografiya za rudarstvo i separisanje uglja.

(Petrography for coal mining and coal preparation).

»Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 6, str. 147—153, 5 dijag., 3 tabl.

Brunclik, J., Bear, V.

Proizvodstveni opit primene radiometrijskog analizatora MNG 201 za određivanje sadržaja pepela u uglju.

(Provozni zkušenosti s použitím radiometrického analyzatoru MNG 201 pro stanovení obsahu popela v uhli).

»Uhli«, (1967) 8, str. 328—331.

Bitz, C. M., Nagy, B.

Analiza bituminoznog uglja kombinovanom metodom ozonolize gasne hromatografije i masene spektrometrije.

(Analysis of bituminous coal by a combined method of ozonolysis, gas chromatography and mass spectrometry).

»Anal. Chemistry«, 39 (1967) 11, str. 1310—1313; 4 dijag., 16 bibr. pod.

Iordachescu, G., Brincus, A. i dr.

Rezultati osvajanja tehnološkog procesa u glavnoj separaciji u Baja Mare

(Rezultatele activității de asimilare a procesului tehnologic la filotatia centrală Baia Mare).

»Revista minelor«, (1967) 6, str. 250—254.

Hoffmann, E., i dr.

Pogonski opiti radi egalizovanja proizvoda taložnica menjanjem količine za prerađivanje i pogonskog regulisanja.

(Betriebsversuche zur Vergleichsmässigung der Erzeugnisse von Setzmaschinen durch Andern der Aufgabemenge und der Betriebeinstellung).

»Glückauf«, 103 (1967) 21, str. 1091—1095, 10 sk., 3 tabl.

Melman, B.

Istraživanja o lepljenju čvrstih materija pri sitnjenu u vibracionom mlinu.

(Untersuchungen über das Ansetzen fester Stoffe

- beim Zerkleinern in einer Schwingmühle).
»Aachener Blätter«, 17 (1967) 3, str. 104—115
5 sk.
- Constantinescu, J., Darabont, A.**
Mogućnosti primene novih metoda drobljenja stena.
(Posibilitatile de aplicare a metodelor noi de dezagregare a rocilor).
»Revista minelor«, (1967) 6, str. 247—249.
- Dolezil, M.**
Suvo autousitnjavanje u mlinu Aerofoi.
(Suche autogenni mleti v mlynu Aerofall).
»Rudy«, (1967) 10, str. 334—336.
- Garfield, L. A. i dr.**
Drobjenje stena — ispitivanje metoda.
(Rock breaking — An investigation of methods).
»Mining Congress Journal«, (1967) 5, str. 23—26,
3 sl.
- Kirk, A.**
Praktičan pregled o vibracionom mlevenju.
(Practical review of vibration milling).
»Chemistry and Industry«, (1967) 33 str. 1378—
1382; 6 tabl., 2 fot., 2 bibl. pod.
- Freeh, E. J., i dr.**
Matematički obrazac za šaržirano mlevenje u kugličnom mlinu.
(Mathematical model for batch grinding in a ball mill).
»Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 6, str. 167—71, 4 dijag., 6 tabl.
- Wiegel, R. L., i K. Li.**
Obrazac verovatnoće za oslobođanje minerala smanjivanjem krupnoće.
(A random model for mineral liberation by size reduction).
»Transactions of the metallurgical society of AIME« 238 (1967) 6, str. 179—89, 6 dijag., 4 tabl.
- Rose, E. H.**
Izvesna zapažanja u vezi primene vibracionih mlinova.
(Some observations of the application of vibration mills.)
- »Chemistry and Industry«, (1967) 33, str. 1383—
- Zykmund, V.**
Čišćenje otpadnih voda sa ugljenim šlamom u kombinatu Vržesova.
(Cisteni mourovych vod Kombinatu pro využiti hnědeho uhlí ve Vřesové).
»Uhli«, (1967) 11, str. 475—478.
- Dittig, R. G. Jr.**
Odnos između Manningovog »n« i Hazen-Williamsovog »C«.
(Relation between Manning's »n« and Hazen-Williams »C«).
»Water and Wastes Engineering« (1967) 9, str.
100—101, 1 dijag., 1 tabl.
- Humphreys, E. F., Bailey, A. D.**
Prečišćavanje pomoću filtera za cedenje, otpadnih voda i drugih otpadnih tečnosti koje sadrže hrom-tanin.
(The purification by percolating filters of sewage and other waste liquors containing chrometan).
»Chemistry and Industry«, (1967) 36, str.
1514—1516; 3 tabl., 1 graf., 1 sl., 3 bibl. pod.
- Ihnatowicz, M., Lesnievski, K. i dr.**
Uticaj različitog polukoksa na osobine mešavina uglja iz Ribničkog ugljenog basena i na koks dobijen iz tih mešavina.
(Wpływ różnych półkoków na właściwości mieszanek węgla z ROW i uzyskanych z nich koków).
»GIG, komunikat № 426 (967).
- Medřicky, Z., Živela, K.**
O nekim uzrocima promene kvalitateta koksa.
(Některe příčiny kolisani jakosti koksu).
»Hutnické listy«, (1967) 11, str. 744—750.
- Wold, J. S., Woodward, T. C.**
Plan gromovnik», nuklearni detonator za gasifikaciju uglja.
(Project Thunderbird... A nuclear trigger for coal gasification).
»Coal Age«, (1967) 9, str. 64—68, 5 sk.
- Koutník, J.**
Podzemna gasifikacija mrkog uglja u oblasti Droužkovice-Březno).
(Podzemní zplynováním hnědého uhlí na lokalitě Droužkovice-Březno).
»Uhli«, (1967) 10, str. 424—428.

Obaveštenja

II međunarodni sajam rudarstva, Zagreb, 1968. god.

Na drugom međunarodnom sajmu rudarstva, koji će se održati od 13-21. aprila 1968. godine u Zagrebu, prikazaće jugoslovenske i inostrane rudarske proizvodne grupe opremu, mehanizaciju, sredstva i inženjeringu.

U okviru sajma održaće se niz međunarodnih i jugoslovenskih sastanaka, simpozijuma i seminara o savremenoj problematici celokupne oblasti rudarstva.

Teme stručnog dela:

Prvi dan 17. IV 1968.

Uvodna reč — dipl. ing. F. Knežević:
Javna tribina o rudarstvu

Teme:

- dipl. ing. L. Deret:
Mineralne sirovine Jugoslavije, eksploatacija i tržište
- prof. dr A. Goldštajn:
Mogućnosti ulaganja stranog kapitala u proizvodnu saradnju rudarskih privrednih organizacija
- Informacije firmi koje izlažu na sajmu

Dруги дан 18. IV 1968.

Teme:

- prof. ing. B. Gluščević:

Podzemna eksploatacija olovo-cinkovog ležišta u rudniku „Trepča“.

- dipl. ing. Stanišić:
Površinska eksploatacija u rudniku „Majdanpek“
- prof. dr ing. R. Ahčan:
Uticaj montan-geoloških uslova na razvoj podgradivanja uglja u SFRJ
- Informacije firmi koje izlažu na sajmu

Treći dan 19. IV 1968.

Teme:

- dipl. ing. N. Milojević:
Razvoj geoloških istraživanja u Jugoslaviji i osvrt na njihovu perspektivu
- dipl. ing. V. Rizen:
Problemi istražnog bušenja
- dipl. ing. A. Šarin:
Osvrt na probleme istraživanja i eksploatacije podzemnih voda
- prof. ing. R. Marušić:
Savremeni postupci u oplemenjivanju mineralnih sirovina, stanje i perspektive
- prof. ing. L. Chloupek:
Savremeni postupci u metalurgiji željeza, stanje i perspektive
- Informacije firmi koje izlažu na sajmu

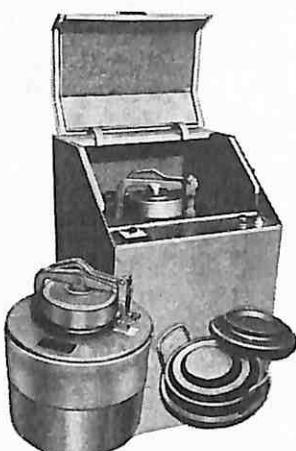
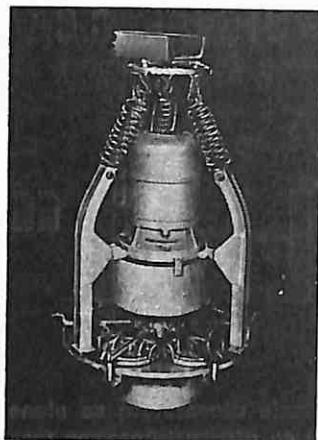
Četvrti dan 20. IV 1968.

Teme:

- dipl. ing. Marinović:
Osvrt na propise o zaštiti na radu u odnosu na tehnički razvoj
- Informacije firmi koje izlažu na sajmu
- Dan aluminijskog "Jugal" Split

BRZO USITNJAVAњE

do analitičke finoće



Pločasti vibracioni milinovi usitnjavaju od oko 15 mm do analitičke finoće ispod 0,2 mm. Kućište milina, poklopac, prsten i valjaci 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 miliva usled habanja! Za 2 minute samele 100 cm³ koksa krupnoće 4-6 mm na veličinu zrna od 0,2 mm.

Kućišta milina za 10, 100 i 250 cm³. Isporučujemo sa jednim kućištem ili za istovremeno drobljenje i šest uzoraka. Tražite prospakte!

NOVO!

Uskoro izlazi iz štampe i treća knjiga dipl. ing. Momčila Simonovića iz serije „Tehnika površinskog otkopavanja“:

Tračni transporteri na površinskim otkopima

Pošaljite zahtev sa Vašom tačnom adresom Birou za naučno tehničku dokumentaciju Rudarskog instituta, Zemun, Batajnici put br. 2

West-Deutschland

2
Specijalna
umetka za sita
pružaju vam velike prednosti:

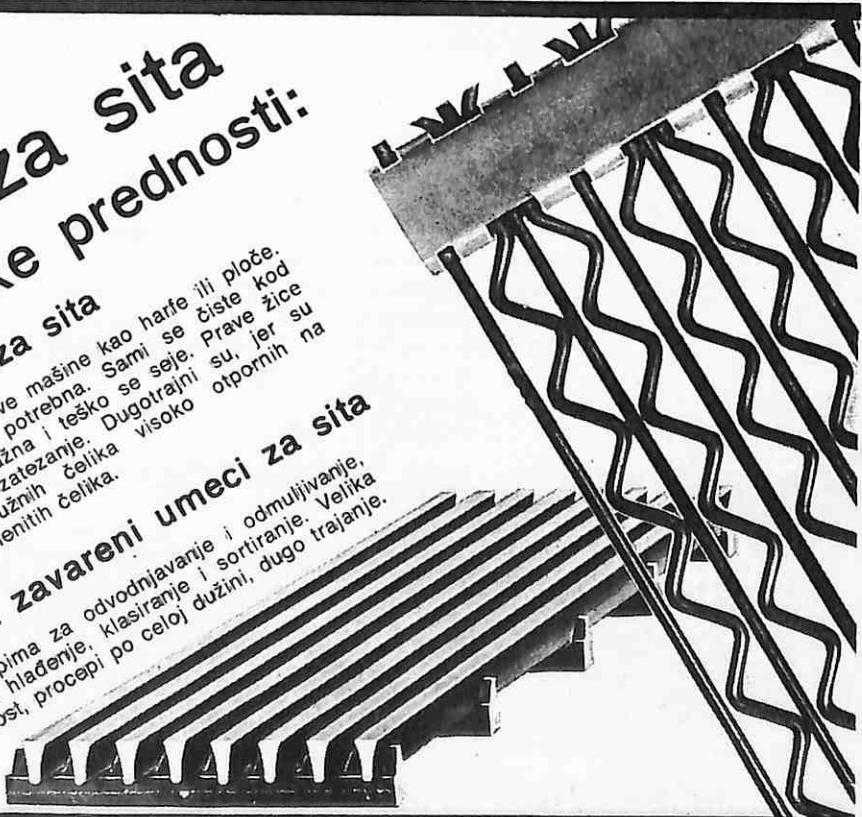
Tria — umeci za sita

mogu se ugraditi u sve mašine kao harfe ili ploče. Rekonstrukcija nije potrebna. Sami se čiste kod sirovine koja je važna i teško se sejte. Prave žice omogućuju tako zatezanje. Dugotrajni su, jer su izrađeni od opruznih čelika. Habanje ili plamenitih čelika visoko otpornih na

Optima zavareni umeci za sita

sa procepcima za odvodnjuvanje i odmrijivanje, sušenje, hlađenje, klasiranje i sortiranje. Velika stabilitet, procepi po celoj dužini, dugo trajanje.

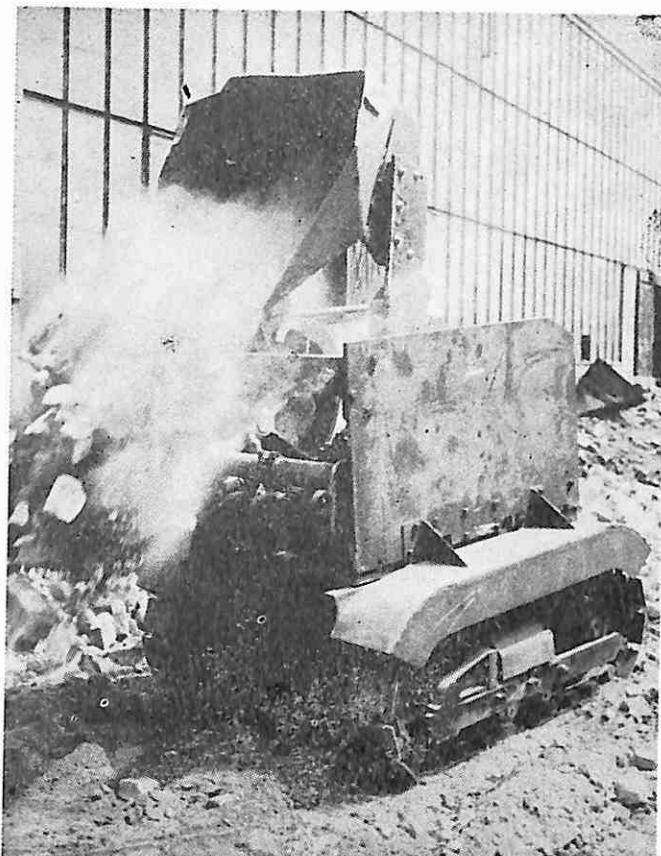
Tražite prospakte
ili stručna uputstva
naših inženjera



STEINHAUS GMBH

433 Mülheim (Ruhr) Postfach 1660 Ruf 5 0653 Telex 856/733

West-Deutschland



KAŠIKASTAUTOVARAČICA ZA STENE

„GOLIAT“

Guseničarski tip kašikaste utovaračice za stene može se upotrebljavati za utovar iskopanog materijala, naročito u širokim hodnicima — ušća, komore, dno okana, raskrsnice itd. Utovaračica se može upotrebiti za transport iskopanog materijala u bilo kom pravcu i na odstojanje do 1 km od mesta utovara.

Mašina ima visoku manevarsku sposobnost, pošto svaka gusenica ima svoj nezavisani pogon. Utovar u dugačka i široka vozila je olakšan time što se utovaračica može da približi vozilu sa bilo koje strane i utovaruje materijal u dužnom ili poprečnom pravcu.

Velika manevarska sposobnost, značna širina kašike i povećana snaga mašine omogućuju utovar iskopanog materijala i u teško pristupačnim mestima, omogućuju lak rad u hodnicima i efikasan utovar sa pražnjnjem kašike.

Utovaračica se može upotrebiti na površini za utovar različitih vrsta materijala (kao npr. metalurški materijali).

TEHNIČKI PODACI:

- kapacitet kašike — $0,34 \text{ m}^3$
- učinak utovara — $50 \text{ m}^3/\text{h}$
- visina bacanja kašike — gornja visina 2.640 mm
- visina istresanja 1350 mm
- širina utovaračice sa platformom 1350 mm
- najveći nagib zemljišta 12°
- tip motora na komprimirani vazduh STG-12
- snaga motora na komprimirani vazduh $3 \times 12 \text{ KS}$
- težina utovaračice 500 kg



centrozap

Vanjskotrgovinsko poduzeće
K A T O W I C E, Ligonija 7, Poljska
P. O. B: 825

Telefoni: 513401 do 09

Telex: 31-416

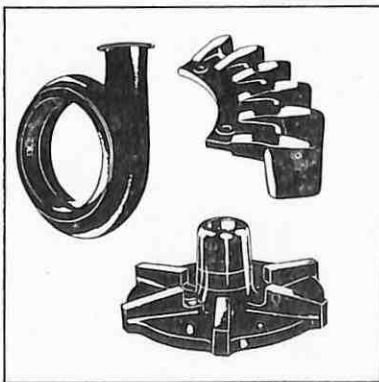
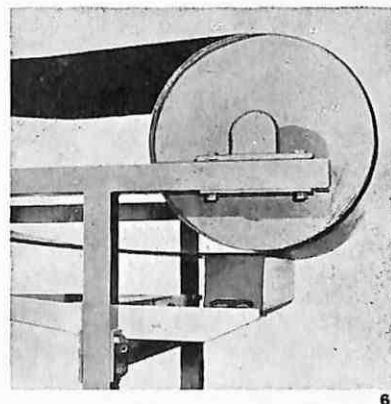
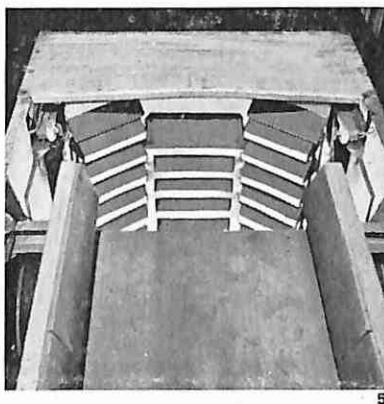
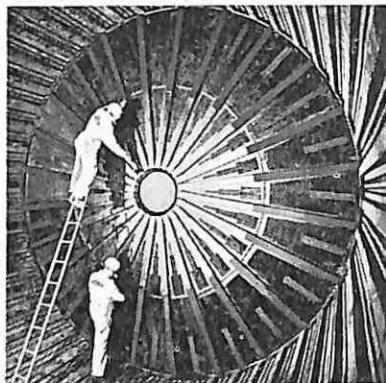
Telegrami:

CENTROZAP Katowice

SKEGA

MINING RUBBER

1. Skega gumeni oklopi sa jedinstvenim sistemom za učvršćivanje u više od 500 mlinova, koji su u radu.
2. Skega gumena sita za grubo odsejavanje, samono-siva otporna na habanje, lako se montiraju, prigušivanje buke do 80%.
3. Skega skliznice iz masivne gume spriječavaju kri-tičnu brzinu materijala.
4. Skega dijelovi izloženi habanju za kamione, za kamione za transport rude itd. u standardnoj izvedbi, koji se lako montiraju.



5. Skega profilisani dijelovi izloženi habanju, nova metoda za redukciju brzine materijala. Maksimalni odskočni ugao uz minimalno habanje.
6. Skega strugač za gumenu traku za skidanje finog i lepljivog mate-rijala.
7. Skega dijelovi izloženi habanju za pumpe, flotacione agitatore i sl.

SKEGA

Ersmark Skellefteå • SWEDEN
Tel. 0910/231 50 Telex 6887

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

